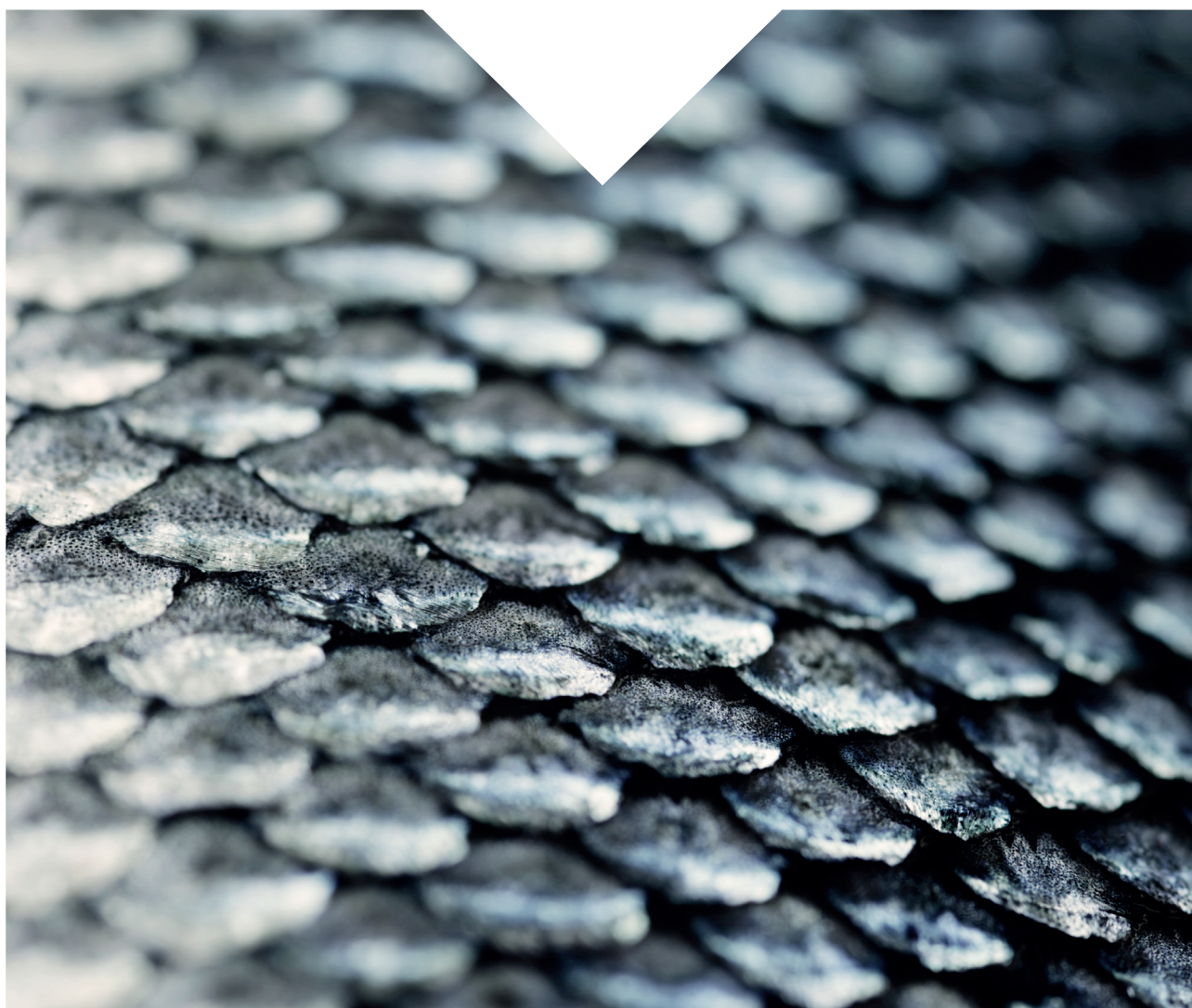


Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør

Tiltaksovervåking i 2013



Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør

Tiltaksovervåking i 2013

Utførende institusjon:

Miljødirektoratet

Oppdragstakers prosjektansvarlig:

Ann K. Schartau, Norsk institutt for naturforskning

Atle Hindar, Norsk institutt for vannforskning

Bjart A. Hellen, Rådgivende Biologer

Kontaktperson i Miljødirektoratet:

Roar A. Lund

M-nummer:

208 | 2014

År:

2014

Sidetall:

390

Utgiver:

Miljødirektoratet

Prosjektet er finansiert av:

Miljødirektoratet

Forfatter(e):

Se de enkelte kapitlene for forfatter

Tittel – norsk og engelsk:

Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – Tiltaksovervåking i 2013

Liming in acidified Norwegian salmon rivers – Monitoring in 2013

Sammendrag:

I denne rapporten rapporteres resultater fra vannkjemisk og biologisk effektkontroll i 21 forsuredde vassdrag som kalkes og i ett vassdrag der mangeårig kalking er avsluttet. Undersøkelser og effektkontroll i de kalkede vassdragene er et viktig grunnlag for evaluering av kalkingsstrategien og gjennomføring av de store elvekalkingsprosjektene.

Summary:

We here report results from chemical and biological monitoring in 21 acidified river systems in southern Norway where liming has been mitigating measure. Besides, liming is ended in one river system presented. The monitoring of these rivers is important for the evaluation of the liming projects and a necessary basis for the assessment of the liming strategies.

4 emneord:

forsuring, kalking, laks, sjøørret, overvåking

4 subject words:

acidification, liming, salmon, sea trout, monitoring

Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør



Forord

Forsuring av vann og vassdrag er et av de alvorligste miljøproblemer i Norge og den enkeltfaktoren som har ført til størst reduksjon av biologisk mangfold i norske vatn og elver. Hovedårsaken til forsuringen er langtransportert sur nedbør (svovel og nitrogen). Denne kan bare fjernes gjennom utslippsreduksjoner basert på internasjonale avtaler. Fram til 2010 hadde de fleste land i Europa oppnådd målene for utslippsreduksjoner for svovel og totalt sett for hele Europa var utslippene i 2010 lavere enn målet for Gøteborgprotokollen. De reduserte utslippene av svovel har medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 75–92 % fra 1980 til 2012. For nitrogen var ikke resultatene like gode. De observerte nitrat- og ammoniumkonsentrasjonene i nedbør har blitt redusert med hhv. 27–50 % og 44–61 % siden 1980 for målinger i Sør Norge. Endringene er i samsvar med rapporterte endringer av utslipp i Europa. I årene etter årtusenskiftet har imidlertid den positive utviklingen vært langt svakere enn de to tiårene før. I mange områder er det registrert en bedret vannkjemi (økt pH og reduksjon av giftig aluminium), og økt gytesuksess hos fisk. Det biologiske mangfoldet er likevel fortsatt lavt sammenlignet med uforsurede lokaliteter og mange forsursfølsomme arter er fortsatt ikke kommet tilbake.

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

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

I denne rapporten presenteres årsrapporter fra prosjektene som ble gjennomført i 2013.

Trondheim, september 2014

Yngve Svarte
direktør, artsforvaltningsavdelingen

Innhold

Kart	3
Forord	4
Innhold	5
 1. Metodikk	6
Kartfesting	6
Vannkjemi	6
Planteplankton	6
Makrovegetasjon	7
Begroing	7
Bunndyr	7
Krepsdyr	8
Fisk	8
2. Kalking i forsurede laksevassdrag i Norge – status og trender pr 2013	9
3. Agder – status og trender	11
4. Rogaland – status og trender	12
5. Hordaland, Sogn og Fjordane – status og trender	13
6. Arendalsvassdraget	14
7. Vegårvassdraget	23
8. Tovdalsvassdraget	44
9. Mandalsvassdraget	56
10. Audnavassdraget	82
11. Lygnavassdraget	101
12. Kvinavassdraget	117
13. Sokndalsvassdraget	137
14. Bjerkreimsvassdraget	153
15. Ognå	178
16. Frafjordelva	194
17. Espedalselva	212
18. Lysevassdraget	230
19. Jørpelandsvassdraget	243
20. Suldalslågen	254
21. Vikedalsvassdraget	276
22. Rødneelva	286
23. Uskedalselva	300
24. Vossovassdraget	316
25. Eksingedalsvassdraget	327
26. Yndesdalsvassdraget	338
27. Flekke og Guddalsvassdraget	359
 28. Litteratur	383

1. Metodikk

Kartfesting

Alle stasjoner er kartfestet ved bruk av GPS. Stasjoner som representerer en elve-strekning er kartfestet i nedkant av stasjonen.

Vannkjemi

Flaskeprøver v/Øyvind Garmo (NIVA) og Ann Kristin Schartau (NINA)

Vannprøvene analyseres etter standard metoder ved NIVA (fra juni 2011). Det analyseres for pH, alkalitet, konduktivitet, total organisk karbon (TOC), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), sulfat (SO_4), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), klorid (Cl), silisium (Si), total nitrogen (tot-N), total fosfor (tot-P), ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), reaktivt Al (RAL), ikke-labilt Al (ILAI), totalt Al (Tot-Al). Noen prøver analyseres kun for pH, konduktivitet og kalsium.

Den mest giftige fraksjonen av aluminium (Al-kationer) benevnes som LAI. Labilt Al (LAI) er differansen mellom RAL og ILAI.

ANC beregnes på følgende måte: $\text{ANC} = ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^{+}] + [\text{K}^{+}] + [\text{NH}_4^{+}]) - ([\text{Cl}^{-}] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^{-}])$ og angis i $\mu\text{ekv/L}$.

(Ca^{2+} = kalsium, Mg^{2+} = magnesium, Na^{+} = natrium, K^{+} = kalium, NH_4^{+} = ammonium (ignorerer pga. lave konsentrasjoner), Cl^{-} = klorid, SO_4^{2-} = sulfat og NO_3^{-} = nitrat; $[\]$ = konsentrasjon i $\mu\text{ekv/L}$, dvs. $\mu\text{mol/l} \cdot \text{ladning på ionet}$)

Andre benevninger framgår av primærtabellene.

Prøvetakingsstasjoner, prøvetakingsdyp (innsjøer), prøvetakingsfrekvens og parametersammensetning framgår av primærtabellene for hvert enkelt vassdrag. Prøvetakingsstrategien er tilpasset vassdragsstørrelse og målsettingen med kalkingsovervåkingen ved de enkelte stasjonene.

For analysemetoder og benevnelser benyttet tidligere (jf. tidsserier) vises det til metodebeskrivelse i tidligere årsrapporter.

Automatisk pH-registrering v/Rolf Høgberget (NIVA)

I målområdet for kalkingsvirksomheten til hvert enkelt vassdrag er det etablert en pH-overvåkingsstasjon som registrerer og lagrer pH-data kontinuerlig gjennom hele året. I de fleste tilfeller er denne stasjonen plassert nær utløpet av vassdraget.

Et pH-meter av typen Polymetron 9135 måler pH og temperatur i en målekyvette. Målekyvetten blir kontinuerlig gjennomstrømmet med elvevann. Denne gjennomstrømmingen sikres også om vinteren. Et sett av elektroder bestående av et pH-element av typen Refex LR 5611 og et referanseelement av type Refex 5710, samt et temperaturelement av typen PT 100 (motstandselement) er montert i kyvetten. Det foretas jevnlig kalibrering og ettersyn av elektrodene. Felt pH-metere som benyttes til dette arbeidet er kvalitetssikret gjennom et interkalibreringsarbeid der alle feltmetere som benyttes i kalkingsprosjektene på Sørlandet er med. En logger samler data hvert minutt. Maksimum, minimum og middelerverdier per time blir lagret i loggeren. Hvert døgn blir nye data overført fra loggeren til en database på NIVA. Kvalitetssikring av alle innsamlete data blir gjennomført hvert år. I dette arbeidet benyttes aktuelle registrerte feltmålinger og laboratorieverdier for å kunne gjengi en mest mulig korrekt pH-kurve over året.

Planteplankton

v/Pål Brettum (NIVA)

Ved undersøkelse av planteplankton i innsjøer benyttes standard metodikk for prøvetaking (NS 9459: 2004) og bearbeiding (NS-EN 15204: 2006).

Det samles inn blandprøver, der prøver fra flere dyp blandes, eller prøver fra enkeltdyp for analyse av planteplanktonsammensetningen. Blandprøvene tas på en slik måte at de representerer produksjonssjiktet over termoklinen (epilimnion) i den enkelte innsjø, f.eks. 0–10 m fra de tre store innsjøene i Arendalsvassdraget. Prøver fra enkeltdyp tas fra 1 meters dyp.

Prøvene fikseres i felt og telles i omvendt mikroskop etter at algene er sunket ned i tellekammer under sedimentasjonskolonner. Arter/taksa bestemmes og telle-resultatet (alge-konsentrasjonen i innsjøen) oppgis i algevolum pr. vannvolum (mm^3/m^3), som er tilnærmet likt mg/l våtvekt (se primærtabeller). I figurer framstilles totalvolum og prosentvis sammensetning av planktonet.

Makrovegetasjon

v/Susanne Schneider (NIVA)

Ved undersøkelse av makrovegetasjon i rennende vann benyttes standard metodikk (NS-EN 14184: 2003).

Makrovegetasjon undersøkes på hver stasjon med vannkikkert avgrenset til dyp tilgjengelig ved vassing og bruk av vadebukse, dvs. ned til omtrent 1,5 m dybde. Tettheten av vannplanter (karplanter og moser) estimeres i henhold til en 5-punkts skala jfr. NS-EN 14184 (1 = sjelden (< 5 forekomster eller <0,1% dekningsgrad), 2 = mindre vanlig/spredt, 3 = vanlig, 4 = lokalt dominerende, 5 = rikelig/dominerende på store deler av lokaliteten).

Begroing

Metode 1

v/Susanne Schneider (NIVA)

Ved undersøkelse av begroingsalger i rennende vann benyttes standard metodikk for prøvetaking og bearbeiding av kiselalger (NS-EN 13946: 2003 og NS-EN 14407: 2004) og andre bentiske alger (NS-EN 15708: 2009).

På hver stasjon blir en elvestrekning på ca. 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert. Det tas prøver av alle makroskopisk synlige bentiske alger og disse lagres i separate beholdere (dramsglass). Dekningsgrad av alle makroskopisk synlige elementer estimeres som "% dekning". For prøvetaking av mikroskopiske alger blir 5 til 10 steiner med diameter 10–20 cm innsamlet fra hver stasjon. Et areal på ca. 8 ganger 8 cm, på oversida av hver stein, børstes med en tannbørste, og det avbørstede materialet blandes så med ca. 1 liter vann. Fra blandingen tas det en delprøve som konserveres med formaldehyd. Innsamlede prøver blir senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av de mikroskopiske algene, som finnes sammen med de makroskopiske elementene, estimeres som hyppig (xxx), vanlig (xx) eller sjelden (x).

For hver stasjon beregnes forsuringindeksen for begroingsalger AIP (Acidification Index Periphyton) (Schneider & Lindstrøm 2009). AIP er basert på indikatorverdier for til sammen 108 arter av bentiske alger (kiselalger ekskludert) og blir brukt til å beregne den årlige gjennomsnittsverdien for pH på en gitt lokalitet. Indikatorverdiene strekker seg fra 5,13 til 7,50, hvor en lav AIP-indeks indikerer sure betingelser, og en høy AIP-indeks indikerer nøytral til lett basiske betingelser. For å kunne beregne en sikker AIP indeks, må det være minst tre indikatorarter til stede på en stasjon.

I tillegg beregnes eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) for hver stasjon (Schneider & Lindstrøm 2011). PIT er basert på indikatorverdier for 153 taxa av bentiske alger (ekskludert kiselalger). Utregnede indeksverdier strekker seg over en skala fra 1,87 til 68,91, hvor lave PIT verdier tilsvarer lave fosforverdier (oligotrofe

forhold), mens høye PIT verdier indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold). For å kunne beregne en sikker PIT indeks, må det være minst to indikatorarter til stede på en stasjon.

Metode 2

v/Øivind Løvstad (Limno Consult)

Prøver av begroingssamfunnet ble samlet inn tidlig på høsten på samme stasjoner som for makrovegetasjon. Prøvene ble tatt på lav vannføring. Prøvetakingslokaliteten er avgrenset til å strekke seg 1 – 10 m langs bekken/elva. Der det var mulig ble prøvene tatt fra steiner (f.eks. 10 steiner) midt i elveløpet. Steinene ble løftet opp og begroingsmaterialet børstet av og overført til 100 ml flasker med skrukork. Når algelaget på steinene var hardt, ble steinen skrapet med en kniv først. På bløt-bunnslokaliteter ble algene tatt forsiktig opp ved å føre børst lett over sediment-overflaten. Prøvene ble konservert med å tilsettes Lugols løsning med pasteur-pipette.

Prøvene brukes til semikvantitative bestemmelser av kiselalger og blågrønnalger. De kan sedimenteres i 10 ml eller 50 ml sedimentasjonssylindrer i 24 timer (Utermöhl-metoden, Utermöhl 1958) etter eventuell fortykning med destillert vann. Algene ble studert i omvendt mikroskop og mengden av de enkelte artene ble angitt etter en todelt skala (vanlig eller subdominant = 1 – 10 %; dominant = 10 – 100 % av celleantallet).

For vurdering av tilstanden mht. forsuring er modifisert metodikk fra Lindstrøm m.fl. (2004) benyttet. Ved beregning av forsuringfølsomhet summeres alle forsuringfølsomme arter i prøven etter at de er vektet i henhold til sin spesifikke forsuringfølsomhet. Prøver med mange klart forsuringfølsomme arter vil således få høy forsuringfølsomhet. Det ble ikke tatt hensyn til organismens mengde. Det er viktig å være oppmerksom på at algenes mengde og sammensetning er sterkt avhengig av plantenæringsstoffene fosfor (og nitrogen), men pH vil være bestemmende for algesammensetningen i næringsfattige lokaliteter.

Undersøkelsen i 2011 ble foretatt med vekt ikke bare på indekser, men med mer vekt på økologisk status, der blågrønnbakterier og kisel- og grønnalger er vurdert. Betydning av eutrofiering er også hensyntatt. Begroingsalgene er tildelt indikator-verdier, og gjennomsnittlig indeksverdi benyttes for å beskrive økologisk status etter Løvstad (1991).

Bunndyr

v/Arne Fjellheim (LFI Uni Miljø)

Fra hvert vassdrag samles det inn bunndyr fra et fast stasjonsnett vår og høst. Antall stasjoner varierer mellom 4 og 15 avhengig av vassdragets størrelse og omfang og strategi for kalking. Kart med angivelse av stasjonenes plassering er vist for det enkelte vassdrag.

Til innsamling benyttes sparkemetoden (Hynes 1961, Frost m.fl. 1971). Metoden regnes som semikvantitativ og kan brukes til anslag over tetthetene av bunndyr. Prøvene samles med en håv, åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Håvens maskevidde er 0,25 mm. Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Med en fot blir substratet i forkant av håven rottet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Det tas én prøve fra hver lokalitet, som består av materiale samlet inn fra forskjellige områder, habitat, på stasjonen. Totalt sparkes/rotes det i elvebunnen på 10–12 ulike steder på hver stasjon i ca. 2 min. Prøvene fikseres med etanol i felt for senere sortering under lupe i laboratoriet, prøvene sorteres i en time. Utvalgte grupper som er viktige ved vurderinger av vannkvalitet artsbestemmes.

Forsuringsnivået er beregnet ut fra forsuringsindekser basert på tilstedeværelse eller fravær av mer eller mindre sensitive arter av bunndyr. Forsuringsindeks 1 og 2 er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 for Forsuringsindeks 1 antyder et bunndyrsamfunn som ikke er forsuret, mens verdien 0 her betyr et samfunn som er sterkt skadet. Når det er arter som er svært forsuringssensitive til stede, benyttes Forsuringsindeks 2 beregnet fra formelen $0,5 + D/S$. D = antall individer av sterkt forsuringssensitive døgnfluer (på en lokalitet), S = antall individer forsuringstolerante steinfluer (på en lokalitet). Maksimumsverdien for indeksen blir satt til 1, som indikerer liten eller ingen forsuring. Når andelen svært forsuringssensitive døgnfluer i forhold til tolerante steinfluer er svært lav vil verdien av indeksen nærme seg 0,5 (Kroglund m.fl. 1994). Dersom prøven tas på ugunstig høye vannføringer, kan det bli lite steinfluer i prøven. Enkelte lokaliteter som er organisk belastet kan også ha lite eller ingen steinfluer. I slike tilfeller beregnes ikke Forsuringsindeks 2, og lokaliteten holdes utenfor når gjennomsnitt for indeksen beregnes. Forsuringsindeks 1 kan imidlertid brukes også i slike tilfeller.

Krepsdyr

v/Bjørn Walseng (NINA)

Ved undersøkelse av planktoniske og litorale krepsdyr i innsjøer benyttes standard metodikk for prøvetaking (NS-EN 15110: 2006).

Kvantitative dyreplanktonprøver er tatt med Schindler-henter (14 l). Det foreligger prøver fra 11 dyp (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30 og 50 m). Det tas to prøver fra hvert dyp.

Kvalitative planktonprøver er tatt med håvtrekk fra bunn og opp til overflate (maskevidde 90 µm).

I littoralsonen blir det tatt 1–3 håvtrekk (maskevidde 90 µm)

avhengig av variasjon i substrat/vannvegetasjon. Det blir lagt vekt på at dominerende substrat/vannvegetasjon er representert i datasettet.

Ved bearbeiding av krepsdyrmaterialet blir minst 200 individer talt opp med tanke på å få et inntrykk av tettheten, samt for å få et bilde av mengdeforholdet mellom artene. Resten av prøvene blir deretter gjennomgått for at eventuelt sjeldne arter blir registrert. Vannloppene (cladocerene) er bestemt ved hjelp av metodikk beskrevet av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepsene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og copepoditter er ikke artsbestemt.

Krepsdyrmaterialet er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill, 1979, Hill & Gauch, 1980) med programmet CANOCO (ter Braak 1987, 1990). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær data for artene i de enkelte prøver. DCA arrangerer arts-listene slik at de med lik arts-sammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i artssammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler.

Fisk

v/Randi Saksgård (NINA)

Elektrofiske

Det blir fisket med elektrisk fiskeapparat på faste stasjoner i vassdragene, både på lakseførende og ikke lakseførende strekninger. Antall stasjoner varierer mellom vassdrag. Arealene på stasjonene avfiskes tre ganger (gjentatte uttak) (Bohlin *et al.* 1989) med en pause på rundt 15 minutter mellom omgangene. All fisk arts-bestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter i felt etter hver omgang. For Sørlands- og Rogalandsvassdragene blir et utvalg fisk tatt med for alders-bestemmelse. Fisketettheten beregnes etter Bohlin *et al.* (1989). I beregningene av tetthet er det skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$), basert på lengdefordelingen og det aldersbestemt materialet. 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 både sum fangst for alle stasjonene samlet (tetthet 1) og basert på gjennomsnittet av beregnet tetthet for alle enkelt-stasjonene (tetthet 2). Dersom fangbarheten er negativ eller tetthet ikke kan estimeres, er tettheten beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

2. Kalking i forsurede laksevassdrag i Norge – status og trender pr 2013

Forfattere: Ann Kristin Schartau (NINA), Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø), Bjart Are Hellen (Rådgivende Biologer AS), Øyvind Garmo (NIVA), Randi Saksgård (NINA)

Totalt blir 22 lakseførende vassdrag kalket i Norge. Effekten av kalkingen følges ved årlig overvåking av vannkvalitet i alle vassdragene, mens fisk og bunndyr overvåkes hvert andre år. I et utvalg av vassdragene overvåkes også enkelte andre grupper av flora og fauna. Kalkingen av norske laksevassdrag har ført til bedring av vannkvaliteten, økt produksjon av laks og økt biologisk mangfold. Det har også vært en positiv utvikling i vannkvaliteten i ukalkete deler av vassdragene som følge av mindre sur nedbør. Resultatene viser at kalkingen må opprettholdes for å sikre at forsuringfølsomme organismer skal kunne leve og reproducere i disse elvene.

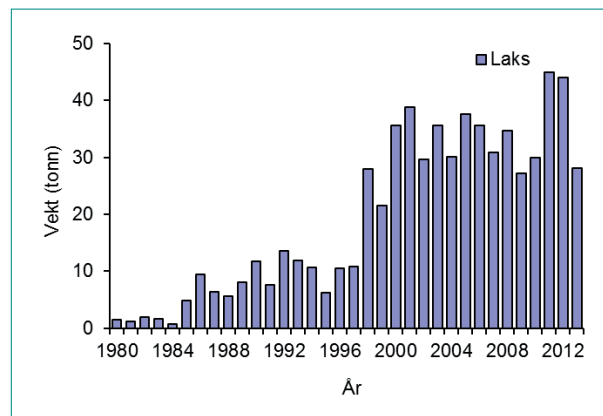
Kalkingen på sommeren/høsten er gradvis redusert/opphevet i flere av vassdragene. I enkelte vassdrag er nivåene av giftig aluminium nå så lave at man i tillegg har redusert pH-målet. Det kan være aktuelt å redusere pH-målet eller avslutte kalkingen i flere av vassdragene, men dette bør ikke gjennomføres uten et bedre datagrunnlag for giftig aluminium i ukalkete deler av vassdragene.

Fisk

Et mål på om kalkingen har hatt en effekt på produksjonen av laks og sjøaure i de kalkete vassdragene, er å benytte tilgjengelig offisiell fangststatistikk av sportsfiskefangster. Selv om fangststatistikken har sine feilkilder gir den likevel et bilde på utviklingen av fangstene over tid. For sammenligningens skyld har vi kun inkludert fangster fra vassdrag der det finnes fangststatistikk fra alle år i perioden, totalt 12 vassdrag. Sportsfiskefangster av laks i de kalkete vassdragene varierte fra 1 til 2 tonn på begynnelsen av 1980-tallet. På slutten av 1980-tallet og gjennom store deler av 1990-tallet, varierte fangstene fra 5 til 10 tonn. Siden slutten av 1990-tallet og frem til i dag har fangstene av laks økt betydelig i de kalkete vassdragene. I 2013 ble det tatt 28 tonn laks (totalt alle kalkede vassdrag: 36 tonn) i sportsfisket. En betydelig andel er laks som settes ut igjen (fang og slipp). Dette utgjorde ca 10 % av fangstene fra de kalkede vassdragene i 2013. Til tross for begrensninger i fisket i mange vassdrag var fangstene i 2011 og 2012 spesielt høye; i underkant av 60 tonn for alle vassdragene samlet. Fangstene fra Mandalselva og Bjerkreimselva står for den største økningen. Fra 2000 til 2013 bidrar disse to vassdragene med 50 – 60 % av totalfangsten av laks i de kalkete vassdragene, mens de i perioden før 1990 sto for mindre enn 30 %. Den positive utviklingen

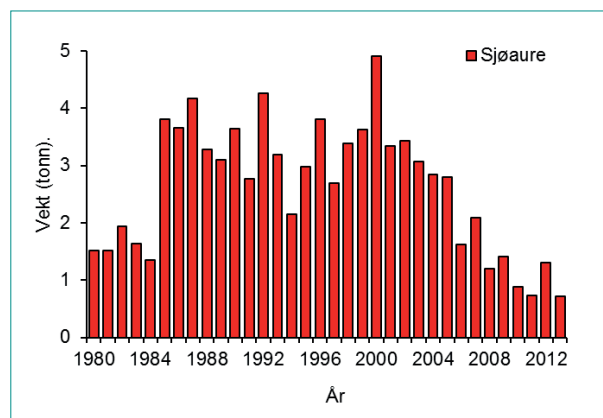
i fangstene av laks gjenspeiler en markert økning i ungfiskbestanden av laks i de kalkete vassdragene.

Kalkingen har ført til reetablering av laksebestander i 10 vassdrag og sannsynligvis bidratt til at laksebestanden i de øvrige 12 vassdragene er reddet.



Fangst av laks i kalkete vassdrag i Norge i perioden 1980–2013. Figuren baserer seg på offisielle data for 12 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket (total fangst alle kalkede vassdrag var ca. 36 tonn i 2013; ikke vist). I noen av de kalkete vassdragene er laksen enten fredet, eller så er fangststatistikken mangelfull.

I motsetning til den positive utviklingen i sportsfiskefangstene av laks, viser fangstene av sjøaure i de kalkete vassdragene en annen utvikling. Riktignok var fangstene av sjøaure lave på begynnelsen av 1980-tallet, men rapporteringen var spesielt dårlig i denne perioden. Fra midten av 1980-tallet lå fangstene på 3 til 4 tonn. Siden slutten av 1990-tallet har fangstene gått tilbake, fra en bestenotering på nesten 5 tonn, til mindre enn 1 tonn i tre av de fire siste årene. I 2013 ble det innrapportert 725 kilo sjøaure. Omlag halvparten av denne fisken ble gjenutsatt i elva. En av årsakene til nedgangen er fangstene i Vikedalselva. Dette vassdraget alene stod for ca. 25 % av sjøaurefangstene i de kalkete vassdragene. I dag er sjøauren



Fangst av sjøaure i kalkete vassdrag i Norge i perioden 1980–2013. Figuren baserer seg på offisielle data for 14 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket (total fangst alle kalkede vassdrag var 946 kg i 2013; ikke vist). I noen av de kalkete vassdragene er fangststatistikken mangelfull og sjøauren er dessuten fredet i flere av vassdragene, spesielt i Rogaland.

fredet i dette vassdraget siden fangstene av sjøaure kollapset i 2006. En nedgang i ungfiskbestanden av aure i de kalkede vassdragene gjenspeiler også økt konkurranse fra laks i disse vassdragene. Nedgangen i sjøaurefangstene gjelder imidlertid ikke kun kalkede vassdrag selv om nedgangen er størst i disse.

Kalkforbruk og kalkingsstrategi

Tilførsler av forsurende forbindelser til norske vassdrag har avtatt fra et maksimum på slutten av 1970-tallet. I tråd med reduksjonen har det skjedd en naturlig vannkjemisk forbedring i vassdragene innenfor forsuringsområdet i Norge, og behovet for kalking har avtatt. For Norge er årlig kalkforbruk i siste fem års periode redusert med 34 % sammenlignet med kalkforbruket i 2000. Reduksjonen har vært størst i Hordaland og Sogn og Fjordane (59 %) mens samlet reduksjon i Sørlandsvassdragene har vært på 28 %. Den største reduksjonen står Vossovassdraget for. Siden midten av 2000-tallet er enkelte kalkdoserere lagt ned, mens andre kun er i drift deler av året. Samtidig er det satt i gang nye kalkingsaktiviteter, og i noen vassdrag er eksisterende kalkingsaktiviteter utvidet. Dette gjelder for eksempel flere av vassdragene på Sørlandet. Silikat har delvis erstattet kalk som avsyrmingsmiddel i enkelte vassdrag, og forbruket har økt gradvis til omlag 900 tonn i 2013.

I de fleste vassdragene tilføres kalk/silikat ved hjelp av doserer, men innsjøkalking og bekkekalking er også vanlig. Terrengekalking har kun vært benyttet i ett vassdrag (Flekke og Guddalsvassdraget), og da bare i en mindre del av nedbørfeltet. Det har vært en utvikling mot mindre innsjøkalking og mer kalking ved hjelp av doserer.

Vannkjem

Vannkjem undersøkes i alle de 22 vassdragene som kalkes. Etter at vassdragskalkingen startet har det skjedd en forbedring i vannkvaliteten i de kalkete delene av vassdragene. pH og alkalitet har økt og mengden av giftig aluminium har avtatt. I ukalkete deler av vassdragene har det også vært en generell, positiv utvikling i vannkvalitet som følge av mindre sur nedbør.

Vannkvaliteten på lakseførende strekninger var i 2013 stort sett tilfredsstillende sammenliknet med pH-målet, men i enkelte vassdrag må kalkingen økes hvis pH-målet skal nås. Selv om pH i korte perioder lå under kalkingsmålet var innholdet av giftig aluminium i de fleste vassdragene lavere enn kravet til god økologisk tilstand i vannforskriften. Det kan gi grunnlag for å redusere pH-målet, spesielt i vassdrag der det vassdragsspesifikke pH-målet er høyere enn kravet i vannforskriften. Det vurderes at kalkingen av Vossovassdraget og Uskedalselva kan opphøre helt uten at dette har noen negativ effekt på henholdsvis laksen og sjøauren som er utgangspunktet for kalkingen i disse vassdragene. I noen av de øvrige vassdragene var vannkvaliteten i 2013 marginal og ustabil, med kortvarige pH-reduksjoner. Dette tyder på at kalkingsstrategien ikke er optimal alle steder. I enkelte vassdrag er det for få doserer til å dekke lakseførende strekning, og i noen vassdrag er plasseringen av dosererne lite gunstig. Overvåkingen viser at sjøsaltepisoder fremdeles kan forekomme. I 2013 ble det registrert flere slike episoder i vassdragene i Hordaland og Sogn og Fjordane. Kun en av disse gav forhøyet innhold av giftig aluminium. Selv om forsurenngen har avtatt sterkt de siste årene og det kan virke som om sjøsaltepisoder ikke gir like høye konsentrasjoner av giftig aluminium som før, viser resultatene at slike episoder kan være kritiske uten kalking. I vurderingen av reduserte pH-mål for enkelt vassdrag må en ta hensyn til dette. På grunn av dårlig sammenheng mellom pH og målt konsentrasjon av giftig aluminium i kalket vann bør større reduksjoner i kalking heller ikke utføres uten et bedre datagrunnlag for giftig aluminium fra ukalkete deler av vassdragene.

Samlet kalkforbruk (i tonn) angitt som 100 % CaCO₃ i laksevassdrag fordelt på regioner (Sørlandet, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane) og for hele forsuringsområdet totalt, i perioden 2000–2013. Silikatlut er angitt i parentes. Andre avsyrmingsmidler, som for eksempel dolomitt, er ikke tatt med i tabellen men utgjør kun små mengder totalt sett.

Region	2000	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Sørlandet	28319	27475 (126)	24678 (132)	16408 (79)	23262 (526)	18967 (756)	19098 (659)
Rogaland	5573	4065	3718	3558	3912 (120)	4154 (186)	2896 (242)
Hordaland og SF	6241	3348	2678	1980	3271	3377	1506
Alle kalkede laksevassdrag	40133	34888 (126)	31074 (132)	21946 (79)	30445 (646)	26498 (942)	23500 (901)

Bunndyr

I 2013 ble bunndyr undersøkt i 12 av de vassdragene som kalkes. Faunaen i alle vassdragene har vist en generell positiv utvikling etter at kalkingen ble startet. Diversiteten har blitt større og spesielt har innslaget av forsuringfølsomme bunndyr økt. Dette har gitt en positiv utvikling av forsuringindeksene i det tidsrommet vassdragene har vært overvåket. For halvparten av vassdragene er miljømålet (god økologisk tilstand jf. vannforskriften) nådd for de elvestrekningene som kalkes. Dette gjelder Vegårvassdraget i Aust-Agder, Kvina i Vest-Agder, Frafjordelva, Espedalselva og Rødneelva i Rogaland og Uskedalselva i Hordaland. Agdervassdragene Mandalselva og Audna, Rogalandsvassdragene Jørpelandselva og Suldalslågen samt Yndesdal- og Flekke og Guddalsvassdraget i Sogn og Fjordane tilfredsstilte ikke miljømålet, men avviket var marginalt. De ukalkete lokalitetene i vassdragene har generelt større skader og et lavere biologisk mangfold. Dette viser at kalkingen er nødvendig for å opprettholde en akseptabel tilstand i de vassdragene som kalkes.

Annen flora og fauna

I 2013 har det vært gjennomført undersøkelser av planteplankton, krepsdyr og bunndyr i de store innsjøene i Bjerkreimvassdraget og av vannvegetasjonen i Mandalsvassdraget og Yndesdalsvassdraget. Etter at kalkingen kom i gang har det vært en økning i det biologiske mangfoldet i kalkete deler av vassdragene, og forekomsten av forsuringfølsomme arter har økt. Den biologiske gjenhenting er generelt langsom i innsjøene sammenlignet med elvene, men en av innsjøene i Bjerkreimsvassdraget, Austrumdalsvatn, viser nå klare tegn på en positiv utvikling med økte mengder av forsuringfølsomme arter av plante- og dyreplankton.

3. Agder – status og trender

Atle Hindar (NIVA), Øyvind Garmo (NIVA), Bjørn Mejdell Larsen (NINA), Randi Saksgård (NINA), Terje Bongard (NINA), Arne Fjellheim (Uni Miljø), Godtfred A. Halvorsen (Uni Miljø), Susanne Schneider (NIVA), Pål Brettum (NIVA), Bjørn Walseng (NINA)

Sju vassdrag inngår i kalkingsovervåkingen i Agderfylkene: Kvina, Lygna, Audna og Mandalsvassdraget i Vest-Agder, og Tovdalsvassdraget, Arendalsvassdraget og Vegårvassdraget i Aust-Agder.

Vassdragene behandles med en kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. I Lygna, Audna og Mandal doseres det dessuten silikatlut i viktige sidevassdrag. Kalkingen har motvirket forsuringseffekter som lav pH og høy aluminium, og har dermed beskyttet laks og andre forsuringfølsomme arter. På ukalkete stasjoner har vannkvaliteten blitt bedre som følge av redusert avsetning av forsurende stoffer. Det er likevel ingen klar tidstrend i kalkforbruk siden år 2000, og det er betydelig variasjon fra år til år. Vannkvalitetsmålene som er satt som minimumsverdier for pH på lakseførende strekning, ble i 2013 oppfylt i vassdragene Kvina, Lygna, Audna, Mandal og Tovdal, men tidvis ikke nådd i Arendal og Vegår. Høyere konsentrasjon av labilt aluminium (LAI) enn grensen i vannforskriften forekommer også når pH-mål er oppfylt. Dårlig sam-

menheng mellom pH og målt konsentrasjon av LAI i kalket vann gjør det i flere tilfeller vanskelig å vurdere om pH-mål kan justeres. Det blir i 2014 gjennomført et prosjekt for å finne ut av dette.

I 2013 ble det gjennomført ungfiskundersøkelser i Kvina, Lygna, Audna, Mandals- og Vegårvassdraget. Tettheten av årsyngel av laks var lav i Vegårvassdraget, moderat i Mandal, men høy i de tre andre undersøkte vassdragene. Tettheten av eldre laksunger var høy i Lygna, moderat i Mandal men lav i Kvina, Audna og Vegår. Gytebestandsmålet er trolig nådd i Lygna, Audna og Mandal, men trolig ikke i Kvina og Vegår. Tettheten av ørretunger (både årsyngel og eldre) var lav i alle vassdragene.

Bunndyrfaunaen ble i 2013 undersøkt i Kvina, Audna, Mandals- og Vegårvassdraget. På kalket strekning lå Forsuringsindeks 2 under miljømålet i Audna, men over i de tre andre vassdragene. Forsuringsindeks 2 lå under miljømålet på ukalkete strekning i alle de undersøkte vassdragene. Dette indikerer at bunndyrsamfunnene er påvirket av forsuring.

Mandalsvassdraget er det eneste av Agdervassdragene hvor det ble gjennomført undersøkelse av vannvegetasjon i 2013. Undersøkelsen viser at forsuring fortsatt er et problem i Mandal, men at tilstanden med hensyn til vannvegetasjon er god på kalket strekning.

I vassdragene Audna, Mandal, Arendal og Vegår foreslås det å iverksette tiltak for å oppnå bedre vannkvalitet i smoltifiseringsperioden. I Audna og Mandal er det behov for å justere silikatdoseringen.

4. Rogaland – status og trender

Ann Kristin Schartau (NINA), Arne Fjellheim (Uni Miljø), Øyvind Garmo (NIVA), Randi Saksgård

Totalt ti vassdrag inngår i kalkingsovervåkingen i Rogaland: Sokndalselva, Bjerkreimsvassdraget, Ognå, Frafjordelva, Espedalselva, Lysevassdraget, Jørpelandsvassdraget, Vikedalsvassdraget, Suldals-lågen og Rødneelva. Vassdragene kalkes primært med doserer med unntak av Sokndalselva, hvor det utelukkende foregår innsjøkalking og Jørpelandsvassdraget der avsyringen foregår med silikatlut. Etter at kalkingen kom i gang har det vært en generell bedring i vannkvaliteten. Alkalitet og pH har økt og mengden av giftig aluminium har avtatt. På ukalkete stasjoner har det også vært en positiv utvikling i vannkvaliteten som følge av mindre sur nedbør. Forbedringen var størst på 1990-tallet, mens endring-ene har flatet noe mer ut etter 2000. Mindre sur nedbør har ført til at det totale kalkforbruket er redusert med omtrent 40 % for regionen i perioden 2000–2013. Den største reduksjonen skjedde tidlig på 2000 tallet. Store nedbørsmengder de siste årene sammen med at reduksjonen i utslippene av forsurende stoffer har flatet ut, har ført til at kalkdosene er nær opprettholdt på samme nivå. Samlet kalkmengde for Rogalandsvassdragene i 2013 var imidlertid det laveste som er registrert. I de fleste vassdrag har det ikke blitt kalket, eller kun dosert ut små mengder kalk i perioden juni – desember. Likevel var vannkvaliteten på lakseførende strekninger stort sett tilfredsstillende i 2013 sammenlignet med vannkvalitetsmålet. I flere av vassdragene var imidlertid vannkvaliteten ustabil med kortvarige pH-fall. Innholdet av giftig (uorganisk) aluminium er generelt lavt i de kalkete delene av vassdragene, og i de fleste vassdragene lavere enn kravet til god økologisk tilstand i vannforskriften. I motsetning til tidligere år, ble det i 2013 ikke registrert sjøsaltepisoder i noen av vassdragene i Rogaland. En vurdering av om pH-målet kan senkes må ta hensyn til at sjøsaltepisoder kan forekomme, og dessuten baseres på et bedre datagrunnlag for aluminium, spesielt fra ukalkete deler av vassdragene, enn det som framskaffes gjennom dagens overvåking.

Kalkingen har ført til en generell økt produksjon av laksunger. Tettheten av årsunger er tilfredsstillende i de fleste vassdrag. I noen elver har økningen i tetthet av eldre laksunger vært mindre enn forventet sett i forhold til tettheten av årsunger. Dette kan skyldes begrensning av egnede oppvekstområder for eldre laksunger eller at oppvekstområder for årsunger er overrepresentert i lokalitetsutvalget. Fangstene av laks har økt i de fleste vassdragene siden slutten av 1990-tallet med høye fangsttall i siste 3–4 års periode til tross for begrensninger i fisket i mange vassdrag. Fangstene i Bjerkreimsvassdraget, som i 2013 var 10,9 tonn laks, står for den største økningen. Fangstene av ørret er imidlertid nå på et lavmål. Til tross for at de siste årene har vært forbud mot fiske av sjøørret i flere av vassdragene, fortsetter tettheten

av ørretunger å avta. Reduksjonene i ørretbestandene kan delvis forklares med konkurranse fra en økende laksebestand. I Rødneelva og Jørpelandsvassdraget har det ikke vært entydige positive effekter av kalkingen på laksebestandene. Andre forhold enn sur nedbør, for eksempel vassdragsregulering og lakselus, har sannsynligvis en negativ effekt på utviklingen i enkelte vassdrag.

For bunndyrsamfunnene er miljømålet i vannforskriften nådd for de kalkete delene av alle vassdragene som ble undersøkt i 2013 med unntak av to vassdrag som har moderat økologisk tilstand. Avviket skyldes sannsynligvis ikke forsurende alene, men også endringer i habitatet på grunn av anleggsarbeid (Jørpelandselva) og vassdragsregulering (Suldalslågen). Artsantallet og andelen forsuringsfølsomme arter har økt, også på ukalkete stasjoner. For de fleste vassdrag er det imidlertid et betydelig potensial for videre økning i artsmangfoldet. Lave andeler forsuringsfølsomme bunndyr på ukalkete deler viser at kalking av vassdragene i Rogaland fortsatt er nødvendig. I Bjerkreimsvassdraget undersøkes plante- og dyreplankton samt bunndyr i de store innsjøene. Mangfoldet av innsjølevende planter og dyr er lavere enn forventet, men en av innsjøene, Austrumdalsvatn, viser klare tegn på en positiv utvikling.

I 2013 har de fleste kalkdoseringene fungert bra. I enkelte vassdrag (Bjerkreimsvassdraget, Lysevassdraget og Vikedalsvassdraget) måles det nå så lave verdier av aluminium at det kan være aktuelt å senke pH-målet.

5. Hordaland, Sogn og Fjordane – status og trender

Totalt fire vassdrag inngår i kalkingsovervåkingen i Hordaland; Vossovassdraget, Eksingedalsvassdraget (Ekso), Yndesdalsvassdraget og Uskedalselva, mens bare Flekke- Guddalsvassdraget inngår i Sogn og Fjordane. Vassdragene kalkes primært med doserere, men innsjø- og bekkekalking har også blitt benyttet. Etter at kalkingen kom i gang, har det vært en generell bedring av vannkvaliteten i disse vassdragene. Også på ukalkede strekninger har redusert sur nedbør gitt en generell positiv utvikling i pH, og konsentrasjonene av giftig aluminium er redusert. Dette gjenspeiles i at det generelt har vært en reduksjon i kalkforbruket for regionen de siste årene, fra 4005 tonn i 2002 til 1990 tonn i 2010. Mye nedbør i 2011 gjorde imidlertid at det var behov for mer kalk, og kalkforbruket i 2011 endte på 3300 tonn. På tross av normale nedbørmengder i 2012 var kalkforbruket høyere enn i 2011. I 2013 var kalkforbruket rekordlavt med 1479 tonn.

Den vannkjemiske overvåkingen dokumenterer at behovet for kalking fortsatt kan være til stede i flere av vassdragene. I 2013 var det flere sjøsaltepisoder, men disse gav relativt lite utslag på konsentrasjonen av giftig aluminium sammenlignet med tilsvarende episoder tidligere år. En kraftig sjøsaltepisode i 2013 gav imidlertid forhøyet konsentrasjon av giftig aluminium i små sidevassdrag. Bunndyrarter som er følsomme for forsuring, viser at vannkvaliteten i de kalkede vassdragene stort sett er tilfredsstillende, mens bunndyrsamfunnet i en del referanselokaliteter som ble undersøkt i 2013 fremdeles er påvirket av sur nedbør. For de fleste vassdrag er det imidlertid et betydelig potensial for videre økning i mangfoldet av arter. Kalkingen har ført til en generell økt produksjon av laksunger, mens produksjonen av aureunger i de fleste tilfeller har gått noe ned eller forblitt uforandret. Dette gjenspeiles også i at sportsfiskefangster av laks har økt, mens fangster av sjøaure ikke viser den samme økningen.

Basert på resultater av kalkingsovervåkingen i Hordaland og Sogn og Fjordane, vurderes resultatene slik for de enkelte vassdragene:

- Generelt lave konsentrasjoner av giftig aluminium gjør at pH-målet i **Flekk-Guddalsvassdraget** anbefales redusert til 5,8 utenom smoltutvandringsperioden og til 6,0 i smoltutvandringsperioden. Terrengkalking av sure sidegreiner i nedre del av vassdraget ville trolig være den mest effektive kalkingsstrategien.
- Vannkjemidata indikerer at forsuring fortsatt er et relativt stort problem i **Yndesdalselva**. Kalkingsstrategien vurderes som brukbar for vassdraget. Den sure Tangedalselva har et anadromt potensiale som kan utnyttes

ved vannkjemiforbedringstiltak. Konsentrasjonen av giftig aluminium i smoltutvandringsperioden er sannsynligvis tilfredsstillende. Tettheten av lakseunger var høy i 2013.

- I **Ekso** fungerte kalkingen brukbart i 2013, selv om det så ut til å være et noe unødig høyt kalkforbruk utover høsten. Det ble registrert noen sjøsaltepisoder, men disse gav ingen effekt på pH eller konsentrasjonen av giftig aluminium. I 2013 ble bare vannkvaliteten undersøkt.
- I **Vossovassdraget** stanset kalkingen i 2006, og hele vassdraget hadde god vannkemi i 2013.
- I **Uskedalselva** er målsettingen med kalkingen i vassdraget å bevare sjøaurebestanden. Det har generelt vært en bedring i vannkjemien med hensyn på forsuring og giftig aluminium og det er høyst sannsynlig at sjøaurebestanden i Uskedalselva vil klare seg godt uten kalking. Det har nå etablert seg en laksebestand basert på rømt oppdrettslaks og feilvandret fisk. Kalkingsmålet med pH 6,2 på våren, synes tilpasset laks.

6. Arendalsvassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Terje Bongard (NINA)

Ansvarlig overvåking planteplankton: Pål Brettum (NIVA)

Ansvarlig overvåking dyreplankton og litorale krepsdyr: Bjørn Walseng (NINA)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Arendalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	019
Fylke:	Telemark og Aust-Agder
Nedbørfeltareal:	4025 km ²
Vassdragsregulering:	Sterkt regulert (innsjøene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn samt flere elvekraftverk på strekningen Nisser- Rygene).
Spesifikk avrenning:	28,3 l/s/km ²
Middelvannføring:	115 m ³ /s
Lakseførende strekning:	28,5 km til Bøylefoss, inkl. lakseheis ved Eivindstad kraftverk. Vandringshinder og forsinkelse ved Helle/Rygene pga lav vannføring, feilvandring til omløpstunnel, trefiberutslipp og gassovermetning.
Bakgrunn for tiltak:	Vassdraget har mistet sin laksebestand. Bestanden av bleke (Nelaug) og flere innlandsfiskebestander er enten tapt, svake eller har vist tilbakegang.
Tiltaksplan:	Hindar (1989), revidert kalkingsplan Hindar et al. (1999) og Hindar og Larssen (2004).
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurefølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål (2013):	Lakseførende strekning: 15/2-14/6: pH 6,2/6,3; 15/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og doserererkalking. Innsjøene Nisser og Fyresvatn ble kalket i hhv. 1996 og 1997. Doserererkalking ble startet ved Bøylefoss i 2005. Kalking i flere innsjøer er avsluttet, bl.a. oppstrøms Nesvatn.

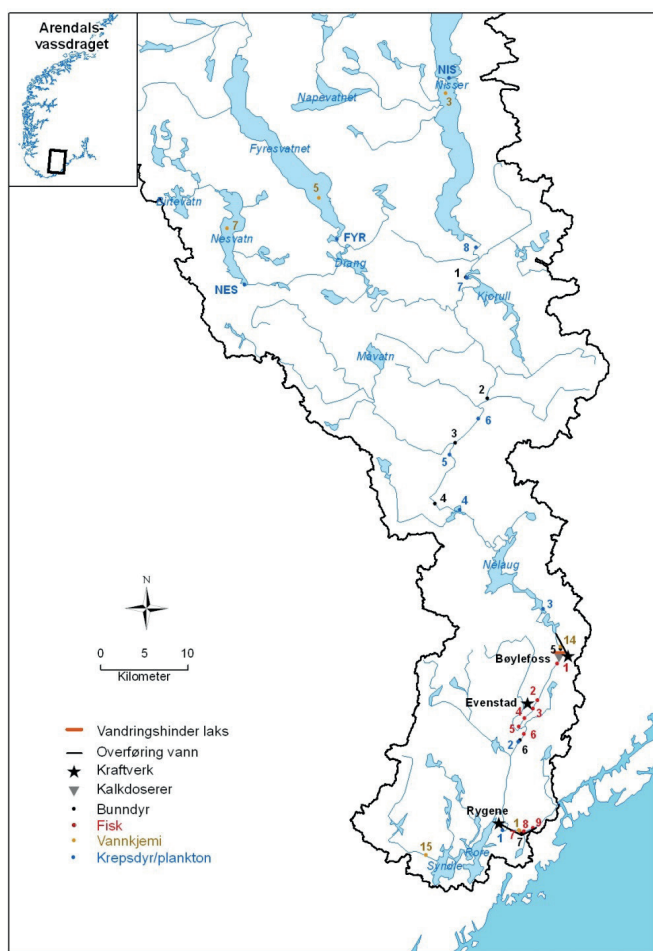
En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk i tiltaks- overvåkingen er gitt i eget metodekapittel.

Arendalsvassdraget strekker seg over to fylker. Kalkings- aktiviteten i Vest-Telemark foregår ved innsjøkalking, mens i vassdragsdelen i Aust-Agder er det både innsjø- og doserer- kalking (**tabell 1**). 139 innsjøer i Vest-Telemark ble tilført 512 tonn Sa3 i 2013, og i Aust-Agder ble 65 tonn VK3 for- delt i fire innsjøer. Doseringsanlegget på Bøylefoss doserte 1441 tonn HO og 2490 tonn VK3 dette året. CaCO₃-inn-

holdet i de nevnte kalktypene er hhv. 98 %, 99 % og 92 %. Kald og sein vår ga sein smoltutvandring, og pH-målet ble øket til pH 6,3 i perioden 22/4-14/6 i 2013.

Det falt 992 mm nedbør på meteorologisk stasjon 37230 Tveitsund i 2013, og det er om lag som normalt (met.no 2014). Månedene mai, juni og desember fikk mer enn 200 % av normal månedsnedbør, mens mange av årets øvrige måneder var relativt tørre.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO ₃) i Arendalsvassdraget for perioden 2009-2013. Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder og Telemark.					
År	2009	2010	2011	2012	2013
Doserererkalking	4775	3776	4173	2977	3791
Innsjøkalking i Aust-Agder	17	-	112	-	64
Innsjøkalking i Telemark	657	657	466	466	502
Sum kalkforbruk	5449	4433	4752	3443	4357



Figur 1. Arendalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og planteplankton. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

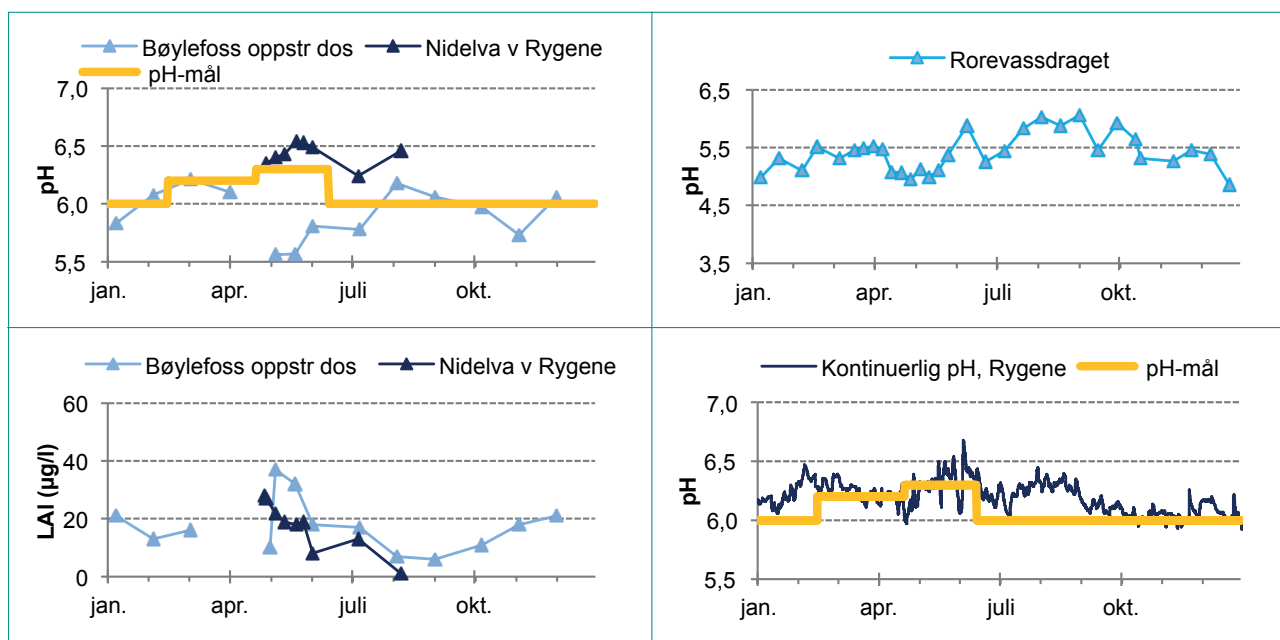
Medarbeidere: L. B. Skancke, T. Høgåsen og R. Høgberget (NIVA)

Om lag 140 innsjøer ble kalket i øvre deler av Arendalsvassdraget i 2013, mens antallet tidligere har vært helt oppe i 200. Forsuringssituasjonen er nå slik at det kan være aktuelt å avslutte kalking i enda flere innsjøer i dette området (Hindar 2011). Takket være en resteffekt av kalkingen av Nisser og Fyresvatn for 17–18 år siden og redusert forsuring, har vannkvaliteten også vært god i disse innsjøene. Kraftregulering i nedre del gjorde det lenge uaktuelt å kalke for laks, men situasjonen endret seg ved tusenårsskiftet, og doseringsanlegget på Bøylefoss var en realitet i 2005. Det er ikke referansestasjoner i Arendalsvassdraget, men en etterhvert minimal kalkeeffekt fra de store innsjøene, samt redusert og avsluttet kalking i mange andre fører til at stasjonen Bøylefoss oppstrøms blir mer og mer lik en slik.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Det ble ikke tatt vannprøver i de store innsjøene i 2012, men i Fyresvatn og Nesvatn helt i begynnelsen og helt i slutten av 2013, mens det i Nisser kun ble tatt i slutten. Det ble ikke tatt vannprøver på anadrom strekning (Rygene) før 28. april og etter 8. august.

Vannkjemien i de store innsjøene er stabil og med pH-verdier over 6,0 i Nisser og Fyresvatn (se avsnitt 2.2). LAI var maksimalt 13 µg/l i disse to innsjøene, men i området 15–22 µg/l i Nesvatn pga det noe lavere pH-nivået (ca. 5,8). Denne vannkvaliteten er akseptabel for innlandsfisk.



Figur 2. pH og LAI i Nidelva og Rorevassdraget i 2013. Venstre panel viser resultater fra prøver oppstrøms doseringsanlegget på Bøylefoss, på lakseførende strekning ved Rygene (målområdet) og pH-målet. Øvre, høyre panel viser resultater fra Rorevassdraget. Nedre, høyre panel viser kontinuerlig måling av pH ved Rygene og pH-målet. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

pH oppstrøms Bøylefossdosereren i 2013 var mellom 5,5 og 6,2 (**figur 2, tabell 2**), og LAI var opp mot 40 µg/l i mai. Særlig i snøsmeltingsperioden kan det være forholdsvis dårlig vannkvalitet. Det skyldes at området lenger sør enn de store innsjøene har sur avrenning, men også at snøsmelting og flom kommer tidligere her. pH i Rorevassdraget er preget av at kalkingen ble stoppet i 2008.

pH fra kontinuerlig måling på anadrom strekning (Rygene) var

under vannkvalitetsmålet og ned mot 6,0 i deler av smeltfiseringsperioden i 2013 (**figur 2**). Konsentrasjonen av LAI var i området 20–30 µg/l i slutten av april og mai. Samlet viser dette at tilstanden ikke var tilfredsstillende i denne perioden, verken i forhold til vassdragsmålet eller vannforskriften (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009). Hva som gjør at LAI er over målet på 10 µg/l ved forholdsvis høy pH skal undersøkes nærmere i 2014. pH-målet på 6,0 ble overholdt i aktuell periode.

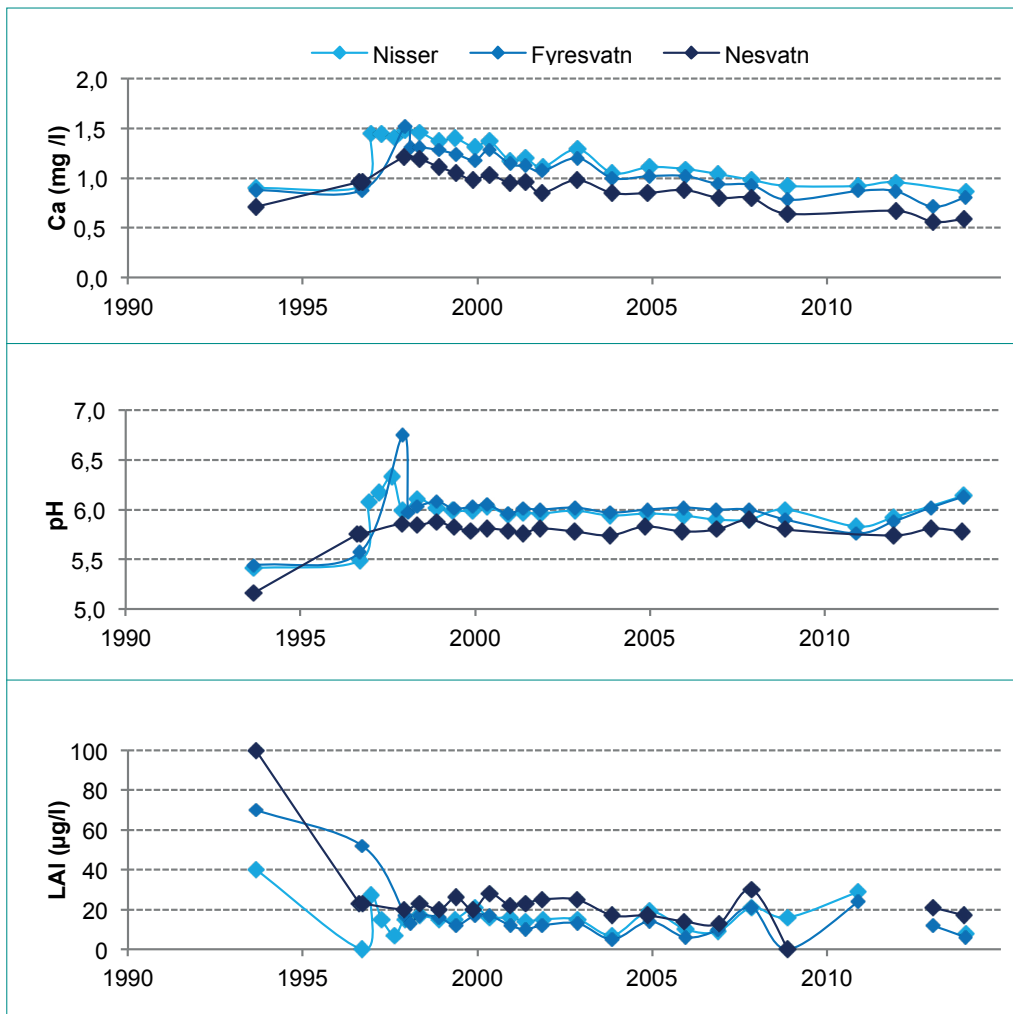
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Arendalsvassdraget i 2013.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
14	Bøylefoss oppstr dos	Mid	5,87	0,77	14	17		
		Min	5,56	0,64	5	6		
		Maks	6,21	0,90	27	37		
		N	13	13	13	13		
1	Nidelva v Rygene	Mid	6,42	1,44	39	17	3,9	57
		Min	6,24	1,09	5	1	2,8	46
		Maks	6,54	1,65	58	28	4,5	69
		N	8	8	8	9	5	4
15	Rorevassdraget	Mid	5,30	0,89				
		Min	4,85	0,61				
		Maks	6,06	1,20				
		N	31	31				

2.2 Langtidstrender

Vannkvaliteten i de store innsjøene Nisser og Fyresvatn har endret seg etter kalkingen i 1996–1997 (**figur 3**). Den lange oppholdstiden forklarer den langsomme endringen i Ca-konsentrasjon. Men også redusert/avsluttet kalking i innsjøer i nedbørfeltet og den generelle reduksjonen i Ca pga mindre surhet virker inn. For Nesvatn er det den gradvise nedtrap-

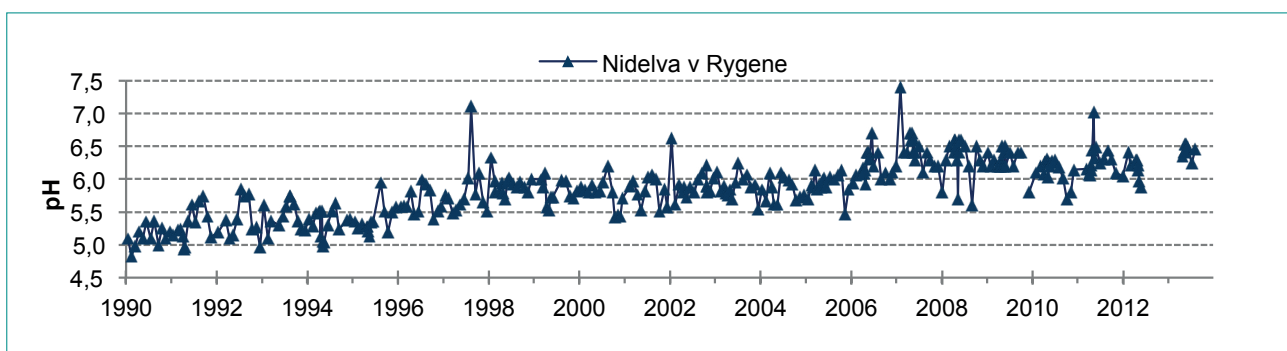
pingen i kalking oppstrøms som er viktigste årsak til endring i Ca, men også her virker den generelle Ca-reduksjonen inn. Verdiene for pH og LAI har imidlertid vært stabile etter kalking. Det skyldes at avtaket i kalkinnhold er «kompensert» ved redusert forsuring.



Figur 3. Vannkjemi (kalsium, pH og labilt Al) i de store innsjøene i perioden 1993–2013. Data fra 2009 er ikke tatt med. Det var ingen prøvetaking i Nesvatn i 2010 eller i noen av de tre innsjøene i 2012.

pH ved Rygene (**figur 4**) viser svakt økende verdier fra 1990 og fram til kalking av de store innsjøene. Deretter har pH ligget mellom 5,5 og 6,0 fram til doseringen oppstrøms

anadrom strekning startet i 2005. Fra 2006 har pH vært i området 6,0–6,5, men med enkelte dropp ned mot pH 5,5.



Figur 4. pH-utvikling i hovedelva ved Rygene er vist for perioden 1990–2013.

3. Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Arendalsvassdraget i 2013.

4. Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Arendalsvassdraget i 2013.

5. Plankton og litorale krepsdyr

Det var ingen undersøkelser av plankton eller litorale krepsdyr i Arendalsvassdraget i 2013.

6. Samlet vurdering

6.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten (pH og LAI) i de store innsjøene har vært lite endret de siste årene og har akseptable verdier for innlandsfisk.

pH fra kontinuerlig måling var under vannkvalitetsmålene på anadrom strekning i smoltifiseringsperioden, og konsentrasjonen av LAI var høyere enn grensen for god tilstand.

6.2 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Kalkdosen fra doseringsanlegget på Bøylefoss bør økes i smoltifiseringsperioden for å sikre at pH-målet nås. Doseringsanlegget skal ha kapasitet til dette.

Svak økning av pH-målet til pH 6,3 i deler av perioden har ikke holdt LAI-konsentrasjonen under 10 µg/l. Det skal gjennomføres et prosjekt i 2014 for å undersøke årsaken til dette, og vi avventer resultatet av dette arbeidet før ytterligere anbefalinger gis.

7. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Arendalsvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Nidelva v Rygene	478798	6474111	Kalket
Vannkjemi	3	Nisser	470432	6558322	Kalket
Vannkjemi	5	Fyresvatn	455946	6546381	Kalket
Vannkjemi	7	Nesvatn	445460	6542926	Kalket
Vannkjemi	14	Bøylefoss oppstr doserer	483547	6495058	Kalket
Vannkjemi	15	Rorevassdraget	468157	6471247	Kalket
Bunndyr	1	Tjønnefoss	472750	6537290	Referanse
Bunndyr	2	Raudånfossen	475180	6523450	Referanse
Bunndyr	3	Neset	471486	6518357	Referanse
Bunndyr	4	Gjermundnes	469200	6511430	Referanse
Bunndyr	5	Bøylefoss nedstr doserer	483520	6494800	Kalket
Bunndyr	6	Blakstad	478880	6484420	Kalket
Bunndyr	7	Lunde ovenfor Rygene	479065	6473720	Kalket
Planteplankton	NIS	Nisser	470979	6559612	Kalket
Planteplankton	FYR	Fyresvatn	447478	6554395	Kalket
Planteplankton	NES	Nesvatn	445083	6541458	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	NIS	Nisser	470791	6560051	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	FYR	Fyresvatn	457999	6541658	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	NES	Nesvatn	447439	6536487	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	1	Rygene oppstr	476918	6474104	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	2	Blakstad	478716	6484237	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	3	Flaten	481515	6499407	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	4	Reklilien	471992	6510726	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	5	Nidelva oppstr Åmli	470859	6517020	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	6	Nidelva oppstr samløp Gjøv	474164	6521148	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	7	Tjønnefoss	472840	6537241	Kalket
Dyreplankton/litorale krepsdyr	8	Treungen	473891	6540726	Kalket
Fisk	1	Bøylefoss	483541	6494828	Kalket
Fisk	2	Bøylestad	483169	6493189	Kalket
Fisk	3	Valle	482792	6492668	Kalket
Fisk	4	Espeland	480457	6488340	Kalket
Fisk	5	Froland	479615	6487185	Kalket
Fisk	6	Blakstad	479387	6485039	Kalket
Fisk	7	Rygene nedstr	478925	6473865	Kalket
Fisk	8	Kvikshaug	479334	6474008	Kalket
Fisk	9	Refsnesfossen	480381	6474346	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Arendalsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdiksyd
Alk-E	Alkalitet i µekv/l	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	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/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO2	ANC µekv/l
1	Nidelva v Rygene	28/04/13					101	73	28	4,3		0,27	1,48	0,26	2,10	1,68	185	385	4		
1	Nidelva v Rygene	29/04/13	6,35	1,41	0,036	5	98	71	27		1,97									2,55	
1	Nidelva v Rygene	06/05/13	6,40	1,65	0,073	45	94	72	22	4,2	1,96	0,23	1,33	0,24	1,83	1,56	175	350	2	2,42	69
1	Nidelva v Rygene	13/05/13	6,43	1,62	0,078	50	91	72	19		1,99										
1	Nidelva v Rygene	22/05/13	6,54	1,64	0,085	58	84	66	18		1,87										
1	Nidelva v Rygene	27/05/13	6,53	1,50	0,080	52	86	67	19		1,85										
1	Nidelva v Rygene	03/06/13	6,49	1,45	0,076	48	62	54	8	3,9	1,66	0,19	1,07	0,18	1,36	1,38	115	300	2	1,74	64
1	Nidelva v Rygene	07/07/13	6,24	1,09	0,052	23	69	56	13	4,5	1,52	0,20	1,13	0,16	1,42	1,33	99	270	7	1,52	49
1	Nidelva v Rygene	08/08/13	6,46	1,14	0,060	31	36	35	1	2,8	1,50	0,19	1,02	0,18	1,33	1,40	120	260	2	1,47	46
14	Bøylefoss oppstr dos	07/01/13	5,83	0,79	0,037	6	65	44	21		1,28										
14	Bøylefoss oppstr dos	04/02/13	6,08	0,90	0,051	22	54	41	13		1,27										
14	Bøylefoss oppstr dos	04/03/13	6,21	0,71	0,056	27	53	37	16		7,21										
14	Bøylefoss oppstr dos	02/04/13	6,10	0,90	0,046	16					1,24										
14	Bøylefoss oppstr dos	02/05/13					50	40	10												
14	Bøylefoss oppstr dos	06/05/13	5,56	0,64	0,036	5	106	69	37		1,43										
14	Bøylefoss oppstr dos	21/05/13	5,57	0,64	0,037	6	102	70	32		1,28										
14	Bøylefoss oppstr dos	03/06/13	5,81	0,72	0,042	12	75	57	18		1,24										
14	Bøylefoss oppstr dos	08/07/13	5,78	0,73	0,041	11	72	55	17		1,19										
14	Bøylefoss oppstr dos	05/08/13	6,18	0,84	0,045	15	36	29	7		1,16										
14	Bøylefoss oppstr dos	02/09/13	6,06	0,76	0,047	18	37	31	6		1,21										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
14	Bøylefoss oppstr dos	07/10/13	5,97	0,83	0,045	15	55	44	11		1,26										
14	Bøylefoss oppstr dos	04/11/13	5,73	0,71	0,037	6	93	75	18		1,40										
14	Bøylefoss oppstr dos	02/12/13	6,06	0,78	0,047	18	72	51	21		1,28										
15	Rorevassdraget	07/01/13	4,99	0,76							2,81										
15	Rorevassdraget	21/01/13	5,31	0,88							2,85										
15	Rorevassdraget	07/02/13	5,10	0,81							2,81										
15	Rorevassdraget	18/02/13	5,51	0,84							2,90										
15	Rorevassdraget	07/03/13	5,31	1,01							2,79										
15	Rorevassdraget	18/03/13	5,45	1,04							2,88										
15	Rorevassdraget	25/03/13	5,49	1,13							2,90										
15	Rorevassdraget	01/04/13	5,52	1,20							3,01										
15	Rorevassdraget	08/04/13	5,48	1,04							2,94										
15	Rorevassdraget	15/04/13	5,08	0,93							3,18										
15	Rorevassdraget	22/04/13	5,07	0,77							2,74										
15	Rorevassdraget	29/04/13	4,95	0,63							2,48										
15	Rorevassdraget	06/05/13	5,13	0,61							2,28										
15	Rorevassdraget	13/05/13	4,99	0,64							2,26										
15	Rorevassdraget	20/05/13	5,10	0,69							2,18										
15	Rorevassdraget	27/05/13	5,37	0,78							2,16										
15	Rorevassdraget	10/06/13	5,88	0,78							2,21										
15	Rorevassdraget	24/06/13	5,25	0,62							2,06										
15	Rorevassdraget	08/07/13	5,44	0,78							1,91										
15	Rorevassdraget	22/07/13	5,83	0,94							2,16										
15	Rorevassdraget	05/08/13	6,03	1,09							2,27										
15	Rorevassdraget	19/08/13	5,88	0,94							2,21										
15	Rorevassdraget	02/09/13	6,06	0,98							2,03										
15	Rorevassdraget	16/09/13	5,45	0,97							2,20										
15	Rorevassdraget	30/09/13	5,92	1,04							2,30										
15	Rorevassdraget	14/10/13	5,64	1,03							2,33										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
15	Rorevassdraget	18/10/13	5,31	0,96							2,37										
15	Rorevassdraget	11/11/13	5,27	0,86							2,48										
15	Rorevassdraget	25/11/13	5,45	1,03							2,57										
15	Rorevassdraget	09/12/13	5,38	1,02							2,60										
15	Rorevassdraget	23/12/13	4,85	0,80							3,13										

St. nr.	St. navn	Dato	Dyp	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	Kond mS/m	Temp °C
3	Nisser	30/12/13	1	6,16	0,87			35	26	9	1,24	4,2
3	Nisser	30/12/13	10	6,14	0,86			34	26	8	1,37	4,2
3	Nisser	30/12/13	30	6,14	0,85			35	26	9	1,24	4,2
3	Nisser	30/12/13	150	6,20	0,88			35	26	9	1,27	4,2
5	Fyresvatn	20/01/13	1	6,11	0,80	0,053	24	43	32	11	1,20	2,2
5	Fyresvatn	20/01/13	10	6,02	0,71	0,049	20	43	31	12	1,17	2,8
5	Fyresvatn	20/01/13	30	6,02	0,74	0,048	19	43	30	13	1,20	3,4
5	Fyresvatn	20/01/13	120	6,11	0,78	0,052	23	42	30	12	1,29	3,8
5	Fyresvatn	30/12/13	1	6,11	0,80			34	27	7	1,20	4,2
5	Fyresvatn	30/12/13	10	6,13	0,81			33	27	6	1,18	4,2
5	Fyresvatn	30/12/13	30	6,15	0,80			33	28	5	1,59	4,2
5	Fyresvatn	30/12/13	200	6,21	0,80			32	26	6	1,30	4,2
7	Nesvatn	20/01/13	1	5,81	0,59	0,045	15	66	44	22	1,05	1,0
7	Nesvatn	20/01/13	10	5,81	0,56	0,043	13	63	42	21	1,00	2,2
7	Nesvatn	20/01/13	30	5,82	0,56	0,044	14	63	43	20	1,00	3,6
7	Nesvatn	20/01/13	50	5,84	0,54	0,045	15	62	42	20	1,01	3,8
7	Nesvatn	18/12/13	1	5,75	0,58	0,037	6	49	34	15	1,00	3,8
7	Nesvatn	18/12/13	10	5,78	0,59	0,037	6	52	35	17	1,01	3,6
7	Nesvatn	18/12/13	30	5,78	0,58	0,037	6	51	36	15	1,01	3,8
7	Nesvatn	18/12/13	50	5,81	0,60	0,038	8	52	36	16	1,03	3,8

7. Vegårvassdraget

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

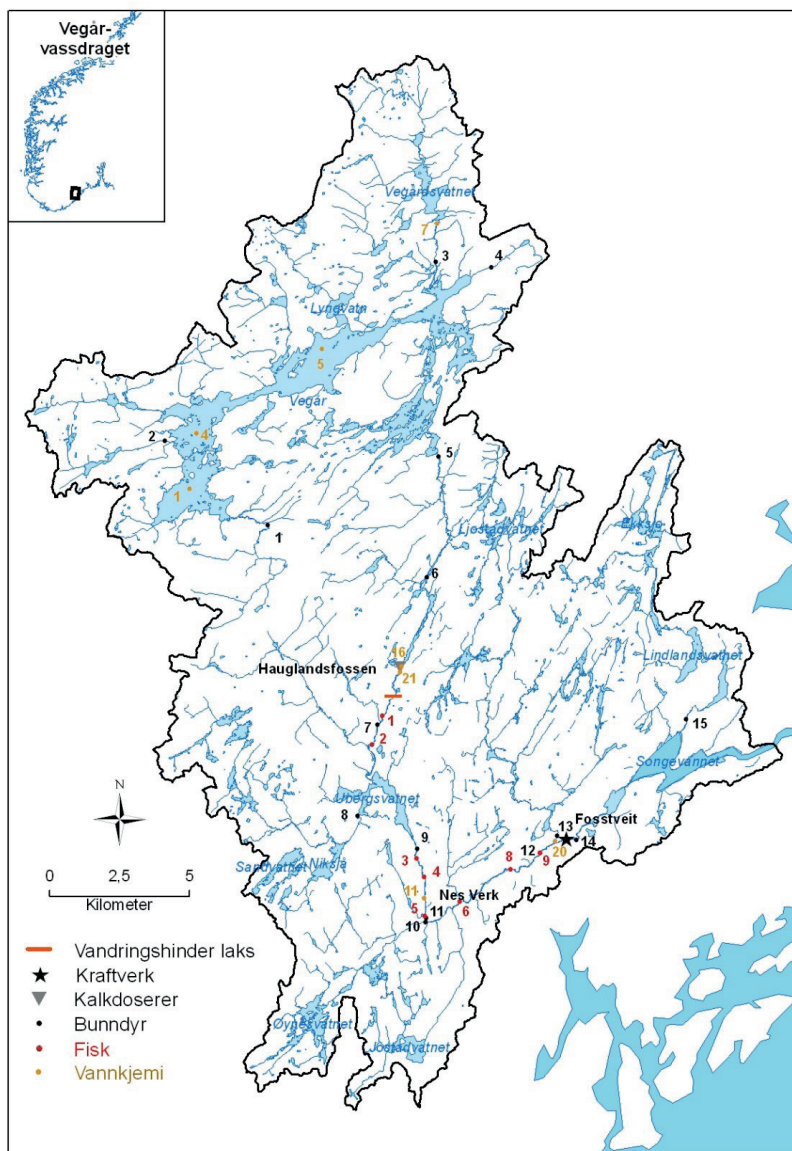
Fakta om Vegårvassdraget	
Vassdragsnr.:	018 Z
Fylke:	Aust-Agder
Nedbørfeltareal:	456,5 km ²
Vassdragsregulering:	Kraftverk på lakseførende strekning ved Fosstveit
Spesifikk avrenning:	28,8 l/s/km ²
Middelvannføring:	13,2 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 15 km, til Hauglandsfossen
Bakgrunn for tiltak:	Forsuring forårsaket en sterk nedgang i fiskebestandene i Vegår på begynnelsen av 1980-tallet (L`Abee-Lund 1985). Før kalking var det sannsynligvis fortsatt rester igjen av den opprinnelige laksebestanden i den nedre delen av Storelva.
Tiltaksplan:	Vegår (Hindar 1990), Storelva (Kaste 1994).
Biologisk mål:	Sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i Storelva og fisk i innsjøen Vegår. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål (2013):	Vegår: pH > 5,6 (Hindar 1990) Storelva: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-14/6: pH 6,4, 15/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. Innsjøkalking i Vegår-Vestfjorden siden 1985. Doserer i Storelva (Hauglandsfossen) siden 1996. Dosering i Vegårvassdela fra 1987 til 1999 (dosereren er fjernet).

I Vegårvassdraget er det en kombinasjon av innsjø- og dosererkalking (**tabell 1**). Forbruket av kalk ved dosereren ved Hauglandsfossen i 2013 var 35 tonn av hver av kalktypene HO3 og VK3 (hhv. 92 % og 99 % CaCO₃-innhold). Denne dosereren har dosert i middel 62 tonn CaCO₃ de siste tre årene, og dette utgjør bare 23 % av årsforbruket i 2009 (**tabell 1**). Kald og sein vår i 2013 ga sein smoltutvandring, og perioden med pH-mål 6,4 ble derfor forlenget med en uke. Både i Vegår Vestfjorden nord og i sør ble det tilført 60 tonn VK3 dette året, mens det ble kalket med 20 tonn VK3 i Rosalvatnet i Skjerka.

Det falt 1276 mm nedbør på meteorologisk stasjon 35200 Gjerstad i 2013, mens årsnormalen er 1290 mm (met.no 2014). Det var lite nedbør i årets tre første måneder, men aller tørrest var det i juli med kun 10 mm nedbør. I mai, juni og desember kom det derimot langt mer nedbør enn normalt. Årets mest nedbørrike måned var mai, med 245 mm nedbør (normalt 89 mm).

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO₃) i Vegårvassdraget. Det kalkes fra kun en doserer (Hauglandsfossen). Antall kalkede innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	270	93	56	64	67
Innsjøkalking	120	–	142 (3)	118 (2)	139 (3)
Sum kalkforbruk	390	93	198	182	206



Figur 1. Vegår-vassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

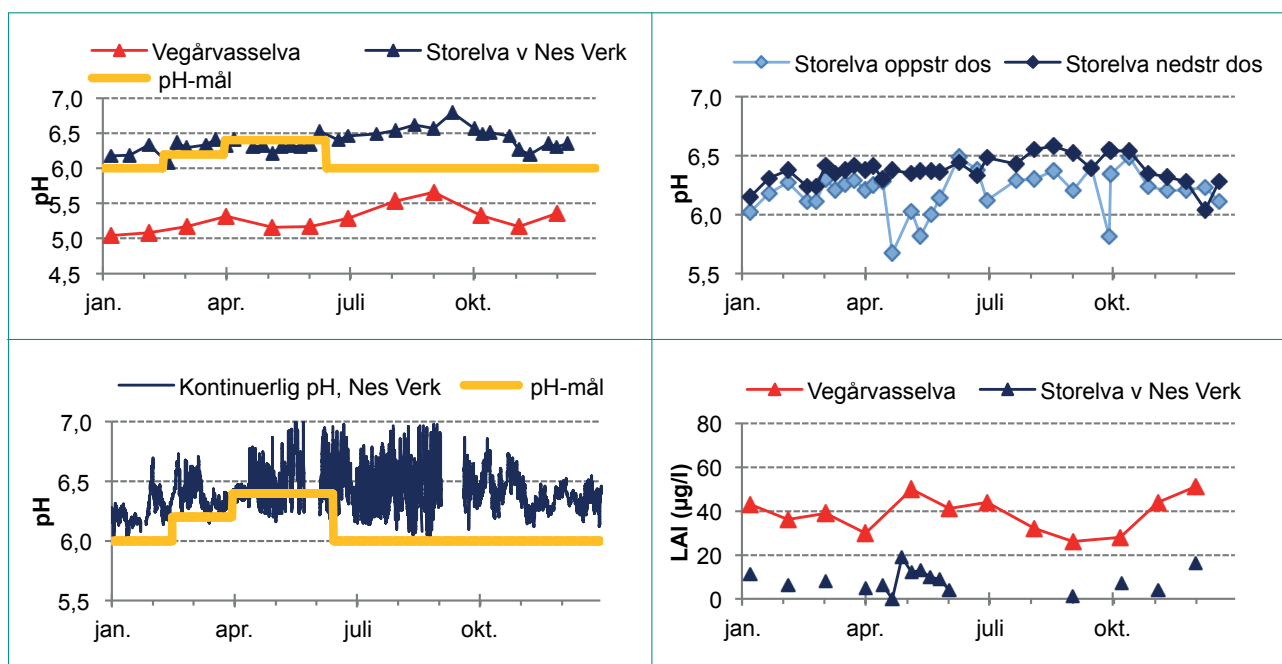
Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

Medarbeidere: L. B. Skancke, T. Høgåsen og R. Høgberget (NIVA)

En geologisk forkastning deler vassdraget i en svært forsuringsfølsom del nord for Vegårs lengdeakse og en noe mindre forsuringsfølsom del i sør. Vannkjemisk overvåking i forbindelse med kalking i Vegår-vassdraget har pågått siden 1985 (Hindar 1990). Vannkjemien i vassdraget ble i 2013 overvåket på tre stasjoner i Vegår og fem elvestasjoner (**figur 1**). En oversikt over vannprøvetakingsstasjonene er gitt i **tabell 2**.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

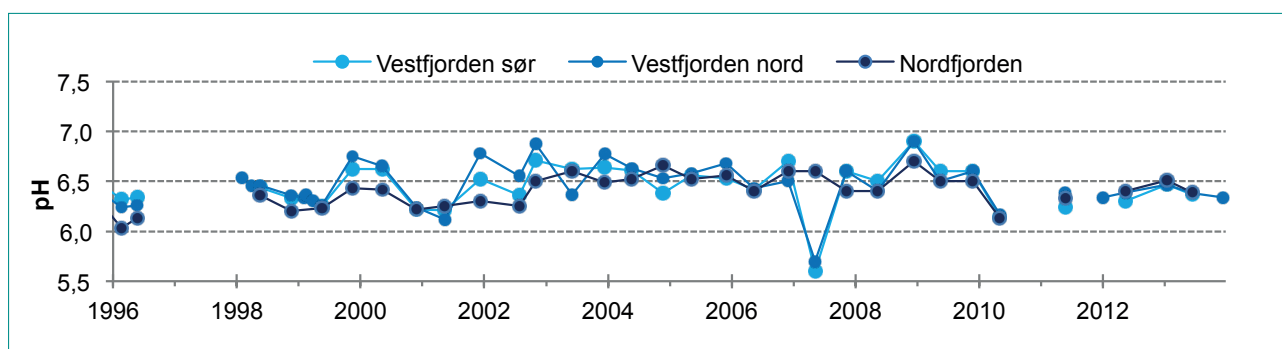
Vegår-vassdalen er fortsatt forsuret, selv om den ikke-marine sulfatkonsentrasjonen er lav og nå ligger nær 1 mg/l. pH var over 5,0 (**figur 2**), men det er mye aluminium i vannet, opp til 50 µg/l som LAl. Dette er lavere enn året før, da middelkonsentrasjonen av LAl var 50 µg/l. ANC var i middel 24 µekv/l, noe lavere enn året før. Vannet i denne delen av vassdraget har en vannkjemi som ikke tilfredsstiller kravene til god tilstand i vannforskriften (Direktoratsgruppa Vann-direktivet 2009).



Figur 2. De øverste panelene viser pH-utvikling i 2013 ved fire stasjoner i Vegårvassdraget samt pH-målet for vassdraget. Det er utelatt en stikkpøve (pH) fra Nes Verk, se **vedlegg B**. De nederste panelene viser kontinuerlig måling av pH ved Nes Verk (målområdet) sammenholdt med pH-målet, samt utvikling i labilt aluminium ved referansestasjonen og målområdet i 2013. NB! Ulik skala på y-aksene.

Vannkvaliteten i innsjøen Vegår er stabilt god. pH var 6,4 i middel i 2013 og godt over pH-målet på 5,6 (Hindar 1990). Verdiene er forholdsvis like på de tre målestasjonene i den midtre og vestre delen (**figur 3**). Ved pH 6,4 er Ca-konsentrasjonen 1,5 mg/l. Det ble målt Al-fraksjoner i Vegår i 2013, og resultatene viser at reaktivt Al (RAL) er forholdsvis lav, med 55 µg/l i middel, mens LAI ikke har vært over 9 µg/l. pH-målet fra 1990 er lavt, men kan være satt riktig, iallfall ut fra dagens situasjon med mindre forsurestrykk. Et forsøk med mindre hyppig kalking, f.eks. annethvert år, kunne vist om LAI fortsatt vil være lav ved pH ned mot og kanskje under 6,0.

Storelva ved Nes Verk på anadrom strekning hadde pH som i lange perioder var under pH-målet i smoltifiseringsperioden om våren (**figur 2**). Dette hadde sammenheng med at det ble kalket for lite fra doseringsanlegget på Hauglandsfoss. Kalkingen håndterer episoder med lav pH (**figur 2**), men dosene gir ikke stor nok effekt. Fra 10. juni og ut året var det ingen kalk-effekt av betydning i form av Ca-økning nedstrøms anlegget. Likevel var pH godt over pH-målet. Både vår og høst var det konsentrasjoner av LAI på over 10 µg/l ved Nes Verk.



Figur 3. pH-utvikling ved tre stasjoner i Vegår på 10 m dyp, for perioden 1996–2013. Det ble ikke tatt prøver seinhøsten 2010 pga tidlig islegging og usikker is. Årsak til manglende prøvetaking høsten 2011 er ukjent. Det ble tatt prøve i januar 2012 på stasjonen Vestfjorden nord.

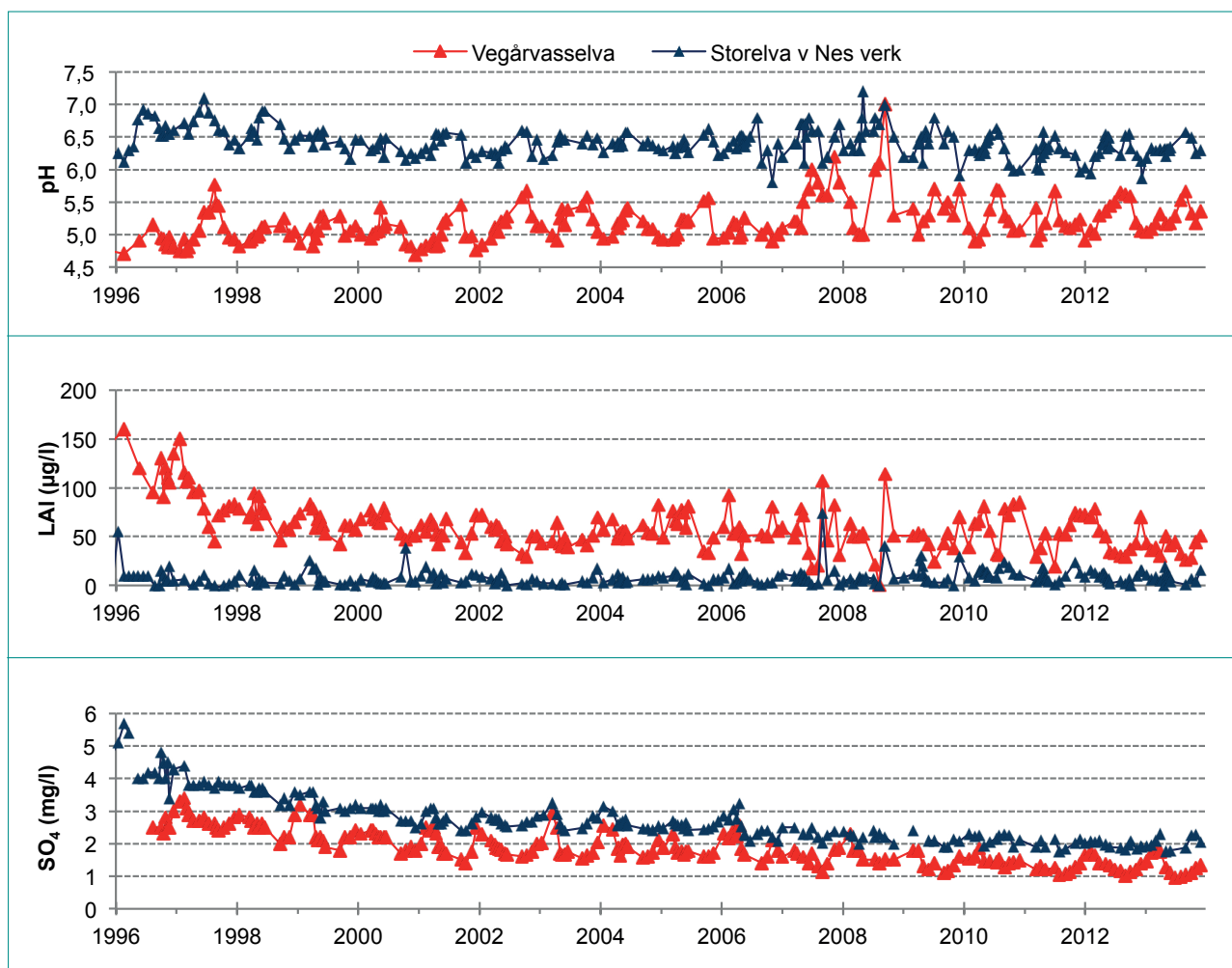
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Vegårvassdraget i 2013. For utelatt prøver se **vedlegg B**.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
7	Vegårvasselve	Mid	5,24	0,51	2	39	6,9	24
		Min	5,04	0,39	0	26	6,0	13
		Maks	5,66	0,72	5	51	7,8	29
		N	12	11	12	12	12	11
16	Storelva v/ Hauglandsfossen, oppstr dos	Mid	6,15	1,39				
		Min	5,67	1,05				
		Maks	6,49	1,86				
		N	33	33				
21	Storelva nedstr dos	Mid	6,36	1,44				
		Min	6,04	1,16				
		Maks	6,58	1,68				
		N	33	33				
11	Storelva v Nes Verk	Mid	6,36	1,52	36	8	5,3	61
		Min	6,08	1,21	19	0	4,3	52
		Maks	6,79	2,20	47	19	6,1	71
		N	34	35	15	16	10	10
20	Skjerka	Mid	6,19	1,30				
		Min	5,80	0,77				
		Maks	6,70	1,89				
		N	32	32				

2.2 Langtidstrender

Om vi ser bort fra noen uforklarlig høye pH-verdier i 2008 og 2009, har pH på referansestasjonen Vegårvasselve økt fra omkring 5,0 til 5,0-5,5 de siste 18 årene (**figur 4**). Konsentrasjonen av sulfat er i samme periode redusert fra 2-3 mg/l til 1 mg/l, mens LAI-konsentrasjonen er redusert

fra 50-150 µg/l til omkring eller under 50 µg/l. I hele perioden har sulfatkonsentrasjonen vært om lag 1 mg/l høyere i Storelva ved Nes verk. pH i Storelva er i hovedsak over 6,0, men enkeltverdier seinhøstes i perioden 2006-2012 er under.



Figur 4. Utvikling for pH, ikke-labilt aluminium (LAI) og sulfat for referansestasjonen i Vegårvasselva (innløp Vegår) og i målområdet i Storelva i perioden 1996–2013. Tre verdier for sulfat er utelatt.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Medarbeider: Magne Næsje (NINA)

Status for den opprinnelige laksebestanden i Storelva er usikker, og vassdraget regnes i dag generelt som et sjøørret-vassdrag. Fossen ved Fosstveit var tidligere et vandringshinder for anadrom fisk. I 1976 ble det bygget en fisketrapp slik at laks og sjøørret senere har kunnet passere fossen. I forbindelse med gjenoppbygging av Hammerdammen ved Nes jernverk (i 2003) ble det også bygget en «fiskeheis» for å slippe vandreende fisk forbi dammen. Overvåking av ungfisk startet høsten 1996 i forbindelse med oppstart av kalkdoserer ved Hauglandsfossen (Kaste & Larsen 1997). Antall stasjoner som inngår i overvåkingen av ungfisk ble i 2001 redusert fra ti til åtte. Som en del av reetableringsprosjektet ble det i perioden 2003–2010 lagt ut mellom 3500 og 61 000 lakserogn på ulike strekninger i Storelva. Deretter har det vært to år uten utlegging av rogn. I 2013 ble det lagt ut 242 000 øyerogn av laks.

3.1 Ungfiskundersøkelser

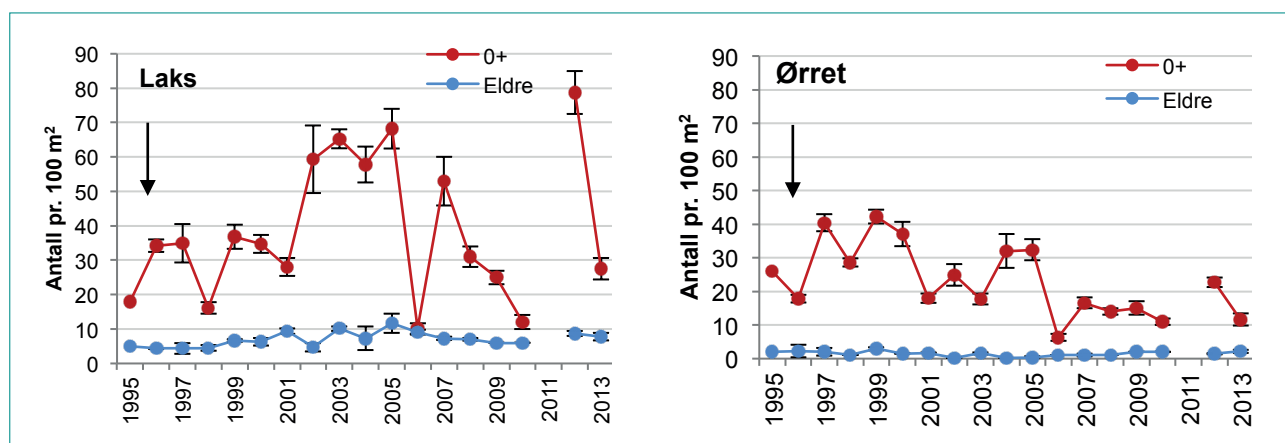
I 2013 ble det fanget laks og ørretunger på sju av åtte stasjoner i Storelva (**tabell 3**). Det ble registrert ål på sju av stasjonene og trepigget stingsild på én. For 2013 ble det beregnet lave tettheter av laksyngel (0+) i Storelva, og det var en stor nedgang i tettheten sammenlignet med året før (**figur 5**). Tettheten av eldre laksunger ($\geq 1+$) var også lav, men på samme nivå som tidligere år. I likhet med laks var det en nedgang i tetthet av ørretyngel fra 2012 til 2013, mens tettheten av eldre ørretunger var like lav som tidligere. Beregnet tetthet av eldre laks- og ørretunger holder seg lavere enn forventet, og samsvarer dårlig med tettheten av årsyngel. Dette kan tyde på at dødeligheten av årsyngel er høy det første leveåret. Det var bra med oppvandrende gytefisk både i 2011 og 2012 (Kroglund mfl. 2013), og i følge Vitenskapelig råd for lakseforskning var måloppnåelsen for gytebestanden svært god for disse to årene (Anon 2013). Med bakgrunn i dette burde tettheten av laksyngel i 2013 ha vært på nivå med 2012. Det var lavest tetthet av laksyngel ovenfor Hammerdammen (St1–4, **tabell 3**). Fiskeheisen som skal slippe vandreende fisk opp og forbi dammen, virker ikke alltid etter hensikten fordi

fisken har problemer med å finne inngangen til denne heisen (Frode Kroglund pers. med.). Om dette var et større problem ved oppgangen i 2012 sammenlignet med 2011, er høyst usikkert. Det kan i tilfelle være med på å forklare hvorfor tettheten av laksyngel på stasjon 3 og 4 var mye mindre i 2013 sammenlignet med 2012. I februar/mars 2013 ble det også, i motsetning til de to årene før lagt ut øyerogn i Storelva. Mer enn halvparten ble lagt på strekningen mellom Hammerdammen og Ubergsvann som tilsvarer strekningen der stasjon 3 og 4 ligger. Ut fra dette er det vanskelig å forklare hvorfor tettheten av laksyngel var så mye mindre i 2013 sammenlignet med 2012. Selv om fiskeheisen ved

Hammerdammen var et problem i 2012 forklarer ikke det lave tettheter nedenfor dammen. Selv om det relativt sett var høyere tettheter av laksyngel nedenfor dammen enn ovenfor, var det likevel lavere enn i 2012. Vanntemperaturen under gjennomføringen av elfisken i 2013 var høyere enn det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Samtidig var ledningsevnen lav ($< 1,5 \text{ mS/m}$, **vedlegg C**). Slik var det også i 2012 (Saksgård og Larsen 2013). Vannføringen under elfiske i 2013 ($3,1 \text{ m}^3/\text{s}$) var noe lavere enn året før ($4,3\text{--}4,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Men vi finner det lite sannsynlig at det er forholdene under elfiske som har ført til den store nedgangen i tetthet av årsyngel fra 2012 til 2013.

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet av laks og ørret pr. 100 m² på 8 stasjoner i Storelva 13.–14. august 2013. I tillegg ble det fanget trepigget stingsild på stasjon 5.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	0	8	3	0,0	0,0	7,7	4,6
2	120	2	7	3	0,0	1,4	3,9	5,1
3	150	4	45	1	2,4	2,0	36,7	0,7
4	108	33	9	1	24,2	8,8	7,5	0,9
5	120	49	17	2	38,7	8,7	15,8	1,7
6	100	35	10	2	29,2	11,8	8,3	1,8
8	100	83	2		83,6	16,9	1,8	0,0
9	117	67	0	2	55,2	10,0	0,0	0,0
Sum	915	273	98	14				
Tetthet 1					27,5±3,1	7,8±1,1	11,6±1,8	2,2±0,5
Tetthet 2					29,2±29,7	7,6±5,7	10,2±11,7	1,9±2,0



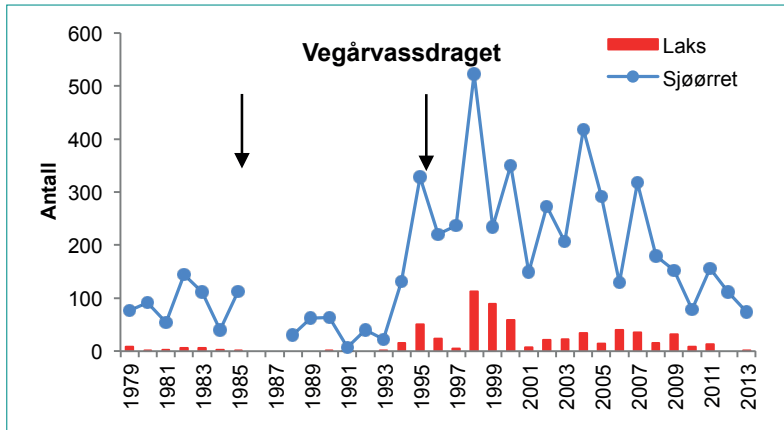
Figur 5. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Storelva i perioden 1995–2013. Data fra før 2006 er fra Kaste mfl. (1998) og Larsen mfl. (2006), og data fra perioden 2006–2010 er fra Saltveit mfl. (2011). Det var ingen undersøkelser i 2011. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking fra doserer, innsjøkalking fra 1985.

3.2 Fangststatistikk

Storelva regnes som et sjørretvassdrag, og laksefangstene er generelt lave (**figur 6**). Antall laks som er fanget i Storelva er på det meste 113 individ (1998), mens sjørretfangstene etter at kalking fra doserer kom i gang (1996), har ligget mellom 74 og 523 individ. I 2012 og 2013 var det forbud mot fangst av laks i Storelva, to laks er likevel rapportert som avlivet i 2013. I 2009–2013 er det også registrert mellom 27 (2013) og 81 (2011) sjørret som er fanget, men satt ut igjen. Bare tre til fem laks er fanget og satt ut igjen i de samme årene. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er

forvaltningsmålet sannsynligvis ikke nådd for laksebestanden i Storelva (Anon 2013). Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse siste fire år er beregnet til 61 %.

Andelen estimert rømt oppdrettsfisk (brukt i simuleringene av gytebestand) for perioden 1989–2011 ligger mellom 0 og 2,5 % (Anon. 2013). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander overfor rømt oppdrettslaks bør andelen ligge under 5 % (Hindar & Diserud 2007). Storelva ligger dermed godt under dette.



Figur 6. Antall laks og sjørret fanget (avlivet) i Storelva (Vegårvassdraget) i perioden 1979 til 2013. Det var forbudt å fange laks i 2012 og 2013. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

4. Bunndyr

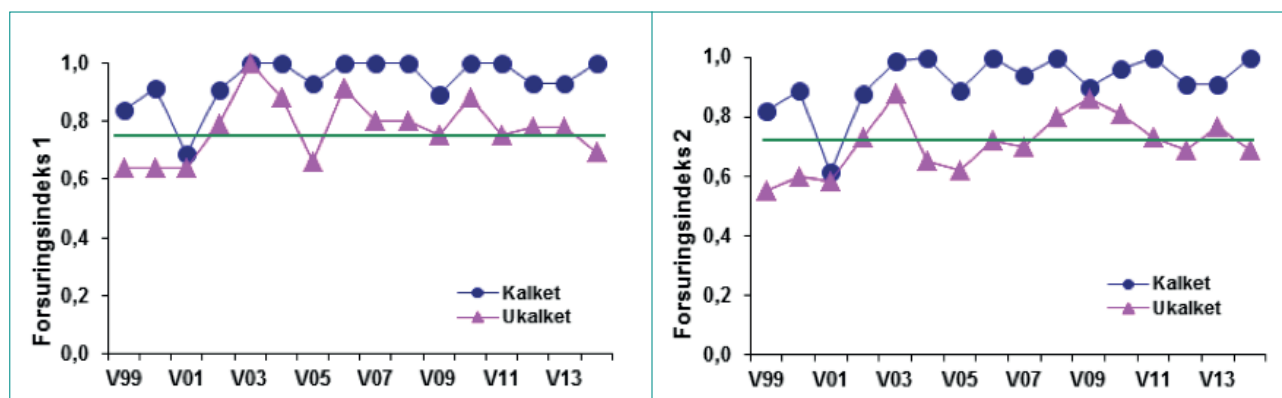
Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Bunndyrovervåkingen i Vegårvassdraget ble startet våren 1999. Det er valgt ut 15 stasjoner som overvåkes vår og høst (Fjellheim og Raddum 2000). Syv av disse stasjonene er ukalkete stasjoner, resten er kalket. Hensikten med undersøkelserne er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn forsuringsskade og biologisk mangfold.

Det ble registrert 12 døgnfluearter, 13 steinfluearter, og 24 arter/slekter av vårfluer i Vegårvassdraget i 2013 (**vedlegg D**). Det biologiske mangfoldet innen disse insektgruppene var større enn det som ble registrert i de foregående år. Tretti av de registrerte arter/slekter av bunndyr er sensitive overfor forsuring (Fjellheim og Raddum 1990). Artsmangfoldet innen disse gruppene viser en økende tendens.

Våren 2013 var forsuringindeks 1 og 2 i den kalkete delen av vassdraget henholdsvis 0,93 og 0,91 (**figur 7**). Om høsten var begge indeksene lik 1,0. De ukalkete stasjonene viste noe større skader både vår og høst. Indeks 2 var 0,77

om våren og 0,69 om høsten (**figur 7**). De lavere indeks 2-verdiene viser at bestandene av sensitive døgnfluer fremdeles har subletale skader i referanselokalitetene, men at tilstanden har bedret seg de senere årene. Indeks 2 ligger fremdeles noe under miljømålet. Døgnfluefaunaen i vassdraget er rik og det ble registrert mange arter i vassdragets nedre deler (**vedlegg D**). I de første årene etter at kalking startet var den sensitive døgnflueslekten *Baetis* hovedsakelig tilstedeværende om høsten. Etter 2000 har denne slekten fått et sterkere fotfeste i vassdraget også om våren. Skadene på bunndyrsamfunnene var generelt større i de øvre delene av vassdraget. Vårfluen *Setodes argentipunctellus* var vanlig i de nedre delene av vassdraget. Dette er en rødlisteart (Kålås m. fl. 2010), som i følge Aagaard & Dolmen (1996) tidligere bare er funnet i Østfold og Hedmark. Den er ikke registrert i de øvrige vassdrag på Sørlandet.



Figur 7. Gjennomsnitt forsøringsindekser for de kalkete stasjonene og for de ukalkete stasjonene i Vegårvassdraget 1999 – 2013. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand) jfr. vannforskriften.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Forsøringsforholdene er fortsatt i bedring, men vannkvaliteten på referansestasjonen tilfredsstillende ikke kravene til god tilstand. Vannkvaliteten i Vegår er svært god, med forholdsvis lave konsentrasjoner av reaktivt Al og LAI under 10 µg/l. pH er ikke tilfredsstillende i Storelva i smoltifiseringsperioden.

5.2 Fisk

For 2013 ble det beregnet lave tettheter for laksyngel i Storelva, og det var en nedgang i tettheten sammenlignet med året før. Tettheten av eldre laksunger var også lav, men på samme nivå som tidligere år. I likhet med laks var det en nedgang i tetthet av ørret yngel fra 2012 til 2013, mens tettheten av eldre ørretunger var like lav som tidligere. Årsaken til de lave tetthetene av årsyngel i 2013 lar seg ikke umiddelbart forklare ut fra forholdene under elfisket eller oppgang av gytefisk året før. Beregnet tetthet av eldre laks- og ørretunger holder seg lavere enn forventet og samsvarer dårlig med tettheten av årsyngel. Dette kan tyde på at dødeligheten av årsyngel er høy det første leveåret. Storelva regnes som et sjøørretvassdrag, og laksefangstene er generelt små. I følge vitenskapelig råd for lakseforvaltning er forvaltningsmålet sannsynligvis ikke oppnådd, men gytebestandsmåloppnåelsen var trolig svært god i 2011 og 2012.

5.3 Bunndyr

I 2013 var skadene på bunndyrsamfunnene i de kalkete delene av Vegårvassdraget små. De ukalkete stasjonene hadde dårligere verdier, spesielt om våren. Diversiteten av bunndyr er stigende. Kalkingen av Vegår og hovedelva nedstrøms må, på bakgrunn av bunndyrsamfunnene, karakteriseres vellykket. Indeks 2-verdiene i det ukalkete referansefeltet ligger fremdeles noe under miljømålet. Dette viser at fortsatt kalking er nødvendig.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Kalkingen ved Hauglandsfossen må forbedres slik at pH-målet nås i smoltifiseringsperioden. pH etter smoltifiseringsperioden er langt over pH-målet til tross for at det ikke doseres kalk i særlig grad i denne perioden. pH-målet i Vegår på 5,6 fra 1990 var knyttet til at LAI-verdiene skulle være mindre enn 50 µg/l, mens pH etter kalking har hele tiden ligget godt over 6,0. Siden de målte Al-konsentrasjonene i 2013 er forholdsvis lave, anbefales det å legge vannkvaliteten nærmere pH-målet fra 1990 ved å kalke f.eks. annethvert år. Hvis det gjøres endringer i kalkingen av Vegår, vil pH inn mot doseringsanlegget trolig bli lavere og doseringsbehovet trolig noe økt.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Vegårvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Vegår – Vestfjorden sør	483148	6513815	Kalket
Vannkjemi	4	Vegår – Vestfjorden nord	483392	6515803	Kalket
Vannkjemi	5	Vegår – Nordfjorden	487880	6518817	Kalket
Vannkjemi	7	Vegårvasselve	492017	6523319	Referanse
Vannkjemi	11	Storelva v Nes Verk	491555	6499153	Kalket
Vannkjemi	16	Storelva v Hauglandsfossen, oppstr. doserer	490730	6507438	Kalket
Vannkjemi	20	Skjerka	496189	6501155	Kalket
Vannkjemi	21	Storelva nedstr doserer	490682	6507261	Kalket
Bunndyr	1	Vestfjorden innløp v Jones	485950	6512498	Referanse
Bunndyr	2	Hellersbekken	482257	6515530	Referanse
Bunndyr	3	Vegårvasselve	491957	6521939	Referanse
Bunndyr	4	Mosbekk	493955	6521747	Referanse
Bunndyr	5	Sørfjorden utløp	492049	6514973	Kalket
Bunndyr	6	Vegerstøl oppstr kalking	491633	6510652	Kalket
Bunndyr	7	Hauglandselva nedstr kalking	489875	6505357	Kalket
Bunndyr	8	Raudeelva v Våje	489160	6502095	Referanse
Bunndyr	9	Vegårselva v Ulbergsvatnet utløp	491169	6501188	Kalket
Bunndyr	10	Bekk fra Øynesvatnet	491602	6498291	Referanse
Bunndyr	11	Vegårselva v Nesgrenda	491629	6498443	Kalket
Bunndyr	12	Vegårselva v Fosstveit	495699	6500775	Kalket
Bunndyr	13	Bekk fra Åsvatnet	496202	6501156	Referanse
Bunndyr	14	Vegårselva v Lunde	496988	6501239	Kalket
Bunndyr	15	Bekk fra Løvdalsvatnet	500918	6505550	Referanse
Fisk	1	Saglia	490054	6505669	Kalket
Fisk	2	Brumoen	489760	6404934	Kalket
Fisk	3	Stormo	491266	6500584	Kalket
Fisk	4	Lillemo	491545	6499915	Kalket
Fisk	5	Nesverk	491580	6498507	Kalket
Fisk	6	Lilleholt	492811	6499022	Kalket
Fisk	8	Fosstveit	494627	6500181	Kalket
Fisk	9	Tveite	495705	6500779	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Vegårvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
7	Vegårvasselva	07/01/13	5,04	0,50	0,022	0	124	81	43	7,0	1,77	0,21	1,34	0,17	1,68	1,44	86	305	2	3,62	21
7	Vegårvasselva	04/02/13	5,08	1,38*	0,030	0	140	104	36	7,5	1,93	0,20	1,55	0,10	1,91	1,72	110	350	2	4,21	58*
7	Vegårvasselva	04/03/13	5,17	0,67	0,036	5	167	128	39	7,2	2,02	0,22	1,72	0,13	2,15	1,83	120	325	4	4,56	23
7	Vegårvasselva	02/04/13	5,32	0,72	0,035	4	153	123	30	7,3	1,85	0,22	1,67	0,15	2,09	1,75	115	355	3	4,56	27
7	Vegårvasselva	06/05/13	5,16	0,39	0,029	0	146	96	50	6,0	1,58	0,16	1,20	0,17	1,50	1,27	105	340	4	2,63	13
7	Vegårvasselva	03/06/13	5,17	0,41	0,030	0	136	95	41	6,8	1,37	0,15	1,09	0,13	1,20	1,10	50	290	16	1,93	23
7	Vegårvasselva	01/07/13	5,29	0,42	0,034	3	161	117	44	7,8	1,27	0,15	1,04	0,10	1,07	0,97	28	290	4	1,56	29
7	Vegårvasselva	05/08/13	5,53	0,44	0,036	5	131	99	32	7,0	1,16	0,14	1,05	0,09	1,09	0,98	28	325	4	1,22	28
7	Vegårvasselva	02/09/13	5,66	0,44	0,036	5	119	93	26	6,6	1,18	0,14	1,07	0,10	1,17	1,04	40	325	2	1,20	25
7	Vegårvasselva	07/10/13	5,33	0,50	0,032	0	123	95	28	6,8	1,38	0,16	1,14	0,13	1,40	1,11	51	340	4	1,74	25
7	Vegårvasselva	04/11/13	5,17	0,52	0,027	0	143	99	44	6,7	1,57	0,17	1,28	0,16	1,70	1,25	59	300	2	2,48	22
7	Vegårvasselva	02/12/13	5,36	0,58	0,035	4	145	94	51	6,6	1,62	0,18	1,35	0,15	1,84	1,34	55	300	2	3,12	23
11	Storelva v Nes Verk	07/01/13	6,18	1,39	0,052	23	82	71	11	5,8	2,33	0,38	1,91	0,24	2,92	1,93	145	375	5	3,47	57
11	Storelva v Nes Verk	21/01/13	6,19	1,34							2,26										
11	Storelva v Nes Verk	04/02/13	6,33	1,44	0,064	36	73	67	6	5,2	2,31	0,34	1,85	0,24	2,76	1,95	160	415	4	3,34	57
11	Storelva v Nes Verk	18/02/13	6,08	1,49							3,02										
11	Storelva v Nes Verk	25/02/13	6,36	1,47							2,90										
11	Storelva v Nes Verk	04/03/13	6,29	1,53	0,066	38	71	63	8	4,8	2,45	0,36	1,97	0,26	3,06	2,09	170	385	5	3,32	56
11	Storelva v Nes Verk	18/03/13	6,33	1,63							2,55										
11	Storelva v Nes Verk	25/03/13	6,41	1,72							2,58										
11	Storelva v Nes Verk	02/04/13	6,32	1,73	0,069	41	71	66	5	4,8	2,64	0,38	2,12	0,29	3,45	2,31	195	410	3	3,57	58
11	Storelva v Nes Verk	08/04/13	6,41	1,75							2,77										
11	Storelva v Nes Verk	15/04/13	5,32*	2,06	0,030*	0	63	57	6		3,68										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
11	Storelva v Nes Verk	22/04/13	6,30	1,65	0,067	39	98	98	0		2,70										
11	Storelva v Nes Verk	29/04/13	6,32	1,53	0,048	19	93	74	19		2,27										
11	Storelva v Nes Verk	06/05/13	6,21	1,45	0,066	38	84	72	12	4,8	2,13	0,30	1,68	0,27	2,36	1,78	175	390	6	2,89	61
11	Storelva v Nes Verk	13/05/13	6,31	1,47	0,066	38	83	70	13		2,11										
11	Storelva v Nes Verk	20/05/13	6,32	1,38	0,063	35	74	64	10		2,06										
11	Storelva v Nes Verk	27/05/13	6,30	1,43	0,065	37	67	58	9		2,02										
11	Storelva v Nes Verk	03/06/13	6,34	1,33	0,065	37	68	64	4	5,7	2,00	0,30	1,68	0,27	2,18	1,79	105	345	5	1,90	65
11	Storelva v Nes Verk	10/06/13	6,53	1,33							1,98										
11	Storelva v Nes Verk	24/06/13	6,40	1,23							2,04										
11	Storelva v Nes Verk	01/07/13	6,46	1,29							1,90										
11	Storelva v Nes Verk	22/07/13	6,49	1,39							1,91										
11	Storelva v Nes Verk	05/08/13	6,54	1,34							1,92										
11	Storelva v Nes Verk	19/08/13	6,62	1,35							2,03										
11	Storelva v Nes Verk	02/09/13	6,57	1,21	0,065	37	27	26	1	4,3	2,00	0,28	1,63	0,23	2,29	1,88	62	260	2	1,22	52
11	Storelva v Nes Verk	16/09/13	6,79	2,20							3,04										
11	Storelva v Nes Verk	02/10/13	6,57	1,68							2,35										
11	Storelva v Nes Verk	08/10/13	6,49	1,54	0,075	47	45	38	7	5,6	2,37	0,38	1,88	0,33	2,60	2,27	99	380	6	2,05	71
11	Storelva v Nes Verk	14/10/13	6,51	1,57							2,38										
11	Storelva v Nes Verk	28/10/13	6,46	1,64							2,41										
11	Storelva v Nes Verk	04/11/13	6,26	1,54	0,064	36	72	68	4	6,0	2,45	0,38	2,02	0,35	2,83	2,29	125	375	6	2,85	68
11	Storelva v Nes Verk	12/11/13	6,20	1,57							2,39										
11	Storelva v Nes Verk	26/11/13	6,35	1,53							2,32										
11	Storelva v Nes Verk	02/12/13	6,30	1,55	0,066	38	68	52	16	6,1	2,36	0,36	1,88	0,28	2,80	2,06	140	440	16	3,06	64
11	Storelva v Nes Verk	10/12/13	6,35	1,60							2,44										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	07/01/13	6,02	1,36							2,19										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	21/01/13	6,18	1,27							2,12										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	04/02/13	6,27	1,38							2,21										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	18/02/13	6,11	1,41							2,20										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	25/02/13	6,11	1,34							2,36										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	04/03/13	6,30	1,46							2,30										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	11/03/13	6,21	1,49							2,44										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	18/03/13	6,26	1,59							2,39										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	25/03/13	6,29	1,64							2,36										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	02/04/13	6,21	1,60							2,41										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	08/04/13	6,25	1,52							2,59										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	15/04/13	6,28	1,86							2,79										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	22/04/13	5,67	1,15							2,31										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	06/05/13	6,03	1,13							1,99										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	13/05/13	5,82	1,11							1,88										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	21/05/13	6,00	1,20							1,92										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	27/05/13	6,14	1,24							1,90										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	10/06/13	6,49	1,22							1,88										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	24/06/13	6,38	1,21							2,10										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	01/07/13	6,12	1,25							1,85										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	22/07/13	6,29	1,26							1,82										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	05/08/13	6,30	1,36							1,92										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	19/08/13	6,37	1,31							1,96										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	02/09/13	6,20	1,21							1,94										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	16/09/13	6,40	1,66							2,38										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	29/09/13	5,81	1,05							1,92										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	30/09/13	6,34	1,45							2,14										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	14/10/13	6,49	1,55							2,29										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	28/10/13	6,24	1,74							2,55										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	11/11/13	6,20	1,48							2,18										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	25/11/13	6,21	1,36							2,21										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	09/12/13	6,23	1,46							2,22										
16	Storelva v/ Hauglandsfossen	19/12/13	6,11	1,66							2,56										
20	Skjerka	07/01/13	5,80	1,10							2,52										
20	Skjerka	21/01/13	5,85	1,14							2,60										
20	Skjerka	04/02/13	6,16	1,34							2,71										
20	Skjerka	18/02/13	6,16	1,29							2,68										
20	Skjerka	25/02/13	6,18	1,29							2,78										
20	Skjerka	04/03/13	6,24	1,32							2,80										
20	Skjerka	18/03/13	6,30	1,43							2,89										
20	Skjerka	25/03/13	6,34	1,58							2,89										
20	Skjerka	02/04/13	6,35	1,64							2,95										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
20	Skjerka	08/04/13	6,37	1,63							3,06										
20	Skjerka	15/04/13	6,38	1,66							3,11										
20	Skjerka	22/04/13	5,80	0,99							2,37										
20	Skjerka	06/05/13	5,94	0,77							2,03										
20	Skjerka	13/05/13	6,02	0,99							2,00										
20	Skjerka	21/05/13	5,93	0,92							1,96										
20	Skjerka	27/05/13	6,07	1,02							1,99										
20	Skjerka	03/06/13	6,23	0,98							1,94										
20	Skjerka	10/06/13	6,37	1,07							2,00										
20	Skjerka	24/06/13	6,49	1,10							2,18										
20	Skjerka	01/07/13	6,36	1,08							1,93										
20	Skjerka	22/07/13	6,40	1,21							2,03										
20	Skjerka	05/08/13	6,56	1,22							2,08										
20	Skjerka	19/08/13	6,65	1,18							2,23										
20	Skjerka	02/09/13	6,64	1,19							2,28										
20	Skjerka	16/09/13	6,70	1,59							2,44										
20	Skjerka	29/09/13	5,87	0,94							2,15										
20	Skjerka	02/10/13	6,44	1,77							2,61										
20	Skjerka	14/10/13	6,49	1,63							2,64										
20	Skjerka	28/10/13	6,29	1,53							2,60										
20	Skjerka	12/11/13	6,18	1,53							2,59										
20	Skjerka	26/11/13	6,35	1,71							2,78										
20	Skjerka	10/12/13	6,44	1,89							3,02										
21	Storelva nedstr dos	07/01/13	6,15	1,35							2,15										
21	Storelva nedstr dos	21/01/13	6,31	1,40							2,14										
21	Storelva nedstr dos	04/02/13	6,38	1,45							2,22										
21	Storelva nedstr dos	18/02/13	6,24	1,46							2,19										
21	Storelva nedstr dos	25/02/13	6,24	1,33							2,29										
21	Storelva nedstr dos	04/03/13	6,42	1,51							2,34										
21	Storelva nedstr dos	11/03/13	6,35	1,50							2,45										
21	Storelva nedstr dos	18/03/13	6,38	1,62							2,38										
21	Storelva nedstr dos	25/03/13	6,42	1,68							2,37										
21	Storelva nedstr dos	02/04/13	6,38	1,67							2,45										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
21	Storelva nedstr dos	08/04/13	6,41	1,58							2,63										
21	Storelva nedstr dos	15/04/13	6,30	1,67							2,74										
21	Storelva nedstr dos	22/04/13	6,38	1,67							2,36										
21	Storelva nedstr dos	06/05/13	6,35	1,29							2,03										
21	Storelva nedstr dos	13/05/13	6,37	1,52							2,00										
21	Storelva nedstr dos	21/05/13	6,37	1,41							1,95										
21	Storelva nedstr dos	27/05/13	6,36	1,38							1,92										
21	Storelva nedstr dos	10/06/13	6,44	1,23							1,82										
21	Storelva nedstr dos	24/06/13	6,33	1,16							1,93										
21	Storelva nedstr dos	01/07/13	6,48	1,22							1,78										
21	Storelva nedstr dos	22/07/13	6,43	1,27							1,82										
21	Storelva nedstr dos	05/08/13	6,55	1,27							1,83										
21	Storelva nedstr dos	19/08/13	6,58	1,22							1,91										
21	Storelva nedstr dos	02/09/13	6,52	1,21							1,92										
21	Storelva nedstr dos	16/09/13	6,39	1,52							2,27										
21	Storelva nedstr dos	29/09/13	6,55	1,62							2,22										
21	Storelva nedstr dos	30/09/13	6,54	1,28							2,10										
21	Storelva nedstr dos	14/10/13	6,54	1,53							2,22										
21	Storelva nedstr dos	28/10/13	6,35	1,61							2,40										
21	Storelva nedstr dos	11/11/13	6,32	1,40							2,11										
21	Storelva nedstr dos	25/11/13	6,28	1,31							2,19										
21	Storelva nedstr dos	09/12/13	6,04	1,48							2,22										
21	Storelva nedstr dos	19/12/13	6,28	1,56							2,50										

* Verdier utelatt fra figurer og ved beregning av middelverdier

St. nr.	St. navn	Dato	Dyp m	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAI 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	SiO2 mg/l SiO2	ANC µekv/l	Temp °C
1	Vestfjorden sør	18/01/13	1	6,46	1,66							2,31											1,3
1	Vestfjorden sør	18/01/13	10	6,47	1,64							2,32											3,3
1	Vestfjorden sør	16/06/13	1	6,58	1,50	0,071	43	53	48	5	4,7	2,14	0,28	1,67	0,22	2,40	1,72	110	350	3	2,48	65	16,2
1	Vestfjorden sør	16/06/13	10	6,37	1,64	0,073	45	58	49	9	4,4	2,34	0,30	1,85	0,22	2,75	1,85	165	375	3	2,87	65	6,6
4	Vestfjorden nord	18/01/13	1	6,37	1,36							2,17											1,9
4	Vestfjorden nord	18/01/13	10	6,47	1,35							2,23											2,6
4	Vestfjorden nord	16/06/13	1	6,45	1,43	0,065	37	53	49	4	3,9	2,02	0,29	1,50	0,22	2,22	1,80	160	360	4	2,46	55	15,1
4	Vestfjorden nord	16/06/13	10	6,38	1,47	0,065	37	53	47	6	3,7	2,08	0,29	1,51	0,21	2,26	1,87	180	380	5	2,52	53	7,5
4	Vestfjorden nord	17/12/13	1	6,28	1,52							2,13											4,0
4	Vestfjorden nord	17/12/13	10	6,34	1,51							2,15											4,0
5	Nordfjorden	18/01/13	1	6,44	1,51							2,30											1,6
5	Nordfjorden	18/01/13	10	6,51	1,57							2,24											2,9
5	Nordfjorden	16/06/13	1	6,42	1,41	0,065	37	54	47	7	4,2	2,02	0,29	1,53	0,22	2,24	1,75	135	350	3	2,42	57	15,4
5	Nordfjorden	16/06/13	10	6,39	1,51	0,070	42	57	50	7	4,0	2,11	0,30	1,55	0,22	2,31	1,80	155	390	2	2,70	59	7,4

Vedlegg C. Primærdata - fisk i Vegårvassdraget 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Storelva 13.-14.8.2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved Lunde vann var 3,1 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg				Totalt	Snitt	SD	min
st. 1**	18,1 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
100 m²	1,20 mS/m	>0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
st. 2**	18,5 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
120 m²		>0+	2	0,8	0,3	3,1	1,2	0,60	115,0	4,2	112	118
st. 3	20,0 °C	0+*	1	1	2	4	2,2	0,47	55,0	9,2	43	64
150 m²	1,2 mS/m	>0+	3	0	0	3	0,0	1,00	120,3	18,1	101	137
st. 4	20,4 °C	0+	15	6	3	24	24,2	0,57	53,3	3,5	46	59
108 m²		>0+	6	2	1	9	8,8	0,62	92,4	9,9	79	104
st. 5	19,9 °C	0+	26	2	11	39	38,7	0,46	53,1	3,6	45	60
120 m²	1,30 mS/m	>0+	7	2	1	10	8,7	0,65	84,0	6,6	72	94
st. 6	19,6 °C	0+	10	5	5	20	29,2	0,32	50,4	3,3	45	57
100 m²	1,40 mS/m	>0+*	5	8	2	15	11,8	0,60	87,5	9,1	78	107
st. 8	17,8 °C	0+	35	20	12	67	83,6	0,42	48,2	4,0	40	58
100 m²	1,50 mS/m	>0+	10	5	1	16	16,9	0,62	86,2	11,4	74	122
st. 9	18,0 °C	0+	35	18	6	59	55,2	0,56	48,2	3,5	41	59
117 m²	1,50 mS/m	>0+	5	0	3	8	10,0	0,32	87,3	7,7	77	99
Totalt		0+	122	52	39	213	27,5	0,46	50,0	4,4	40	64
915 m²		>0+	38	17	8	63	7,8	0,53	89,7	12,8	72	137

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Storelva 4. -5.9.2012. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved Lundevann var 3,1 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
st. 1**	18,1 °C	0+	5	2,6	1,3	8,9	7,7	4,2	0,49	51,6	3,8	47	55
100 m²	1,20 mS/m	>0+	3	1,5	0,8	5,3	4,6	3,1	0,50	101,3	20,6	78	117
st. 2**	18,5 °C	0+	3	1,5	0,8	5,3	3,9	2,7	0,49	47,7	4,0	44	52
120 m²		>0+	4	2	1	7	5,1	3,0	0,50	96,5	9,5	88	107
st. 3	20,0 °C	0+	23	13	8	44	36,7	11,8	0,41	54,7	5,7	43	68
150 m²	1,2 mS/m	>0+	1	0	0	1	0,7	0,0	1,00	156,0	-	156	156
st. 4	20,4 °C	0+	6	2	0	8	7,5	0,6	0,78	54,8	3,6	48	60
108 m²		>0+	1	0	0	1	0,9	0,0	1,00	98,0	-	98	98
st. 5	19,9 °C	0+	9	2	4	15	15,8	9,0	0,41	52,6	4,4	42	62
120 m²	1,30 mS/m	>0+	2	0	0	2	1,7	0,0	1,00	92,0	5,7	88	96
st. 6	19,6 °C	0+	6	1	1	8	8,3	1,5	0,67	54,0	4,9	50	65
100 m²	1,40 mS/m	>0+*	0	2	0	2	1,8	1,9	0,50	90,0	8,5	84	96
st. 8	17,8 °C	0+*	1	0	1	2	1,8	2,0	0,49	45,0	1,4	44	46
100 m²	1,50 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	0,0	-	-	-	-	-
st. 9	18,0 °C	0+	0	0	0	0	0,0	0,0	-	-	-	-	-
117 m²	1,50 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	0,0	-	-	-	-	-
Totalt		0+	53	18	14	85	11,6	1,8	0,48	53,6	5,3	42	68
915 m²		>0+	11	2	0	13	2,2	0,5	0,57	100,6	19,9	78	156

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg D. Primærdata - bunndyr i Vegårvassdraget 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vegårvassdraget 10.06.2013

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Turbellaria															
**	<i>Polycelis</i> sp.							1							2	
	Nematoda		4	9	1		1		1	1		2				
	Oligochaeta	5	9	4	1	6	9	3	12	1	21	6	9	4		4
	Acari	22	8	6	2		2	6	7	2	6	7	5	1	6	6
	Hirudinea															
**	<i>Helobdella stagnalis</i>														1	
***	<i>Erpobdella octoculata</i>						1					1	1			
	Gastropoda															
***	<i>Radix baltica</i>														1	
	Bivalvia															
*	<i>Pisidium</i> sp.				4	65	7	15	2		1	5	4	3		
	Anisoptera															
	<i>Cordulegaster boltoni</i>		2		2											
	Ephemeroptera															
***	<i>Baetis rhodani</i>	32	7				36	8	37	2	9	10	32	6		8
***	<i>Nigrobaetis niger</i>						3		1				1			
***	<i>Baetis fuscatus/scambus</i>										9	2				
***	<i>Baetis</i> sp.										3					
***	<i>Centroptilum luteolum</i>														9	
***	<i>Procladius bifidus</i>														1	
**	<i>Siphonurus lacustris</i>														1	
**	<i>Siphonurus aestivalis</i>														1	
	<i>Kageronica fuscogrisea</i>														54	
	<i>Leptophlebia vespertina</i>														7	
	Plecoptera															
	<i>Amphinemura borealis</i>	5					5	19	3	3	4	5	6		1	1
	<i>Amphinemura sulciollis</i>						2	1								
	<i>Amphinemura standfussi</i>												1			
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	25	13	1	26			1	7		52	19	8			
**	<i>Isoperla grammatica</i>						1	2	4							1
	Trichoptera															
	<i>Rhyacophila nubila</i>		1	1	2	3		31	3	3	4	6	29	2		1
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	9	2	10		19	8	3	6		1					
	<i>Polycentropus irroratus</i>						1		1							
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>			12		67				6						
**	<i>Agapetus ochripes</i>										1	1	4			
	<i>Athripsodes cinereus</i>					1						1				
	<i>Athripsodes albifrons</i>										2					
	<i>Athripsodes aterrimus</i>														5	
	<i>Athripsodes</i> sp.								1		2	2			2	1
	<i>Tranodes bicolor</i>														1	
	<i>Oxyethira</i> sp.	1	1		1											
**	<i>Hydroptila</i> sp.					20	2	1	3	10		4		7		2
	<i>Hydroptilidae</i> indet.									2						
	<i>Setodes argentipunctellus</i>						8	18	19		3	13	3		1	21
	<i>Chimarra marginata</i>						2	3	3			2	1			1
**	<i>Wormaldia</i> sp.		2					6	1		6	8	3	3		

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
**	<i>Ithytrichia lamellaris</i>					1	13	2	12			9	4	1		2
**	<i>Oecetis testacea</i>					1	4				1			4		8
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>											2				
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>					18	7	30		18	3	3	4	9		3
**	<i>Hydropsyche</i> sp.									3		1				
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>							1			9	6	1	10	4	7
	Chironomidae	30	41	79	61	79	33	106	57	165	103	93	30	126	14	24
	Ceratopogonidae		8	1		4	1	1	3		4	6	1			1
	Simuliidae	1	95	5	100	12	7	7	8	7	89	7	72	43	2	13
	Tipuloidea															
	<i>Dicranota</i> sp.		2		1											
	Limonidae indet.				6											
	<i>Antocha vitripennis</i>									3		6	1	6		
	Diptera															
	Empididae indet.	1	11	6	4	3		14	24	2	7	6	15	5		2
	Muscidae indet.					2										
	Ubestemt				1											
	Tege															
	Velidae indet.														1	
	Corixidae															
	<i>Notonecta glauca</i>														2	
	<i>Sigara distincta</i>														8	
	<i>Sigara fossarum</i>														52	
	Coleoptera															
	<i>Limnius volckmari</i>	22			1			4	5		141	27	18	4		19
	<i>Olimnius tuberculatus</i>	6							2		6	5	2			2
	<i>Elmis aenea</i>										10		13			5
	Hydrophilidae indet.			1												
	<i>Stenelmis canaliculata</i>							2			1	16	36	77		13
	<i>Hydraena</i> sp.										2					
	<i>Gyrinus</i> sp.														1	
	<i>Graptodytes</i> sp.														2	
	<i>Hydrophorus</i> sp.														1	
	<i>Hygrotus</i> sp.														3	
	<i>Halipus</i> sp.														1	
	Crustacea															
	Ostracoda												1			
	Cyclopoida				4										5	
	<i>Eurycerus lamellatus</i>														1	
	<i>Bosmina</i> sp.					1										
	Hydrozoa															
**	<i>Hydra</i> sp.															
	Sum	61	160	92	179	141	77	195	138	210	389	216	205	295	106	124
	Forsuringsindeks 1	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	1,00	0,88	1,00	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

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

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vegårvassdraget 09.09.2013.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nematoda			2	1				1	1						
Oligochaeta	4	7	3	12	3	23	1	21	2	8	10	13	7	6	9
Acari	7	20	13	5		6	2	6	5	6	13	16	3	1	7
Hirudinea															
** <i>Helobdella stagnalis</i>															
*** <i>Erpobdella octoculata</i>						1					2			4	1
*** <i>Glossiphonia complanata</i>						2									
Gastropoda															
*** <i>Radix baltica</i>														10	
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.					110	50	48	2	88		4		26	7	
Anisoptera															
<i>Cordulegaster boltoni</i>		1													
Zygoptera															
<i>Caleopteryx virgo</i>								1							
<i>Coegrionidae</i> indet.														1	
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>					3	2	2	5	5	34	6	24	17		4
*** <i>Nigrobaetis niger</i>						13	2	26		22		5	2		11
*** <i>Centropilum luteolum</i>				1											
*** <i>Cloeon dipterum</i>														9	
*** <i>Caenis luctuosa</i>									1					1	
*** <i>Caenis horaria</i>	1														
<i>Kageronica fuscogrisea</i>	43		1			1		3				1		49	
<i>Leptophlebia vespertina</i>	122		6					1							2
<i>Leptophlebia marginata</i>	15			12	1									6	
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>		1	2					11		9		6	1		3
<i>Amphinemura sulcicollis</i>				5				2		11		4			
<i>Amphinemura standfussi</i>															
<i>Protonemura meyeri</i>								3	5	7		3	1		1
<i>Nemoura avicularis</i>	2			34						1					
<i>Nemoura cinerea</i>		1		6											
<i>Nemouridae</i> indet.				5											
<i>Leuctra fusca</i>				1		5		1		9	3	1			
<i>Leuctra hippopus</i>	8	23	1	65			1	45		31		1			
<i>Leuctra digitata</i>		1													
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1						2			3	1			
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		1													
<i>Brachyptera risi</i>		1													
** <i>Isoperla</i> sp.					1			3		2		1			
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i>		5	6		3	2	2		11	6		10	3		9
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	7	7	19	2	18	5	5	12		2					
<i>Polycentropus irroratus</i>	2							2							
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			5		131				36						
<i>Cyrtus trimaculatus</i>	1														
<i>Polycentropodidae</i> indet.		2	11					9							
<i>Trichostegia minor</i>														1	
<i>Athripsodes aterrimus</i>														3	
<i>Athripsodes</i> sp.						1							6		1
<i>Ceraclea nigronervosa</i>						1									
** <i>Agapetus ochripes</i>										1					1
<i>Oxyethira</i> sp.		20		10	1	4	1	1		1	3		4	2	2
<i>Limnephilidae</i> indet.		2		2										1	

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	<i>Setodes argentipunctellus</i>						4	5	26		1	4	3	5	1	9
	<i>Molannodes tinctus</i>														1	
	<i>Chimarra marginata</i>						2	56	22	9		4	12	8		20
**	<i>Wormaldia subnigra</i>		1													
**	<i>Tinodes waeneri</i>	4														
**	<i>Ithytrichia lamellaris</i>					2	10		10	1			3	1		
**	<i>Oecetis testacea</i>						1		1						1	2
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>					2	1	23		28	13	8	9	5		4
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>					13		12		117	6	5	7	6		5
**	<i>Hydropsyche</i> sp.							1		5	2		3	2		
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>							5	22		12	5	8	5	2	12
	Chironomidae	369	171	77	206	54	47	66	74	287	212	53	82	130	108	70
	Ceratopogonidae	3	4	2	1				4		1		5	3	4	2
	Simuliidae		50	56				1	6	4	13		7	26		6
	Tipuloidea															
	<i>Dicranota</i> sp.										5					
	Limonidae indet.				4											
	<i>Antocha vitripennis</i>												12	1		
	<i>Tipula</i> sp.															1
	<i>Pedicia rivosa</i>	1														
	Diptera															
	Empididae indet.		4				2	8	2	6	2	1	28	11		15
	Tabanidae indet.				1											
	Ubestemt						1									
	Ptychoptera indet.				2											
	Megaloptera															
	<i>Sialis lutaria</i>														1	
	Corixidae															
	<i>Sigara distincta</i>														1	
	<i>Sigara scotti</i>														4	
	Cikade															1
	Coleoptera															
	<i>Limnius volckmari</i>	2			1			1	10		36	4	31	4	2	11
	<i>Olimnius tuberculatus</i>	4			2			1	1				2			5
	<i>Elmis aenea</i>						1				2		7		1	7
	Hydrophilidae indet.				1										1	
	<i>Stenelmis canaliculata</i>							2		14		18	26	27		8
	<i>Hydraena</i> sp.										1					
	<i>Orectochilus villosus</i>							2	2		19		4	8		2
	<i>Gyrinus</i> sp.							1								
	<i>Hydrophorus</i> sp.														1	
	Crustacea															
	Ostracoda	1													1	
	Cyclopoida	1			8				2						2	
	<i>Eurycercus lamellatus</i>				1							1			19	
	<i>Bosmina</i> sp.															
	<i>Chydoridae</i>	5	4	1	9		1		3					1	2	
	<i>Holopedium gibberum</i>					1										
	<i>Macrotrichidae</i> indet.				1											
	<i>Daphnidae</i> indet.	1														
	Hydrozoa															
**	<i>Hydra</i> sp.															
	Sum	603	327	205	398	343	186	248	342	625	475	147	335	313	253	231
	Forsuringsindeks 1	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Forsuringsindeks 2	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

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

8. Tovdalsvassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Godfred A. Halvorsen (Uni Miljø)

Ansvarlig overvåking vannvegetasjon: Susanne Schneider (NIVA)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Tovdalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	020
Fylke:	Telemark, Aust- og Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	1885 km ²
Vassdragsregulering:	Uldalsgreina i vest er regulert (Hanefossen kraftverk). Boenfossen er regulert til kraftproduksjon for Boen Bruk.
Spesifikk avrenning:	34,5 l/s/km ²
Middelvannføring:	65 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca. 35 km, til Herefossfjorden
Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden i vassdraget er utdødd pga forsurening.
Tiltaksplan:	Hindar (1991)
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer. Kalking høyt oppe i vassdraget skal også sikre bestander av innlandsfisk.
Vannkvalitetsmål 2013:	Lakseførende strekning: 15/2-14/4: pH 6,2, 15/4-14/6: pH 6,4, 8/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking og dosererkalking. Innsjøen Ogge er kalket fra 1996, og hvert år siden 2001. Høvringsvatn er kalket hvert år siden 2004. I dette vassdraget er det fem store kalkdoserere og en mindre ved Ogge. Dosererkalking i vassdraget siden oktober 1996.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk i tiltaks- overvåkingen er gitt i eget metodekapittel.

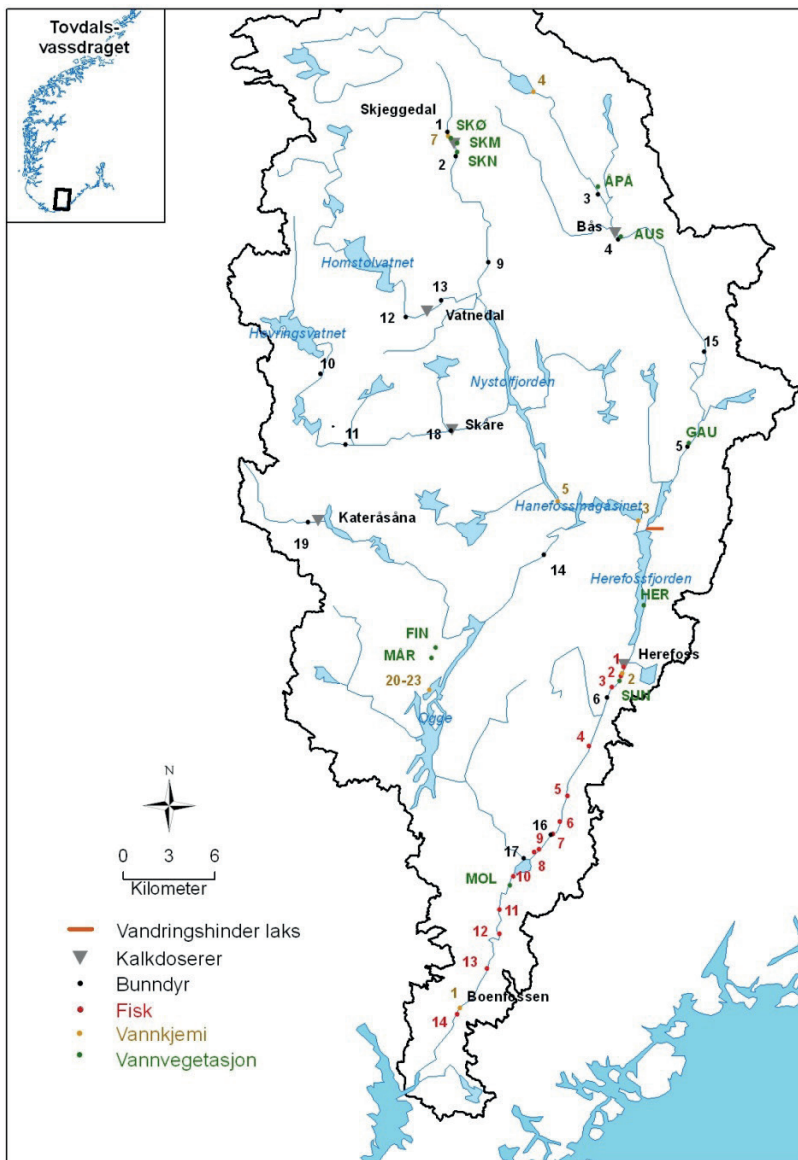
Tovdalsvassdraget starter i Telemark og renner ut i Vest-Agder, men det kalkes bare i Aust-Agder. Kald og sein vår i 2013 ga sein smoltutvandring, og perioden med pH-mål 6,4 ble derfor forlenget med en uke, dvs. fram til 14/6. De fem store kalk-doseringsanleggene doserte samlet 2122 tonn HO₃ i første del av året (92 % CaCO₃-innhold) og deretter 2602 tonn VK3 (99 % CaCO₃-innhold) resten av året. Om lag 64 % av CaCO₃-mengden ble tilført fra de to anleggene Bås og Søre Herefoss (**tabell 1**). I Kateråsåna (Ogge) ble det dosert 32 tonn VK3 i

2013. Sju innsjøer ble kalket i juli-august med til sammen 583 tonn VK3. Årsmiddel for kalkforbruket de siste fem år er 5034 tonn CaCO₃.

Det falt 1072 mm nedbør på meteorologisk stasjon 38450 Herefoss i løpet av 11 måneder i 2013 (data for oktober mangler, met.no 2014). Normalen for året er 1293 mm. April, mai, juni og desember hadde nedbør over normalen, og spesielt i desember kom det mye nedbør (280 mm). I de øvrige månedene ble det registrert mindre nedbør enn normalt, og aller tørrest var juli med bare 9 mm nedbør.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO_3) i Tovdalsvassdraget for perioden 2009–2013. Antall kalkede innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Bås doserer	1954	1639	1863	2128	2050
Skjeggedal doserer	588	483	600	552	708
Vatnedal doserer	58	98	129	211	129
Skåre doserer	801	616	532	509	769
Søre Herefoss doserer	1562	1231	1208	1037	871
Kateråsåna doserer	30	63	85	-	32
Innsjøkalking i Aust-Agder	439 (2)	472 (2)	556 (6)	593 (5)	577 (7)
Sum kalkforbruk	5431	4601	4973	5030	5137



Figur 1. Tovdalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og begroingsalger. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

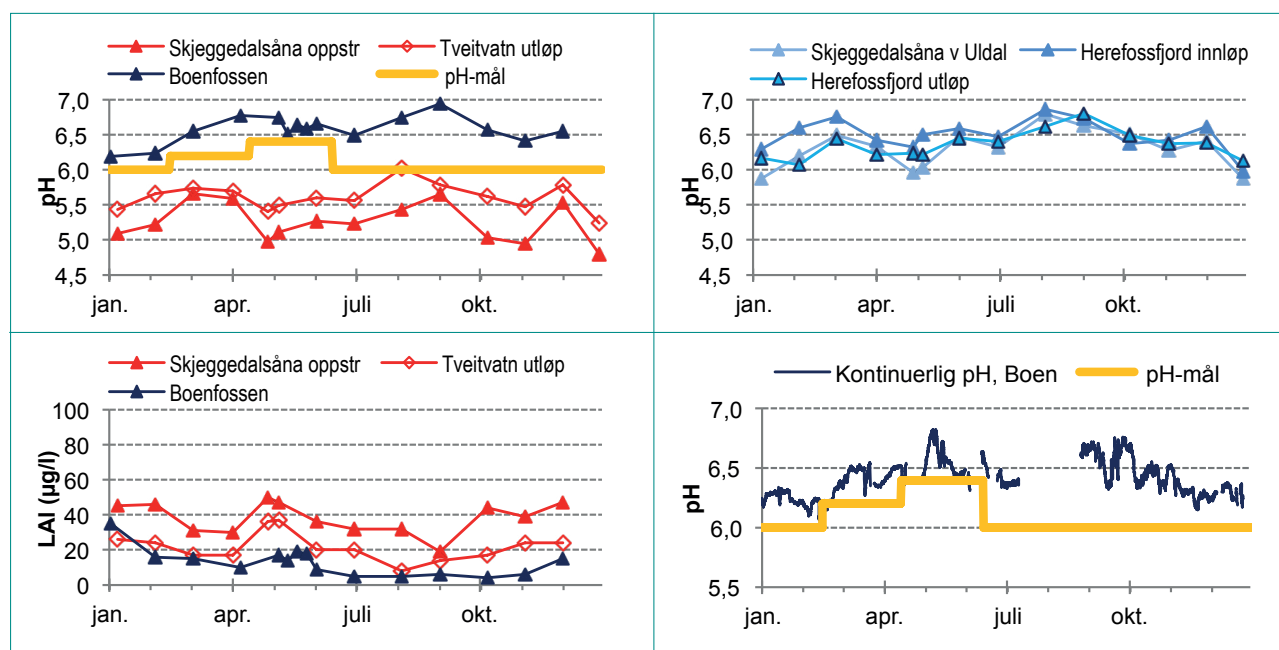
Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

Medarbeidere: L. B. Skancke, T. Høgåsen og R. Høgberget (NIVA)

Tovdalsvassdraget er regulert i nordvestre vassdragsgrein (Uldalsgreina), mens selve Tovdalen nordover fra Herefossfjorden er uregulert. Det mest forsurede vassdragsavsnittet har vært Skjeggedalsåna, mens Tovdalsgreina har hatt gunstigere vannkvalitet og også intakte fiskebestander.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

pH og målingene av labilt Al (LAI) viser at de ukalkede delene av Skjeggedalsåna og Tovdalsgreina i øst (Tveitvatn utløp) fortsatt er forsuringspreget, særlig Skjeggedalsåna (**figur 2, tabell 2**). Ikke-marin sulfatkonsentrasjon er imidlertid lav, omkring 1 mg/l, men LAI er tidvis høy (opp mot 50 µg/l) og ANC_{aaa} i Skjeggedalsåna under (dårligere enn) grenseverdien for aure. Ved Tveitvatn øst er sulfatkonsentrasjonen enda lavere, men ANC_{aaa} er nær eller over (bedre enn) grenseverdien og pH nær et antatt bakgrunnsnivå på mellom pH 5,5 og 6,0.



Figur 2. pH og LAI i Tovdalselva i 2013. Data for referansestasjonene Skjeggedalsåna og utløp Tveitvatn, samt på lakseførende strekning ved Boenfossen (målmrådet) i venstre del. pH-målet er også angitt. Høyre del viser pH for to stasjoner i Uldalsgreina og utløp Herefossfjorden (øverst). Data fra kontinuerlig måling av pH ved Boen og pH-målet er vist i nedre høyre del. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

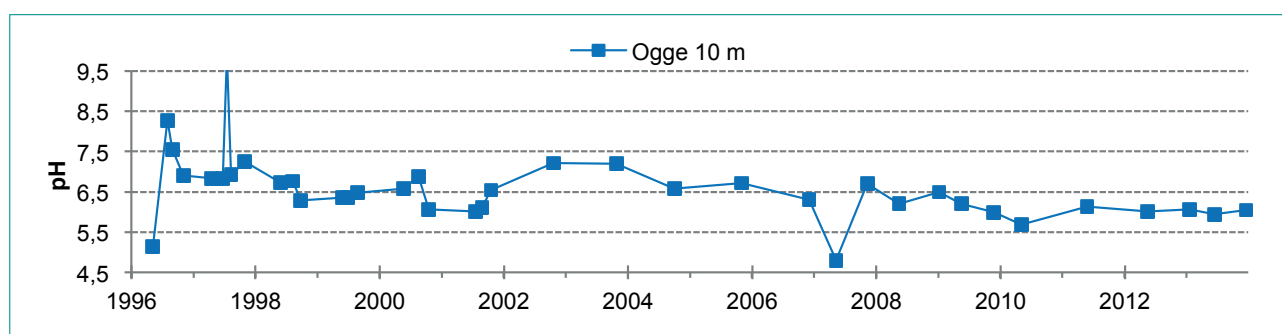
I den kalkede delen av Uldalsgreina og ved Herefossfjordens utløp (oppstrøms kalkdosering) var pH nå i hovedsak over 6,0 (**figur 2**). Det har medført at belastningen på Herefossdosereren er redusert de siste fem årene, se **tabell 1**.

Fra Ogge foreligger data fra prøvetaking den 20.5., dvs. etter snøsmelting og før kalking (**figur 3** og **vedlegg B**). pH på alle dyp var nær 6,0. Mai-verdiene viser at kalkingen har god effekt fram mot omkalkingstidspunktet seinere på sommeren.

Både laboratorieresultatene og den kontinuerlige pH-målingen viser at pH ved Boenfossen var over vannkvalitetsmålet i hele 2013 (**figur 2**). Konsentrasjonen av LAI var tidvis for høy (over 10 µg/l) i smoltifiseringsperioden for å tilfredsstille vannforskriftens krav om god tilstand (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). I 2014 skal det imidlertid gjennomføres et prosjekt for å avklare om de målte LAI-verdiene er reelle. pH er i lange perioder betydelig over pH-målet, og her ligger det trolig et innsparingspotensiale på kalkforbruk.

Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Tovdalsvassdraget i 2013.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
4	Tveitvatn utløp	Mid	5,57	0,48	6	22	3,7	20
		Min	5,24	0,38	0	8	2,9	15
		Maks	6,02	0,68	14	37	4,9	25
		N	14	14	14	13	13	13
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	Mid	5,17	0,34	1	38	4,3	12
		Min	4,80	0,23	0	19	3,1	4
		Maks	5,66	0,53	8	50	5,9	18
		N	14	14	14	13	13	13
5	Skjeggedalsåna v Uldal	Mid	6,21	1,48	52	12		
		Min	5,87	0,92	14	4		
		Maks	6,79	2,27	125	24		
		N	14	14	13	14		
3	Herefossfjord innløp	Mid	6,44	1,68	63	11		
		Min	5,98	1,11	43	5		
		Maks	6,86	2,23	89	22		
		N	14	14	13	14		
2	Herefossfjord utløp	Mid	6,32	1,51	49	12		
		Min	6,07	1,09	30	5		
		Maks	6,80	2,29	74	24		
		N	14	14	13	14		
1	Boenfossen	Mid	6,53	1,77	59	13	5,2	81
		Min	6,19	1,40	29	4	4,2	54
		Maks	6,94	2,15	84	35	5,9	104
		N	15	15	15	15	12	12

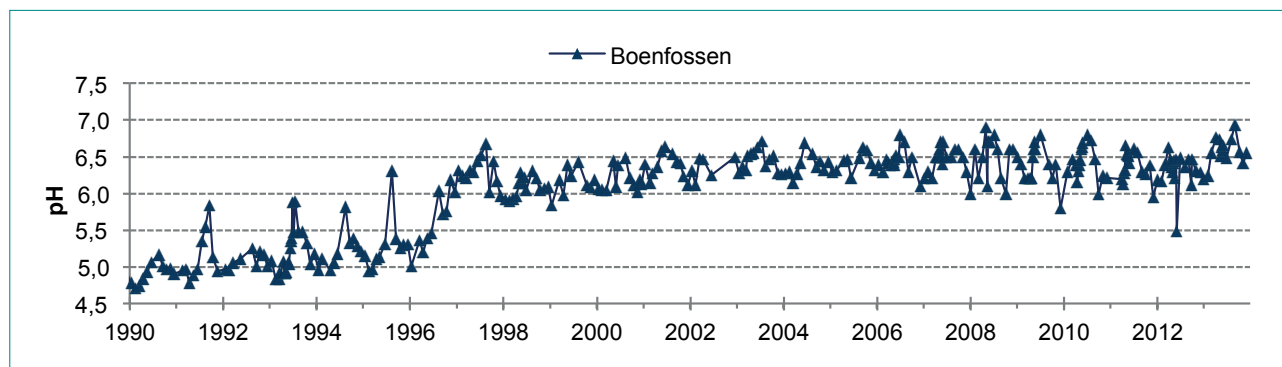


Figur 3. pH-utvikling ved Ogge på 10 m dyp for kalkingsperioden 1996–2013.

2.2 Langtidstrender

pH ved Boenfossen økte gradvis fram til fullkalking fra 1996, og er fra 1997 kommet opp i målområdet for vassdrags-

kalkingen (figur 4). pH er tidvis under 6,0. Det har trolig fortsatt sammenheng med flomsituasjoner i nedre del. Perioder med høy pH var spesielt utpreget i 2013.



Figur 4. pH-utvikling ved Boenfossen i perioden 1990–2013.

3. Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Tovdalsvassdraget i 2013.

4. Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Tovdalsvassdraget i 2013.

5. Vannvegetasjon

Det var ingen undersøkelser av vannvegetasjon i Tovdalsvassdraget i 2013.

6. Samlet vurdering

6.1 Vannkjemi

Vassdraget er fortsatt forsuret i øvre del, spesielt i Skjeggedalsgreina, mens den øvre, østre delen ligger nær en naturlig tilstand. pH i utløp Herefossfjorden viser at kalkingen i øvre del gir en god vannkvalitet. pH-målene på anadrom strekning nås, mens LAI-konsentrasjonene er for høye. Vi vil avvente resultatet av det omtalte pH-LAI-prosjektet før vi tolker denne situasjonen ytterligere.

6.2 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Den gode vannkvaliteten inn mot doseren ved Søre Herefoss har etterhvert redusert belastningen på denne. Når det gjelder situasjonen på anadrom strekning, vil vi avvente resultatet av det omtalte LAI-prosjektet før vi tolker den omtalte situasjonen over ytterligere.

7. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Tovdalsvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Tovdalselva v Boenfossen	449503	6456437	Kalket
Vannkjemi	2	Herefossfjord utløp	460204	6478496	Kalket
Vannkjemi	3	Herefossfjord innløp	461245	6488565	Kalket
Vannkjemi	4	Tveitvatn utløp	454358	6516849	Referanse
Vannkjemi	5	Skjeggedalsåna v Uldal	455949	6489861	Kalket
Vannkjemi	7	Skjeggedalsåna oppstr dos	448954	6513447	Referanse
Vannkjemi	20-23	Ogge, ulike dyp	447502	6477400	Kalket
Bunndyr	1	Skjeggedalsåna oppstr doserer	448602	6513490	Referanse
Bunndyr	2	Skjeggedalsåna nedstr doserer	449214	6512625	Kalket
Bunndyr	3	Tovdalselva v Åpål	458480	6510274	Referanse
Bunndyr	4	Tovdalselva v Bås	459912	6507100	Kalket
Bunndyr	5	Tovdalselva v Gauslå	464490	6493454	Kalket
Bunndyr	6	Tovdalselva v Hagen	459210	6476900	Kalket
Bunndyr	9	Skjeggedalsåna nedstr Vervatn	451367	6505604	Kalket
Bunndyr	10	Klepplandsåna	440307	6498223	Kalket
Bunndyr	11	Hovlandsåna nedstr Lisleatn	441959	6493600	Kalket
Bunndyr	12	Vatnedalsåna nedstr Vassvatn	445921	6502020	Referanse
Bunndyr	13	Vatnedalsåna oppstr Reiershøl	449080	6503098	Kalket
Bunndyr	14	Rettåna v Tverrdalen	454903	6486207	Kalket
Bunndyr	15	Tovdalselva v Flateland	455596	6499696	Kalket
Bunndyr	16	Tovdalselva v Årdalen	455467	6467845	Kalket
Bunndyr	17	Dikeelva v Flakk	453700	6466275	Kalket
Bunndyr	18	Hovlandsåna v Skåre	448900	6494510	Kalket
Bunndyr	19	Kateråsåna oppstr doserer	439470	6488485	Referanse
Begroing	SKØ	Skjeggedal øvre	448811	6513518	Referanse
Begroing	SKM	Skjeggedal midtre	449082	6513333	Kalket
Begroing	SKN	Skjeggedal nedre	449125	6512746	Kalket
Begroing	ÅPÅ	Åpål	458472	6510281	Referanse
Begroing	AUS	Austadkilen	459911	6507091	Kalket
Begroing	GAU	Gauslå nord	464396	6493374	Kalket
Begroing	HER	Herefossfjorden v Engbu	461694	6483056	Kalket
Begroing	SUN	Sundtjørnfossane	460061	6477986	Kalket
Begroing	MOL	Mollestad bru	452948	6465053	Kalket
Begroing	FIN	Finnslandsvatn	447852	6479981	Kalket
Begroing	MÅR	Mårvatn	447438	6479290	Kalket tidl.
Fisk	1	Herefossfjorden utløp	460279	6478943	Kalket
Fisk	2	Sundtjønn oppstr	460097	6478238	Kalket
Fisk	3	Sundtjønn nedstr	459429	6477529	Kalket

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Fisk	4	Kjærstrøm	458044	6473718	Kalket
Fisk	5	Liane	456558	6470542	Kalket
Fisk	6	Slettane	456134	6468737	Kalket
Fisk	7	Slogedalen	455467	6467837	Kalket
Fisk	8	Teinefoss/Nyhus	454734	6466928	Kalket
Fisk	9	Flakksvann innløp	454449	6466785	Kalket
Fisk	10	Flakksvann utløp	452959	6465031	Kalket
Fisk	11	Bjorhus	452099	6462862	Kalket
Fisk	12	Rugsland	452074	6461256	Kalket
Fisk	13	Grødum	451294	6458969	Kalket
Fisk	14	Tovdalselva v Boen	449322	6456016	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Tovdalsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdiksyd
Alk-E	Alkalitet i µekv/l	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	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	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
1	Boenfossen	02/01/13	6,19	1,40	0,058	29	116	81	35	5,9	2,32	0,31	1,97	0,20	2,96	1,66	135	420	9	2,52	58
1	Boenfossen	04/02/13	6,24	1,43	0,064	36	105	89	16	5,1	2,53	0,34	2,22	0,21	3,32	1,92	195	420	4	2,89	54
1	Boenfossen	04/03/13	6,55	2,08	0,094	67	92	77	15	4,9	2,71	0,34	2,12	0,26	3,19	1,89	175	525	9	2,78	89
1	Boenfossen	08/04/13	6,77	2,02	0,100	73	92	82	10	4,6	2,98	0,35	2,25	0,27	3,55	2,08	205	545	7	3,00	76
1	Boenfossen	06/05/13	6,74	2,15	0,105	79	91	74	17	4,8	2,34	0,26	1,55	0,24	2,16	1,48	160	390	6	2,35	99
1	Boenfossen	13/05/13	6,51	1,74	0,085	58	88	74	14		2,02										
1	Boenfossen	20/05/13	6,64	1,83	0,090	63	88	69	19		1,93										
1	Boenfossen	27/05/13	6,59	1,47	0,084	57	83	65	18		1,78										
1	Boenfossen	03/06/13	6,66	1,81	0,092	65	68	59	9	4,2	1,84	0,21	1,23	0,19	1,62	1,21	100	285	5	1,54	88
1	Boenfossen	01/07/13	6,49	1,48	0,076	48	88	83	5	5,8	1,70	0,21	1,32	0,15	1,62	1,22	59	84	7	1,20	77
1	Boenfossen	05/08/13	6,74	1,96	0,096	69	47	42	5	5,5	2,05	0,24	1,49	0,23	1,90	1,28	62	455	7	0,77	104
1	Boenfossen	02/09/13	6,94	2,01	0,110	84	33	27	6	4,2	2,12	0,24	1,32	0,18	1,73	1,32	71	270	2	0,60	101
1	Boenfossen	07/10/13	6,57	1,75	0,084	57	61	57	4	5,5	2,06	0,25	1,52	0,20	2,11	1,46	86	340	7	1,51	83
1	Boenfossen	04/11/13	6,41	1,59	0,072	44	90	84	6	5,7	2,08	0,25	1,64	0,21	2,36	1,50	98	320	4	2,20	72
1	Boenfossen	02/12/13	6,55	1,77	0,084	57	92	77	15	5,7	2,17	0,25	1,60	0,21	2,42	1,53	120	375	3	2,40	75
2	Herefossfjord utløp	07/01/13	6,17	1,44	0,061	32	100	89	11		1,92										
2	Herefossfjord utløp	04/02/13	6,07	1,28	0,059	30	107	96	11		1,99										
2	Herefossfjord utløp	04/03/13	6,44	1,56	0,078	50	102	93	9		2,03										
2	Herefossfjord utløp	02/04/13	6,22	1,58	0,074	46	102	90	12		2,12										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
2	Herefossfjord utløp	29/04/13	6,24	1,61	0,071	43	106	82	24		2,08										
2	Herefossfjord utløp	06/05/13	6,22	1,19	0,064	36	104	85	19		1,78										
2	Herefossfjord utløp*	02/06/13	6,45	1,39	0,073	45					1,56										
2	Herefossfjord utløp*	03/06/13					71	58	13												
2	Herefossfjord utløp	01/07/13	6,40	1,33	0,091	64	88	74	14		1,79										
2	Herefossfjord utløp	05/08/13	6,62	1,52	0,080	52	52	47	5		1,63										
2	Herefossfjord utløp	02/09/13	6,80	1,96	0,101	74	34	29	5		1,77										
2	Herefossfjord utløp	06/10/13	6,49	2,29	0,095	68	58	48	10		2,26										
2	Herefossfjord utløp	04/11/13	6,37	1,09	0,072	44	92	80	12		1,82										
2	Herefossfjord utløp	02/12/13	6,38	1,58	0,076	48	95	83	12		1,83										
2	Herefossfjord utløp	29/12/13	6,13	1,26			97	82	15		1,72										
3	Herefossfjord innløp	07/01/13	6,29	1,73	0,084	57	79	72	7		2,13										
3	Herefossfjord innløp	04/02/13	6,60	1,94	0,099	72	83	77	6		2,14										
3	Herefossfjord innløp	04/03/13	6,75	2,23	0,115	89	83	78	5		2,59										
3	Herefossfjord innløp	02/04/13	6,42	1,98	0,097	70	82	70	12		2,21										
3	Herefossfjord innløp	29/04/13	6,32	1,53	0,074	46	95	73	22		1,80										
3	Herefossfjord innløp	06/05/13	6,50	1,45	0,083	56	87	69	18		1,71										
3	Herefossfjord innløp*	02/06/13	6,59	1,57	0,086	59					1,45										
3	Herefossfjord innløp*	03/06/13					64	54	10												
3	Herefossfjord innløp	01/07/13	6,47	1,23	0,074	46	91	82	9		1,34										
3	Herefossfjord innløp	05/08/13	6,86	1,99	0,111	85	39	32	7		1,71										
3	Herefossfjord innløp	02/09/13	6,73	1,98	0,104	77	42	35	7		1,64										
3	Herefossfjord innløp	06/10/13	6,37	1,34	0,071	43	55	48	7		1,49										
3	Herefossfjord innløp	04/11/13	6,42	1,50	0,074	46	94	86	8		1,67										
3	Herefossfjord innløp	02/12/13	6,62	1,88	0,097	70	85	72	13		1,82										
3	Herefossfjord innløp	29/12/13	5,98	1,11			94	74	20		1,65										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Tveitvatn utløp	07/01/13	5,43	0,48	0,033	2	86	60	26	3,6	1,12	0,15	0,80	0,08	1,02	0,93	92	250	4	2,03	18
4	Tveitvatn utløp	04/02/13	5,66	0,57	0,040	10	78	54	24	3,4	1,16	0,16	0,87	0,12	1,12	1,07	115	280	<1	2,33	21
4	Tveitvatn utløp	04/03/13	5,74	0,63	0,044	14	72	55	17	3,0	1,19	0,17	0,90	0,13	1,14	1,14	120	260	3	2,27	23
4	Tveitvatn utløp	02/04/13	5,70	0,68	0,042	12	70	53	17	2,9	1,29	0,18	0,97	0,14	1,20	1,29	145	265	10	2,40	23
4	Tveitvatn utløp	28/04/13	5,40	0,44	0,030	0	101	65	36	3,5	1,17	0,15	0,85	0,16	1,11	1,01	120	290	1	1,91	15
4	Tveitvatn utløp	06/05/13	5,49	0,40	0,036	5	101	64	37	3,6	1,10	0,14	0,82	0,12	1,05	0,92	95	245	2	1,85	15
4	Tveitvatn utløp	03/06/13	5,60	0,39	0,037	6	80	60	20	3,9	0,91	0,12	0,70	0,10	0,81	0,75	64	230	3	1,26	19
4	Tveitvatn utløp	01/07/13	5,56	0,38	0,037	6	101	81	20	4,9	0,86	0,12	0,67	0,07	0,68	0,68	24	215	5	0,94	24
4	Tveitvatn utløp	05/08/13	6,02	0,45	0,041	11	42	34	8	3,4	0,88	0,12	0,71	0,11	0,83	0,81	31	225	4	0,28	23
4	Tveitvatn utløp	02/09/13	5,79	0,44	0,036	5	61	47	14	3,7	0,87	0,13	0,69	0,10	0,79	0,76	36	210	3	0,68	25
4	Tveitvatn utløp	07/10/13	5,62	0,44	0,036	5	71	54	17	4,0	0,95	0,13	0,73	0,10	0,90	0,78	53	240	3	1,18	21
4	Tveitvatn utløp	04/11/13	5,47	0,41	0,031	0	98	74	24	4,4	1,04	0,13	0,80	0,11	0,99	0,84	59	240	2	1,65	19
4	Tveitvatn utløp	02/12/13	5,79	0,52	0,038	8	78	54	24	3,4	1,01	0,14	0,76	0,10	1,00	0,93	100	230	2	1,72	19
4	Tveitvatn utløp	29/12/13	5,24	0,42	0,022	0					1,29									1,74	
5	Skjeggedalåna v Uldal	07/01/13	5,87	1,06	0,044	14	110	94	16		1,76										
5	Skjeggedalåna v Uldal	04/02/13	6,20	1,33	0,065	37	99	90	9		1,90										
5	Skjeggedalåna v Uldal	04/03/13	6,49	1,64	0,084	57	101	94	7		1,99										
5	Skjeggedalåna v Uldal	02/04/13	6,33	1,76	0,081	54	94	85	9		1,99										
5	Skjeggedalåna v Uldal	29/04/13	5,96	1,00	0,046	16	111	87	24		1,74										
5	Skjeggedalåna v Uldal	06/05/13	6,03	0,92	0,050	21	104	84	20		1,66										
5	Skjeggedalåna v Uldal*	02/06/13	6,47	1,49	0,073	45					1,71										
5	Skjeggedalåna v Uldal*	03/06/13					78	67	11												
5	Skjeggedalåna v Uldal	01/07/13	6,32	1,21	0,150	125	106	93	13		2,65										
5	Skjeggedalåna v Uldal	05/08/13	6,79	2,27	0,114	88	48	42	6		2,01										
5	Skjeggedalåna v Uldal	02/09/13	6,63	2,04	0,105	79	39	35	4		2,03										
5	Skjeggedalåna v Uldal	06/10/13	6,51	1,83	0,083	56	64	56	8		1,86										
5	Skjeggedalåna v Uldal	04/11/13	6,27	1,45	0,064	36	101	97	4		1,85										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
5	Skjeggedalsåna v Uldal	02/12/13	6,41	1,62	0,077	49	101	89	12		1,95										
5	Skjeggedalsåna v Uldal	29/12/13	5,87	1,10			106	83	23		1,85										
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	07/01/13	5,09	0,30	0,023	0	124	79	45	4,1	1,32	0,14	1,04	0,06	1,25	1,18	66	225	3	2,42	9
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	04/02/13	5,22	0,32	0,031	0	113	67	46	3,7	1,30	0,15	1,04	0,08	1,31	1,14	93	270	1	2,31	8
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	04/03/13	5,66	0,53	0,038	8	103	72	31	3,1	1,42	0,19	1,30	0,10	1,50	1,53	135	270	4	3,17	17
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	02/04/13	5,59	0,50	0,036	5	97	67	30	3,1	1,38	0,19	1,29	0,10	1,54	1,52	135	280	2	3,00	15
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	28/04/13	4,97	0,26	0,019	0	132	82	50	4,1	1,34	0,13	0,97	0,13	1,19	1,14	110	265	1	1,91	4
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	06/05/13	5,11	0,23	0,026	0	131	84	47	4,1	1,30	0,12	0,93	0,12	1,11	1,05	90	250	2	1,85	5
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	03/06/13	5,27	0,26	0,030	0	103	67	36	4,3	1,14	0,12	0,94	0,10	1,10	1,01	52	225	2	1,53	10
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	01/07/13	5,23	0,26	0,030	0	134	102	32	5,5	1,05	0,11	0,85	0,05	0,80	0,91	17	300	3	1,30	18
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	05/08/13	5,43	0,31	0,031	0	100	68	32	4,9	1,03	0,12	0,84	0,10	0,96	0,95	40	295	3	0,86	15
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	02/09/13	5,65	0,38	0,032	0	75	56	19	3,6	1,01	0,13	0,94	0,08	1,04	1,07	44	225	3	0,88	18
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	07/10/13	5,03	0,35	0,022	0	145	101	44	5,9	1,50	0,16	1,09	0,15	1,70	1,06	24	255	6	1,98	10
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	04/11/13	4,95	0,28	0,019	0	144	105	39	5,9	1,46	0,14	1,05	0,10	1,48	1,06	26	230	4	2,11	8
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	02/12/13	5,53	0,42	0,036	5	118	71	47	4,0	1,28	0,16	1,15	0,09	1,44	1,33	77	225	3	2,65	13
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	29/12/13	4,80	0,30	<0,010	0					1,80									1,86	

* To prøver i juni på st. 2, 3 og 5 er antatt å være én prøve i figur og ved beregning av middelværdier.

St. nr.	St. navn	Dato	Dyp	pH	Ca mg/l	Kond mS/m	Temp °C
20	Ogge	18/01/13	3	5,10	0,55	2,35	1,0
21	Ogge	18/01/13	10	6,07	1,44	2,53	3,6
22	Ogge	18/01/13	20	6,20	1,49	2,59	4,0
23	Ogge	18/01/13	40	6,51	1,52	2,84	4,0
20	Ogge	15/06/13	3	6,24	1,12	2,54	16,0
21	Ogge	15/06/13	10	5,94	1,32	2,38	6,6
22	Ogge	15/06/13	20	5,96	1,42	2,44	5,4
23	Ogge	15/06/13	40	6,04	1,52	2,57	5,0
20	Ogge	17/12/13	3	6,41	1,97	2,54	3,8
21	Ogge	17/12/13	10	6,05	1,94	2,59	3,8
22	Ogge	17/12/13	20	6,40	1,97	2,57	3,8
23	Ogge	17/12/13	40	6,41	1,96	2,63	3,8

9. Mandalsvassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø)

Ansvarlig overvåking vannvegetasjon: Susanne Schneider (NIVA)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

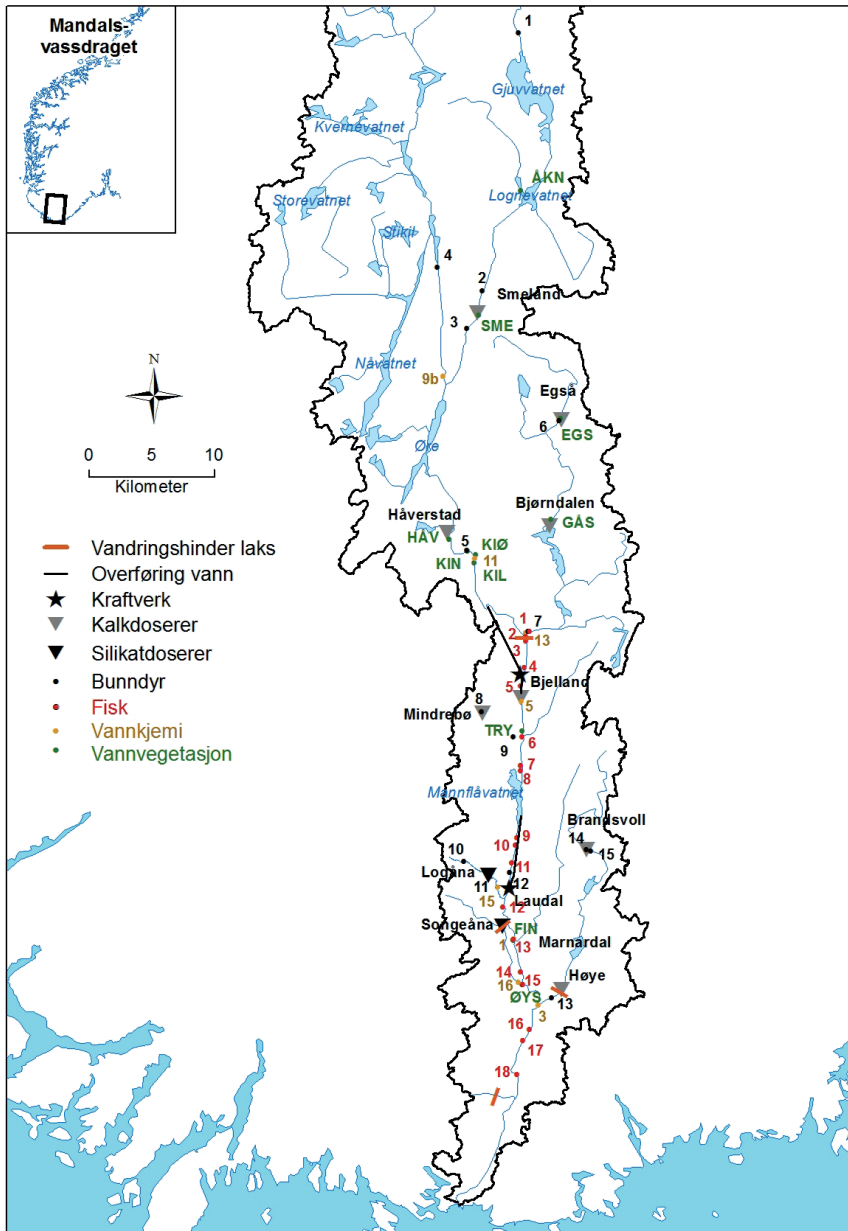
Fakta om Mandalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	022
Fylke:	Aust-Agder og Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	1809 km ²
Vassdragsregulering:	Omfattende reguleringer og interne overføringer, spesielt i øvre del.
Spesifikk avrenning:	47,6 l/s/km ²
Middelvannføring:	85,5 m ³ /s
Lakseførende strekning:	48 km, til Kavfossen oppstrøms Bjelland
Bakgrunn for tiltak:	Den opprinnelige laksebestanden i vassdraget, som tidligere var en av landets beste, antas å være utdødd pga. forsurening. Sjøauren har så langt overlevd, men tettheten av ungfisk er lav og mye av reproduksjonen skjer i sidebekkene.
Tiltaksplan:	Larsen og Haraldstad (1994)
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsureningsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål (2013):	Lakseførende strekning: 15/2-14/4: pH 6,2, 15/4-15/6: pH 6,4, 16/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. Vassdraget er fullkalket f.o.m. juni 1997. Det er tre store doserere i hovedelva og sju mindre doserere i sidevassdrag, men Smeland-anlegget ble stanset f.o.m. juni 2013. Anleggene Brandsvoll i Høyåna og Ekså har heller ikke i 2013 dosert kalk. To av sidevassdragene har silikatanlegg (Logåna fra 2002; Songåna fra 2009). I 2013 ble 13 innsjøer kalket.

Kalkforbruket i Mandalsvassdraget for de siste fem årene er vist i **tabell 1**. Seks doseringsanlegg tilførte samlet 4839 tonn VK3 (99 % CaCO₃-innhold) til dette vassdraget i 2013. Smeland-anlegget ble stoppet f.o.m. juni, og det var ikke dosering ved anleggene Ekså og Brandsvoll. Det ble dosert om lag like store mengder med Na-silikat fra anleggene Logåna og Songåna. Forbruket av silikat og kalk var noe mindre i 2013 enn de to foregående årene. Pga sein smoltutvandring ble perioden med pH-mål 6,4 forlenget til 15. juni.

Det falt 1586 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41200 Finsland i 2013, mot 1726 mm året før. Normalen for året er 1570 mm (met.no 2014). Det var store forskjeller i måned-snedbør dette året. Månedene april, mai, juni og desember var langt våtere enn normalen, og i juni og desember kom det 194 og 367 mm, som er hhv. 213 og 244 % av normal nedbørmengde. De fleste av månedene var tørrere enn normalt, særlig februar og juli (21 og 15 mm nedbør).

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO₃) og silikatforbruk (tonn Na-silikat) i Mandalsvassdraget for perioden 2009-2013. Antall kalkede innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	6474	3828	5620	5457	4791
Innsjøkalking	100	78	58 (12)	39 (6)	67 (13)
Sum kalkforbruk	6574	3906	5678	5496	4857
Silikatdoserere	132	79	211	264	199



Figur 1. Mandalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og begroingsalger. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

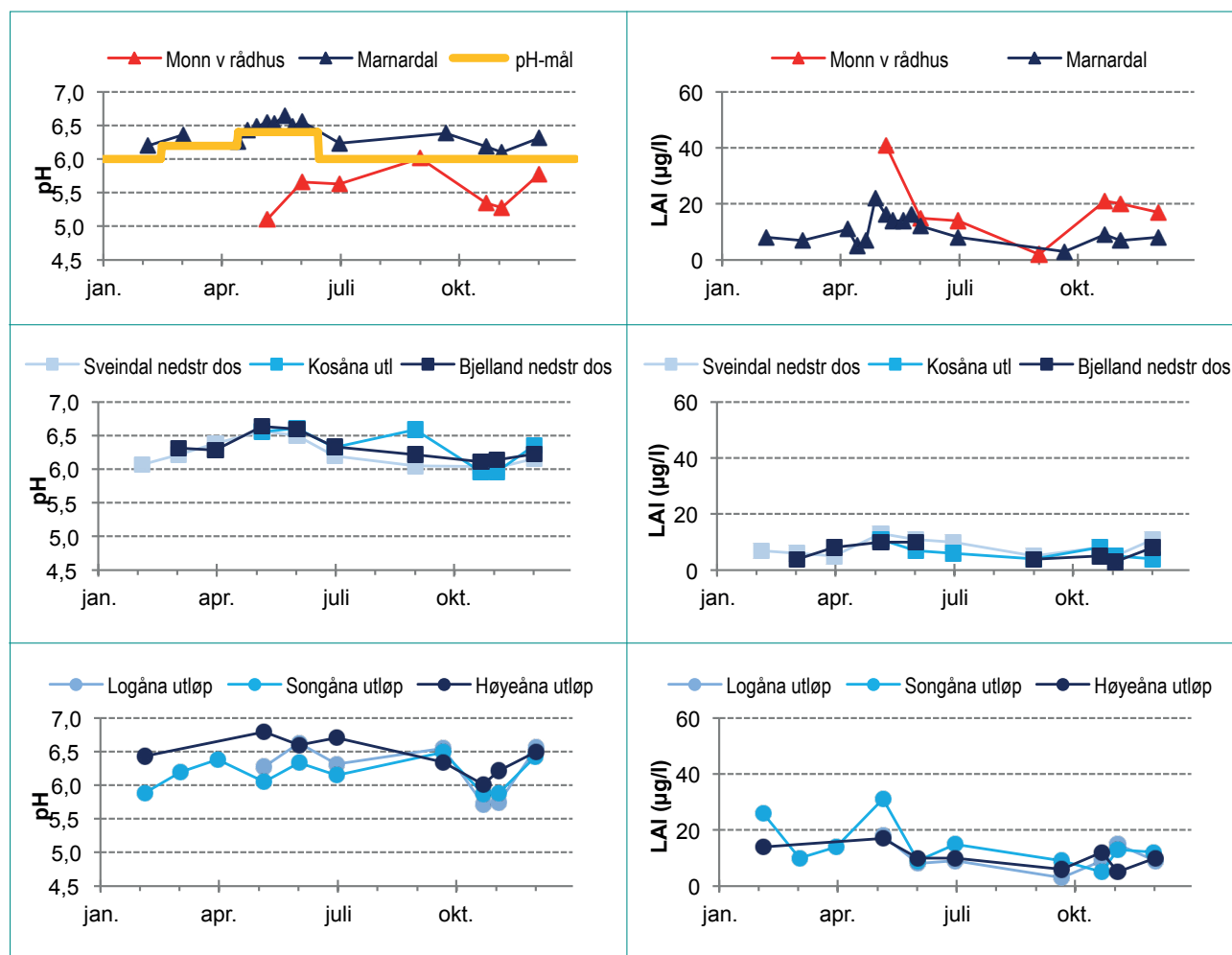
Medarbeidere: L. B. Skancke, T. Høgåsen og R. Høgberget (NIVA)

Mandalsvassdraget er forsuret og sterkt påvirket av kraftregulering. Fullkalking startet i 1997. Vannkjemiske undersøkelser er gjennomført helt fra starten, og det har også vært utprøving og seinere etablering av doseringsanlegg for silikat. Bakgrunnen for det har vært behov for raskere avgifting av aluminium.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Ved Monn, i Kosåna og i Logåna ble det bare tatt prøver fra 7. mai.

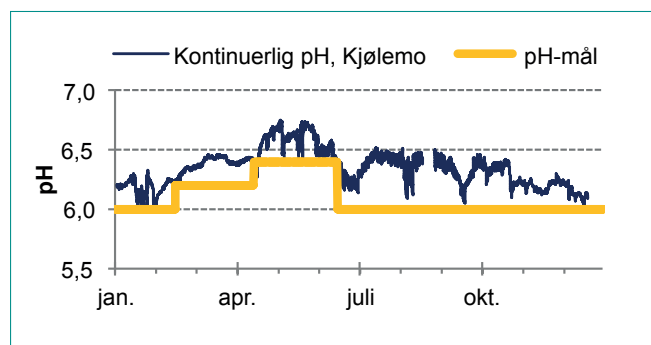
Vannkjemien ved referansestasjonen Monn viser tidvis forholdsvis lav pH, og konsentrasjonen av labilt Al var 41 µg/l i mai (**tabell 2, figur 2**). Forsuringspåvirkningen er imidlertid klart redusert, og middelkonsentrasjonen av ikke-marin sulfat ved Monn og Marnardal var hhv. 0,80 og 0,76 mg/l.



Figur 2. pH (venstre panel) og LAI (høyre panel) for diverse stasjoner i Mandalsvassdraget i 2013. pH-målet er også vist.

pH-målet ved Marnardal (stikkprøver) og Kjølmo (kontinuerlig måling) ble ikke underskredet i 2013 (**figur 2** og **figur 3**). Målingene viser at pH i lange perioder er godt over målet. LAI ved Marnardal var i deler av smoltifiseringsperioden over grenseverdien for god tilstand på 10 µg/l, til tross for at pH-målet ble nådd. Dette misforholdet skal undersøkes nærmere i 2014.

De fire nederste panelene i **figur 2** viser at pH på øvrige stasjoner med få unntak var over 6,0. Forholdsvis lav pH i Logåna og Songåna om høsten kan være akseptabelt så lenge silikatdoseringen holder LAI-konsentrasjonen lav. LAI-konsentrasjoner på 25–30 µg/l i Songåna tyder på at doseringen har vært for liten, mens pH nær 6,5 indikerer for høyt forbruk av silikat.



Figur 3. Kontinuerlig måling av pH ved Kjølmo i 2013 er vist sammen med pH-målet.

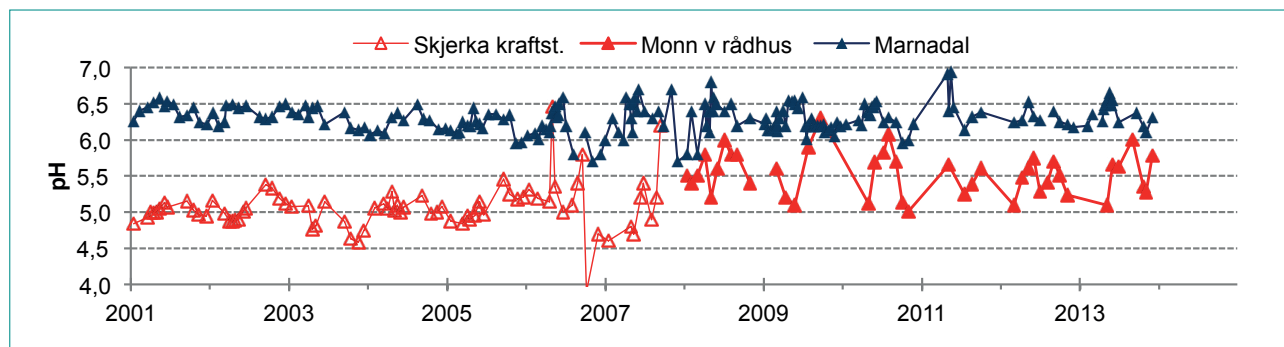
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Mandalsvassdraget i 2013.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
9b	Monn v rådhus	Mid	5,45	0,49	6	19	4,7	22
		Min	5,10	0,34	0	2	3,6	6
		Maks	6,01	0,77	15	41	5,7	32
		N	7	7	7	7	7	7
11	Sveindal nedstr dos	Mid	6,18	1,05	32	8		
		Min	6,02	0,76	25	5		
		Maks	6,57	1,36	46	13		
		N	10	10	10	10		
13	Kosåna utløp	Mid	6,25	1,50	43	6		
		Min	5,96	1,24	27	4		
		Maks	6,61	1,70	60	11		
		N	7	7	7	7		
5	Bjelland nedstr dos	Mid	6,29	1,27	39	7		
		Min	6,11	0,88	25	3		
		Maks	6,64	1,77	61	10		
		N	9	9	9	8		
15	Logåna utløp	Mid	6,10	1,65	48	10		
		Min	5,72	1,23	26	3		
		Maks	6,63	2,19	76	18		
		N	7	7	7	7		
1	Marnardal	Mid	6,35	1,34	42	10	4,1	52
		Min	6,10	0,92	26	3	2,9	36
		Maks	6,65	1,85	64	22	5,9	71
		N	15	16	15	16	9	9
16	Songåna utløp	Mid	6,11	1,67	39	14		
		Min	5,87	1,28	19	5		
		Maks	6,49	2,09	62	31		
		N	10	10	10	10		
3	Høyeåna utløp	Mid	6,38	1,67	49	11		
		Min	6,01	1,10	25	5		
		Maks	6,79	2,47	80	17		
		N	8	8	8	8		

2.2 Langtidstrender

pH på referansestasjonen (Skjerka kr.st. og deretter Monn) er variabel og viser at det fortsatt kan være surt i øvre deler av vassdraget, med pH i området 5,0 – 6,0 etter flytting til Monn i 2008 (**figur 4**).

I målområdet ved Marnardal har pH tidvis vært svært variabel, men har de siste tre årene ligget forholdsvis stabilt over 6,0.



Figur 4. pH-utvikling på referansestasjon og i målområdet i Mandalsvassdraget er vist for perioden 2001–2013. Referansestasjonen ble flyttet i 2008.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeidere: Laila Saksgård, Eva Ulvan, Vegard Ambjørndalen (NNA)

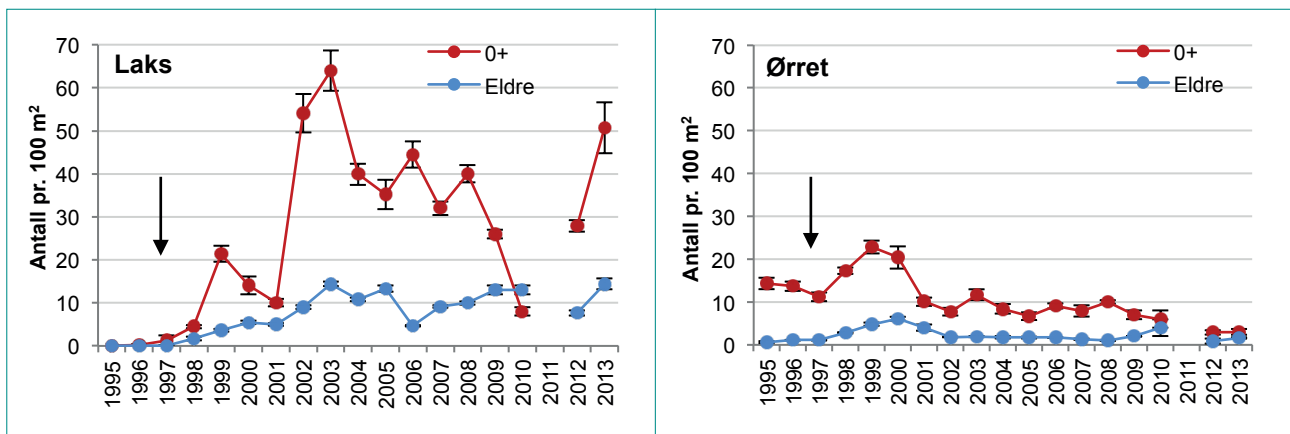
Den opprinnelige laksestammen i Mandalselva anses som tapt (Sivertsen 1989). Det ble imidlertid fanget en del laks i elva på 1970- og 1980-tallet, men det ble ikke påvist laksunger i noen del av vassdraget på den tiden (Saltveit 1980; 1984, Heggnes & Saltveit 1992). Mandalselva er sterkt berørt av vassdragsreguleringer, med to kraftverk i den lakseførende delen av elva. Den årlige overvåkingen av ungfisk av laks og ørret startet i 1995 i forbindelse med den planlagte kalkingen i vassdraget (Kaste mfl. 1998). I Mandalsvassdraget er det i perioden 2003–2010 lagt ut mer enn to millioner øyerogn i forbindelse med reetableringsprosjektet (Hesthagen 2011). Det meste ble lagt ut i Kosåna oppstrøms lakseførende strekning. Prosjektet er nå avsluttet og det er ikke lagt ut rogn i Mandalselva etter 2010.

3.1 Ungfiskundersøkelser

I 2013 ble det fanget laksunger på alle stasjonene som ble elfisket i Mandalselva med unntak av st 17, mens det ble fanget ørretunger på 11 av de 16 stasjonene som ble undersøkt (**tabell 3**). Ål ble registrert på fire av stasjonene. I tillegg ble det registrert trepigget stingsild på én stasjon i nedre del av vassdraget. Tettheten av både laksyngel (0+) og eldre laksunger var moderat i 2013 og på nivå med årene 2004–2008 (**figur 5**). Det var svært lav tetthet for alle årsklasser av ørretunger. Høy og stigende vannføring under elfisket fra Bjelland (stasjon 5) og ned til og med stasjon 18 har sannsynligvis påvirket fangbarheten og tetthetsestimatene negativt (**tabell 3**). To av stasjonene (9 og 10) ble ikke elfisket i 2013 på grunn av høy vannføring. Vanntemperaturen under gjennomføringen av elfisket i 2013 lå i øvre sjikt av det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Samtidig var ledningsevnen lav ($< 1,5$ mS/m, **vedlegg C**), og i elver med lav ledningsevne vil fangbarheten av fisk bli redusert når også vanntemperaturen er lav (Larsen mfl. 2010). Det kan derfor være en fordel å elfiske under noe høyere vann temperaturer enn det som er anbefalt. I Mandalselva tyder en lineær regresjon på at det er en god sammenheng mellom antall laks som er fanget under fisket i elva og tettheten av årsyngel året etter ($y=0,0099x + 2,3$ $r^2=0,57$).

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet av laks og ørret pr. 100 m² på 16 stasjoner i Mandalselva 3.-4.september 2013. I tillegg ble det fanget trepigget stingsild på satsjon 15.

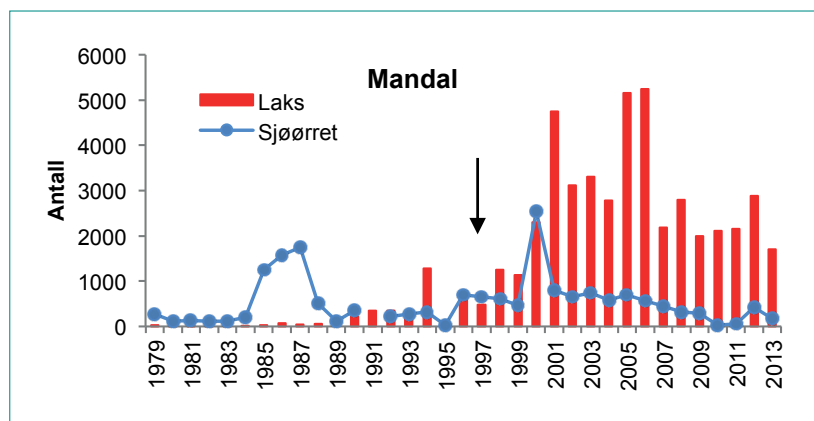
Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	31	11		7,4	26,8	6,1	4,0
2	125	99	3	1	38,4	51,7	0,7	1,7
3	125	149	16	3	78,0	55,3	0,7	12,9
4	100	83	0	1	74,0	26,8	0,0	0,0
5	100	51	0		46,1	1,7	0,0	0,0
6	66	9	3		35,0	0,0	9,1	0,0
7	100	1	1		0,0	0,9	4,0	0,0
8	102	10	12		9,8	2,0	11,1	2,0
9	ikke fisket							
10	ikke fisket							
11	128	16	0		30,0	0,7	0,0	0,0
12	100	41	6	1	41,5	11,3	4,8	3,3
13	100	19	1		48,7	0,0	2,0	0,0
14	119	18	1		38,8	0,0	1,7	0,0
15	120	156	10		183,6	12,7	7,6	0,8
16	80	44	1		99,4	31,9	2,5	0,0
17	102	0	0		0,0	0,0	0,0	0,0
18	120	2	0		4,31	0,0	0,0	0,0
Sum	1687	729	65	6				
Tetthet 1					50,7±5,93	14,4±1,3	3,2±0,8	1,6±0,2
Tetthet 2					45,9±46,8	14,0±18,9	3,0±3,6	1,5±3,3

**Figur 5.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Mandalselva i perioden 1995–2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl.(2006) og perioden 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

3.2 Fangststatistikk

På slutten av 1800-tallet ble det fanget over 20 tonn laks og sjørørret i Mandalselva, men allerede på begynnelsen av 1900-tallet var det en sterk nedgang i fangstene (Haraldstad og Hesthagen 2003). Lave fangster av laks, men noe mer sjørørret ble rapportert gjennom hele 1980- og 1990-tallet (**figur 6**). Fra 2000 begynte fangstene av laks å ta seg opp, og antallet har siden variert mellom to og fem tusen laks (5–12 tonn). Antall laks som ble fanget i 2013 er det laveste på 2000 tallet. I perioden 2009–2013 ble det fanget og

gjenutsatt mellom 23 og 583 laks som kommer i tillegg til avlivet fisk. Sjørørretfangstene har i perioden 2000–2013 variert fra 2500 individ i 2000 til bare 23 i 2010. I tillegg fanges det noe sjørørret som settes tilbake på elva, mellom 11 og 244 i perioden 2009–2013. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er gytebestandsmålet nådd for laksen i Mandalselva, og bestanden tåler sannsynligvis en høyere beskatning (Anon 2013). Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse siste fire år er beregnet til 100 %.



Figur 6. Antall laks og sjørørret fanget (avlivet) i Mandals-vassdraget i perioden 1979 til 2013. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

Andelen estimert rømt oppdrettsfisk (andelen brukt i simulering av gytebestand) i perioden 2000–2011 har ligget mellom 0 og 4 % (Anon 2013). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Mandalsvassdraget har ligget godt under dette, og gjennomsnittlig andel oppdrettsfisk for perioden 1998–2011 har vært 1,7 % (Johnsen 2012).

4. Bunndyr

Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

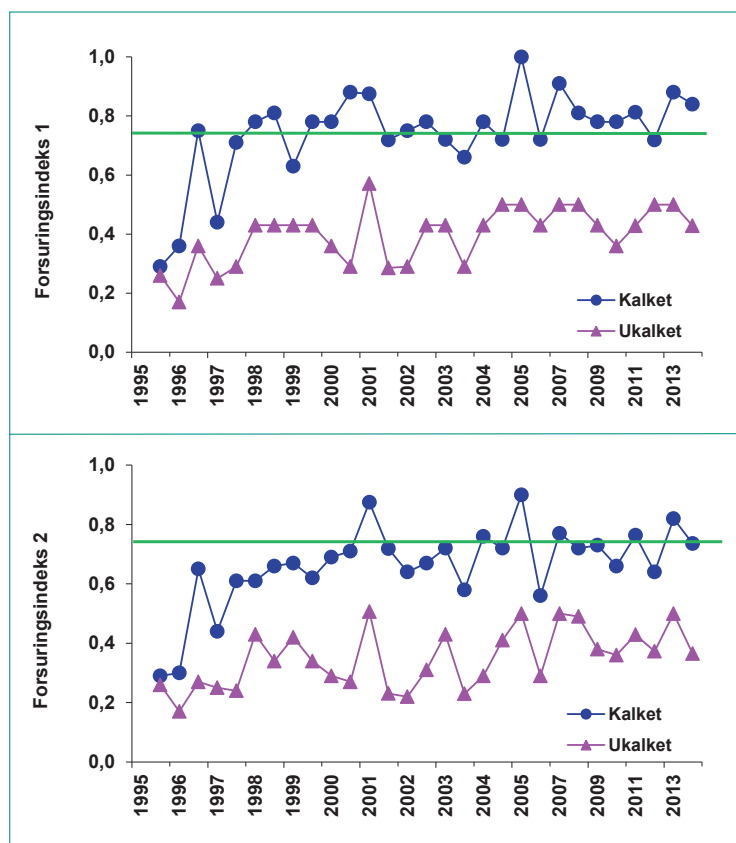
I 1995 ble det startet et program for systematisk bunndyr-overvåking av Mandalsvassdraget, med regelmessig prøvetaking vår og høst. Stasjonsnettet (**figur 1**), omfatter 8 kalkete lokaliteter og 7 ukalkete lokaliteter. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene med hensyn forsuringsskade og biologisk mangfold.

Det ble registrert 8 døgnfluearter, 14 steinfluearter, og 21 arter/slekter av vårflyer i Mandalsvassdraget i 2013 (**vedlegg D**). Det biologiske mangfoldet innen disse insektgruppene viser en økende trend. Sytten av de registrerte arter/slekter av bunndyr er sensitive overfor forsuring (Fjellheim og Raddum 1990). Artsmangfoldet innen de forsuringfølsomme bunndyrgruppene viser også en økende tendens over tid.

Våren 2013 var forsuringindeks 1 og 2 i den kalkete delen av vassdraget 0,88 og 0,82 (**figur 7**). Om høsten var indeksen noe lavere, henholdsvis 0,84 og 0,74. Disse verdiene

viser en bedring sammenlignet med 2011, men høstverdiene viser at kalkingen av vassdraget ennå ikke har gitt full respons i bunndyrsamfunnene. De ukalkete stasjonene viste skader både vår og høst. Om våren var både indeks 1 og 2 lik 0,50, d.v.s. moderat skadet. Om høsten var de ukalkete stasjonene sterkt skadet, indeks 1 og 2 lik 0,43 og 0,37 (**figur 7**). Lave indeks 2-verdiene viser at bestandene av sensitive døgnfluer har subletale skader. Dette viser at det vannkjemiske miljøet ligger så nær de kritiske grenseverdiene for arten at deler av bestanden er utslått. I Mandalsvassdraget har de forsuringssensitive bunndyrene hovedutbredelsen i elvas nedre deler. Døgnflueslekten *Baetis* er vanlig i denne delen av elva, med minimum tre registrerte arter i 2013: *B. rhodani*, *B. fuscatus/scambus*-gr. og *B. vernus/subalpinus*-gr. (**vedlegg D**). I de første årene etter at kalkingen startet var *Baetis* hovedsakelig tilstedeværende om høsten. Etter 2000 har denne slekten fått et sterkere fotfeste i vassdraget også om våren. Skadene på bunndyrsamfunnene var generelt store i de øvre delene av vassdraget.

Bunndyrsamfunnene i Mandalsvassdraget har generelt vist dårlig respons på kalkingen. Vi forventer en økning i både biologisk mangfold og utbredelse av sensitive bunndyr i Mandalsvassdraget dersom kalkingen av vassdraget opprettholdes. Andre kalkingsprosjekt viser at reetablering av fauna tar tid. Noen arter gir en rask respons på kalking mens andre bruker mange år på å etablere levedyktige bestander. Ferskvannssneglene, som er svært sensitive ovenfor både forsuring og lavt kalkinnhold (Økland 1990), gir gode eksempler på sistnevnte. I 2011 og 2013 ble det ikke registrert snegl i Mandalsvassdraget. I det tilgrensende Audnavassdraget, som ble kalket i 1985, har denne gruppen vist god respons (Fjellheim og Raddum 1995, Raddum og Fjellheim 2003).



Figur 7. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Mandalsvassdraget i perioden 1995–2013. V: vår, H: høst. Horisontale linjer angir grensen for god økologisk tilstand.

5. Begroing og makrovegetasjon

Forfatter: Susanne Schneider (NIVA)

Medarbeider: Therese Fosholt Moe (NIVA)

I forbindelse med kalking har NIVA utført rutinemessig overvåking av begroingsalger og makrovegetasjon hvert år fra 1996 til 2005, for så å gjenoppta overvåkingen annet hvert år fra 2011. For begroingsalger er resultatene fra alle undersøkelsene presentert i grafer nedenfor for lettere å kunne oppdage trender. Innsamling av prøver av begroingsalger ble gjennomført 5.–6. august 2013 på 8 elvelokaliteter, og makrovegetasjon ble undersøkt på ytterligere 3 stasjoner (figur 1).

5.1 Begroingsalger

Forsuringsindeksen AIP

Forsuringsindeksen AIP har en svakt stigende tendens for de fleste stasjonene siden 1996, også de som ikke er kalket (figur 8). Dette tyder på at forsuren i Mandalsvassdraget langsomt går tilbake og at pH langsomt er på vei oppover. Det finnes to unntak fra denne trenden: 1) den ukalkete stasjonen EGS har en mye lavere AIP-indeks i 2013 enn i 2011; dette tyder på episodisk forsuren i løpet av denne 2-årsperioden, og 2) GÅS har en lavere AIP-indeks i 2011 og 2013 enn i perioden 1996–2005. Årsaken er at GÅS tidligere ble kalket via Egsådoseren nedstrøms EGS. Denne

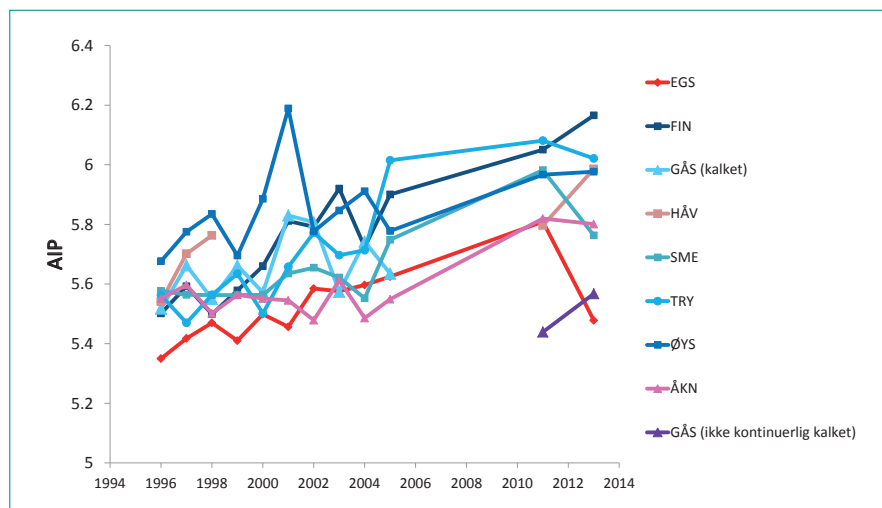
dosereren har imidlertid ikke vært i kontinuerlig drift de siste årene, og var helt avsluttet i 2012.

Den naturlige Ca-konsentrasjonen (oppstrøms doseren) i Mandalsvassdraget er < 1 mg/l, og TOC konsentrasjonen er som regel > 2 mg/l. Det betyr at grensen mellom moderat og dårlig tilstand for forsuren ligger på AIP = 5,57, mellom god og moderat tilstand på AIP = 5,75, og grensen mellom svært god og god tilstand på AIP = 5,93 (Schneider 2011). Dermed var den ukalkete stasjonen EGS i dårlig tilstand, mens GÅS var på grensen mellom dårlig og moderat tilstand. Både SME og ÅKN ligger rundt grensen mellom god og moderat tilstand. De resterende stasjonene var alle i svært god tilstand i 2013.

Generelt ser de tre nederste stasjonene i vassdraget (ØYS, FIN og TRY) ut til å ha en stabil høy AIP indeks. Dette tyder på at kalking har en stabil positiv virkning nederst i vassdraget. Både SME og HÅV ligger nokså tett opp til en kalkdoseren. Det er vanlig at den fulle virkningen av kalking på organismene først vises noen hundre meter nedstrøms doseren, slik at det er normalt at AIP indeksen på SME er et godt stykke lavere enn på de nederste stasjonene i vassdraget. Derimot er AIP indeksen på HÅV ganske høy og tyder på svært god økologisk tilstand med hensyn til forsuren. På denne stasjonen har imidlertid også PIT-indeksen økt kraftig i løpet av de siste to årene (se nedenfor), noe som betyr at stasjonen er utsatt for noe eutrofiering. Siden eutrofiering kan motvirke forsuren, er det mulig at en eksisterende effekt av forsuren på HÅV skjules av en samtidig pågående eutrofiering.

Mens AIP-indeksen på den ukalkete stasjonen ÅKN ligger på grensen mellom god og moderat tilstand (og så vidt har oppnådd god tilstand i 2013), gikk AIP-indeksen på EGS, som også er ukalket, drastisk ned i løpet av de siste to årene. Dette tyder på at vassdraget fremdeles er forsuret, og at noe av forsuringen skjer episodisk. Episodisk forsuring påvirker også kalkete stasjoner, særlig de som ligger lenger opp i

vassdraget (GÅS og SME). GÅS-stasjonen ligger nedstrøms dosereren ved Egså, som ikke lenger er i bruk. Dette ser ut til å ha ført til en gjenforsuring i elven, med den konsekvensen at mer forsuringfølsomme slekter som *Oedogonium* og *Bulbochaete*, som fantes på denne stasjonen fram til 2005, nå er forsvunnet.

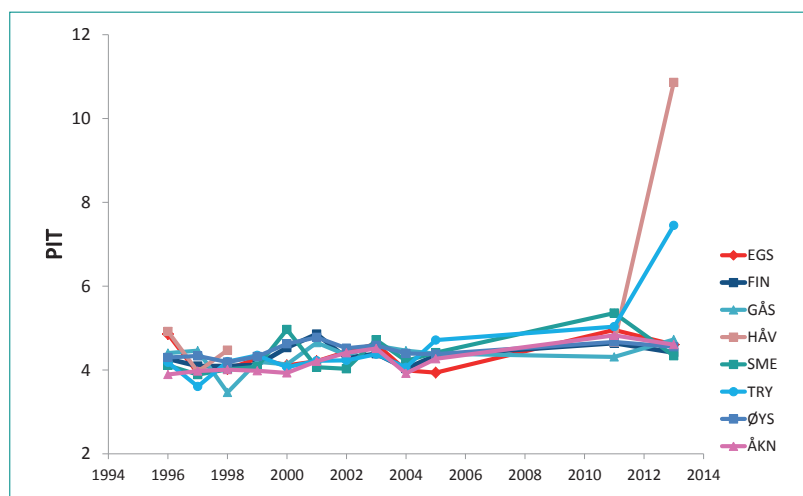


Figur 8. Forsuringsindeksen AIP (acidification index periphyton) på 8 elvestasjoner i Mandalsvassdraget fra 1996 til 2013. EGS: Egså; FIN: Finnsdalsbrua, Marnadal; GÅS: Gåseflåkilen; HÅV: Håverstad; SME: Smeland; TRY: Trygslund, Bjelland; ØYS: Øyslebø; ÅKN: Åknesstraumen ved Logna. Stasjonene ÅKN og EGS er ikke kalket, HÅV ligger bare en kort strekning nedstrøms dosereren, mens alle de andre stasjonene er kalket.

Eutrofieringsindeksen PIT

Eutrofieringsindeksen PIT er veldig svakt stigende for alle stasjoner (figur 9). Dette er mest sannsynlig en konsekvens av den nedadgående forsuringstrenden, fordi forsuring undertrykker effekten av eutrofiering. Det kan imidlertid også dreie seg om en effekt av en fremdeles ganske høy tilførsel av nitrogen gjennom nedbør, eller rett og slett en liten eutrofiering fra landbruk eller avløp fra små renseanlegg. På stasjonene TRY og HÅV var det en markant økning i PIT indeksen fra 2011 til 2013. Dette skyldes på HÅV funnet av

cyanobakterien *Geitlerinema splendidum*, og på TRY funnet av cyanobakterien *Oscillatoria limosa*. HÅV ligger nedstrøms utløpet til et kraftverk, mens det er kyr som beiter like ved TRY. På disse stasjonene kan endringen skyldes utslipp av fosfor, men begge to er fremdeles innenfor god økologisk tilstand (grensen mellom god og moderat ligger på PIT = 14,5). Med unntak av disse to stasjonene er alle andre i svært god tilstand med hensyn til eutrofiering, og har vært det siden 1996.



Figur 9. Eutrofieringsindeksen PIT (periphyton index of trophic status) på 8 elvestasjoner i Mandalsvassdraget fra 1996 til 2013. EGS: Egså; FIN: Finnsdalsbrua, Marnadal; GÅS: Gåseflåkilen; HÅV: Håverstad; SME: Smeland; TRY: Trygslund, Bjelland; ØYS: Øyslebø; ÅKN: Åknesstraumen ved Logna. Stasjonene ÅKN og EGS er ikke kalket, HÅV ligger bare en kort strekning nedstrøms dosereren, mens alle de andre stasjonene er kalket.

5.2 Makrovegetasjon

Makrovegetasjonen er i samsvar med resultatene for begroingsalger. Forekomst av elvetrappemose *Nardia compressa* på GÅS er en indikasjon på surt vann og støtter dermed opp under begroingsresultatene. Sammenliknet med 2011 har biomassen til *Nardia compressa* økt betydelig på GÅS. Sylblad *Subularia aquatica* ble ikke registrert i 2009 eller 2011, men ble funnet igjen på KIØ, selv om den bare var «svært sjelden». Dette er et godt tegn, men på grunn av den svært lave biomassen er arten fremdeles svært sårbar. Også tusenblad *Myriophyllum alterniflorum* og brasmegras *Isoetes* har gått tilbake siden 2005, og har hatt lav biomasse i både 2011 og 2013. Krypsiv *Juncus bulbosus* har gått tilbake sammenliknet med tidligere undersøkelser. Dette skyldes imidlertid mest sannsynlig tiltak som ble gjennomført mot krypsiv. Det ser ut som om tiltakene var vellykket med tanke på krypsivbiomassen, men dessverre kan disse tiltakene samtidig være årsaken til den lave biomassen av tusenblad, brasmegras og sylblad. Vegetasjonen på de stasjonene bør derfor overvåkes nøye med tanke på biodiversitet av makrofytter. Ellers ble det ikke observert store forandringer i vannvegetasjonen i forhold til tidligere undersøkelser.

6. Samlet vurdering

6.1 Vannkjemi

Vassdraget er fortsatt forsuret, men konsentrasjoner av ikke-marin sulfat på om lag 0,8 mg/l ved Monn og Marnardal viser at forsuringen i vassdraget har avtatt sterkt. Situasjonen kan være noe dårligere i sidevassdragene, men her kan ikke dette undersøkes siden det ikke måles full ionesammensetning. Vannkvaliteten etter kalking basert på oppnåelse av pH-mål var svært god i 2013.

I Logåna og Songåna var pH eller LAL tidvis for høy (NB ikke samtidig!). LAL bør være under 10 µg/l og pH bør være minst 5,8 ved optimal dosering.

6.2 Fisk

Generelt sett ser kalking av Mandalsvassdraget ut til å ha gitt økt produksjon av laksunger og større fangster under sportsfisket. Tettheten av både laksyngel og eldre laksunger var moderat i 2013, mens den var svært lav for alle årsklasser av ørretunger. Ål forekommer i et lite antall, og ble registrert på bare fire av elfiskestasjonene. Høy vannføring i store deler av elva under elfisket kan ha påvirket fangbarheten og tetthetsestimatene negativt. Fangstene av laks begynte å ta seg opp fra 2000 etter å ha vært svært lave i hele perioden 1980–2000. Sjøørretfangstene har på 2000-tallet variert fra 2500 individ i 2000 til bare 23 i 2010 I følge vitenskapelig råd for lakseforvaltning er gytebestandsmålet nådd for laksen i Mandalselva, og bestanden tåler sannsynligvis høyere beskatning dersom sjøoverlevelsen holder seg på samme nivå som i de senere år.

6.3 Bunndyr

Forsuringsindeksene i den kalkete delen av Mandalsvassdraget viser en stigende tendens, men gjenhenting av bunndyrsamfunnene er seinere enn i andre vassdrag i regionen. Situasjonen i den ukalkete delen av vassdraget er dårlig, og viser generelt at denne delen av vassdraget fremdeles er sterkt skadet. Dette viser at det fremdeles er behov for kalking av vassdraget.

6.4 Vannvegetasjon

Forsuringsindeksen AIP tyder på at forsuringen generelt har gått langsomt tilbake i Mandalsvassdraget siden 1996 og at kalking har en positiv virkning på begroingssamfunnet. Samtidig indikerer begroingssamfunnet ved Gåseflåkilen surt vann også i 2013. Forsuringsindeksen gikk også betydelig ned i løpet av de siste to årene ved både Smeland og Egså. Dette er en indikasjon på at periodiske forsuringsepisoder forekommer i vassdraget. Begroingsalger kan ikke forflytte seg for å unnsnippe slike episoder, og reagerer derfor også på kortsiktige episoder som er lett å overse med kjemiske målinger. Etter en slik episode kan det ta opp til flere år før begroingssamfunnet utvikles tilbake til et mindre surt samfunn. Resultatene fra begroingsalgene tyder på at kalkingen i Mandalsvassdraget bør fortsette, selv om den stigende trenden i AIP-indeksen indikerer at kalkingen på sikt vil kunne reduseres.

Forekomsten av makrovegetasjon er i samsvar med resultatene for begroingsalger. Forekomst av elvetrappemose *Nardia compressa* ved Gåseflåkilen er en indikasjon på surt vann og støtter dermed opp under begroingsresultatene. Krypsiv *Juncus bulbosus* har gått tilbake sammenliknet med tidligere undersøkelser. Dette skyldes imidlertid mest sannsynlig tiltak som ble gjennomført mot krypsiv. Disse tiltakene kan imidlertid samtidig være årsaken til den lave biomassen av tusenblad, brasmegras og sylblad.

6.5 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Resultatene tyder på at kalkingen i hovedvassdraget i 2013 har vært optimal og gitt gode forhold for fisk, bunndyr og vannvegetasjon. Noe høyt kalkforbruk i perioden fra 1. juni og ut året kan man kanskje bestrebe seg på å unngå.

Avsluttet kalking i sidegreiner og episodisk forsuring kan gi effekter i retning reforsuring og skape økologisk ustabilitet. Det understreker behovet for kalkingstiltak i vassdraget.

Doseringen av silikat bør optimaliseres i Logåna og Songåna slik at LAL reduseres tilstrekkelig og slik at det ikke brukes for mye silikat.

7. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Mandalsvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Marnardal	413351	6453264	Kalket
Vannkjemi	3	Høyeåna utløp	415319	6447967	Kalket
Vannkjemi	5	Bjelland nedstr doserer	413972	6472391	Kalket
Vannkjemi	9b	Monn v rådhus	407649	6498499	Referanse
Vannkjemi	11	Sveindal nedstr doserer	410200	6483886	Kalket
Vannkjemi	13	Kosåna utløp	414319	6477902	Kalket
Vannkjemi	15	Logåna utløp	412074	6457410	Kalket
Vannkjemi	16	Songåna utløp	413729	6449801	Kalket
Bunndyr	1	Juvatnet innløp	413725	6526094	Referanse
Bunndyr	2	Smeland oppstr kalking	410799	6505366	Referanse
Bunndyr	3	Smeland nedstr kalking	409585	6502352	Kalket
Bunndyr	4	Bredlandsvatnet utløp	407225	6507256	Referanse
Bunndyr	5	Mandalselva v Sveindal	409558	6484496	Kalket
Bunndyr	6	Breidsåna	416998	6494949	Referanse
Bunndyr	7	Kosåna	414506	6478002	Kalket
Bunndyr	8	Mindrebo oppstr kalking	410770	6471539	Referanse
Bunndyr	9	Mindrebo nedstr kalking	413295	6469499	Kalket
Bunndyr	10	Laudal oppstr kalking	409325	6459501	Referanse
Bunndyr	11	Sveinall nedstr kalking	411407	6458229	Kalket
Bunndyr	12	Dyråsen	413040	6458589	Kalket
Bunndyr	13	Høgeåna	416373	6448531	Kalket
Bunndyr	14	Livann oppstr kalking	419182	6460455	Referanse
Bunndyr	15	Livann oppstr kalking	419536	6460326	Kalket
Begroing	EGS	Egså	417111	6495117	Referanse
Begroing	FIN	Finnsdalsbrua, Marnardal	413336	6453167	Kalket
Begroing	GÅS	Gåseflåkilen	416326	6487032	Kalket
Begroing	HÅV	Håverstad	408167	6485412	Kalket
Begroing	SME	Smeland	410517	6503447	Kalket
Begroing	TRY	Trysland, Bjelland	414011	6469996	Kalket
Begroing	ØYS	Øyslebø	414016	6449625	Kalket
Begroing	ÅKN	Åknesstraumen v Logna	413875	6513438	Referanse
Makroveg.	KIL	Kilen, nedstrs brua v Sveindal	410162	6483510	Kalket
Makroveg.	KIØ	Kilen Ø, oppstr brua v Sveindal	410282	6484133	Kalket
Makroveg.	KIN	Kilen N, Sveindal	409621	6484481	Kalket
Fisk	1	Kosåna 1	414327	6477919	Kalket
Fisk	2	Kosåna 2	414347	6477519	Kalket
Fisk	3	Foss	414344	6477175	Kalket
Fisk	4	Sunde	414239	6475075	Kalket

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Fisk	5	Bjelland kraftst utløp	413913	6473648	Kalket
Fisk	6	Hesså	414006	6469460	Kalket
Fisk	7	Stronda oppstr	413966	6467218	Kalket
Fisk	8	Stronda oppstr	413888	6466792	Kalket
Fisk	9	Terskelområde/Grustak	413656	6461380	Kalket
Fisk	10	Terskelområde	413482	6460738	Kalket
Fisk	11	Kleveland	413231	6459427	Kalket
Fisk	12	Kåland	412532	6455666	Kalket
Fisk	13	Madlan	413338	6453163	Kalket
Fisk	14	Helland	413866	6450609	Kalket
Fisk	15	Usland	414084	6449561	Kalket
Fisk	16	Holmesland oppstr	414637	6446035	Kalket
Fisk	17	Holmesland	414073	6445027	Kalket
Fisk	18	Brinsdal	413572	6442411	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Mandalsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdiosyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Marnardal	04/02/13	6,20	0,96	0,060	31	72	64	8	3,8	1,60	0,18	1,33	0,14	2,06	1,01	100	320	5	1,58	38
1	Marnardal	04/03/13	6,36	1,14	0,065	37	57	50	7	2,9	1,42	0,15	1,06	0,11	1,63	0,85	92	265	6	1,28	48
1	Marnardal	08/04/13		1,22			63	52	11	2,9	1,59	0,16	1,14	0,12	1,81	0,96	105	265	3	1,41	48
1	Marnardal	15/04/13	6,26	1,24	0,062	34	65	60	5		1,79										
1	Marnardal	22/04/13	6,43	1,50	0,072	44	88	81	7		1,95										
1	Marnardal	29/04/13	6,48	1,52	0,075	47	95	73	22		1,97										
1	Marnardal	07/05/13	6,55	1,54	0,078	50	77	61	16	3,6	1,90	0,19	1,37	0,21	2,05	1,09	155	335	7	1,53	66
1	Marnardal	13/05/13	6,53	1,63	0,088	61	87	73	14		1,93										
1	Marnardal	21/05/13	6,65	1,85	0,091	64	80	66	14		1,84										
1	Marnardal	27/05/13	6,48	1,67	0,084	57	73	57	16		1,75										
1	Marnardal	03/06/13	6,56	1,59	0,084	57	58	46	12	3,6	1,75	0,17	1,19	0,21	1,76	1,01	130	355	7	1,07	71
1	Marnardal	02/07/13	6,24	1,27	0,061	32	84	76	8		1,93										
1	Marnardal	22/09/13	6,38	1,13	0,060	31	71	68	3	5,2	1,47	0,17	1,13	0,15	1,50	0,98	85	320	6	1,24	55
1	Marnardal	23/10/13	6,19	0,92	0,058	29	71	62	9	4,8	1,50	0,16	1,07	0,17	1,61	1,01	105	320	13	1,41	36
1	Marnardal	04/11/13	6,10	1,18	0,061	32	102	95	7	5,9	1,69	0,21	1,48	0,24	2,08	1,17	105	320	7	1,85	56
1	Marnardal	03/12/13	6,31	1,09	0,055	26	80	72	8	4,5	1,49	0,16	1,14	0,16	1,68	0,98	105	290	4	1,52	46
3	Høyedåna utløp	04/02/13	6,43	1,81	0,078	50	100	86	14		3,27										
3	Høyedåna utløp	07/05/13	6,79	2,47	0,106	80	94	77	17		3,57										
3	Høyedåna utløp	03/06/13	6,60	1,75	0,077	49	82	72	10		2,97										
3	Høyedåna utløp	02/07/13	6,70	1,96	0,099	72	84	74	10		2,89										
3	Høyedåna utløp	22/09/13	6,34	1,18	0,060	31	71	65	6		2,64										
3	Høyedåna utløp	23/10/13	6,01	1,10	0,054	25	94	82	12		2,74										
3	Høyedåna utløp	04/11/13	6,22	1,36	0,065	37	103	98	5		2,89										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
3	Høyåna utløp	03/12/13	6,50	1,76	0,073	45	97	87	10		3,17										
5	Bjelland nedstr dos	04/03/13	6,31	1,18	0,066	38	56	52	4		1,38										
5	Bjelland nedstr dos	01/04/13	6,28	1,28	0,067	39	61	53	8		1,53										
5	Bjelland nedstr dos	07/05/13	6,64	1,77	0,088	61	69	59	10		1,89										
5	Bjelland nedstr dos	03/06/13	6,60	1,53	0,080	52	61	51	10		1,62										
5	Bjelland nedstr dos	02/07/13	6,33	1,28	0,068	40					1,47										
5	Bjelland nedstr dos	02/09/13	6,22	0,88	0,055	26	43	39	4		1,16										
5	Bjelland nedstr dos	23/10/13	6,11	1,22	0,065	37	99	94	5		1,71										
5	Bjelland nedstr dos	04/11/13	6,14	1,25	0,065	37	105	102	3		1,65										
5	Bjelland nedstr dos	03/12/13	6,23	1,00	0,054	25	74	66	8		1,37										
9b	Monn v rådhus	07/05/13	5,10	0,34	0,021	0	114	73	41	3,6	1,50	0,15	1,15	0,20	1,77	0,92	125	265	3	1,28	6
9b	Monn v rådhus	03/06/13	5,66	0,41	0,038	8	84	69	15	4,5	1,01	0,12	0,88	0,14	0,96	0,81	28	220	6	0,36	26
9b	Monn v rådhus	02/07/13	5,63	0,42	0,038	8	95	81	14	5,6	0,99	0,12	0,90	0,09	0,77	0,90	<1	190	3	<0,04	32
9b	Monn v rådhus	02/09/13	6,01	0,58	0,045	15	46	44	2	4,0	1,11	0,15	0,95	0,16	1,12	1,10	6	175	2	0,06	32
9b	Monn v rådhus	23/10/13	5,35	0,42	0,033	2	91	70	21	5,3	1,22	0,14	0,86	0,16	1,22	0,89	80	280	5	1,49	15
9b	Monn v rådhus	04/11/13	5,28	0,49	0,033	2	104	84	20	5,7	1,28	0,15	0,94	0,14	1,34	0,90	61	250	6	1,49	20
9b	Monn v rådhus	03/12/13	5,78	0,77	0,037	6	84	67	17	3,9	1,49	0,19	1,20	0,15	1,77	1,33	115	250	3	1,76	24
11	Sveindal nedstr dos	04/02/13	6,07	0,86	0,054	25	58	51	7		1,20										
11	Sveindal nedstr dos	04/03/13	6,22	0,95	0,062	34	57	51	6		1,28										
11	Sveindal nedstr dos	01/04/13	6,38	1,17	0,064	36	56	51	5		1,39										
11	Sveindal nedstr dos	07/05/13	6,57	1,36	0,073	45	70	57	13		1,67										
11	Sveindal nedstr dos	03/06/13	6,50	1,36	0,074	46	57	46	11		1,51										
11	Sveindal nedstr dos	02/07/13	6,20	0,99	0,057	28	68	58	10		1,28										
11	Sveindal nedstr dos	02/09/13	6,05	0,76	0,055	26	48	43	5		1,15										
11	Sveindal nedstr dos	23/10/13	6,04	1,00	0,057	28	84	76	8		1,38										
11	Sveindal nedstr dos	04/11/13	6,02	0,98	0,057	28	87	82	5		1,34										
11	Sveindal nedstr dos	03/12/13	6,16	1,10	0,055	26	70	59	11		1,55										
13	Kosåna utløp	07/05/13	6,56	1,65	0,080	52	85	74	11		1,90										
13	Kosåna utløp	03/06/13	6,61	1,70	0,084	57	68	61	7		1,72										
13	Kosåna utløp	02/07/13	6,32	1,43	0,072	44	91	85	6		1,51										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
13	Kosåna utløp	02/09/13	6,59	1,70	0,087	60	54	50	4		1,68										
13	Kosåna utløp	23/10/13	5,96	1,26	0,056	27	106	98	8		1,79										
13	Kosåna utløp	04/11/13	5,96	1,24	0,056	27	118	113	5		1,71										
13	Kosåna utløp	03/12/13	6,35	1,52	0,063	35	111	107	4		1,87										
15	Logåna utløp	07/05/13	6,27	1,34	0,058	29	86	68	18		2,91										
15	Logåna utløp	03/06/13	6,63	2,05	0,103	76	58	50	8		3,47										
15	Logåna utløp	02/07/13	6,31	1,67	0,080	52	75	66	9		2,83										
15	Logåna utløp	22/09/13	6,55	1,82	0,088	61	61	58	3		3,28										
15	Logåna utløp	23/10/13	5,72	1,23	0,056	27	161	152	9		3,01										
15	Logåna utløp	04/11/13	5,75	1,25	0,055	26	129	114	15		3,13										
15	Logåna utløp	03/12/13	6,56	2,19	0,089	62	61	52	9		3,86										
16	Songåna utløp	04/02/13	5,88	1,36	0,055	26	119	93	26		3,63										
16	Songåna utløp	04/03/13	6,20	1,97	0,076	48	90	80	10		4,29										
16	Songåna utløp	01/04/13	6,38	2,09	0,078	50	84	70	14		4,36										
16	Songåna utløp	07/05/13	6,05	1,43	0,048	19	106	75	31		3,58										
16	Songåna utløp	03/06/13	6,33	1,85	0,074	46	81	72	9		3,66										
16	Songåna utløp	02/07/13	6,15	1,28	0,062	34	105	90	15		2,97										
16	Songåna utløp	22/09/13	6,49	1,96	0,089	62	81	72	9		3,46										
16	Songåna utløp	23/10/13	5,87	1,33	0,058	29	142	137	5		3,23										
16	Songåna utløp	04/11/13	5,88	1,34	0,058	29	136	123	13		3,32										
16	Songåna utløp	02/12/13	6,42	2,08	0,077	49	97	85	12		4,02										

Vedlegg C. Primærdata – fisk i Mandalsvassdraget 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Mandalselva 3.-4. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og konduktivitet (Kond) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved Kjølema var 40–53 m³/s og ved Bjelend 50–60 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m ²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Snitt	Lengde (mm)		
			1. omg	2. omg	3. omg					SD	min	max
st. 1	14,1 °C	0+	5	1	1	7	7,4	0,63	58,3	3,8	51	62
100 m ²	0,98 mS/m	>0+	13	9	2	24	26,8	0,53	112,9	18,9	88	157
st. 2	14,7 °C	0+*	21	16	14	51	38,4	0,46	51,0	4,5	42	62
125 m ²	0,97 mS/m	>0+	23	16	9	48	51,7	0,36	96,7	12,2	72	136
st. 3	16,0 °C	0+	44	33	8	85	78,0	0,50	56,2	3,7	49	65
125 m ²	0,85 mS/m	>0+	42	13	9	64	55,3	0,58	100,7	12,9	80	134
st. 4	16,0 °C	0+	29	21	9	59	74,0	0,41	48,8	4,4	41	65
100 m ²	0,93 mS/m	>0+	15	5	4	24	26,8	0,53	94,4	12,2	77	129
st. 5	14,7 °C	0+*	15	14	20	49	46,1	0,39	45,6	3,4	39	52
100 m ²	0,65 mS/m	>0+*	0	1	1	2	1,7	0,51	92,5	0,7	92	93
st. 6**	14,7 °C	0+	9	5,5	3,4	17,8	35,0	0,39	49,8	3,2	45	54
66 m ²	1,07 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 7**	14,6 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
100 m ²	0,65 mS/m	>0+	1	0,5	0,2	1,7	2,0	0,51	87,0	-	87	87
st. 8*	14,6 °C	0+	6	2	1,2	9,2	9,8	0,58	45,0	5,4	37	53
102 m ²	0,66 mS/m	>0+	2	0	0	2	2,0	1,00	98,5	4,9	95	102
st. 11**	15,5 °C	0+	15	9,2	5,6	29,7	30,0	0,46	51,5	3,9	43	57
128 m ²	1,17 mS/m	>0+	1	0,5	0,2	1,7	1,5	0,51	99	-	99	99
st. 12**	16,0 °C	0+	26	8	4,9	38,9	41,5	0,60	44,0	3,2	36	50
100 m ²	1,09 mS/m	>0+	4	3	1,5	8,5	11,3	0,37	78,0	4,5	72	86
st. 13**	16,0 °C	0+	19	11,6	7,1	37,7	48,7	0,46	38,9	2,5	35	45
100 m ²	1,18 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 14**	16,3 °C	0+	18	11,0	6,7	35,7	38,8	0,46	43,7	3,3	38	49
119 m ²	1,20 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 15	16,3 °C	0+	59	56	27	142	183,6	0,29	43,2	4,0	36	54
120 m ²	1,42 mS/m	>0+	8	5	1	14	12,7	0,57	81,4	7,4	71	95
st. 16**	16,3 °C	0+	31	18,9	11,5	61,4	99,4	0,46	42,0	2,8	37	48
80 m ²	0,87 mS/m	>0+	13	6,4	3,1	22,5	31,9	0,51	88,8	18,5	65	118

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m ²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Snitt	Lengde (mm)		
			1. omg	2. omg	3. omg					SD	min	max
st. 17**	15,8 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
102 m ²	1,29 mS/m	>0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
st. 18**	15,8 °C	0+	2	1,2	0,7	4,3	3,4	0,46	43,5	2,1	42	45
120 m ²	1,28 mS/m	>0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Totalt		0+	299	208,3	120,1	50,7	5,9	0,36	47,4	6,2	35	65
1687 m ²		>0+	122	59,4	31,1	14,4	1,3	0,50	97,4	15,6	65	157

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Mandalselva 3.-4. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og konduktivitet (Kond) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved Kjølema var 40–53 m³/s og ved Bjelland 50–60 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)		
			1.omg	2.omg	3. omg	Totalt				SD	min	max
st. 1	14,1 °C	0+*	2	1	4	7	6,1	3,6	0,50	4,1	53	65
100 m²	0,98 mS/m	>0+	3	1	0	4	4,0	0,5	0,78	48,6	117	218
st. 2	14,7 °C	0+*	0	0	1	1	0,7	1,1	0,50	-	62	62
125 m²	0,97 mS/m	>0+	1	1	0	2	1,7	1,2	0,57	1,4	102	104
st. 3	16,0 °C	0+*	0	0	1	1	0,7	1,1	0,50	-	55	55
125 m²	0,85 mS/m	>0+	9	5	1	15	12,9	2,6	0,60	18,0	88	162
st. 4	16,0 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
100 m²	0,93 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 5	14,7 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
100 m²	0,65 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 6**	14,7 °C	0+	3	1,5	0,8	5,3	9,1	5,3	0,50	1,7	41	44
66 m²	1,07 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 7**	14,6 °C	0+	1	0,5	0,3	1,8	2,0	2,0	0,50	-	53	53
100 m²	0,65 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 8**	14,6 °C	0+	8	2	1	11	11,1	1,6	0,68	4,3	40	56
102 m²	0,66 mS/m	>0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	0,7	100	101
st. 11	15,5 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
128 m²	1,17 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 12**	16,0 °C	0+	3	1	0,5	4,5	4,8	1,6	0,62	1,7	45	48
100 m²	1,09 mS/m	>0+	1	1	0,4	2,4	3,3	7,1	0,34	23,3	79	112
st. 13**	16,0 °C	0+	1	0,5	0,3	1,8	2,0	2,0	0,50	-	49	49
100 m²	1,18 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 14**	16,3 °C	0+	1	0,5	0,3	1,8	1,7	1,7	0,50	-	45	45
119 m²	1,20 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 15	16,3 °C	0+	7	2	0	9	7,6	0,5	0,80	4,7	40	52
120 m²	1,42 mS/m	>0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	-	81	81
st. 16**	16,3 °C	0+	1	0,5	0,3	1,8	2,5	2,5	0,50	-	52	52
80 m²	0,87 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 17**	15,8 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
102 m²	1,29 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m ²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Snitt	Lengde (mm)		
			1.omg	2.omg	3. omg					SD	min	max
st. 18**	15,8 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
120 m ²	1,28 mS/m	>0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Totalt		0+	27	9,5	9,3	3,2	0,8	0,46	49,7	6,7	40	65
1687 m ²		>0+	17	8	1,4	1,6	0,2	0,65	112,2	30,3	79	218

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg D. Primærdata – bunndyr i Mandalsvassdraget 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalsvassdraget 11.06.2013

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Nematoda		1	3	1	5								1		1
	Oligochaeta		21	24	8	20	9		4	7	3	6	6	5	10	17
	Acari	3	4		31	2	5	1	1	12	5	4	1	1	12	2
	Hirudinea															
***	<i>Erpobdella octoculata</i>												1			
	Bivalvia															
*	<i>Pisidium</i> sp.					12	3			17	1			13	2	3
	Zygoptera															
	<i>Caleopteryx virgo</i>									1						
	Ephemeroptera															
***	<i>Baetis rhodani</i>							43		73	14	124	1	13	6	
***	<i>Baetis fuscatus/scambus</i>									15				7		14
***	<i>Baetis subalpinus/vernus</i>							2			42	20			9	35
***	<i>Baetis</i> sp.									21	315			10		38
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>							1						10		
**	<i>Siphonurus</i> sp.			1		1										
	<i>Leptophlebia vespertina</i>					2			1	1	3				1	
	<i>Leptophlebia marginata</i>												1			
	Plecoptera															
	<i>Amphinemura borealis</i>	1	121	1	32			18		3			15	6		1
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>		3	1					2		1		3			
	<i>Amphinemura standfussi</i>		1							1	1	2				
	<i>Nemoura cinerea</i>	2							4							
	<i>Nemurella pictetii</i>								2							
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>		9	2	5	1	10			10	5	12	4	6	7	39
	<i>Brachyptera risi</i>	4	2													
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		2													
**	<i>Diura nanseni</i>													1		
**	<i>Diura</i> sp.												2			
**	<i>Isoperla grammatica</i>	1	2		2						8	1				18
	Trichoptera															
	<i>Rhyacophila nubila</i>	1	5		1			7	2		6	13	3	12	5	4
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		2		36		8	1		9			8	1	2	4
	<i>Polycentropus irroratus</i>												2			
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>								1		2		1		1	
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	1			11								12	1		
	Polycentropodidae indet.												2			
	<i>Potamophylax cingulatus</i>										2	1				
	<i>Halesus radiatus</i>				1											

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Limnephilidae indet.														1	
<i>Oxyethira</i> sp.		1		45	1			1							
<i>Hydroptila</i> sp.													2		
<i>Mystacides azurea</i>									1						
<i>Athripsodes cinereus</i>														3	
Leptoceridae indet.												1			
** <i>Oecetis testacea</i>									4			1			
** <i>Wormaldia</i> sp.													148		2
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>							1						5		
** <i>Hydropsyche siltalai</i>							5		5				20	1	2
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>												1	4		
** <i>Lepidostoma hirtum</i>		2											6	2	6
Chironomidae	80	107	33	52	156	129	42	15	127	71	83	99	81	121	146
Ceratopogonidae		1	1		35	3			2				2		7
Simuliidae	466	36	1	46		1	6	17	24	16	41	461	4	2	3
Tipuloidea															
<i>Dicranota</i> sp.		2		2				1		1	3				
Limoniidae indet.								2							
<i>Pedicia rivosa</i>								1							
Diptera															
Empididae indet.		5		2	1	5	3		7		1	3	2	1	3
Coleoptera															
<i>Limnius volckmari</i>		2							1	6	23	2		6	21
<i>Elmis aenea</i>									17	7	2			8	20
<i>Olimnius tuberculatus</i>									1					4	2
<i>Orectochilus villosus</i>													1		
Hydrophilidae indet.										1	1				
Hydraena indet.imago										2					
<i>Elodes</i> sp.										1					
Collembola	1		1					1							
Crustacea															
Cyclopoida			2		10			1						1	
<i>Bosmina</i> sp.			3												
<i>Eurycerus lamellatus</i>					18										
<i>Ostracoda</i>					2										
Macrotrichidae indet.					1										
Sum	560	329	73	275	267	173	130	56	359	513	337	630	362	205	388
Forsuringsindeks 1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,55	1,00	1,00	1,00

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

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalsvassdraget 25.09.2013.

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Nematoda	6		2		3								5		3
	Oligochaeta	3	13	30	7	18	6	3	3	2	2	2	2	16	1	8
	Acari		6	1	6	1	14			11	10	4	9	3	19	6
	Hirudinea															
***	<i>Erpobdella octoculata</i>												1			
	Anisoptera															
	<i>Cordulegaster boltoni</i>									5				5		
	Bivalvia															
*	<i>Pisidium</i> sp.				1	1				7				9		2
	Ephemeroptera															
***	<i>Baetis rhodani</i>							73		9	18	28	6	16	4	11
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>							1					5	7		
	<i>Kageronia fuscogrisea</i>						3									
	<i>Leptophlebia vespertina</i>	1		2	26	1	23			4	5	1	2		2	4
	<i>Leptophlebia marginata</i>									13	5	2				2
	Plecoptera															
	<i>Amphinemura borealis</i>				4		9	1	3	14		3	18	7	7	3
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>		1					2	6	4	4	8	2	1	7	2
	<i>Protonemura meyeri</i>								1	18	8	10		5	15	6
	<i>Nemurella pictetii</i>								8							
	<i>Nemoura avicularis</i>					3				4		1			1	
	<i>Nemoura cinerea</i>	1							5							
	<i>Nemouridae</i> indet.						1									
	<i>Leuctra hippopus</i>	1	2	1	7		50	1	14	11	19	29	5	14	17	21
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>							1	3							
	<i>Brachyptera risi</i>				1			1	27	4	7	13		2		
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>												6			
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		7				7									
**	<i>Isoperla</i> sp.		8		1						8				9	31
	Trichoptera															
	<i>Rhyacophila nubila</i>		7					7	2	1	6	2	3	8		2
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		34		55		12	3		23			11	14	15	13
	<i>Polycentropus irroratus</i>									1			2			
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1		1				5		6					
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>				20	6	3						8			
	<i>Polycentropodidae</i> indet.										2					
	<i>Limnephilidae</i> indet.					2					3	2				
	<i>Oxyethira</i> sp.		5		18	4	5	1		21			6	2	6	1
	<i>Hydroptila</i> sp.									4						
	<i>Agapetus ochripes</i>															1
	<i>Athripsodes</i> sp.														1	
	<i>Mystracides azurea</i>						1									
	<i>Lype reducta</i>														1	
**	<i>Oecetis testacea</i>									3						3
**	<i>Apatania</i> sp.													1		
**	<i>Sericostoma personatum</i>											1				

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>							1		2			29	1	1	
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>							4				1	1	5	11	19
**	<i>Hydropsyche</i> sp.							1				2		4		
**	<i>Ithytrichia lamellaris</i>									7			2	18	1	
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>		4	1				4		23			4	12	13	33
	Chironomidae	13	69	14	68	26	77	20	18	59	79	101	77	43	98	82
	Ceratopogonidae					14				1				2		
	Simuliidae		2					1	8	8	4	5	2	1	14	8
	Tipuloidea															
	<i>Tipula</i> sp.		1	9	2	1	10		1	3		1			3	
	<i>Dicranota</i> sp.		3						4	1	2				2	1
	Tabanidae indet.						2									
	Limonidae indet.			1							2					
	Diptera															
	Empididae indet.		1	1						2		1		4	2	2
	Corixidae															
	nympe indet.	1														
	Megaloptera															
	<i>Sialis fuliginosa</i>											1				
	<i>Sialis lutaria</i>					2										
	Coleoptera															
	<i>Limnius volckmari</i>									2	6	2		3	1	2
	<i>Elmis aenea</i>									19	6	3			6	16
	<i>Olimnius tuberculatus</i>									6	1		1		1	1
	Gyrinidae indet.													3		
	<i>Hygrotus</i> sp.				1											
	Dytiscidae indet larva								1							
	Collembola	1		1						1	1					
	Crustacea															
	Cyclopoida	1				13									1	
	Calanioda			6												
	Chydoridae indet.	2	7			2	26			1				1	2	
	<i>Bosmina</i> sp.	58		3	6											
	Ostracoda					8				1		1				
	<i>Eurycercus lamellatus</i>					4	4									
	<i>Holopedium gibberum</i>	13			7											
	Macrotrichidae				2	9										
	<i>Sida crystalina</i>	3			16											
	<i>Heterocope</i> sp.	1		3												
	Sum	105	171	75	249	118	253	125	109	295	204	224	202	212	261	283
	Forsuringsindeks 1	0	0,5	0,5	0,5	0,25	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	0,00	0,50	0,50	0,50	0,25	0,00	1,00	0,00	0,66	0,97	0,94	0,69	1,00	0,59	0,84

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

Vedlegg E. Primærdata – vannvegetasjon i Mandalsvassdraget 2013

Vedlegg E1. Prøvetakingsstasjoner i Mandalsvassdraget for begroingsalger i 2013, samt koordinater og indeksverdier.

Stasjonsnavn	kode begroingsdatabase	N	Ø	PIT 2013	AIP 2013
Egså	JAO EGS	6495117	417111	4.61	5.48
Finnsdal	JAO FIN	6453167	413336	4.42	6.17
Gåsland, Kosåna nord	JAO GÅS	6487032	416326	4.73	5.57
Håverstad	JAO HÅV	6485412	408167	10.86	5.99
Smeland	JAO SME	6503447	410517	4.34	5.76
Trygsland	JAO TRY	6469996	414011	7.45	6.02
Øyslebø	JAO ØYS	6449625	414016	4.56	5.98
Åknes	JAO ÅKN	6513438	413875	4.61	5.80

Vedlegg E2. Begroingsorganismer på 8 stasjoner i Mandalsvassdraget i 2013. Hyppigheten av artene er angitt som % dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=sjelden, xx=vanlig, xxx=hyppig; kiselalger er ikke med, bortsett fra *Tabellaria flocculosa*.

	EGS	FIN	GÅS	HÅV	SME	TRY	ØYS	ÅKN
Cyanophyceae (Cyanobakterier)								
Ammatoidea normanii								x
Calothrix spp.							x	
Capsosira brebisonii							<1	
Cyanophanon mirabile		xx						
Geitlerinema splendidum				1				
Hapalosiphon fontinalis			<1					
Leptolyngbya batrachosperma						xx		
Leptolyngbya spp.								<1
Merismopedia spp.			x					
Oscillatoria limosa						x		
Phormidium autumnale				2		1		
Phormidium hetropolare		x						
Schizothrix spp.		xx						
Scytonema mirabile			<1			x	x	
Scytonematopsis starmachii	xxx	<1		xx	2	xx		xx
Stigonema mamillosum		<1	x		x	x	<1	x
Stigonema multipartitum	<1		<1					
Uidentifiserte trichale blågrønnalger				xx				
Chlorophyceae (Grønnalger)								
Actinotaenium cruciferum		x				xx	x	x
Binuclearia tectorum	xx	xx	xxx		5	x	xx	5
Bulbochaete spp.		<1				<1	2	x
Closterium spp.		x				x	x	
Cosmarium spp.		x				x	x	
Euastrum spp.		x						
Hormidium rivulare				x	5			xxx
Microspora palustris	x	10	x	x	x	<1	10	xx
Microspora palustris var minor		x		x	20		x	10
Mougeotia a (6-12u)	x	x	x	x	x	x	x	x
Mougeotia a/b (10-18u)	x		x					
Netrium spp.							x	x
Oedogonium a (5-11u)						x		
Staurastrum spp.		x						
Teilingia excavatum							x	
Zygnema b (22-25u)		xx					xx	
Zygonium sp3 (16-20u)	1		20					5
Bacillariophyceae (Kiselalger)								
Tabellaria flocculosa (agg.)	1	xx	xxx		xxx	xx	xx	30
Rhodophyceae (Rødalger)								
Batrachospermum turfosum	40	1	5		<1	<1	60	40
Saprophyta (Nedbrytere)								
Ophrydium versatile						1		

Vedlegg E3. Vannvegetasjon på 11 stasjoner i Mandalsvassdraget i 2013. Hyppigheten av artene er angitt etter følgende skala:

1: sjelden (< 5 forekomster, eller <0,1 % dekningsgrad), 2: spredt, 3: vanlig, 4: lokalt dominerende, 5: dominerende på store deler av lokaliteten.

	EGS	FIN	GÅS	HÅV	KIN	KIØ	KIL	SME	TRY	ØYS	ÅKN
KORTSKUDDSPANTER											
stivt brasmegras <i>Isoetes lacustris</i>		1	1			1	1			1	
tjønngas <i>Littorella uniflora</i>			1							3	
botnegras <i>Lobelia dortmanna</i>		1	4								
sylblad <i>Subularia aquatica</i>						1					
LANGSKUDDSPANTER											
krypsiv <i>Juncus bulbosus</i>		2	2	3			3		2	3	
tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum</i>				1						2	
grøftesoleie <i>Ranunculus flammula</i>		2		2	1					3	
gyttjebærerrot <i>Utricularia intermedia</i>	2		2	1	2		1				
småblærerrot <i>Utricularia minor</i>			1								
storblærerrot <i>Utricularia vulgaris</i>			1	1		1	1				
FLYTEBLADSPANTER											
flótgras <i>Sparganium angustifolium</i>			2	3					2		1
VANNMOSER											
rødmesigdmose <i>Blindia acuta</i>		2		1				2	2		
kjølelvemose <i>Fontinalis antipyretica</i>		2								3	
elvetrappemose <i>Nardia compressa</i>			4								
buttgråmose <i>Rhacomitrium aciculare</i>				2				2			
bekketvebladmose <i>Scapania undulata</i>	3	2		2							4
torvmose <i>Sphagnum</i> sp.							2				
SVAMPER											
ferskvannsvamp <i>Spongilla</i> sp.					2					1	

10. Audnavassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

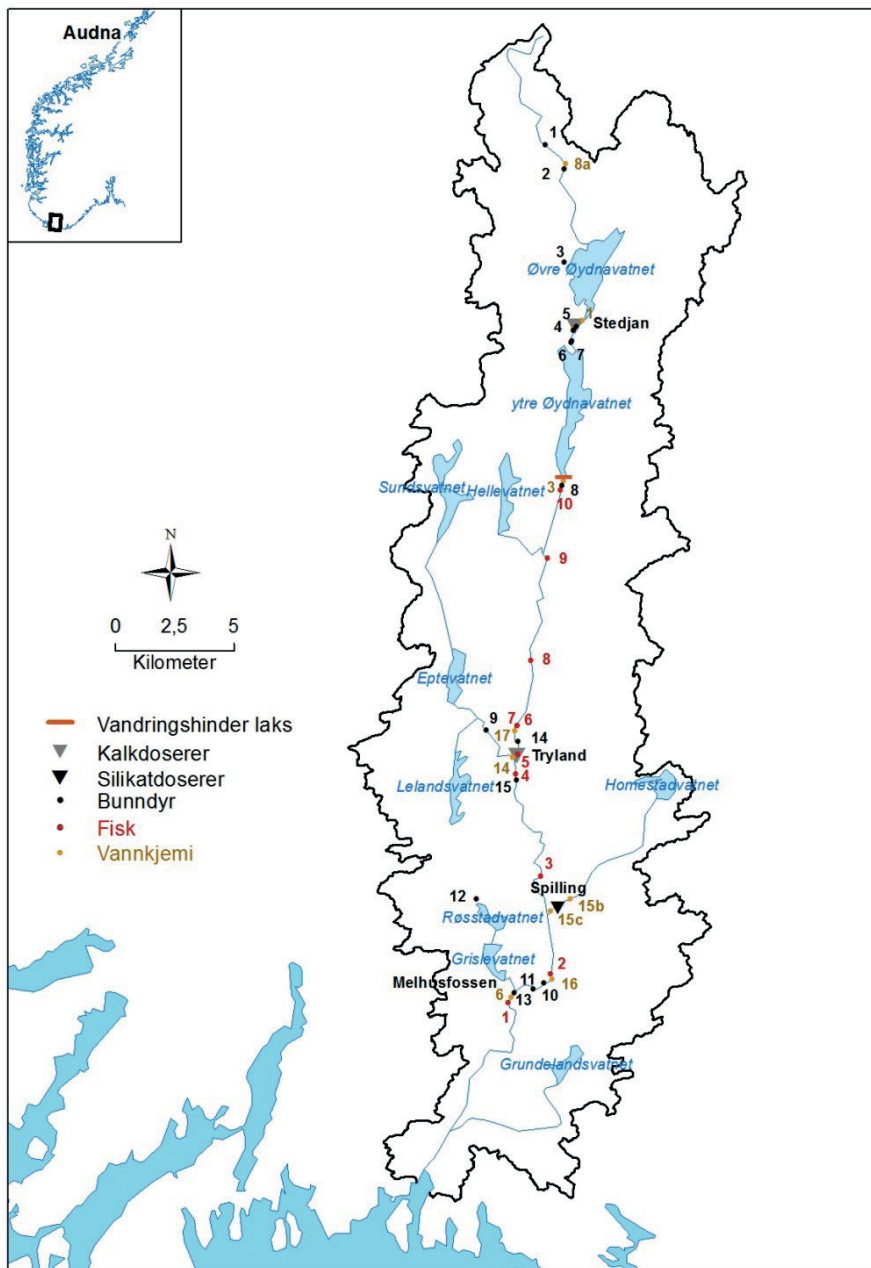
Fakta om Audnavassdraget	
Fakta om Audnavassdraget	023.Z
Vassdragsnr.:	023.Z
Fylke:	Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	450 km ²
Vassdragsregulering:	Kun i sideelva Trylandselva (Tryland kraftverk)
Spesifikk avrenning:	45 l/s/km ²
Middelvannføring:	Ca 20 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn.
Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden døde ut på 1970-tallet grunnet forsurening.
Tiltaksplan:	
Biologisk mål:	Å sikre en vannkvalitet som muliggjør reproduksjon av laks og andre organismer. Et langsiktig mål er at fiskebestandene skal opp på et nivå som er naturlig for vassdraget uten forurensning.
Vannkvalitetsmål (2013):	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-10/6: pH 6,4, 11/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. Kalking med to doseringsanlegg i hovedelva (Stedjan og Tryland) siden 1985. Ytre Øydnavatn ble kalket opp samme år. Det kalkes hvert år i flere innsjøer og bekker i vassdraget. Et silikatanlegg ble startet opp i Spillingsbekken i mai 2012.

I Audnavassdraget er det en kombinasjon av innsjø- og dosererkalking, og blant de tre doseringsanleggene er det ett anlegg som doserer silikat. Pga sein smoltutvandring ble tidsperioden med pH-mål 6,4 forlenget med 10 dager våren 2013. Det samlede kalkforbruket ved Stedjan og Tryland var 990 tonn VK3 dette året, mens Spillinganlegget doserte 160 tonn natriumsilikat. Økningen i silikattmengde fra foregående år skyldes i hovedsak at driften av anlegget startet i mai 2012 (**tabell 1**). I august 2013 ble 23 innsjøer kalket med totalt 139 tonn VK3.

Det falt 1974 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41670 Konsmo-Høyland i 2013, mens normalen for året er 1670 mm (met.no 2014). April, mai og juni hadde mer nedbør enn normalt, men aller mest nedbør kom det i desember (490 mm; 302 % av normalen). De øvrige månedene hadde nedbør om lag som normalen eller lavere. I februar og juli var svært tørre, med hhv. 26 og 15 mm nedbør.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO₃) og silikatforbruk (tonn Na-silikat) i Audnavassdraget for perioden 2009–2013. Antall kalkede innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	1704	896	1898	1172	980
Innsjøkalking	198 (23)	155	112 (12)	136 (21)	138 (23)
Sum kalkforbruk	1902	1051	2010	1308	1118
Silikatdoserer				132	160



Figur 1. Audnavassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

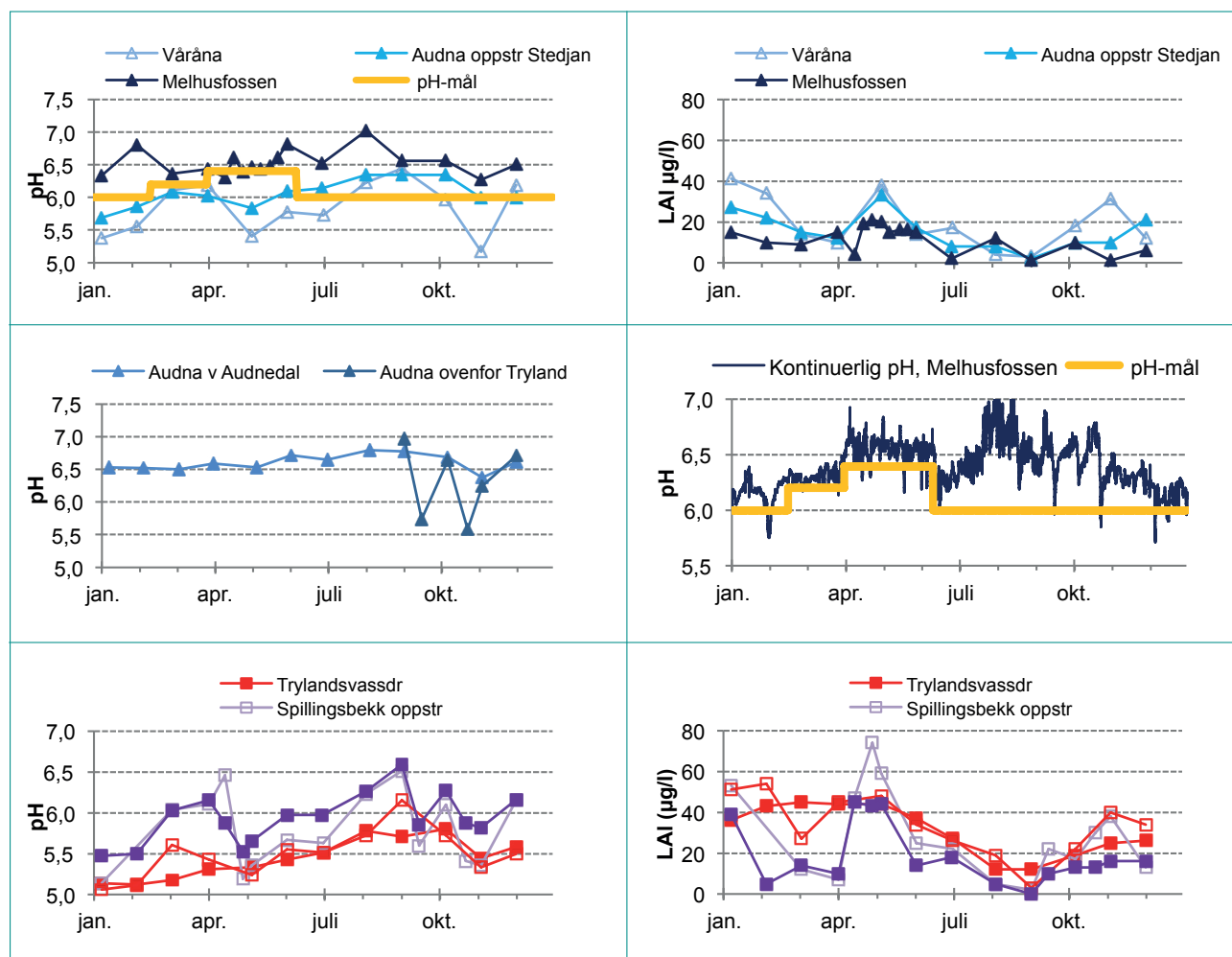
Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

Medarbeidere: L. B. Skancke, T. Høgåsen og R. Høgberget (NIVA)

Audna ble fullkalket i 1985 som det første laksevassdraget i Norge. Kalkingsprosjektet (1979–1985) hadde ett av sine forsøksfelt i Våråna i øvre del, og i nedre deler (Melhusfossen) ble blandsoneproblematikken oppdaget.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Vannkjemien (SO_4 , pH og LAI) i sideelvene Våråna og Trylandsvassdraget, samt i Audna oppstrøms Stedjan viser at vassdraget er forsuret. I både Våråna og Trylandsvassdraget var LAI-konsentrasjonen tidvis opp mot og over 40 $\mu\text{g/l}$ (figur 2, tabell 2), men den ikke-marine konsentrasjonen av sulfat er forholdsvis lav (1,2 mg/l i middel) ved Stedjan. Det er tidvis god pH på alle disse lokalitetene (figur 2). Det skyldes skjellsandkalking (Våråna) og andre lokale kalkings-tiltak, men også mindre forurensningsgrad.



Figur 2. pH og labilt aluminium på diverse stasjoner i Audnavassdraget i 2013. Data fra kontinuerlig måling av pH ved Melhusfossen og pH-målet er også vist. NB! Ulik inndeling på y-aksene i pH-figurene. En prøve er utelatt for stasjonen Spillingsbekk oppstrøms doserer.

Audna ved Audnedal og nederst ved Melhusfossen (både stikkprøver og kontinuerlige målinger) hadde i hovedsak god pH for smolt. LAI-konsentrasjonen ved Melhusfossen lå likevel mellom 10 og 20 µg/l, dvs. over målet på 10 µg/l (figur 2). I 2014 skal det gjennomføres et arbeid for å finne ut om LAI-verdiene er reelle, og videre tolkning avventes derfor. Etter smoltperioden var pH langt over målområdet.

Ertseidbekken (vannkjemistasjon 16) er ukalket, har svært variabel vannkjemie og er til tider forholdsvis sur, med om lag samme pH- og LAI-mønster som Trylandsvassdraget (figur 2).

I Spillingsbekken er det innsjøkalking som påvirker vannkjemien oppstrøms silikatdoserings-anlegget. Det ses tydelig ved å sammenlikne pH her med pH i Ertseidbekken. Målet med silikatdoseringen er å redusere LAI-konsentrasjonen inn mot anadrom strekning i Audna, og da bør pH nedstrøms anlegget være minst pH 5,8. Perioder nedstrøms anlegget med pH ned mot 5,5, LAI omkring 40 µg/l og en generell LAI-reduksjon på maksimalt 30 µg/l viser at anlegget ikke fungerer etter hensikten.

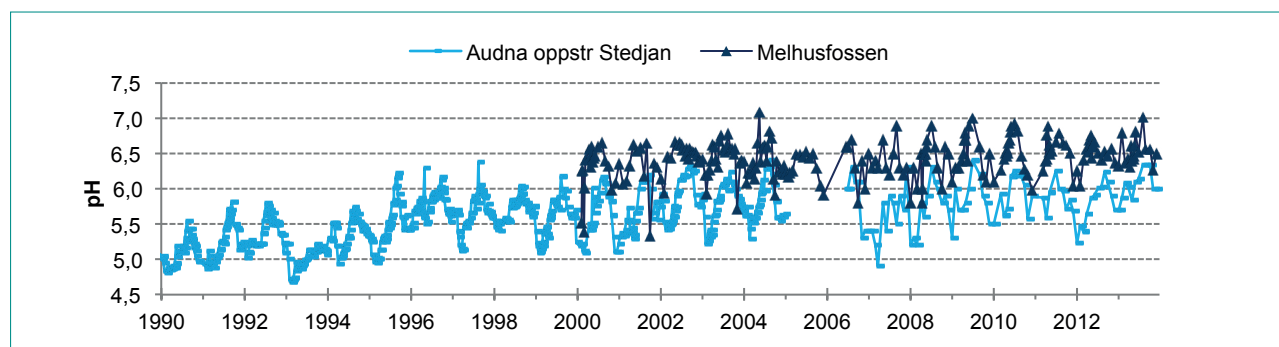
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Audna i 2013. En prøve er utelatt for st. 15b, se **vedlegg B**.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
8a	Våråna	Mid	5,68	1,15	27	20		
		Min	5,17	0,48	0	3		
		Maks	6,44	2,11	72	41		
		N	12	12	12	12		
1	Audna oppstr Stedjan	Mid	6,01	0,96	23	15	5,0	44
		Min	5,69	0,85	8	2	4,1	31
		Maks	6,34	1,20	34	33	5,8	56
		N	12	12	12	12	12	12
3	Audna v Audnedal	Mid	6,59	2,16	77	11		
		Min	6,37	1,81	58	1		
		Maks	6,79	2,75	100	20		
		N	12	12	12	12		
17	Tryland oppstrøms	Mid	6,03	1,93	56	7		
		Min	5,58	1,22	20	3		
		Maks	6,97	2,74	104	9		
		N	6	6	6	6		
14	Trylandsvassdr	Mid	5,39	0,63	4	31		
		Min	5,12	0,48	0	12		
		Maks	5,80	0,80	13	45		
		N	12	12	12	12		
15b	Spillingsbekk oppstr	Mid	5,60	1,00	18	28	6,4	42
		Min	5,14	0,61	0	2	4,1	22
		Maks	6,51	1,53	50	74	9,5	68
		N	15	15	15	15	7	7
15c	Spillingsbekk nedstr	Mid	5,84	0,99	19	19	5,4	38
		Min	5,47	0,59	0	0	3,5	4
		Maks	6,59	1,51	48	45	9,5	69
		N	16	16	16	16	16	16
16	Ertseidbekk	Mid	5,41	0,82	6	34		
		Min	5,06	0,57	0	3		
		Maks	6,15	1,00	26	54		
		N	12	12	12	12		
6	Melhusfossen	Mid	6,49	1,92	60	12	4,4	77
		Min	6,27	1,48	32	1	3,3	49
		Maks	7,02	3,37	117	21	6,0	137
		N	18	18	18	18	12	11

2.2 Langtidstrender

pH i Audna oppstrøms Stedjan har økt gradvis fra 1990, men det er stor variasjon (**figur 3**). Enkelte år kan pH tidvis være under 5,5, men fra 1995 har pH kommet opp i over 6,0, og disse periodene har blitt lengere fra år 2000. Kalking opp-

strøms kan være noe av forklaringen på høy pH, men trenden skyldes antakelig redusert forsuring. Kalking gir pH over 6,0 ved Melhusfossen. pH-verdier opp mot 7,0 tyder på overkalking, men kan også skyldes langtidsoppløsning av kalk i tørre perioder.



Figur 3. pH-utvikling for Audna oppstrøms Stedjan for perioden 1990–2013 og for Melhusfossen (i målområdet) for perioden 2000–2013. Audna oppstrøms Stedjan er påvirket av skjellsandkalking.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Medarbeider: Magne Næsje

Audna var opprinnelig et meget godt laksevassdrag, og på slutten av 1800-tallet ble det i enkelte år tatt fangster på mer enn seks tonn. Vassdraget har vært kraftig påvirket av forsurening, og den opprinnelige bestanden av laks betraktes som utdødd i Audna på 1970-tallet (Johnsen mfl. 1999). Etter kalkingstiltakene fra midten av 1980-tallet, er vassdraget igjen blitt ei viktig elv for sportsfiske etter laks og sjøørret. Ungfiskundersøkelsene i Audna startet i 1991 (Barlaup 1994). Siden begynnelsen på 1980-tallet og frem til og med 2011 ble det satt ut øyerogn i Audna, mens det ikke har vært utlegging av øyerogn i de to siste årene.

3.1 Ungfiskundersøkelser

Det ble funnet laksunger på åtte av ni stasjoner og ørretunger på seks av stasjonene i Audna i 2013 (**tabell 3**). Ål ble

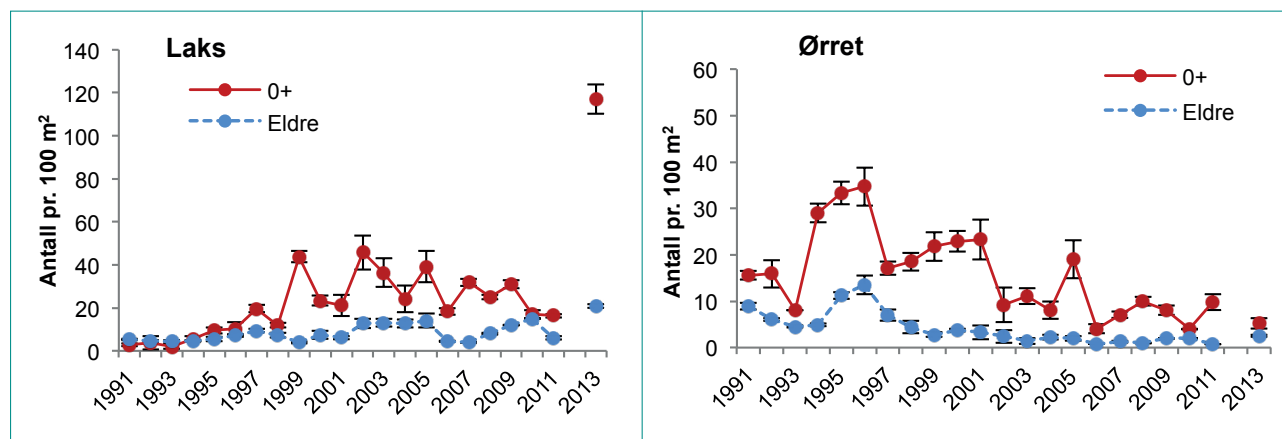
registrert på seks stasjoner. Tettheten av laksunger i 2013 er den høyeste som er registrert i undersøkelsesperioden. Det har tidligere vært lave til moderate tettheter av laksengel (0+), med de høyeste tetthetene fra 1997 (**figur 4**). Det er generelt lave tettheter av eldre laksunger ($\geq 1+$) i Audna (**figur 4**), men tidvis høyere tettheter av eldre laksunger i perioden 1997–2013 sammenlignet med årene før. Under gjennomføringen av elfisket i 2013 lå vanntemperaturen i øvre sjikt av det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005) og på enkelte stasjoner var den over. Samtidig var ledningsevnen lav ($\leq 2,6$ mS/m, **vedlegg C**), og i elver med lav ledningsevne vil fangbarheten av fisk bli redusert når også vanntemperaturen er lav (Larsen mfl. 2010). Det kan derfor være en fordel å elfiske under noe høyere vanntemperaturer enn det som er anbefalt. Vi kan imidlertid ikke utelukke at vanntemperaturer opp mot 20 °C, som målt under elfiske i Audna i 2013, kan påvirke fangbarheten negativt ved at fisken blir mer aktiv og lettere flykter vekk. Stasjon 3 ble tatt ut av programmet fordi den er lite egnet for elfiske (uegnet substrat og dyp).

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet pr. 100 m² av laks og ørret på 11 stasjoner i Audna 14–15. august 2013. Det ble i tillegg fanget 8 skrubbe på stasjon 1 og totalt 5 niøye fordelt på stasjonene 2, 4 og 5.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	122	11	13	109,8	37,1	8,7	3,0
2	100	114	13	0	127,6	20,2	8,4	0,6
4	120	126	0	2	107,0	17,1	0,0	0,0
5	100	98	0	0	104,1	0,0	0,0	0,0
6	110	103	20	1	79,3	50,7	5,9	13,4
7	100	85	11	2	77,3	18,1	8,0	3,1
8	100	322	6	0	326,0	40,9	5,8	2,0
9	100	122	0	2	159,1	18,1	0,0	0,0
10	100	0	3	13	0,0	0,0	4,5	0,0
Sum (1–10)	930	1092	66	33				
Tetthet 1					117,0±6,9	20,8±0,8	5,2±1,1	2,5±0,2
Tetthet 2					121,1±88,3	22,5±17,4	4,6±3,7	2,4±4,3

Gytebestandsmålet i Audna er beregnet til 1 egg/m² (Anon 2013 a). Vassdrag som har et så lavt gytebestandsmål karakteriseres bl.a. ved dårlig habitat for produksjon av laks-unger og høy ungfiskdødelighet som følge av ugunstige abiotiske eller biotiske forhold (Hindar mfl. 2007). Lave tettheter av laksunger i Audna kan skyldes at det er begrenset med oppvekstområder spesielt for eldre laksunger. Nedre deler av elva består for det meste av sand og grus som gir lite skjulmuligheter for fisk.

Det er en generell nedgang i tettheten av ørretunger i Audna (**figur 4**). Tettheten av både ørretungel (0+) og eldre ørret-unger ($\geq 1+$) økte frem til og med 1996, men har deretter vært avtagende. Denne negative tendensen i tetthet av ørretunger gjenspeiler seg også i fangstutviklingen av sjøørret (**figur 5**). Det har vært en negativ trend i sjøørretbestandene i mange av vassdragene i Vest-Agder, Vestlandet og Trøndelag (Anon 2011). De mest sannsynlige årsakene til nedgangen i ørretbestandene knyttes til forhold i sjøen.



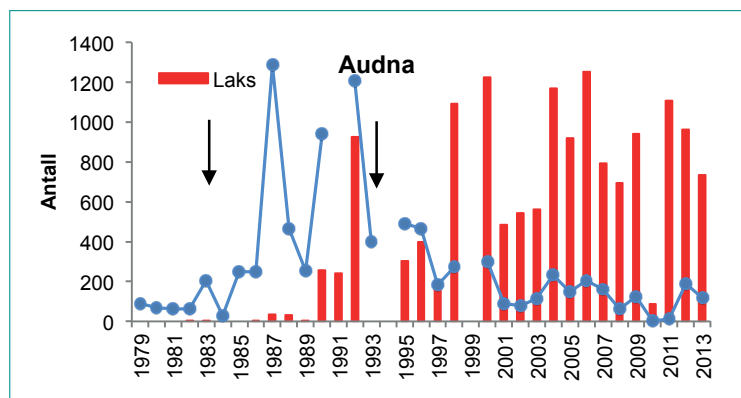
Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger i Audna i perioden 1991–2013. Data fra før 2006 er hentet fra Barlaup mfl. (2006) og fra Saltveit mfl. (2011) i perioden 2007–2010. Oppstart av kalking i 1985 og utvidelse av kalkingstiltaket i 1994 (kalking i ulike innsjøer og bekker i vassdraget). Silikatanlegg på Spilling fra 2012. Merk: ulik skala på y-akse.

3.2 Fangststatistikk

I en 15-årsperiode fra 1972 var fangstene av laks nær null eller det foreligger ikke offisielle fangst-oppgaver fra Audna (**figur 5**). I de fire første årene etter at kalkingstiltaket ble startet i 1985 var det bare sporadisk fangst av voksne laks i Audna. Det ble imidlertid satt ut laksunger årlig i Audna fra 1985 (hovedsakelig ensomrig settefisk og smolt). Fra 1990 kom det første innsiget av «egenprodusert» laks til vassdraget. Fangsten økte fra mindre enn 400 laks i de fleste av årene i perioden 1990–1997 til mer enn 1000 laks i flere av årene i perioden 1998–2009. Etter en meget laber sesong i 2010 da fangsten havnet godt under 100 laks, økte oppfisket kvantum igjen til i overkant av 1100 laks i 2011. I

følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er det fare for at forvaltningsmålet for laksebestanden i Audna ikke er nådd (Anon 2013b). Gytebestandsmåloppnåelsen var imidlertid svært god i 2011 og 2012, og er mest sannsynlig en av hovedårsakene til de høye tetthetene av laksyngel i 2013. Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse for perioden 2008–2012 (2010 ikke medregnet) er beregnet til 75 %.

Det ble fanget langt mer sjøørret enn laks i de første årene etter kalking. Nå er sjøørretfangstene igjen langt lavere enn fangstene av laks, og har på 2000-tallet stabilisert seg på rundt 100 individer. Sjøørreten ble fredet i 2010 og 2011 (forklarer de lave fangsttallene i **figur 5**).



Figur 5. Fangst av laks- og sjøørret i Audna 1979–2013. Pilene angir tidspunkt for oppstart av kalking i 1985 og utvidelse av kalkingstiltaket i 1994. Silikatanlegg på Spilling fra 2012.

Andelen estimert rømt oppdrettsfisk (andelen brukt i simulering av gytebestand) i perioden 1993–2011 har ligget mellom 0 og 1 % (Anon. 2013b). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). I Audna har andelen ligget godt under dette i alle år.

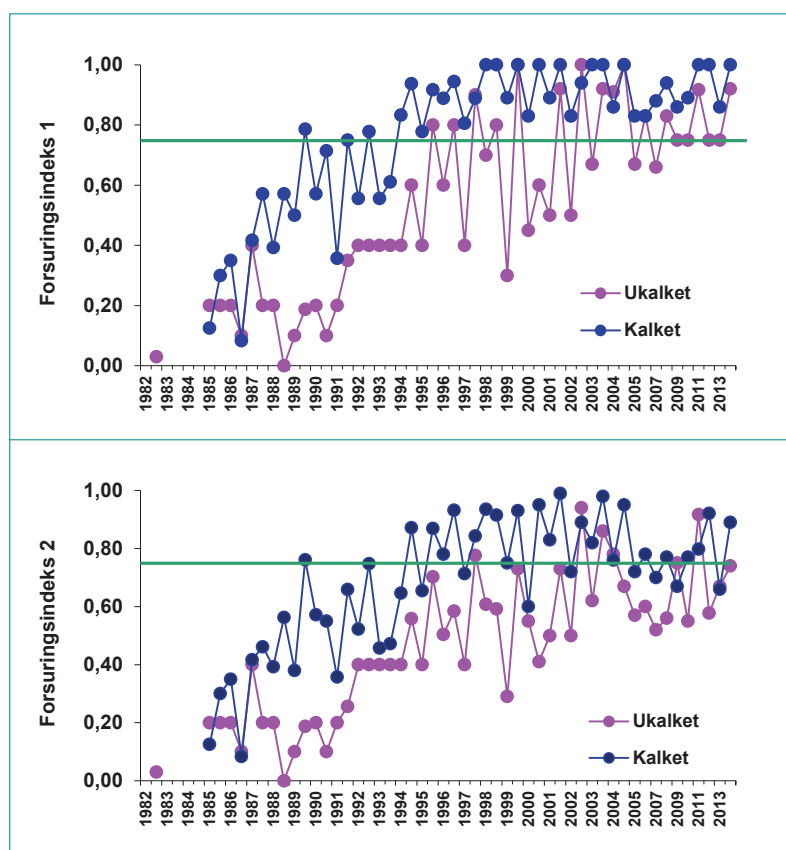
4. Bunndyr

Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Systematisk bunndyrovervåking av Audna ble startet i 1985 med regelmessig prøvetaking vår og høst. Stasjonsnettet (figur 1), omfatter 10 kalkete lokaliteter og 5 ukalkete

lokaliteter som overvåkes hvert annet år. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrssamfunnene med hensyn forsuringsskade og biologisk mangfold.

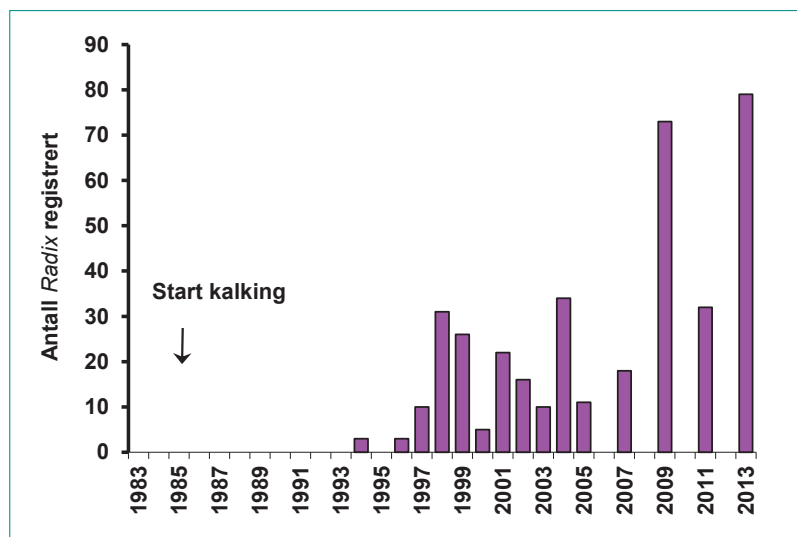
Totalt ble det i 2013 registrert 13 døgnfluearter, 13 steinfluearter, og 18 arter/slekter av vårfluer i bunnprøvene fra Audna (**vedlegg D**). Artsmangfoldet innen disse gruppene var noe lavere enn det som er registrert tidligere (Fjellheim m.fl. 2012). I 2013 ble det registrert tre ulike arter innen slekten *Baetis*. Ingen av de bunndyrartene som er registrert i Audna er oppført blant rødlistede arter i Norge (Kålås m. fl. 2010). Tjuefem av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forsuring (Fjellheim & Raddum 1990). Gjennomsnitt indeks 1 i den kalkete delen av vassdraget var 0,86 og 1,0 vår og høst (**figur 6**). Indeks 2 var henholdsvis 0,66 og 0,89.



Figur 6. Gjennomsnittsforsuringsindekser for de kalkete stasjonene og for de ukalkete stasjonene i Audna 1982 – 2013. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand) jfr. vannforskriften.

Den kalkete delen av vassdraget har vist en statistisk signifikant forbedring ($p < 0,001$) i løpet av kalkingsperioden. Den ukalkete delen av elva hadde indeks 1 lik 0,75 og 0,92 henholdsvis vår og høst. Sett over en lengre tidsperiode har også de ukalkete stasjonene blitt signifikant bedre i perioden etter kalking ($p < 0,001$). De store variasjonene i skadebildet (**figur 6**) viser imidlertid at situasjonen i den delen av vassdraget som ikke kalkes, kan være kritisk for mange arter. Det etableres temporært bestander av sensitive arter om høsten, når den vannkjemiske situasjonen er mer gunstig.

Vanlig damsnegl, *Radix balthica*, ble første gang registrert i Audna i 1994, 9 år etter kalking. Ferskvannssnegl er svært sensitive ovenfor både forsuring og lavt kalkinnhold (Økland 1990). I perioden 1994 – 1998 ekspanderte *Radix* i vassdraget (**figur 7**). Bestander av vanlig damsnegl finnes nå i hele den kalkete delen av vassdraget (Raddum & Fjellheim 2003). Det ble ikke registrert snegl i den ukalkete delen av vassdraget.



Figur 7. Antall *Radix balthica* registrert i bunnprøver fra Audna i perioden 1983 – 2013.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Vassdraget er fortsatt forsuret, og det er tidvis lav pH (ned mot 5,0) og forholdsvis høy LAl i ukalkede deler av vassdraget. Ikke-marin SO_4 på noe over 1 mg/l og økningen i pH ved Stedjan viser imidlertid at forsuringen er langt mer moderat enn tidligere.

Kalkingen gir tilfredsstillende pH i målområdet, men det måles likevel LAl-konsentrasjoner opp mot 20 $\mu\text{g/l}$. Dette misforholdet skal undersøkes i 2014.

Det kan se ut til at det kalkes mer enn nødvendig etter smoltperioden, i og med at pH er langt over målet. Noe av dette, spesielt i tørre perioder, kan også skyldes langtidsoppløsning av kalk.

Silikatdoseringen i Spillingsbekken gir ikke tilfredsstillende vannkvalitet, med tidvis lav pH, høy LAl og for svak LAl-reduksjon.

5.2 Fisk

For laks har kalking av Audna gitt positive resultater i form av økt reproduksjon og generelt sett økte fangster. Det er imidlertid til dels store årlige variasjoner i tettheten av 0+ laks, men det har vært en generell økning fra 1997 sammenlignet med begynnelsen av 1990-tallet. Tettheten av 0+ laksunger var rekordhøy i 2013. Gytebestandsmåloppnåelsen var svært god i 2011 og 2012, og er mest sannsynlig en av hovedårsakene til den høye tettheten av laksyngel i 2013. Utviklingen i tetthet av eldre laksunger er variabel, og sammenlignet med andre elver er tettheten lav. Årsaken til dette er sannsynligvis at det er begrenset med oppvekstområder spesielt for eldre laksunger. Det er en generell nedgang i tettheten av ørretunger i Audna. Den negative tendensen i tetthet av ørretunger gjenspeiler seg også i fangstutviklingen av sjøørret.

5.3 Bunndyr

Forsuringsindeksen i den kalkete delen av Audna er blitt betydelig bedre etter at kalkingen startet i 1985. Forsuringsindeks 2 viser ennå verdier som ligger under vannforskriftens miljømål. Bunndyrsamfunnene i den delen av vassdraget som ikke kalkes må fremdeles karakteriseres ustabile, men skadeomfanget har avtatt i de senere år. Situasjonen i den ukalkete delen av vassdraget var dårligst om våren. Dette bildet har gjentatt seg i alle år etter 1995, og viser at det er fortsatt behov for kalking av vassdraget. Det ble i 2013 registrert nesten tre ganger så mange sensitive bunndyr pr. prøve i de kalkete lokalitetene.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten på anadrom strekning er god. Det kan imidlertid se ut til at det kalkes mer enn nødvendig etter smoltperioden, men dette kan også skyldes langtidsoppløsning av kalk, og forholdet bør undersøkes nærmere.

Silikatdoseringen i Spillingsbekken gir ikke tilfredsstillende vannkvalitet, og driften bør justeres. Dette er særlig viktig i smoltperioden.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Audnavassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Audna oppstr Stedjan	405135	6472560	Skjellsandkalking
Vannkjemi	3	Audna v Audnedal	404302	6465708	Kalket
Vannkjemi	6	Aunda v Melhusfossen	402184	6443866	Kalket
Vannkjemi	8a	Våråna	404400	6479200	Skjellsandkalking
Vannkjemi	14	Trylandsvassdraget	402149	6453992	Referanse
Vannkjemi	15b	Spillingsbekk oppstr doserer	403819	6447601	Skjellsandkalking
Vannkjemi	15c	Spillingsbekk nedstr doserer	403715	6447412	Kalket
Vannkjemi	16	Ertseidbekk	403836	6444544	Referanse
Vannkjemi	17	Audna ovenfor Tryland	402300	6455350	Kalket
Bunndyr	1	Våråna nord	403545	6480019	Referanse
Bunndyr	2	Våråna sør	404333	6478965	Referanse
Bunndyr	3	Kvernåni	404344	6475010	Referanse
Bunndyr	4	Stedjan oppstr doserer	404853	6472301	Referanse
Bunndyr	5	Stedjan nedstr doserer	404723	6472139	Kalket
Bunndyr	6	Kringlen bru 2	404659	6471671	Kalket
Bunndyr	7	Kringlen bru 1	404629	6471620	Kalket
Bunndyr	8	Audnedal stasjon	404306	6465666	Kalket
Bunndyr	9	Barstøl	401022	6455134	Referanse
Bunndyr	10	Audna v Mjøhus	403474	6444376	Kalket
Bunndyr	11	Audna v Seland	403025	6444130	Kalket
Bunndyr	12	Gisleelva	400604	6447965	Referanse
Bunndyr	13	Audna v Melhusfossen	402221	6443980	Kalket
Bunndyr	14	Tryland nedstr doserer	402372	6454650	Kalket
Bunndyr	15	Tryland oppstr doserer	402330	6453007	Kalket
Fisk	1	Audna v Melhusfossen	402177	6443798	Kalket
Fisk	2	Ertseid	403755	6444780	Kalket
Fisk	3	Løland bru	403362	6448937	Kalket
Fisk	4	Viogmostad	402321	6452144	Kalket
Fisk	5	Tryland	402379	6454105	Kalket
Fisk	6	Sideløp Teinefoss	402336	6455316	Kalket
Fisk	7	Sideløp Teinefoss	402362	6455336	Kalket
Fisk	8	Viblemo	402930	6458083	Kalket
Fisk	9	Audna v Helle	403655	6462431	Kalket
Fisk	10	Øydnvatn utløp	404292	6465638	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Audnavassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreneutraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Audna oppstr Stedjan	07/01/13	5,69	0,85	0,038	8	117	90	27	5,3	2,15	0,29	2,16	0,21	3,13	1,55	135	325	5	2,50	36
1	Audna oppstr Stedjan	04/02/13	5,86	0,91	0,048	19	117	95	22	4,8	2,32	0,30	2,33	0,23	3,39	1,74	200	360	4	2,80	31
1	Audna oppstr Stedjan	04/03/13	6,08	1,10	0,052	23	107	92	15	4,4	2,56	0,35	2,58	0,26	3,85	1,97	180	380	4	2,97	40
1	Audna oppstr Stedjan	01/04/13	6,02	1,20	0,056	27	106	94	12	4,1	2,72	0,36	2,71	0,28	4,01	2,11	195	370	4	3,21	44
1	Audna oppstr Stedjan	06/05/13	5,84	0,87	0,049	20	118	85	33	4,4	2,25	0,29	2,23	0,32	3,32	1,59	190	390	7	2,42	32
1	Audna oppstr Stedjan	03/06/13	6,09	0,86	0,050	21	85	68	17	4,3	2,04	0,27	2,07	0,32	2,88	1,55	150	360	4	1,76	39
1	Audna oppstr Stedjan	01/07/13	6,14	0,86	0,055	26	108	100	8	5,8	1,91	0,26	1,95	0,26	2,44	1,45	94	355	7	1,51	50
1	Audna oppstr Stedjan	05/08/13	6,34	0,94	0,058	29	77	69	8	5,3	1,94	0,25	1,98	0,23	2,46	1,51	66	325	4	1,03	54
1	Audna oppstr Stedjan	02/09/13	6,34	1,03	0,061	32	61	59	2	5,2	2,05	0,27	2,04	0,26	2,61	1,62	84	310	3	1,11	56
1	Audna oppstr Stedjan	07/10/13	6,34	1,00	0,062	34	78	68	10	5,5	2,13	0,30	2,08	0,29	2,71	1,62	120	370	5	1,59	54
1	Audna oppstr Stedjan	04/11/13	5,99	0,97	0,055	26	104	94	10	5,8	2,16	0,30	2,21	0,31	3,00	1,60	160	385	4	2,25	48
1	Audna oppstr Stedjan	02/12/13	5,99	0,96	0,046	16	115	94	21	5,4	2,24	0,29	2,23	0,29	3,21	1,56	170	360	5	2,52	41
3	Audna v Audnedal	07/01/13	6,53	2,00	0,085	58	92	79	13		2,92										
3	Audna v Audnedal	04/02/13	6,52	2,13	0,102	75	92	80	12		2,94										
3	Audna v Audnedal	04/03/13	6,50	2,31	0,114	88	84	66	18		3,11										
3	Audna v Audnedal	01/04/13	6,59	2,75	0,126	100	96	76	20		3,31										
3	Audna v Audnedal	06/05/13	6,53	1,92	0,093	66	88	70	18		3,06										
3	Audna v Audnedal	03/06/13	6,72	2,16	0,100	73	76	61	15		2,83										
3	Audna v Audnedal	02/07/13	6,65	1,84	0,094	67	69	64	5		2,58										
3	Audna v Audnedal	05/08/13	6,79	2,22	0,106	80	56	47	9		2,69										
3	Audna v Audnedal	02/09/13	6,77	2,27	0,114	88	44	40	4		2,78										
3	Audna v Audnedal	07/10/13	6,69	2,19	0,110	84	52	44	8		2,81										
3	Audna v Audnedal	04/11/13	6,37	1,81	0,089	62	89	88	1		2,72										
3	Audna v Audnedal	02/12/13	6,62	2,30	0,105	79	73	64	9		2,99										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l	
6	Melhusfossen	07/01/13	6,33	1,74	0,061	32	91	76	15	4,4	2,89	0,41	2,72	0,26	4,28	1,87	215	415	5	2,40	71	
6	Melhusfossen	04/02/13	6,80	1,48	0,114	88	90	80	10	4,1	3,57	0,42	3,01	0,31	4,83	2,01	270	485	4	2,42	50	
6	Melhusfossen	04/03/13	6,36	1,55	0,069	41	86	77	9	3,6	3,38	0,47	3,28	0,33	5,39	2,14	300	535	7	2,27	49	
6	Melhusfossen*	01/04/13					81	66	15	3,3		0,50	3,40	0,38	5,59	2,25	325	540	4			
6	Melhusfossen*	02/04/13	6,43	2,10	0,092	65					3,75									2,44		
6	Melhusfossen	15/04/13	6,31	1,83	0,068	40	100	96	4		3,71											
6	Melhusfossen	22/04/13	6,61	1,98	0,091	64	83	64	19		3,29											
6	Melhusfossen	29/04/13	6,39	1,53	0,067	39	104	83	21		2,99											
6	Melhusfossen	06/05/13	6,46	1,88	0,081	54	86	66	20	3,8	3,05	0,40	2,82	0,35	4,59	1,87	275	455	6	2,22	70	
6	Melhusfossen	13/05/13	6,43	1,80	0,084	57	84	69	15		3,04											
6	Melhusfossen	21/05/13	6,47	1,89	0,087	60	75	59	16		3,05											
6	Melhusfossen	27/05/13	6,61	2,26	0,109	83	77	61	16		3,37											
6	Melhusfossen	03/06/13	6,81	2,58	0,121	95	74	59	15	4,6	3,54	0,48	2,90	0,41	4,38	2,08	295	495	6	2,14	117	
6	Melhusfossen	01/07/13	6,52	1,74	0,084	57	84	82	2	5,3	2,74	0,38	2,50	0,29	3,50	1,80	215	440	5	1,79	83	
6	Melhusfossen	05/08/13	7,02	3,37	0,142	117	44	32	12	4,3	4,53	0,64	3,39	0,65	5,43	2,86	490	755	5	2,27	137	
6	Melhusfossen	02/09/13	6,56	1,57	0,074	46	41	40	1	3,9	2,95	0,39	2,75	0,33	4,23	2,04	250	465	6	1,07	59	
6	Melhusfossen	07/10/13	6,56	1,67	0,080	52	66	56	10	5,4	3,05	0,46	2,82	0,37	4,20	2,09	245	495	6	2,03	74	
6	Melhusfossen	04/11/13	6,27	1,68	0,068	40	104	103	1	6,0	3,05	0,42	2,98	0,35	4,78	1,85	220	450	6	2,52	68	
6	Melhusfossen	02/12/13	6,50	1,88	0,073	45	80	74	6	4,5	3,29	0,46	3,00	0,37	4,83	2,06	325	515	5	2,61	69	
8a	Våråna	07/01/13	5,38	0,56	0,030	0	138	97	41		1,93											
8a	Våråna	04/02/13	5,55	0,93	0,045	15	110	76	34		2,66											
8a	Våråna	04/03/13	6,11	1,18	0,058	29	85	71	14		2,87											
8a	Våråna	01/04/13	6,19	1,87	0,082	55	63	53	10		3,47											
8a	Våråna	06/05/13	5,41	0,48	0,031	0	127	89	38		1,87											
8a	Våråna	03/06/13	5,78	0,80	0,048	19	117	103	14		1,97											
8a	Våråna	02/07/13	5,73	0,72	0,045	15	122	105	17		1,72											
8a	Våråna	05/08/13	6,23	1,82	0,079	51	75	71	4		3,07											
8a	Våråna	02/09/13	6,44	2,11	0,099	72	40	37	3		3,33											
8a	Våråna	07/10/13	5,96	1,22	0,058	29	123	105	18		2,40											
8a	Våråna	04/11/13	5,17	0,64	0,032	0	171	140	31		2,25											
8a	Våråna	02/12/13	6,19	1,48	0,064	36	101	89	12		2,70											
14	Trylandsvassdr	07/01/13	5,14	0,53	0,022	0	106	70	36		2,66											
14	Trylandsvassdr	04/02/13	5,12	0,54	0,029	0	113	70	43		2,84											
14	Trylandsvassdr	04/03/13	5,18	0,55	0,029	0	112	67	45		2,92											
14	Trylandsvassdr	02/04/13	5,31	0,67	0,029	0	107	63	44		2,86											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
14	Trylandsvassdr	06/05/13	5,33	0,48	0,028	0	99	55	44		2,56										
14	Trylandsvassdr	03/06/13	5,43	0,58	0,034	3	90	53	37		2,56										
14	Trylandsvassdr	02/07/13	5,51	0,57	0,035	4	99	72	27		2,26										
14	Trylandsvassdr	05/08/13	5,78	0,63	0,040	10	65	53	12		2,27										
14	Trylandsvassdr	02/09/13	5,71	0,66	0,040	10	60	48	12		2,38										
14	Trylandsvassdr	07/10/13	5,80	0,77	0,043	13	77	58	19		2,38										
14	Trylandsvassdr	04/11/13	5,44	0,77	0,038	8	111	86	25		2,68										
14	Trylandsvassdr	02/12/13	5,58	0,80	0,034	3	103	77	26		2,65										
15b	Spillingsbekk oppstr	07/01/13	5,14	0,61	0,022	0	129	76	53		2,91										
15b	Spillingsbekk oppstr**	04/02/13	8,93	0,79	0,222	199	171	83	88		4,69										
15b	Spillingsbekk oppstr	04/03/13	6,04	1,03	0,050	21	91	79	12		3,54										
15b	Spillingsbekk oppstr	02/04/13	6,11	1,37	0,055	26	84	77	7		3,68										
15b	Spillingsbekk oppstr	15/04/13	6,46	0,87	0,078	50	137	90	47		3,13										
15b	Spillingsbekk oppstr	29/04/13	5,19	0,68	0,025	0	146	72	74		3,17										
15b	Spillingsbekk oppstr	06/05/13	5,36	0,76	0,029	0	129	70	59		2,99										
15b	Spillingsbekk oppstr	03/06/13	5,67	0,87	0,043	13	124	99	25		2,72										
15b	Spillingsbekk oppstr	02/07/13	5,63	0,70	0,040	10	121	99	22		2,29										
15b	Spillingsbekk oppstr	05/08/13	6,23	1,20	0,053	24	62	57	5	5,4	2,89	0,40	3,00	0,31	4,46	2,28	120	430	18	0,90	49
15b	Spillingsbekk oppstr	02/09/13	6,51	1,53	0,075	47	40	38	2	4,9	3,10	0,44	3,12	0,26	4,61	2,45	80	315	8	1,11	68
15b	Spillingsbekk oppstr	16/09/13	5,60	1,15	0,046	16	132	110	22	9,5	2,92	0,47	2,80	0,38	4,18	2,49	140	540	23	2,06	48
15b	Spillingsbekk oppstr	07/10/13	6,10	1,19	0,053	24	97	80	17	6,6	2,99	0,48	3,09	0,36	4,81	2,29	120	400	10	2,04	51
15b	Spillingsbekk oppstr	23/10/13	5,41	0,85	0,039	9	148	118	30	8,2	3,10	0,47	3,06	0,54	4,99	2,24	210	555	18	2,57	26
15b	Spillingsbekk oppstr	04/11/13	5,36	0,92	0,036	5	144	106	38	6,2	3,21	0,44	3,32	0,29	5,71	1,96	140	380	8	2,27	22
15b	Spillingsbekk oppstr	02/12/13	6,15	1,24	0,048	19	86	73	13	4,1	3,27	0,47	3,46	0,29	6,03	2,15	195	390	7	2,59	30
15c	Spillingsbekk nedstr	07/01/13	5,47	0,59	0,030	0	122	83	39	4,4	2,82	0,38	3,23	0,18	4,72	1,94	175	365	5	2,76	20
15c	Spillingsbekk nedstr	04/02/13	5,50	0,75	0,040	10	48	43	5	4,1	3,26	0,42	3,68	0,22	5,66	2,07	250	445	5	3,04	17
15c	Spillingsbekk nedstr	04/03/13	6,03	1,12	0,051	22	92	78	14	3,7	3,52	0,52	3,76	0,36	6,16	2,41	270	525	6	2,89	28
15c	Spillingsbekk nedstr	02/04/13	6,15	1,36	0,055	26	84	74	10	3,8	3,77	0,53	3,91	0,35	6,60	2,58	305	545	7	3,10	29
15c	Spillingsbekk nedstr	15/04/13	5,87	0,88	0,047	18	134	89	45	5,7	2,77	0,53	3,52	0,66	5,46	2,38	700	1220	26	2,35	4
15c	Spillingsbekk nedstr	29/04/13	5,53	0,65	0,027	0	138	95	43	4,2	3,14	0,43	3,39	0,48	5,28	1,84	335	620	12	2,91	16
15c	Spillingsbekk nedstr	06/05/13	5,65	0,73	0,036	5	121	77	44	3,5	2,96	0,41	3,36	0,33	5,18	1,93	280	475	8	2,67	19
15c	Spillingsbekk nedstr	03/06/13	5,97	0,89	0,046	16	116	102	14	6,4	2,84	0,43	3,13	0,30	4,40	1,78	155	450	18	2,16	51
15c	Spillingsbekk nedstr	01/07/13	5,97	0,71	0,048	19	114	96	18	6,4	2,33	0,33	2,83	0,13	3,43	1,80	82	315	8	1,93	49
15c	Spillingsbekk nedstr	05/08/13	6,26	1,21	0,055	26	63	58	5	5,4	2,93	0,40	3,08	0,31	4,48	2,27	105	435	17	1,13	54

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
15c	Spillingsbekk nedstr	02/09/13	6,59	1,51	0,076	48	39	39	0	4,9	3,11	0,44	3,19	0,26	4,64	2,46	79	310	8	1,22	69
15c	Spillingsbekk nedstr	16/09/13	5,86	1,16	0,054	25	125	115	10	9,5	2,97	0,47	3,12	0,39	4,15	2,47	135	535	21	3,42	64
15c	Spillingsbekk nedstr	07/10/13	6,27	1,19	0,062	34	91	78	13	6,6	3,06	0,48	3,34	0,37	4,81	2,27	120	395	10	2,95	62
15c	Spillingsbekk nedstr	23/10/13	5,87	0,92	0,052	23	138	125	13	8,2	3,13	0,47	3,44	0,54	4,78	2,15	210	555	18	4,36	53
15c	Spillingsbekk nedstr	04/11/13	5,82	0,93	0,048	19	135	119	16	6,1	3,19	0,45	3,71	0,29	5,72	1,96	140	375	9	3,94	40
15c	Spillingsbekk nedstr	02/12/13	6,16	1,24	0,049	20	89	73	16	4,2	3,28	0,43	3,22	0,27	5,49	1,97	180	390	7	2,63	35
16	Ertseidbekk	07/01/13	5,06	0,57	0,020	0	119	68	51		3,11										
16	Ertseidbekk	04/02/13	5,11	0,67	0,028	0	121	67	54		3,34										
16	Ertseidbekk	04/03/13	5,61	0,90	0,039	9	103	76	27		3,63										
16	Ertseidbekk	02/04/13	5,43	0,96	0,032	0	121	76	45		3,74										
16	Ertseidbekk	06/05/13	5,24	0,73	0,026	0	105	57	48		3,21										
16	Ertseidbekk	03/06/13	5,55	0,72	0,036	5	86	52	34		2,92										
16	Ertseidbekk	02/07/13	5,51	0,59	0,036	5	102	76	26		2,45										
16	Ertseidbekk	05/08/13	5,72	1,00	0,040	10	89	70	19		3,02										
16	Ertseidbekk	02/09/13	6,15	0,96	0,055	26	43	40	3		3,03										
16	Ertseidbekk	07/10/13	5,72	0,93	0,042	12	83	61	22		2,78										
16	Ertseidbekk	04/11/13	5,33	0,84	0,034	3	128	88	40		3,19										
16	Ertseidbekk	02/12/13	5,50	0,99	0,033	2	115	81	34		3,24										
17	Audna ovenfor Tryland	02/09/13	6,97	2,74	0,130	104	41	32	9		3,56										
17	Audna ovenfor Tryland	16/09/13	5,74	1,45	0,056	27	147	140	7		2,76										
17	Audna ovenfor Tryland	07/10/13	6,64	2,08	0,095	68	58	51	7		3,04										
17	Audna ovenfor Tryland	23/10/13	5,58	1,22	0,049	20	148	140	8		2,85										
17	Audna ovenfor Tryland	04/11/13	6,25	1,73	0,073	45	97	94	3		2,87										
17	Audna ovenfor Tryland	02/12/13	6,72	2,35	0,098	71	68	61	7		3,39										

* Prøvene behandlet som én prøve i figurer og ved beregning av middelverdi

** Prøven er utelatt i figur og ved beregning av middelverdi

Vedlegg C. Primærdata - fisk i Audnavassdraget 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Audna 14.-15.08.2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) Vannføringen under elfsket målt ved Gaupfoss var 2,3-3,5 m³/s (fallende).

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg				Snitt	SD	min	max
st. 1	19,0°C	0+	47	20	19	109,8	27,4	0,40	44,9	2,7	39	53
100 m²	2,60	>0+	26	7	3	37,1	2,9	0,69	85,2	11,7	68	115
st. 2	16,4°C	0+	45	31	18	127,6	37,9	0,36	44,4	3,7	32	52
100 m²	2,50	>0+	16	3	1	20,2	1,1	0,78	96,1	12,6	73	122
st. 4	13,8°C	0+	57	31	18	107,0	19,1	0,44	38,4	3,4	32	46
120 m²	2,60	>0+	14	5	1	17,1	1,7	0,70	80,2	8,9	67	99
st. 5	15,0°C	0+	64	24	10	104,1	7,7	0,61	40,9	3,1	33	47
100 m²	2,30	>0+	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
st. 6	14,5°C	0+	35	22	12	79,3	21,2	0,41	42,6	4,1	36	52
110 m²	2,50	>0+	15	11	8	50,7	42,4	0,27	89,1	13,5	72	129
st. 7	16,0°C	0+	38	19	10	77,3	13,4	0,49	43,4	4,2	35	53
100 m²	2,50	>0+	15	2	1	18,1	0,8	0,80	88,7	12,1	70	108
st. 8	17,3°C	0+	166	67	49	326,0	28,0	0,49	41,4	3,8	34	59
100 m²	2,00	>0+	30	7	3	40,9	2,4	0,72	84,0	14,1	63	135
st. 9	19,3°C	0+	50	28	26	159,1	64,0	0,30	43,0	4,0	33	58
100 m²	1,70	>0+	15	2	1	18,1	0,8	0,80	76,6	7,6	64	92
st. 10		0+	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-
100 m²		>0+	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Totalt (1-10)		0+	502	242	162	117,0	6,9	0,45	42,5	4,1	32	59
930 m²		>0+	131	37	18	20,8	0,8	0,66	85,8	13,1	63	135

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.). Vannføringen under elfisket målt ved Gaupfoss var 2,3–3,5 m³/s (fallende).

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg				Snitt	SD	min	max
st. 1	19,0°C	0+	5	2	1	8	2,9	0,57	51,0	3,2	46	55
100 m²	2,60	>0+	3	0	0	3	0,0	1,00	99,0	8,2	92	108
st. 2	16,4°C	0+*	3	5	4	12	8,4	0,67	53,9	3,2	50	60
100 m²	2,50	>0+*	0	1	0	1	0,6	0,83	10,2	-	102	102
st. 4	13,8°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
120 m²	2,60	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 5	15,0°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
100 m²	2,30	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 6	14,5°C	0+	4	1	1	6	5,9	0,57	52,7	4,7	44	57
110 m²	2,50	>0+	10	2	2	14	13,4	0,63	114,9	14,2	94	140
st. 7	16,0°C	0+	8	0	0	8	8,0	1,00	49,1	3,6	46	54
100 m²	2,50	>0+	2	1	0	3	3,1	0,71	106,3	7,6	98	113
st. 8	17,3°C	0+	2	1	1	4	5,8	0,32	48,5	3,1	46	53
100 m²	2,00	>0+	2	0	0	2	2,0	1,00	104,5	3,5	102	107
st. 9	19,3°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
100 m²	1,70	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
st. 10**		0+	3	1,0	0,3	4,3	4,5	0,67	63,7	1,5	62	65
100 m²		>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
Totalt (1-10)		0+	25	9*	7*	41	5,3	0,49	51,5	3,9	44	60
930 m²		>0+	17	4	2	23	2,5	0,70	104,8	19,5	62	140

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg D. Primærdata - bunndyr i Audnavassdraget 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Audna 11.06.2013

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Nematoda				2		2			2	1		1			
	Oligochaeta	8	9	2	10	8	8	3	4	4	8	9	18	11	8	3
	Acari	5	12		1		1	3	1			3	4	3	1	9
	Gastropoda															
***	<i>Radix balthica</i>											1		6		11
	Bivalvia															
*	<i>Pisidium</i> sp.		1		21			1	3			1			1	1
	Zygoptera															
	<i>Phrynosoma nymphula</i>							1								
	Anisoptera															
	<i>Cordulegaster boltoni</i>										1	1				
	Ephemeroptera															
***	<i>Baetis rhodani</i>			3		5					21	31		4	96	1
***	<i>Baetis subalpinus</i>		1													
***	<i>Baetis fuscatus/scambus</i>						1				10	19		7	2	8
***	<i>Baetis</i> sp.	49		21			1				30				6	
**	<i>Siphonurus lacustris</i>													1		
**	<i>Siphonurus alternatus</i>							3								
**	<i>Siphonurus</i> sp.							2								
***	<i>Cloeon dipterum</i>							2								
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>										5	3		1	4	3
	<i>Kageronia fuscogrisea</i>							1								
	<i>Leptophlebia vespertina</i>							2					1	1		
	Plecoptera															
	<i>Amphinemura borealis</i>	14		6	16	15	12	5			9	3	12	3	5	
	<i>Amphinemura sulciollis</i>	4													1	
	<i>Amphinemura standfussi</i>						1					1				
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	34	24		4	3	19		6	1	268	128	21	59	190	83
	<i>Nemoura</i> sp.		1													
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>												1			
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>										1	1				
**	<i>Isoperla grammatica</i>	7	1	3		1		1								
	Trichoptera															
	<i>Rhyacophila nubila</i>	7	1	5	5	6	1				10	8	7		10	1
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	9	12	2	13	9	4	2		15			3	2		
	<i>Polycentropus irroratus</i>							1								
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		2	1									3			
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>				9	7	6	1	134	26			2			
	Polycentropodidae indet.							1								
	<i>Limnephilus lunatus</i>									1						
	<i>Agapetus ochripes</i>										1	1			8	4
	<i>Oxyethira</i> sp.		1											1		
	<i>Athripsodes cinereus</i>											1		6		8

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Athripsodes</i> sp.						1				2	1			1	12
<i>Mystacides azurea</i>				1											
<i>Ceraclea</i> sp.													1		
Leptoceridae indet.													1		1
<i>Ylodes</i> sp.													2		
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>				1											
** <i>Oecetis testacea</i>				1		5			3						1
** <i>Hydropsyche siltalai</i>				36	58	1				11	8	14	5	12	
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>														1	3
** <i>Hydropsyche</i> sp.															1
** <i>Lepidostoma hirtum</i>			3	5						3	5	2	36	2	19
** <i>Wormaldia</i> sp.										3		1	1		
Trichoptera indet.puppe									1		1			1	
Chironomidae	145	109	93	106	140	88	84	22	163	45	53	101	246	73	150
Ceratopogonidae					1	2	5	3	1	6	4	1	1		8
Simuliidae	13	1	38	4	4	9	1	189	1	12	17	20	1	100	1
Tipuloidea															
<i>Dicranota</i> sp.			1											2	
Limonidae indet.	2	2													
Diptera															
Empididae indet.	4	2	8	5	5				1		1	10	8		6
Ubestemt							1								
Megaloptera															
<i>Sialis lutaria</i>							1								
Coleoptera															
<i>Limnius volckmari</i>	12	18	1		11	6		1		28	49	1	4	101	45
<i>Olimnius tuberculatus</i>				1		6	2					3			6
<i>Elmis aenea</i>	22	1	12	2	1					1			3	4	2
<i>Elodes</i> sp.			1												
<i>Orectochilus villosus</i>				2	1	2				1					2
Hydrophilidae indet.			1												
Hydrozoa															
<i>Hydra</i> sp.								4							
Crustacea															
Chydoridae							1								
Ostracoda									1						
Cyclopida							4								
Calanoida				1				3	1						
<i>Eurycercus lamellatus</i>							1						1		
Sum	335	198	201	244	275	174	129	370	219	476	350	225	415	629	389
Forsuringsindeks 1	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5	0,3	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0
Forsuringsindeks 2	1,00	0,54	1,00	0,50	0,78	0,56	0,50	0,25	0,50	0,72	0,88	0,50	0,68	1,00	0,61

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

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Audna 25.09.2013

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Turbellaria															
**	<i>Crenobia alpina</i>															
	Nematoda				2				5			2	1	1	1	
	Oligochaeta	3	5		10	3	15	8	10	1	11	37	9	17	14	15
	Acari	10	35	2	3	4	6	2		2	2	3	5	3	5	1
	Hirudinea															
***	<i>Erpobdella octoculata</i>								1							
	Gastropoda															
***	<i>Radix balthica</i>						2		2			2		8		47
	Bivalvia															
*	<i>Pisidium</i> sp.				23		4	1	29		1	11		1		33
	Zygoptera															
	<i>Coneagrionidae</i> indet.								1							
	<i>Calopteryx</i> sp.															1
	Anisoptera															
	<i>Cordulegaster boltoni</i>				2											
	Ephemeroptera															
***	<i>Baetis rhodani</i>	3	2	12	7	16	12				19	25	2	10	23	
***	<i>Baetis subalpinus/vernus</i>	2	2	4		3										
***	<i>Baetis fuscatus/scambus</i>											1		1		
***	<i>Centroptilum luteolum</i>															24
***	Baetidae						58	78				3				
***	<i>Caenis horaria</i>						7		5							
***	<i>Caenis luctuosa</i>						1		1							
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>										25	20		2	12	4
	<i>Kageronia fuscogrisea</i>						26	122			2	2		2		4
	<i>Leptophlebia marginata</i>		1		4		12	25	32	3			1	3		9
	<i>Leptophlebia vespertina</i>		4		1		5	5	11	5			3	4		4
	Plecoptera															
	<i>Amphinemura borealis</i>	4	14	1	2	42	21	1			64	38	10	8	14	
	<i>Amphinemura sulciollis</i>	2	15	5		10	4				14	13	9	2	7	1
	<i>Protonemura meyeri</i>	2	2	10	2	13	3				2	5	21	5	9	
	<i>Nemoura cinerea</i>		1				6	6	26		1			2		
	<i>Nemurella pictetii</i>		1													1
	<i>Nemuridae</i> indet.			1			4									
	<i>Leuctra hippopus</i>	3	3				21	3	3		9	10	16	2	5	7
	<i>Leuctra fusca</i>										3	4				1
	<i>Brachyptera risi</i>	1	13	1							3				2	
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	4	13	1												
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>						3				4	11			4	
**	<i>Diura nanseni</i>										1				2	
**	<i>Isoperla</i> sp.	7	8	7	3	3	6					5	7	2	2	
	Trichoptera															
	<i>Rhyacophila nubila</i>	10	1	9	3	5	3				12	11	2	2	20	
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	15	34	1	18		11	4	7	53			17			
	<i>Polycentropus irroratus</i>								5					1		
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1							2						
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>				6		1	2	45	61						

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Polycentropodidae indet.			2			4	4		7			3			
	Limnephilidae indet.		2					1								
	<i>Athripsodes cinereus</i>						3	3	3							7
	<i>Athripsodes</i> sp.									1	7	6		2	6	5
	<i>Mystacides azurea</i>		1							1						
	Leptoceridae indet.													2		
	<i>Oxyethira</i> sp.	2	11		8	4	9	21		9		2	11	4		10
**	<i>Agapetus ochripes</i>										2	3			2	
**	<i>Ithytrichia lamellaris</i>							1						1		
**	<i>Oecetis testacea</i>				2	2	3	1		3			2			
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>				11				1	1	32	34	11	16	43	19
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>				2	27	1				7	3			36	
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>				64	95					6	4	12	10	106	
**	<i>Hydropsyche</i> sp.					10	1				1			1	13	
	Chironomidae	127	128	86	123	36	109	28	54	92	65	32	51	174	70	177
	Ceratopogonidae						4		1	1	5	2	1	3	2	4
	Simuliidae	13	17	26			5	1	5		2	6	4			
	Tipuloidea															
	<i>Tipula</i> sp.				5		1		3	1			1	1		
	<i>Dicranota</i> sp.		1	1											1	
	Tabanidae indet.					1	1									
	Limonidae indet.		1		1		1									
	Diptera															
	Empididae indet.			2	4	2					3		2	2	4	1
	Muscidae indet.				1								1			
	Coleoptera															
	<i>Elmis aenea</i>	13	6	10	3	4	1				4	4	2	9	4	
	<i>Limnius volckmari</i>	2	13			6	19		7		59	48		13	44	24
	<i>Olimnius tuberculatus</i>	1			3	1	39	5	18		1	2	3			2
	<i>Orectochilus villosus</i>				1	5	6		2		4	5		1	11	3
	Columbetinae indet.								1							1
	Megaloptera															
	<i>Sialis fuliginosa</i>												1	3		
	Collembola						1	3								
	Crustacea															
**	<i>Daphnia</i> sp.								12							
	Chydoridae				1					2				1		7
	Ostracoda						1							3		
	Cyclopida							1	5					2		2
	<i>Eurycercus lamellatus</i>				1		1		2					1		5
	<i>Holopedium gibberum</i>									2						
	Calanoida					1		1								
	Sum	224	335	181	316	293	441	327	297	247	371	354	208	325	462	419
	Forsuringsindeks 1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Forsuringsindeks 2	0,81	0,56	1,00	1,00	0,79	0,69	1,0	1,0	0,50	0,69	0,82	0,54	1,00	1,00	1,00

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

11. Lygnavassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Terje Bongard (NINA)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

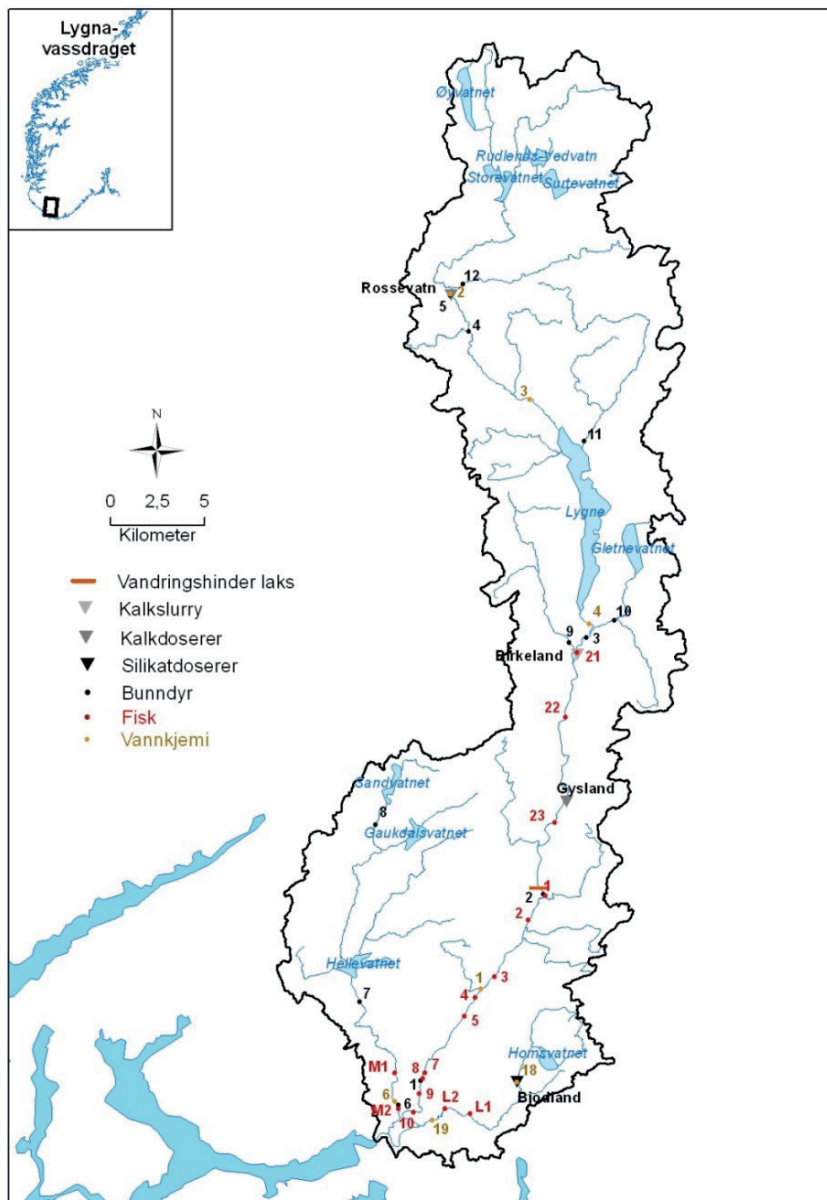
Fakta om Lygnavassdraget	
Vassdragsnr.:	024
Fylke:	Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	663,5 km ² (inkl. Møska, 1 24,6 km ²)
Vassdragsregulering:	Ingen
Spesifikk avrenning:	54 l/s/km ²
Middelvannføring:	30 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 20 km, til Kvåsfossen
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen i Lygna var før kalking utdødd og sjøauren var truet av forsuring. Det har hele tiden vært rester av de naturlige aurebestandene i Lygne og i hovedelva nedstrøms.
Tiltaksplan:	Vikøyr et al. (1989)
Biologisk mål:	1) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet til at aure kan leve i Lygne og kalkede innsjøer i nærområdet. 2) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsøringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål (2013):	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-10/6: pH 6,4, 11/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. 2-3 innsjøer kalkes. En kalkdoserer ved Gysland oppstrøms lakseførende strekning (fra 2000). Birkelanddosereren oppstrøms Kvåsfossen kom i drift i 2011, mens Rossevatndosereren oppstrøms innsjøen Lygne er nedlagt. Litleåna har vært kalket med dolomitt, men i 2011 ble dette erstattet med et silikatanlegg på Bjodland.

I Lygna er det både innsjø- og dosererkalking (**tabell 1**). Dosereren lengst nord i vassdraget (ved Rossevatn) har ikke vært i drift de to siste årene. Ved de øvrige to anleggene i hovedvassdraget ble det dosert slurry og tørr kalk i 2013; Birkeland 1400 tonn Biokalk og Gysland 809 tonn VK3 (CaCO₃-innhold på hhv. 67 % og 99 %). I sidevassdraget Litleåna ble det tilført 300 tonn Na-silikat. På grunn av sen smoltutvandring ble tidsperioden med pH-mål 6,4 forlenget med 10 dager dette året. Dette i tillegg til noe mer nedbør i 2013 enn året før, førte allikevel ikke til særlig økning i

kalkforbruket. Kalkmengde tilført innsjøene økte noe i 2013 i forhold til to foregående år (tre innsjøer; totalt 20 tonn VK3). Det falt 1909 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41480 Åsral i 2013, mens normalen for året er 1726 mm (met.no 2014). April-juni og desember var våtere enn normalen, særlig desember med nesten 500 mm nedbør (310 % av normalen). De øvrige månedene hadde mindre nedbør enn normalen, og mars og juli var spesielt tørre (hhv. 22 og 31 mm nedbør).

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO₃) og silikatforbruk (tonn Na-silikat) i Lygnavassdraget for perioden 2009–2013. Antall kalkede innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	2239	982	2825	1692	1739
Innsjøkalking	40	26	16 (2)	11 (3)	20 (3)
Sum kalkforbruk	2279	1008	2841	1703	1759
Litleåna grovdolomittdoserer	96	-	-	-	-
Litleåna silikatdoserer			315	360	300



Figur 1. Lygnavassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo (NIVA)

Medarbeidere: L. B. Skancke, T. Høgåsen og R. Høgberget (NIVA)

Vannkvaliteten i Lygnavassdraget har vært overvåket siden 1965. Mellom 1970 og kalkstart i 1991 lå pH i Lygna under 5,0 det meste av tiden.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Vannet ved referansestasjonen (st. 2) er svært kalkfattig og surt (pH omkring 5,0) hele året, men LAL-konsentrasjonene er forholdsvis lave (20–40 µg/l) (figur 2, figur 3 og tabell 2).

Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Lygnavassdraget i 2013. For utelatte verdier se **vedlegg B**.

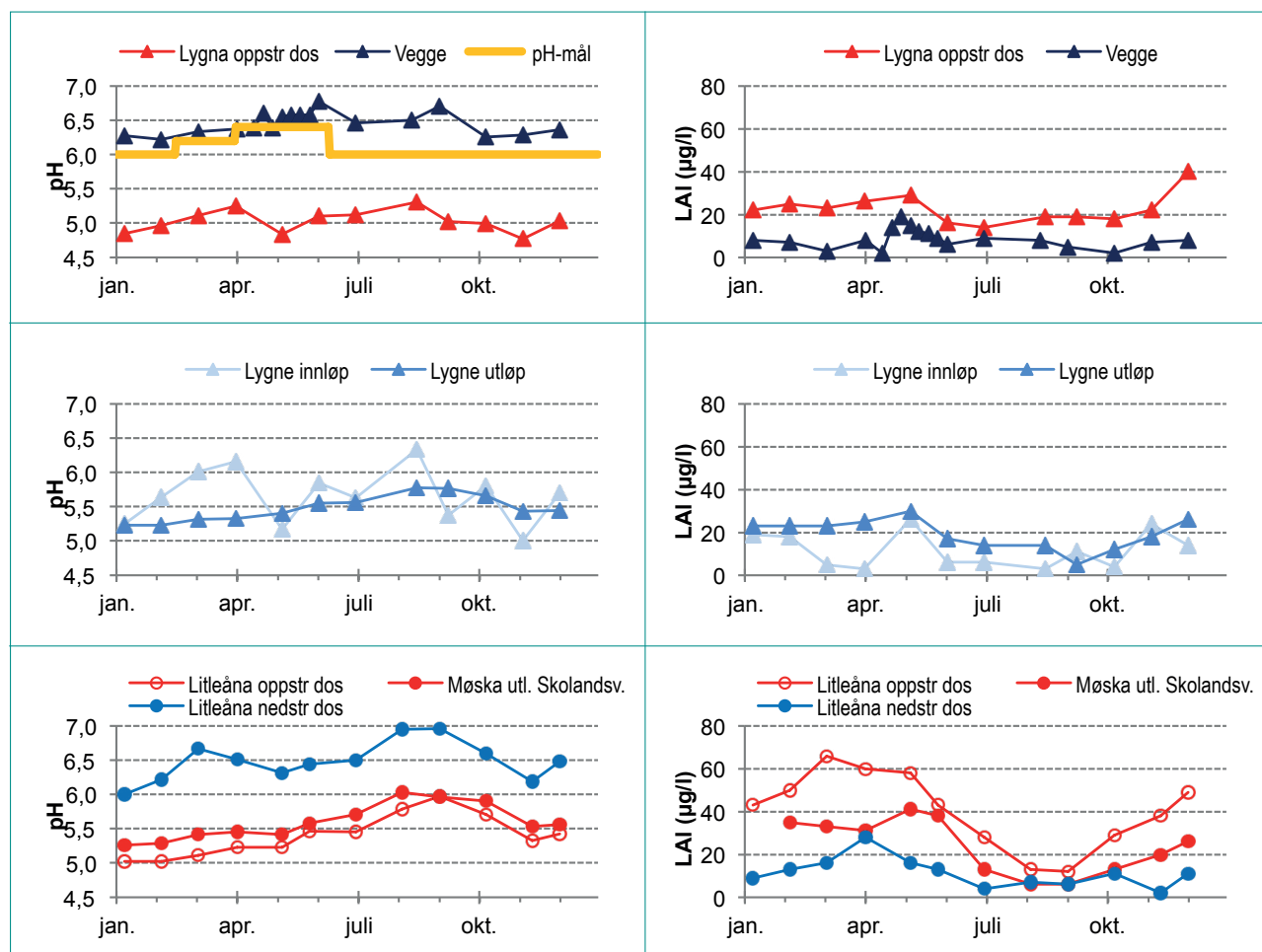
St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
2	Lygna oppstr doserer	Mid	5,00	0,27	0	23	5,3	8
		Min	4,77	0,15	0	14	3,4	-6
		Maks	5,31	0,43	3	40	9,2	26
		N	12	12	12	12	12	12
3	Lygne innløp	Mid	5,50	0,81	14	12		
		Min	5,00	0,46	0	3		
		Maks	6,33	1,29	40	26		
		N	12	12	12	12		
4	Lygne utløp	Mid	5,44	0,56	4	19		
		Min	5,23	0,42	0	5		
		Maks	5,78	0,62	12	30		
		N	12	12	12	12		
1	Vegge	Mid	6,43	1,51	46	9	3,8	60
		Min	6,22	1,16	25	2	2,4	42
		Maks	6,77	1,90	73	19	5,2	90
		N	18	18	18	18	12	12
6	Møska utl. Skolandsvatn	Mid	5,53	0,77	4	24		
		Min	5,26	0,45	0	6		
		Maks	6,03	1,30	13	41		
		N	12	12	12	11		
18	Litleåna oppstr doserer	Mid	5,31	0,56	2	41	3,7	7
		Min	5,02	0,43	0	12	2,7	-15
		Maks	5,97	0,66	10	66	4,9	24
		N	12	12	12	12	12	12
19	Litleåna nedstr doserer	Mid	6,40	1,53	62	11	3,0	70
		Min	6,00	0,87	18	2	1,9	35
		Maks	6,96	2,59	127	28	3,9	134
		N	12	12	12	12	12	12

Vann fra Lygne utløp (st. 4) hadde gjennomgående noe høyere pH enn vann fra st. 2. Det samme var tilfelle for vann fra Lygne innløp (st. 3), men pH viste her betydelig større variasjon. Det var ikke systematisk forskjell på pH ved innløp og utløp av Lygne, men LAI-konsentrasjonen var høyere ved utløpet i tidsrommet januar til august. I første halvår var det for øvrig bemerkelsesverdig godt samsvar mellom LAI-konsentrasjon ved st. 2 og st. 4.

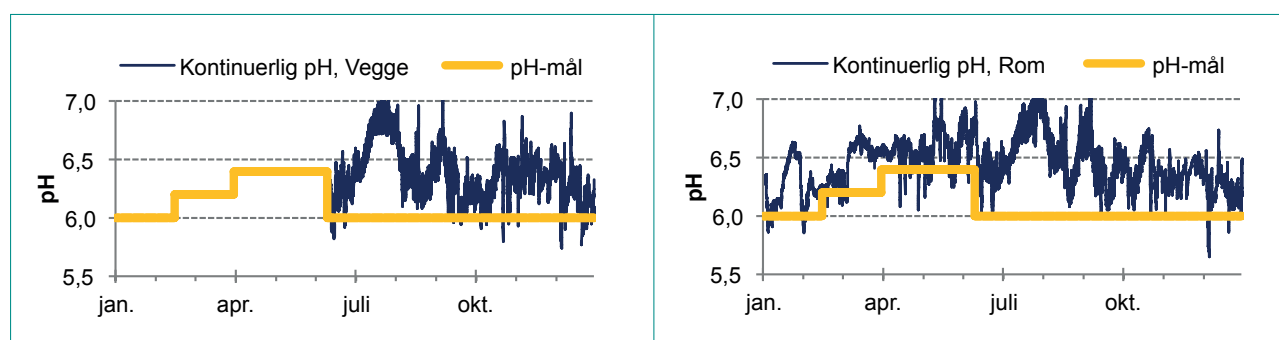
pH var høyere enn målsettingen i nær alle vannprøvene fra målområdet ved Vegge (st. 1). Det var i tillegg automatisk overvåking av pH ved Vegge (f.o.m. juni) og ved Rom som ligger nærmere utløpet. Resultatene fra Rom viser at pH i korte tidsrom i april-mai falt under mål-pH. På Vegge (st. 1) var målt konsentrasjon av LAI høyere 10 µg/l i 5 prøver tatt mellom 22. april og 20. mai. Dette til tross for pH-verdier opp mot 6,6. Resten av året var LAI-konsentrasjonen lavere enn 10 µg/l

Litleåna har ikke like surt vann som referansestasjonen (st. 2) i hovedelva, men ubehandlet vann har høyere konsentrasjon av LAI. Maksimumskonsentrasjonen i 2013 var likevel under halvparten så høy som i sjøsaltåret 2012. I Litleåna er det siden 2011 brukt silikat til å avgifte aluminium. Silikatkonsentrasjonen var mellom 0,71 og 4,12 mg/l høyere nedstrøms (st 19) enn oppstrøms (st 18), og forskjellen var størst i tidsrommet januar til april. pH var godt over 6,0 unntatt i januar. Til tross for til dels høy pH (opp mot 6,7) og relativt høy konsentrasjon av silikat, lå LAI-konsentrasjonen mellom 13 og 28 µg/l i tidsrommet februar til mai. Kalsium- og magnesiumkonsentrasjonen er betydelig høyere nedstrøms enn oppstrøms. Kalk bidrar til at pH er høy.

Møska (st. 6) er en ukalket sideelv i nedre del av Lygna. pH varierte mellom 5,3 og 6,0, og konsentrasjonen av LAI mellom 6 og 41 µg/l (**figur 2** og **tabell 2**). Vannet var surest og LAI-konsentrasjonene høyest i tidsrommet januar-mai.



Figur 2. pH og konsentrasjonen av labilt aluminium (LAI) for stasjoner i Lygna og sidevassdragene Litleåna og Møska i 2013. pH-målet for vassdraget er også vist. NB! Ulik inndeling på y-aksene. For utelatt verdi se vedlegg B.

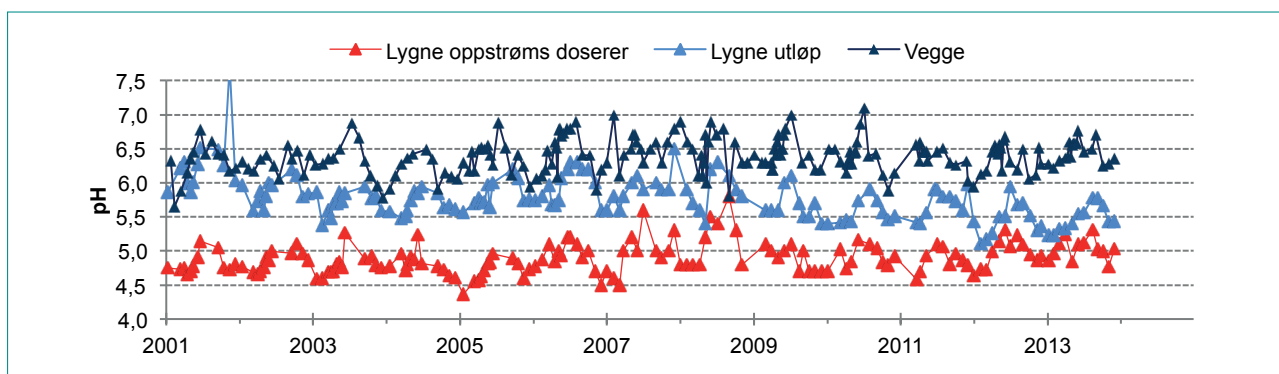


Figur 3. Kontinuerlig måling av pH i 2013 ved hhv. Vegge og Rom (målområdet) i Lygnavassdraget samt pH-målet.

2.2 Langtidstrender

Det har siden 2001 vært en svak økning i pH oppstrøms kalking i Lygna (st. 2), men variasjonen er betydelig (figur 4). I utløpet av Lygna (st. 4) har pH falt noe siden 2008. Ved

Vegge (st. 1) har pH tidligere vist store sesongvariasjoner, men disse har vært mindre siden 2011 trolig som følge av oppstarten av nytt doseringsanlegg ved Birkeland.



Figur 4. pH-utvikling for tre stasjoner i Lygnavassdraget er vist for perioden 2001–2013.

3. Fisk

Forfatter: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeidere: Hans M. Berger (NIVA), Vegard Ambjørndalen, Eva Ulvan og Laila Saksgård (NINA)

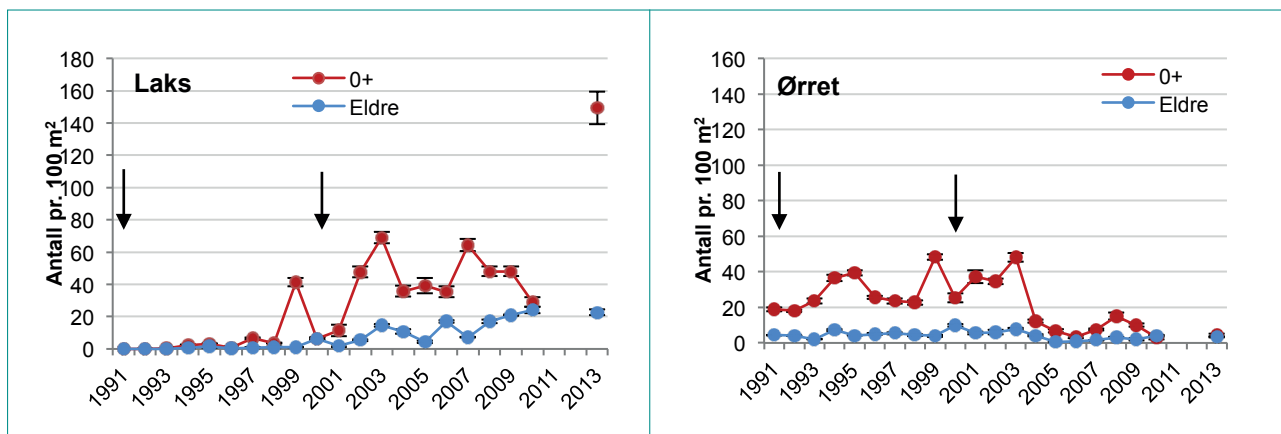
Den opprinnelige laksestammen i Lygna er utdødd. Det ble gjennomført ungfishundersøkelser i Lygna og Møska i 1980 uten at det ble funnet laksunger (Kildal 1982). Årlig overvåking av ungfish startet i 1991 i forbindelse med kalkings-tiltakene (Larsen 1993). Fra 1994 er det i tillegg gjennomført undersøkelser i Litleåna og Møska. Det er ikke satt ut laks eller ørret i Lygna etter 1990.

3.1 Ungfishundersøkelser

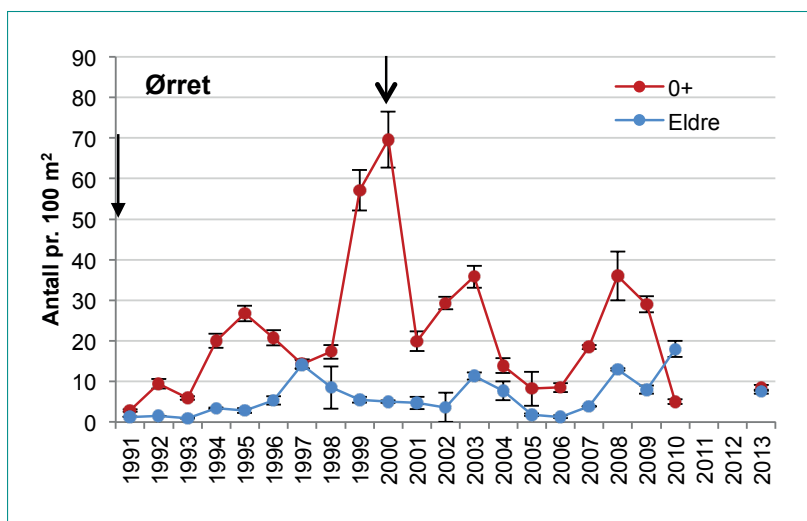
Det ble fanget laksunger på alle stasjonene i Lygna samt i Litleåna og i Møska i 2013 (**tabell 3**). Ørretunger ble registrert på alle elfiskestasjonene med unntak av de to nederste stasjonene i hovedelva. Det ble ikke registrert ål i hovedelva og bare et fåtall i Litleåna og Møska (**tabell 3**). Tettheten av laksyngel (0+) er den høyeste som er registrert i undersøkelsesperioden i Lygna samt i Litleåna og Møska (**figur 5 og 7**). Det var også en høy tetthet av eldre laksunger ($\geq 1+$) i hele vassdraget sammenlignet med tidligere år, spesielt i Litleåna. Det ble fanget mye laks i Lygna i 2012 noe som tyder på at oppgangen av gytefisk var god (**figur 8**) og måloppnåelsen for gytebestanden var svært god i både 2011 og 2012 (Anon 2013). Dette er sannsynligvis hovedårsaken til de høye tetthetene av lakseyngel i 2013. Det måles til tider noe høyere innhold av labilt aluminium enn ønskelig selv i prøver der pH tilsvarer pH-målene (**vedlegg B**). Det er usikkert hvilken betydning dette har for ungfishen i Lygna. I undersøkelser av gjeller fra laks (1995–2004) ble det ikke påvist metallakkumulering på gjellene, men det ble i enkelte år påvist

varierende mengder i gjelleepitelet hos laksungene (Larsen mfl. 2006). Det er antatt at dette er et uttrykk for at fisken i perioder har vært eksponert for en suboptimal vannkvalitet. Vi kan ikke utelukke at ungfish fremdeles utsettes for stress som følge av ugunstig vannkvalitet. Møska har vært et typisk forsurningsvassdrag uten noen fast laksestamme (Kildal 1982). Elva er fortsatt til tider svært sur med lave pH-verdier ($< 5,5$) og høyt innhold av labilt aluminium (LAI $> 30 \mu\text{g/l}$) (**vedlegg B**). I år med god oppgang av gytefisk til hovedelva slik som i 2011 og 2012, er det også sannsynlig at flere laks finner veien opp i Møska. Den til tider svært dårlige vannkvaliteten i denne elva kan nok likevel bety en større dødelighet på både yngel og eldre ungfish sammenlignet med de kalka delene av vassdraget. I Litleåna har det i mange år vært kalket med grovdolomitt via doserer. Dette tiltaket ble erstattet av silikatdosering i 2011. Det har også vært kalking av innsjøer i nedslagsfeltet fra 1985. De til tider lave tetthetene av både ørret- og lakseyngel kan ha sammenheng med dårlig overlevelse på grunn av dårlig vannkvalitet. I likhet med resten av vassdraget vil selvsagt oppgangen av laks og sjøørret også ha stor betydning for ungfishtettheten. Det er fortsatt lav tetthet av ørretunger både i og ovenfor lakseførende streking i Lygna (**figur 5 og 6**). I Litleåna var det også en lav tetthet av ørretunger i 2013, mens den i Møska var noe høyere enn i perioden 2007–2010, men likevel moderat høy (**figur 7**).

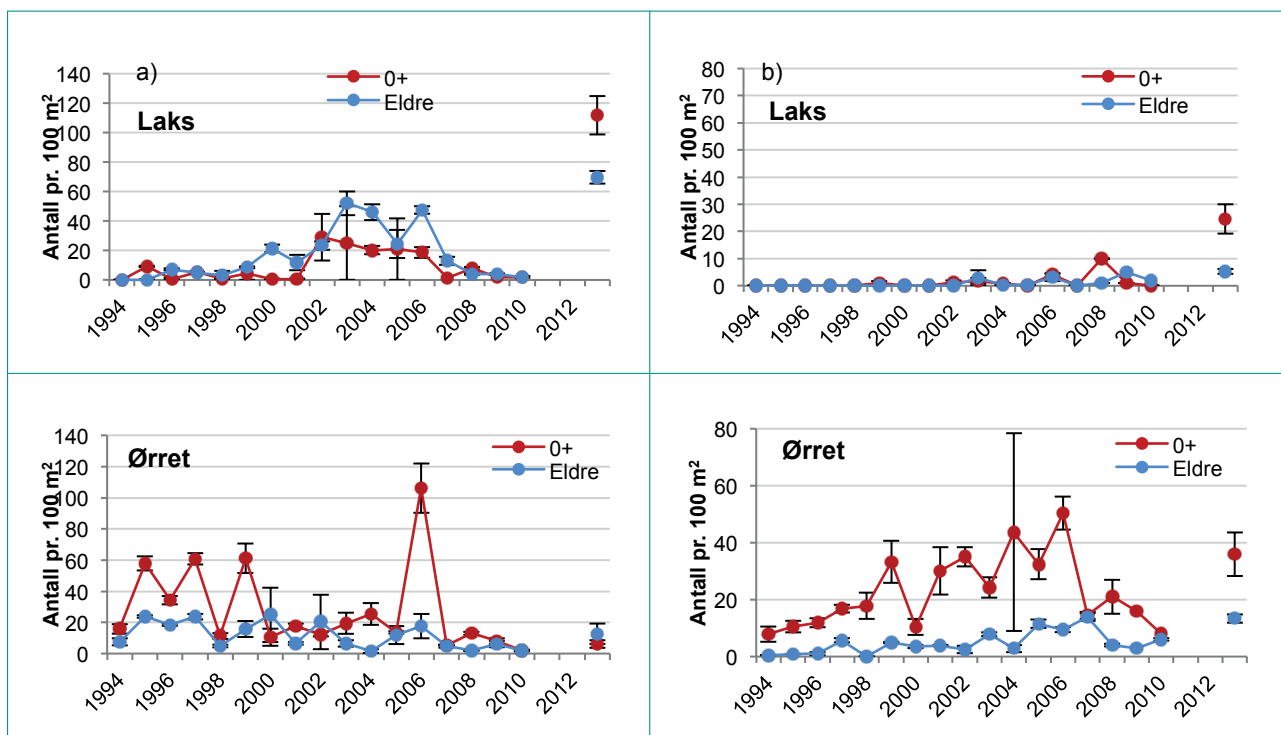
Vanntemperaturen under gjennomføringen av elfisket i 2013 lå i øvre sjikt av det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Samtidig var ledningsevnen lav ($< 2,5 \text{ mS/m}$ i Lygna, **vedlegg C**), og i elver med lav ledningsevne vil fangbarheten av fisk bli redusert når også vanntemperaturen er lav (Larsen mfl. 2010). Det kan derfor være en fordel å elfiske ved noe høyere vanntemperatur enn det som er anbefalt. Det var fin vannføring under gjennomføringen av elfisket i Lygna i 2013 ($1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Møska).



Figur 5. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i på lakseførende strekning i Lygna i perioden 1991–2013. Data før 2006 er hentet fra Larsen mfl. (2006) og 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Piler angir oppstart av kalking i ulike deler av vassdraget.



Figur 6. Beregnet tetthet av ørretunger ovenfor lakseførende strekning i Lygna (stasjon 21–23) i perioden 1991–2013. Data før 2006 er hentet fra Larsen mfl. (2006) og 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Piler angir oppstart kalking i ulike deler av vassdraget (lukket pil: påvirker alle elfiskestasjoner, åpen pil: påvirker én elfiskestasjon).



Figur 7. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i a) Litleåna og i b) Møska i perioden 1994–2013. Data før 2006 er hentet fra Larsen mfl. (2006) og 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011).

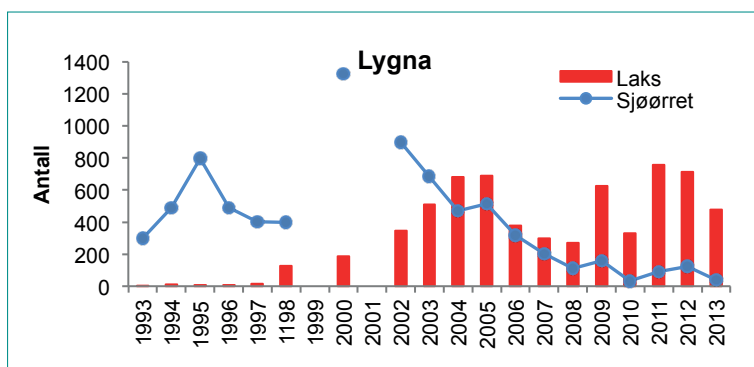
Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet av laks og ørret pr 100 m² på 10 stasjoner på lakseførende strekning i Lygna (hovedelva), samt to stasjoner i henholdsvis Litleåna og Møska, og tre stasjoner ovenfor lakseførende strekning i hovedelva 1.–3. september 2013. Det ble i tillegg fanget trepigget stingsild på stasjon 9 og 10 samt skrubbe på stasjon 7, 8 og 10.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	135	245	11	0	171,8	28,6	3,0	5,9
2	132	246	12	0	234,6	16,0	6,1	0,8
3	128	178	27	0	213,2	14,9	13,2	6,1
4	125	195	19	0	241,3	39,4	5,9	9,7
5	125	206	5	0	186,2	37,9	1,2	2,4
7	100	72	1	0	65,0	16,3	1,0	0,0
8	127,5	149	3	0	84,1	47,6	0,6	1,6
9	120	121	0	0	145,3	7,1	0,0	0,0
10	100	42	0	0	60,5	0,0	0,0	0,0
Sum	1093	1451	78	0				
Tetthet 1					149,4±10,1	22,7±1,8	4,4±0,9	3,5±0,4
Tetthet 2					155,8±71,2	23,1±16,1	3,4±4,3	2,9±3,5
L1	112	182	18	1	151,7	33,8	3,3	8,3
L2	112,5	176	16		72,7	106,5	6,6	9,0
Sum	224,5	358	34	1				
Tetthet 1					111,9±13,0	69,8±4,3	6,2±2,5	12,7±6,5
Tetthet 2					112,2±55,9	70,2±51,4	5,0±2,3	8,7±0,55
M1	105	8	49	4	3,6	3,8	27,3	22,3
M2	90	37	30	2	46,5	8,1	52,2	3,3
Sum	195	45	79	6				
Tetthet 1					24,6±5,4	5,3±0,9	35,9±7,7,0	13,4±1,5
Tetthet 2					25,1±30,3	6,0±3,0	39,8±17,68,9	12,8±13,4
21	100		16	0			8,2	10,0
22	100		10	0			8,4	2,0
23	105		18	0			8,7	10,4
Sum	305		44	0				
Tetthet 1							8,4±0,7	7,5±0,5
Tetthet 2							8,4±0,3	7,5±4,7

3.2 Fangststatistikk

Historisk sett var Lygna ei god lakse- og sjøørretelv med fangster på 1–4 tonn i 1940-årene (<http://www.lakseelvene.no/article.aspx?id=732>). Fra midten av 1970-tallet og fram til begynnelsen av 1990-tallet ble det ikke rapportert inn fangster. Siden årtusenskiftet har det blitt fanget mer laks, mens sjøørreten har gått tilbake. I toppårene 2011 og 2012 ble det fanget henholdsvis 757 og 715 laks og i 2012 ble

det i tillegg satt ut igjen 136 laks. Av sjøørret ble det fanget flest i 2000 med over 1300 individer, men siden har fangstene av sjøørret avtatt (**figur 8**). I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er det fare for at forvaltningsmålet ikke er nådd for laksebestanden i Lygna, men gytebestandsmål-oppnåelsen var imidlertid svært god både i 2011 og 2012 (Anon 2013). Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse siste fire år er beregnet til 81 %.



Figur 8. Antall laks og sjørørret fanget (avlivet) i Lygna-vassdraget i perioden 1993 til 2013. Kalkingen av vassdraget startet i 1991.

Andelen estimert rømt oppdrettsfisk (andelen brukt i simulering av gytebestand) i perioden 1989–2011 har ligget mellom 0 og 10 % (Anon 2013). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). I de siste ti årene har andelen oppdrettsfisk ligget godt under dette i Lygnavassdraget i de fleste årene. Høyest andel var det i 2008 med 6,8 %.

4. Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Lygnavassdraget i 2013.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten oppstrøms doseringen i Lygna (st. 2) har blitt noe bedre siden midten av nittitallet, men er fortsatt dårligere enn vannforskriftens krav til god tilstand mht. LAI og ANC (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013).

Det inntraff ingen kraftige sjøsaltepisoder i 2013, og ubehandlet vann i hovedelv og sidevassdrag var langt unna ekstremverdiene fra 2012 mht. pH og LAI-konsentrasjon. Det ble målt LAI-konsentrasjoner over 10 µg/l i smoltperioden selv i vann kalket eller silikatbehandlet til pH høyere enn 6,4.

5.2 Fisk

Tettheten av laksyngel i 2013 er den høyeste som er registrert i undersøkelsesperioden i Lygna og i de to sideelvene Litleåna og Møska. Det var også en høy tetthet av eldre laksunger i hele vassdraget sammenlignet med tidligere år, spesielt i Litleåna. Det er fortsatt lav tetthet av ørretunger både i og ovenfor lakseførende streking i Lygna. De høye tetthetene av lakseyngel i 2013 kan ses i sammenheng med at det året før ble fanget rekordmange laks i Lygna og målloppnåelsen for gytebestanden var svært god i 2012. Det kan imidlertid ikke utelukkes at ungfish til tider utsettes for stress som følge av ugunstig vannkvalitet.

5.3 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Det måles noe høyere LAI-konsentrasjoner enn ønskelig selv i prøver der pH tilsvarer pH-målene. Det er usikkert om dette har biologisk betydning, men understreker viktigheten av at pH-målene nås, særlig i smoltperioden. pH-målene ble i all hovedsak nådd i 2013, og doseringen av kalk og silikat er derfor i overensstemmelse med målsettingen.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Lygnavassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Vegge	390778	6454254	Kalket
Vannkjemi	2	Lygna oppstr doserer	389165	6491175	Referanse
Vannkjemi	3	Lygne innløp	393364	6485554	Kalket
Vannkjemi	4	Lygne utløp	396553	6473657	Kalket
Vannkjemi	6	Møska utløp Skolandsvann	386211	6448267	Referanse
Vannkjemi	18	Litleåna oppstr doserer	392706	6449289	Referanse
Vannkjemi	19	Litleåna nedstr doserer	388191	6447257	Kalket
Bunndyr	1	Lygna 1	387600	6449360	Kalket
Bunndyr	2	Lygna 2	394100	6459270	Kalket
Bunndyr	3	Lygna 3	396370	6472900	Kalket
Bunndyr	4	Storåni nedstr doserer	390135	6489200	Kalket
Bunndyr	5	Storåni oppstr doserer	389150	6491100	Referanse
Bunndyr	6	Møska 6	386391	6448080	Referanse
Bunndyr	7	Møska 7	384350	6453550	Referanse
Bunndyr	8	Møska 8	385200	6462980	Referanse
Bunndyr	9	Lauvtjønnbekken	395490	6472650	Kalket
Bunndyr	10	Gletnebekken	397890	6473845	Kalket
Bunndyr	11	Landdalen	396260	6483340	Referanse
Bunndyr	12	Faråni	389815	6491710	Referanse
Fisk	1	Kvås	394122	6459268	Kalket
Fisk	2	Moi	393345	6457935	Kalket
Fisk	3	Rudjord	391464	6454901	Kalket
Fisk	4	Døddeklomra	391464	6454901	Kalket
Fisk	5	Spilling	389914	6452845	Kalket
Fisk	7	Kvelland øvre	387716	6449784	Kalket
Fisk	8	Kvelland nedre	387628	6449384	Kalket
Fisk	9	Lauvtjønn	387507	6448612	Kalket
Fisk	10	Rom prestegarden	387160	6447740	Kalket
Fisk	21	Birkeland	395903	6472148	Kalket
Fisk	22	Neset	395262	6468708	Kalket
Fisk	23	Ydestad	394718	6463206	Kalket
Fisk	M1	Skoland	386152	6449783	Referanse
Fisk	M2	Møskeland	386370	6447950	Referanse
Fisk	L1	Herdal	390133	6447532	Kalket
Fisk	L2	Hagen	388924	6447937	Kalket

Vedlegg B. Primærdata vannkjemi i Vegårvassdraget i 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Vegge	07/01/13	6,27	1,19	0,054	25	68	60	8	3,8	2,05	0,26	1,85	0,21	2,85	1,29	205	325	8	1,65	45
1	Vegge	04/02/13	6,22	1,21	0,058	29	62	55	7	3,6	2,46	0,30	2,31	0,25	3,70	1,54	195	410	6	2,00	42
1	Vegge	04/03/13	6,33	1,62	0,073	45	47	44	3	3,2	3,02	0,39	2,80	0,43	4,40	2,17	270	535	16	2,85	57
1	Vegge	02/04/13	6,37	1,76	0,079	51	43	35	8	2,4	3,14	0,40	2,80	0,39	4,30	2,28	310	475	3	2,97	62
1	Vegge	15/04/13	6,39	1,53	0,070	42	47	45	2		3,19										
1	Vegge	22/04/13	6,60	1,67	0,081	54	65	51	14		2,46										
1	Vegge	29/04/13	6,38	1,41	0,065	37	86	67	19		2,50										
1	Vegge	06/05/13	6,55	1,77	0,086	59	75	60	15	3,7	2,37	0,27	2,00	0,27	3,20	1,27	165	345	7	1,54	76
1	Vegge	13/05/13	6,58	1,71	0,089	62	68	56	12		2,39										
1	Vegge	20/05/13	6,58	1,71	0,082	55	66	55	11		2,22										
1	Vegge	27/05/13	6,58	1,90	0,093	66	54	45	9		2,41										
1	Vegge	03/06/13	6,77	1,90	0,100	73	49	43	6	3,5	2,35	0,26	1,84	0,30	2,66	1,29	165	345	5	1,03	90
1	Vegge	01/07/13	6,46	1,33	0,073	45	71	62	9	4,4	1,96	0,25	1,69	0,23	2,29	1,20	135	330	5	0,75	67
1	Vegge	12/08/13	6,50	1,20	0,063	35	46	38	8	3,7	2,03	0,26	1,79	0,28	2,50	1,44	185	400	8	0,75	53
1	Vegge	02/09/13	6,70	1,41	0,080	52	42	37	5	3,6	2,33	0,30	2,01	0,31	2,82	1,66	185	350	1	1,09	63
1	Vegge	07/10/13	6,25	1,16	0,056	27	67	65	2	5,2	2,13	0,30	2,08	0,27	2,79	1,48	150	385	4	1,67	60
1	Vegge	04/11/13	6,28	1,32	0,064	36	85	78	7	4,8	2,29	0,28	2,16	0,26	3,49	1,30	145	355	7	1,78	54
1	Vegge	02/12/13	6,36	1,36	0,057	28	69	61	8	3,6	2,52	0,31	2,33	0,27	3,62	1,66	250	385	4	2,37	47
2	Lygna oppstr doserer	07/01/13	4,85	0,22	0,021	0	67	45	22	4,1	1,76	0,15	1,27	0,08	1,99	0,87	91	250	4	1,22	0
2	Lygna oppstr doserer	04/02/13	4,96	0,30	0,022	0	73	48	25	3,9	2,00	0,20	1,64	0,12	2,79	1,00	130	275	3	1,57	-3
2	Lygna oppstr doserer	04/03/13	5,11	0,35	0,026	0	77	54	23	3,5	1,88	0,22	1,64	0,13	2,68	1,03	160	320	5	1,75	2
2	Lygna oppstr doserer	01/04/13	5,25	0,43	0,028	0	76	50	26	3,4	1,80	0,21	1,72	0,14	2,70	1,19	175	315	3	2,29	4
2	Lygna oppstr doserer	06/05/13	4,84	0,25	0,012	0	82	53	29	3,8	2,12	0,19	1,61	0,25	2,75	1,01	165	340	4	1,11	-6

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
2	Lygna oppstr doserer	03/06/13	5,10	0,15	0,025	0	64	48	16	4,4	1,20	0,10	0,91	0,15	1,19	0,61	90	315	4	0,45	6
2	Lygna oppstr doserer	01/07/13	5,12	0,17	0,027	0	91	77	14	6,3	1,13	0,11	0,91	0,09	0,96	0,51	40	265	4	0,24	19
2	Lygna oppstr doserer	16/08/13	5,31	0,21	0,034	3	77	58	19	5,4	1,18	0,12	0,97	0,09	1,07	0,67	55	330	5	0,21	17
2	Lygna oppstr doserer	09/09/13	5,02	0,22	0,024	0	103	84	19	7,4	1,29	0,13	0,97	0,08	1,07	0,67	65	340	4	0,79	17
2	Lygna oppstr doserer	07/10/13	4,99	0,36	0,022	0	120	102	18	9,2	1,63	0,20	1,32	0,09	1,72	0,83	38	330	5	1,53	26
2	Lygna oppstr doserer	04/11/13	4,77	0,22	0,011	0	100	78	22	6,6	1,78	0,15	1,19	0,10	1,96	0,72	48	265	5	1,13	4
2	Lygna oppstr doserer	02/12/13	5,03	0,39	0,021	0	110	70	40	5,3	1,89	0,20	1,59	0,08	2,65	1,05	85	255	4	2,14	4
3	Lygne innløp	07/01/13	5,25	0,62	0,036	5	72	53	19		1,74										
3	Lygne innløp	04/02/13	5,64	0,80	0,040	10	77	59	18		2,40										
3	Lygne innløp	04/03/13	6,01	1,05	0,054	25	61	56	5		2,45										
3	Lygne innløp	01/04/13	6,16	1,29	0,058	29	54	51	3		2,65										
3	Lygne innløp	06/05/13	5,17	0,46	0,023	0	80	54	26		1,95										
3	Lygne innløp	03/06/13	5,84	0,64	0,044	14	61	55	6		1,36										
3	Lygne innløp	01/07/13	5,63	0,57	0,042	12	96	90	6		1,25										
3	Lygne innløp	16/08/13	6,33	1,23	0,068	40	49	46	3		1,69										
3	Lygne innløp	09/09/13	5,38	0,63	0,036	5	113	102	11		1,40										
3	Lygne innløp	07/10/13	5,81	0,91	0,046	16	94	90	4		1,64										
3	Lygne innløp	04/11/13	5,00	0,55	0,020	0	112	88	24		1,92										
3	Lygne innløp	02/12/13	5,70	1,01	0,038	8	85	71	14		2,07										
4	Lygne utløp	07/01/13	5,23	0,53	0,036	5	78	55	23		1,73										
4	Lygne utløp	04/02/13	5,23	0,48	0,031	0	81	58	23		1,77										
4	Lygne utløp	04/03/13	5,32	0,54	0,032	0	83	60	23		1,85										
4	Lygne utløp	01/04/13	5,33	0,61	0,029	0	85	60	25		1,89										
4	Lygne utløp	06/05/13	5,40	0,62	0,030	0	96	66	30		1,87										
4	Lygne utløp	03/06/13	5,55	0,42	0,036	5	62	45	17		1,56										
4	Lygne utløp	01/07/13	5,56	0,56	0,037	6	79	65	14		1,54										
4	Lygne utløp	16/08/13	5,78	0,60	0,042	12	63	49	14		1,55										
4	Lygne utløp	09/09/13	5,77	0,60	0,040	10	64	59	5		1,48										
4	Lygne utløp	07/10/13	5,66	0,62	0,038	8	74	62	12		1,51										
4	Lygne utløp	04/11/13	5,43	0,56	0,032	0	83	65	18		1,70										
4	Lygne utløp	02/12/13	5,44	0,61	0,032	0	89	63	26		1,73										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
6	Moska utl. Skolandsv.	07/01/13	5,26	0,45	0,024	0	32*	28*	4*		2,70										
6	Moska utl. Skolandsv.	04/02/13	5,29	0,52	0,031	0	83	48	35		3,01										
6	Moska utl. Skolandsv.	04/03/13	5,41	1,30	0,033	2	80	47	33		3,80										
6	Moska utl. Skolandsv.	02/04/13	5,45	1,16	0,031	0	76	45	31		3,78										
6	Moska utl. Skolandsv.	06/05/13	5,41	0,60	0,027	0	78	37	41		3,30										
6	Moska utl. Skolandsv.	27/05/13	5,58	0,56	0,034	3	77	39	38		2,92										
6	Moska utl. Skolandsv.	01/07/13	5,71	0,53	0,038	8	69	56	13		2,46										
6	Moska utl. Skolandsv.	05/08/13	6,03	0,98	0,039	9	41	35	6		2,89										
6	Moska utl. Skolandsv.	02/09/13	5,96	0,90	0,038	8	42	36	6		2,80										
6	Moska utl. Skolandsv.	07/10/13	5,90	0,80	0,043	13	55	42	13		2,65										
6	Moska utl. Skolandsv.	11/11/13	5,53	0,64	0,032	0	83	63	20		2,74										
6	Moska utl. Skolandsv.	02/12/13	5,56	0,82	0,033	2	82	56	26		3,02										
18	Litleåna oppstr doserer	07/01/13	5,02	0,43	0,020	0	108	65	43	3,6	2,85	0,36	2,96	0,21	4,69	1,69	240	400	5	1,41	1
18	Litleåna oppstr doserer	04/02/13	5,02	0,48	0,025	0	108	58	50	3,1	3,29	0,42	3,39	0,24	5,54	1,81	295	485	3	1,59	-3
18	Litleåna oppstr doserer	04/03/13	5,11	0,56	0,026	0	120	54	66	2,7	3,53	0,47	3,80	0,26	6,28	2,09	335	515	1	1,72	-6
18	Litleåna oppstr doserer	02/04/13	5,23	0,62	0,026	0	119	59	60	2,8	3,62	0,48	3,99	0,27	6,77	2,35	365	510	2	1,64	-15
18	Litleåna oppstr doserer	06/05/13	5,23	0,54	0,025	0	115	57	58	3,0	3,17	0,42	3,40	0,32	5,55	1,82	340	540	4	1,41	-1
18	Litleåna oppstr doserer	27/05/13	5,46	0,66	0,032	0	100	57	43	3,4	2,96	0,40	3,28	0,30	5,26	1,81	265	445	4	0,51	11
18	Litleåna oppstr doserer	01/07/13	5,45	0,50	0,034	3	119	91	28	4,9	2,47	0,34	2,85	0,18	4,17	1,65	150	385	4	0,77	19
18	Litleåna oppstr doserer	05/08/13	5,79	0,54	0,036	5	65	52	13	4,0	2,48	0,32	2,94	0,17	4,30	1,84	93	360	4	0,30	19
18	Litleåna oppstr doserer	02/09/13	5,97	0,61	0,040	10	65	53	12	4,0	2,50	0,35	2,97	0,19	4,41	1,81	105	345	2	0,53	24
18	Litleåna oppstr doserer	07/10/13	5,71	0,58	0,039	9	92	63	29	4,7	2,64	0,38	3,07	0,22	4,53	1,89	160	405	4	1,24	21
18	Litleåna oppstr doserer	11/11/13	5,33	0,60	0,029	0	118	80	38	4,3	2,96	0,38	3,26	0,25	5,30	1,76	195	415	4	1,92	9
18	Litleåna oppstr doserer	02/12/13	5,42	0,65	0,031	0	121	72	49	4,0	3,02	0,40	3,38	0,25	5,66	1,89	205	390	4	1,98	5
19	Litleåna nedstr doserer	07/01/13	6,00	0,87	0,047	18	101	92	9	3,0	3,36	0,53	4,04	0,26	5,67	2,27	335	505	7	3,38	38
19	Litleåna nedstr doserer	04/02/13	6,22	1,05	0,063	35	110	97	13	2,7	4,34	0,59	5,34	0,32	7,76	2,42	400	580	5	4,58	44
19	Litleåna nedstr doserer	04/03/13	6,67	1,93	0,120	94	100	84	16	2,2	5,55	0,86	6,35	0,58	9,15	3,26	515	775	15	5,84	95
19	Litleåna nedstr doserer	02/04/13	6,51	2,11	0,124	98	108	80	28	1,9	6,10	0,92	6,84	0,52	10,40	3,70	595	705	4	5,18	79
19	Litleåna nedstr doserer	06/05/13	6,31	1,04	0,055	26	106	90	16	2,6	4,07	0,62	4,64	0,42	6,96	2,37	490	675	9	3,06	35
19	Litleåna nedstr doserer	27/05/13	6,44	1,27	0,069	41	81	68	13	2,7	3,91	0,65	4,35	0,38	6,59	2,40	370	525	5	1,45	54
19	Litleåna nedstr doserer	01/07/13	6,50	1,15	0,075	47	89	85	4	3,9	3,58	0,58	3,87	0,25	5,38	2,22	255	465	7	1,94	64
19	Litleåna nedstr doserer	05/08/13	6,95	2,59	0,152	127	35	28	7	3,4	5,50	1,04	5,02	0,61	7,40	3,65	485	795	13	2,08	129

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
19	Litleåna nedstr doserer	02/09/13	6,96	2,37	0,151	126	26	20	6	3,0	4,85	0,92	4,69	0,40	6,85	3,01	250	450	8	1,24	134
19	Litleåna nedstr doserer	07/10/13	6,60	1,38	0,084	57	66	55	11	3,8	3,85	0,68	4,24	0,37	5,99	2,72	300	500	7	2,29	72
19	Litleåna nedstr doserer	11/11/13	6,19	1,07	0,058	29	116	114	2	3,6	3,67	0,54	4,22	0,34	6,29	2,33	320	530	7	3,64	41
19	Litleåna nedstr doserer	02/12/13	6,48	1,47	0,072	44	107	96	11	2,9	4,13	0,66	4,55	0,37	6,84	2,78	390	540	4	3,40	56

* Verdiene utelatt fra figur og ved beregning av middelværder

Vedlegg C. Primærdata – fisk i Lygnavassdraget 2013

Vedlegg C1 . Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Lygna 1.-3. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved Møska var 1,6 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg				Totalt	Snitt	SD	min
St. 1	13,9°C	0+	125	54	29	208	171,8	0,53	50,2	4,3	41	59
135 m²	1,24mS/m	>0+	23	13	1	37	28,6	0,65	102,0	16,6	81	137
St. 2	14,1°C	0+	112	75	44	231	234,6	0,37	44,2	4,3	34	62
132 m²	1,25mS/m	>0+	8	3	4	15	16,0	0,34	93,1	20,9	64	130
St. 3	15,3°C	0+	67	51	38	156	213,2	0,25	45,9	3,7	38	53
128 m²	1,43mS/m	>0+	15	4	0	19	14,9	0,81	89,5	17,8	68	133
St. 4	15,9°C	0+	59	63	34	156	241,3	0,22	45,6	3,6	37	54
125 m²	1,35 mS/m	>0+	16	20	3	39	39,4	0,41	85,1	18,0	64	129
St. 5	15,6°C	0+	84	50	36	170	186,2	0,35	42,5	4,5	34	58
125 m²	1,36 mS/m	>0+	14	19	3	36	37,9	0,38	86,4	22,4	63	145
St. 7	15,4°C	0+	33	13	10	56	65,0	0,48	46,2	4,8	36	56
100 m²	1,49 mS/m	>0+	12	3	1	16	16,3	0,73	82,7	15,3	68	115
St. 8	14,0°C	0+	57	29	11	97	84,1	0,54	46,4	3,8	41	62
127,5 m²	2,36 mS/m	>0+	27	19	6	52	47,6	0,48	85,1	14,6	66	127
St. 9**	15,6°C	0+	73	41	25,4	139,4	145,3	0,41	43,0	4,2	34	50
120 m²	2,27 mS/m	>0+	5	2	0,9	7,9	7,1	0,58	72,9	7,3	63	83
St. 10**	15,4°C	0+	28	14	8,7	50,7	60,5	0,45	43,8	4,8	34	55
100 m²	2,30 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
L1	15,3°C	0+	83	37	25	145	151,7	0,47	53,7	4,1	41	62
112 m²	3,17 mS/m	>0+	27	8	2	37	33,8	0,72	111,3	11,4	86	131
L2	14,6°C	0+	33	23	10	66	72,7	0,42	51,2	5,1	35	62
112,5 m²	4,06 mS/m	>0+	68	29	13	110	106,5	0,57	92,0	16,0	68	139
M1	16,4°C	0+*	1	2	1	4	3,6	0,38	56,0	1,3	53	59
105 m²	2,23 mS/m	>0+	4	0	0	4	3,8	1,00	114,8	5,5	110	122
M2**	17,2°C	0+	23	9	5,6	37,6	46,5	0,57	54,0	5,1	42	62
90 m²	2,83 mS/m	>0+	3	2	0,9	5,9	8,1	0,43	88,0	20,3	66	121
Tot 1-10		0+	638	390	236,1	1264	149,4	0,39	45,5	4,7	34	62
1093 m²		>0+	120	83	18,9	221,9	22,7	0,53	88,5	18,7	63	145
Tot L1-2		0+	116	60	35	211	111,9	0,46	52,1	4,9	35	62
224,5 m²		>0+	95	37	15	147	69,8	0,61	96,9	17,1	68	139
Tot M1-2		0+	24	11	6,6	41,6	24,6	0,53	54,2	4,9	42	62
195 m²		>0+	7	2	0,9	9,9	5,3	0,66	99,9	20,4	66	122

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Lygna 1.-3. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved Møska var 1,6 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	13,9°C	0+	3	1	0	4	3,0	0,4	0,78	54,0	0,8	53	55
115 m²	1,24	>0+	5	0	2	7	5,9	3,0	0,50	99,6	17,3	87	137
St. 2	14,1°C	0+	4	5	2	11	6,1	1,4	0,64	48,5	7,2	31	58
161 m²	1,25 mS/m	>0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	105,0	0,0	105	105
St. 3	15,3°C	0+	10	5	1	16	13,2	2,3	0,62	51,7	4,7	45	63
120 m²	1,43 mS/m	>0+	5	4	2	11	3,1	0,2	0,86	137,8	34,3	93	213
St. 4	15,9°C	0+	5	1	1	7	5,9	1,5	0,63	52,0	4,6	48	59
114 m²	1,35 mS/m	>0+	9	3	0	12	9,7	0,7	0,78	104,0	16,5	84	135
St. 5	15,6°C	0+	1	0	1	2	1,2	0,6	0,64	52,6	4,4	42	62
140 m²	1,36 mS/m	>0+	3	0	0	3	2,4	0,0	1,00	111,3	6,8	106	119
St. 7	15,4°C	0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	58,0	0,0	58	58
144 m²	1,49 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 8	14,0°C	0+	0	0	1	1	0,6	0,4	0,64	52	0,0	52	52
150 m²	2,36 mS/m	>0+	2	0	0	2	1,6	0,0	1,00	120,0	9,9	113	127
St. 9**	15,6°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
150 m²	2,27 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 10**	15,4°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
150 m²	2,30 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 21**	15,5°C	0+	5	2	0,7	7,7	8,2	2,1	0,61	59,0	4,0	53	63
120 m²	0,95 mS/m	>0+	7	2	0,7	9,7	10,0	1,4	0,70	106	4,8	99	112
St. 22**	15,6°	0+	7	1	0,4	8,4	8,4	0,5	0,82	59,4	3,1	56	65
100 m²	1,05 mS/m	>0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	135,0	31,1	113	157
St. 23**	14,8°C	0+	6	2	0,7	8,8	8,7	1,6	0,66	54,6	2,6	51	58
115 m²	1,22 mS/m	>0+	8	2	0,7	10,7	10,4	1,1	0,73	135,7	34,4	102	200
L1	15,3°C	0+	2	2	1	5	3,3	1,0	0,66	54,2	3,6	50	58
112 m²	3,17 mS/m	>0+	6	4	3	13	8,3	1,5	0,66	104,5	16,3	86	146
L2	14,6°C	0+	4	3	0	7	6,6	1,6	0,63	53,6	5,4	45	63
112,5 m²	4,06 mS/m	>0+	5	3	1	9	9,0	3,7	0,51	112,6	12,9	92	131
M1	16,4°C	0+	17	8	2	27	27,3	3,7	0,62	57,0	5,7	46	68
105 m²	2,23 mS/m	>0+	13	8	1	22	22,3	3,6	0,61	128,0	40,4	86	232

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m ²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
M2**	17,2 °C	0+	13	14	5	32	52,2	33,7	0,32	58,6	5,0	51	69
90 m ²	2,83 mS/m	>0+	3	0	0	3	3,3	0,0	1,00	122,7	50,5	71	172
Tot 1-10		0+	24	12	6	42	4,4	0,9	0,50	51,4	5,4	31	63
1093 m ²		>0+	25	7	4	36	3,5	0,4	0,64	115,0	27,1	84	213
Tot 21-23		0+	18	5	1,8	24,8	8,4	0,7	0,70	57,6	3,8	51	65
305 m ²		>0+	17	4	1,4	22,4	7,5	0,5	0,74	122,9	28,5	99	200
Tot L1-2		0+	6	5	1	12	6,2	2,5	0,49	53,8	4,5	45	63
224,5 m ²		>0+	11	7	4	22	12,7	6,5	0,39	107,8	15,2	86	146
Tot M1-2		0+	30	22	7	59	35,9	7,7	0,46	57,8	5,4	46	69
195 m ²		>0+	16	8	1	25	13,4	1,5	0,65	127,4	40,6	71	232

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

12. Kvinavassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

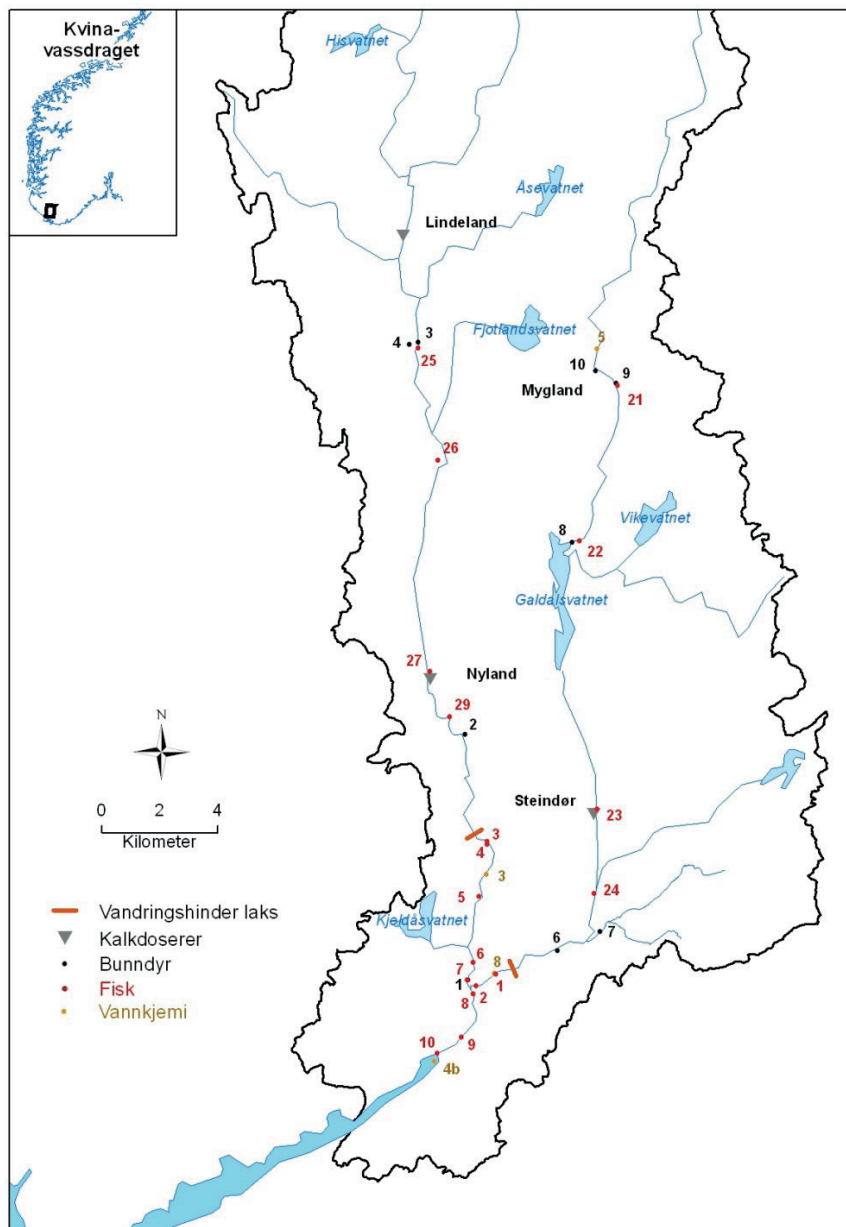
Fakta om Kvinavassdraget	
Vassdragsnr.:	025
Fylke:	Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	1444,9 km ² før regulering, 645,2 km ² etter regulering, inkl. Litleåna 229,2 km ²
Vassdragsregulering:	799,7 km ² (55 %) overført til Sira. Mindre reguleringer i nedre del.
Spesifikk avrenning:	56,3 l/s/km ² før regulering, 54,7 l/s/km ² etter regulering
Middelvannføring:	81,3 m ³ /s før regulering (inkludert Litleåna), 32 m ³ /s etter regulering
Lakseførende strekning:	13 km opp i Kvina til Rafoss og 1 km opp i Litleåna til Åmot
Bakgrunn for tiltak:	Kvinavassdraget var forsuret, med pH-verdier i området 4,5–5,2. Vannkvaliteten var for dårlig til at laks og sjøaure kunne leve og reproducere i elva.
Tiltaksplan:	Hindar (1992)
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 (2013):	Lakseførende strekning: 15/2–31/3: pH 6,2, 1/4–10/6: pH 6,4, 11/6–14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. En kalkdoserer i Kvina ved Lindeland bru (1994–2009) og en i nedre del (Nyland, siden 2000). En doserer i Litleåna ved Mygland (1994–2010) og en ved Steindør (siden 2009). 4–8 innsjøer kalkes.

I Kvina er det både innsjø- og dosererkalking. Årsmiddel for kalkforbruk innen siste femårs periode er 2050 tonn CaCO₃, men det har vært betydelige årsvariasjoner. Noe av årsaken er at de to doseringsanleggene lengst nord i vassdraget ikke har dosert kalk de siste årene (**tabell 1**) grunnet bedring i forsurings situasjonen. I 2013 ble det tilført 1494 tonn Biokalk ved Nyland og 622 tonn VK3 ved Steindør (CaCO₃-innhold på hhv. 67 % og 99 %). På grunn av sen smoltutvandring ble tidsperioden med pH-mål 6,4 forlenget med 10 dager våren 2013. I august dette året ble også åtte innsjøer kalket, med totalt 48 tonn VK3.

Det falt 2090 mm nedbør på meteorologisk stasjon 42520 Risnes i Fjotland i 2013, mens normalen for året er 1802 mm (met.no 2014). Månedene april, mai og desember var svært nedbørrike, og spesielt mye nedbør kom det i desember (564 mm; 308 % av normalen). De fleste månedene dette året hadde imidlertid mindre nedbør enn normalen, særlig i februar, mars og juli (22–36 mm nedbør).

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO_3) i Kvinavassdraget for perioden 2009–2013. Antall kalkede innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Lindeland doserer	177	–	–	–	–
Mygland doserer	101	69	–	–	–
Steindør doserer	540	190	813	461	616
Nyland doserer	1759	997	1964	1289	1001
Innsjøkalking	76	60	33 (4)	55 (8)	48 (8)
Sum kalkforbruk	2653	1316	2810	1805	1664



Figur 1. Kvinavassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoseringer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo (NIVA)

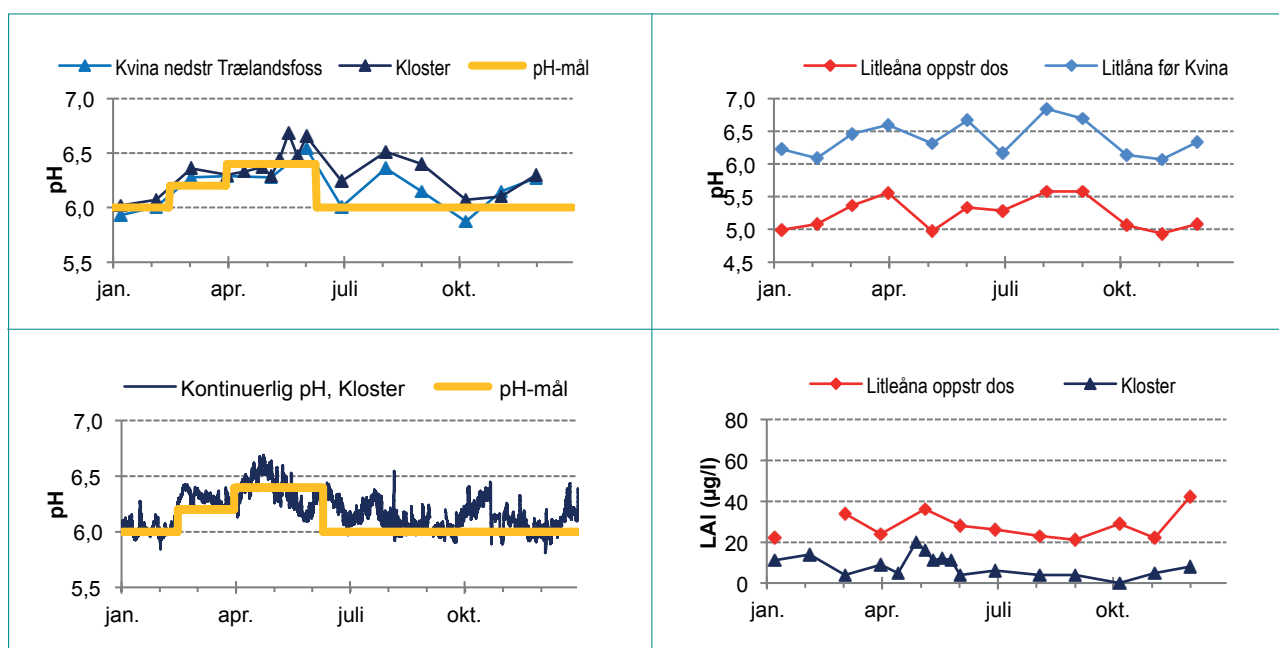
Medarbeidere: L. B. Skancke, T. Høgåsen og R. Høgberget (NIVA)

Kvinavassdraget var svært surt før kalking, med pH-verdier i området 4,5–5,2. Lave pH-verdier og høye konsentrasjoner av labilt aluminium (LAI) gjorde at laks og sjøaure ikke kunne reproducere naturlig i elva. De to øverste kalkdosererne (**figur 1**) ble satt i drift i 1994, men har ikke dosert siden 2009/2010. I årene 2000 og 2009 startet dosering fra henholdsvis Nyland (Kvina) og Steindør (Litleåna).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Oppstrøms doseringen i Litleåna (st. 5, referanse) ble det i 2013 registrert pH-verdier i underkant av 5,0 og LAI-konsentrasjon opp til 42 µg/l (**figur 2, tabell 2**). Dette er ikke like surt som i 2012, et år som var preget av sjøsaltepisoder.

Som følge av kalking, var pH omtrent en enhet høyere ved stasjon 8 (Litleåna før samløp Kvina) enn oppstrøms kalking (**figur 2**). Målt LAI-konsentrasjon var lavere enn 10 µg/l bortsett fra i prøven fra 6. mai (15 µg/l).



Figur 2. pH-utvikling i 2013 ved to stasjoner i Kvina, to stasjoner i sidevassdraget Litleåna samt pH-målet for vassdraget. De nederste panelene viser kontinuerlig måling av pH ved Kloster (målområdet) og konsentrasjonen av labilt aluminium ved referansestasjonen og i målområdet. NB! Ulik skala på y-aksene. Se **vedlegg B** for utelatt verdi.

På stasjonen i Kvina nedstrøms Trælendsfoss (st. 3) var målt pH marginalt lavere enn pH-målet i prøvene fra januar, april, mai og oktober. Høyeste LAI-konsentrasjon ble registrert i smoltperioden i mai (14 µg/l).

På Kloster nedstrøms samløpet med Litleåna (st. 4b) var pH tilnærmet lik eller høyere enn pH-målet i alle vannprøvene

som ble tatt manuelt. Resultatene fra den automatiske overvåkingen indikerer, i motsetning til de manuelle prøvene, at pH var noe lavere enn målet i store deler av mai. Dette skyldes trolig at pH-loggeren ikke fungerte optimalt i denne perioden. I samme tidsrom var LAI-konsentrasjonen høyere enn 10 µg/l (til tross for relativt høy pH i vannprøvene).

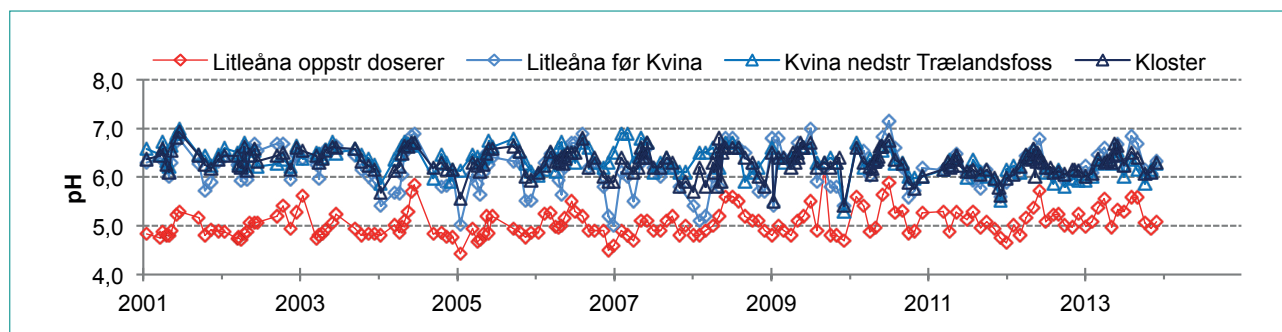
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Kvinavassdraget i 2013. Se **vedlegg B** for utelatt verdier.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
5	Litleåna oppstr doserer	Mid	5,18	0,35	1	28	5,0	12
		Min	4,94	0,24	0	21	3,2	-4
		Maks	5,58	0,62	8	42	7,5	30
		N	12	12	12	11	12	12
8	Litlåna før Kvina	Mid	6,32	1,47	43	6		
		Min	6,07	1,02	21	2		
		Maks	6,84	2,29	95	15		
		N	12	12	12	12		
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	Mid	6,14	1,19	30	6		
		Min	5,87	0,78	10	0		
		Maks	6,54	1,75	55	14		
		N	12	12	12	12		
4b	Kloster	Mid	6,29	1,32	38	8	4,4	53
		Min	6,02	0,94	14	0	2,0	33
		Maks	6,68	1,84	60	20	7,2	77
		N	17	17	17	17	12	12

2.2 Langtidstrender

Det har vært en svak økning i pH (omtrent 0,2 enheter i gjennomsnitt) oppstrøms dosereren i Litleåna (st. 5) siden 2001, men år-til-år-variasjonen er betydelig

(figur 3). Oppstarten av doseringen fra Steindør har gitt mindre variasjon i pH i kalket del av Litleåna (st. 8). Det samme er tilfelle ved Kloster (st. 4b).



Figur 3. pH-utvikling for stasjonene i Kvinavassdraget for perioden 2001–2013.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeidere: Hans M. Berger (NIVA) og Vegard Ambjørndalen (NINA)

Kvina har vært sterkt påvirket av forsurening, og den opprinnelige laksebestanden betraktes som utdødd (Sivertsen 1989). I årene 1970–1990 var fangstene av laks og sjørøtt nær null. Vassdraget er også sterkt berørt av regulering ved at to tredeler av vannføringen i Kvina er overført til Siravassdraget. Kalkingen kom i gang i 1994, og overvåkingen av ungfisk startet året etter (Larsen 1998).

3.1 Ungfiskundersøkelser

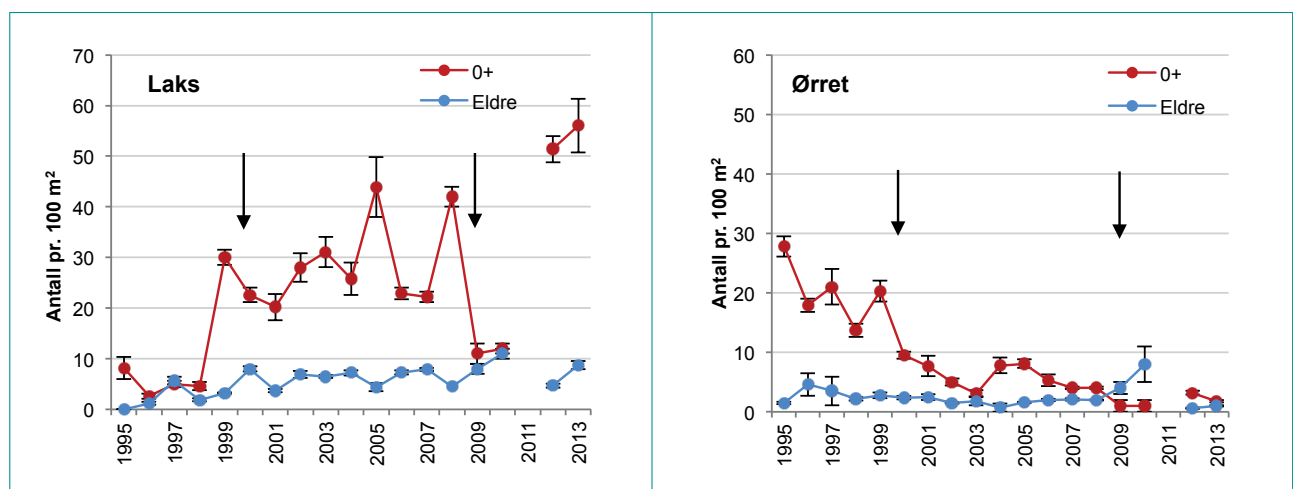
I 2013 ble det fanget laks, ørret og ål på alle stasjonene på lakseførende strekning i Kvina (**tabell 3**). Ørekyt ble fanget på fire av stasjonene på lakseførende strekning. I tillegg ble det registrert niøye på én stasjon, trepigget stingsild på tre stasjoner og skrubbe på to av de nederste stasjonene. I Kvina ovenfor lakseførende strekning ble det bare fanget ørret. I Litleåna ble det i tillegg til ørret også fanget ørekyt på to av stasjonene. Tettheten av årsyngel (0+) av laks i 2013 var den høyeste som er registrert i overvåkingsperioden og på nivå med 2012, mens tettheten av eldre laksunger ($\geq 1+$) fortsatt var svært lav (**figur 4**). Det har vært en nedadgående trend i tettheten av årsyngel hos ørret i lakseførende del, og tettheten i 2013 var som i 2012 svært lav for alle årsklasser av ørret. I Litleåna og Kvina ovenfor lakseførende del var tettheten av ørretsyngel moderat sammenlignet med tidligere år (**figur 5**). Tettheten av eldre ørretunger var svært lav i 2012, men var betydelig høyere i 2013. Sjøsaltepisoden rundt årsskiftet 2011–2012 førte til de høyeste kloridkonsentrasjonene som er registrert i vassdraget siden 2005 og som gav lav pH og høy LAI-konsentrasjon ved referansestasjonen (Garmo & Hindar 2012). Dette kan være en av årsakene til de lave tetthetene av eldre ørretunger ovenfor lakseførende strekning i 2012, mens rogn ser ut for å ha klart seg noe bedre. Vannkvaliteten på lakseførende strekning var god under denne sjøsaltepisoden.

Høye og økende tettheter av laksyngel har samsvart dårlig med de lave tetthetene av eldre laksunger ett til to år senere i Kvina noe som kan tyde på at dødeligheten den første vinteren har vært stor. Noe av årsaken til dette kan være den lave minste vannføringen om vinteren i Kvina ($1,3 \text{ m}^3/\text{s}$). Dette er begrensende på produksjonen av laksunger og smolt (Ugedal mfl. 2004). En ny vilkårsrevisjon med krav om miljøbasert minste vannføring er under utarbeidelse. Den største flaksehalsen synes å være mangel på oppvekstområder i nedre del av elva (Larsen mfl. 2005). Biotopforbedrende tiltak har blitt gjort i denne delen av vassdraget i de siste seks årene (Randulf Øysæd pers. med.) i håp om at flere laksunger vil kunne overleve vinteren ved å øke skjulmulighetene. Forskjeller i tetthet mellom år, spesielt av lakseyngel kan i noen grad forklares med ulike vannføringer og vanntemperaturer under elfisken. Lave temperaturer gjør at fisken blir mindre aktiv og fangbarheten går ned (Cowx & Lamarque 1990). Vanntemperaturen var noe høyere under gjennomføringen av elfisken i 2013 enn det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Samtidig var ledningsevnen lav ($< 1,4 \text{ mS/m}$, **vedlegg C**), og i elver med lav ledningsevne vil fangbarheten av fisk bli redusert når også vanntemperaturen er lav (Larsen mfl. 2010). For å oppnå tilfredsstillende fangbarhet av laks- og ørretunger kan det derfor være en fordel å fiske ved noe høyere vanntemperatur enn det som er anbefalt. Vi kan imidlertid ikke utelukke at vanntemperaturer opp mot 20°C , som målt under elfiske i Kvina i 2013, kan påvirke fangbarheten negativt ved at fisken blir mer aktiv og lettere flykter vekk.

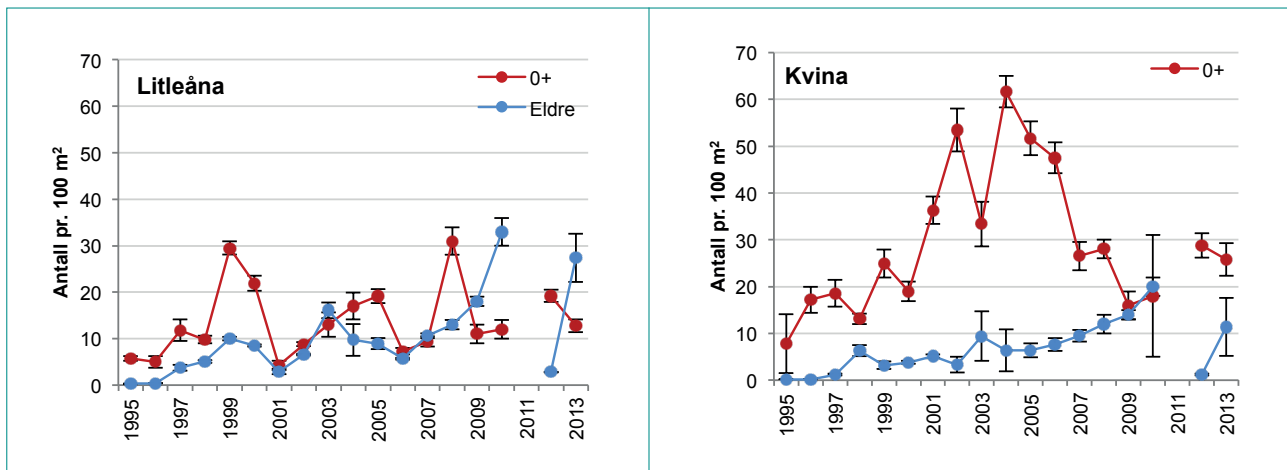
Det ble fanget flere ørekyt på lakseførende strekning i 2013 sammenlignet med året før, og som i de fleste tidligere år var tettheten størst i terskelområdene nederst i vassdraget (**tabell 3**). Ørekyt er ikke funnet i Kvina ovenfor lakseførende del. Det tyder på at arten ikke har klart å spre seg forbi strykpartiene oppstrøms Kvinesdal. Det er ikke registrert ørekyt ovenfor elfiskestasjon 6. Ørekyt spredte seg opprinnelig til lakseførende strekning fra Litleåna der det i 2013 ble funnet 30 individ på to av stasjonene. Tilstedeværelsen av ørekyt i Litleåna kan være en av årsakene til at tettheten av ørretsyngel er lavere her sammenlignet med Kvina.

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet pr. 100 m² av laks og ørret på 10 stasjoner på lakseførende strekning i Kvina, fire stasjoner ovenfor lakseførende strekning i Litleåna og fire i hovedelva 29.–31. august 2013. Det ble i tillegg fanget niøye på stasjon 8, trepigget stingsild på stasjon 8, 9 og 10 samt skrubbe på stasjon 9 og 10.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk				Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	Ørekyt	0+	Eldre	0+	Eldre
1	115	45	3	10	0	15,8	28,4	0,0	2,7
2	161	109	3	2	0	88,3	0,5	1,9	0,0
3	120	16	3	14	0	5,1	9,8	0,8	1,7
4	114	85	13	11	0	95,6	6,7	7,1	4,4
5	140	75	2	20	0	41,2	20,2	0,3	0,7
6	120	59	3	2	0	35,9	18,9	0,8	1,8
7	144	76	3	10	1	76,0	6,6	2,1	0,0
8	150	123	2	12	18	137,2	0,5	1,3	0,0
9	150	67	2	31	19	51,8	4,0	0,7	0,0
10	150	52	3	11	13	35,2	0,0	2,0	0,0
Sum	1364	707	37	123	51				
Tetthet 1						56,0±5,3	8,7±0,8	1,8±0,2	1,0±0,1
Tetthet 2						58,2±40,6	9,6±9,8	1,8±2,0	1,1±1,5
21	120	-	27	0	3	-	-	4,9	10,8
22	100	-	75	0	0	-	-	37,8	23,6
23	115	-	41	0	0	-	-	6,1	30,1
24	125	-	15	0	27	-	-	8,9	3,2
Sum	460	-	158	0	30				
Tetthet 1						-	-	12,8±1,4	27,4±5,2
Tetthet 2						-	-	14,4±15,7	16,9±12,2
25	150	-	22	0	0	-	-	12,1	2,2
26	119	-	55	0	0	-	-	50,6	0,0
27	168	-	38	0	0	-	-	13,4	11,0
29	125	-	53	0	0	-	-	20,7	9,0
Sum	562	-	168	0	0				
Tetthet 1						-	-	25,8±3,5	11,4±6,2
Tetthet 2						-	-	24,2±18,0	5,6±5,3



Figur 4. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Kvina i perioden 1995–2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006) og 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking i ulike deler av vassdraget. Den første doseringen i Kvina kom ved Lindeland bru i 1994.

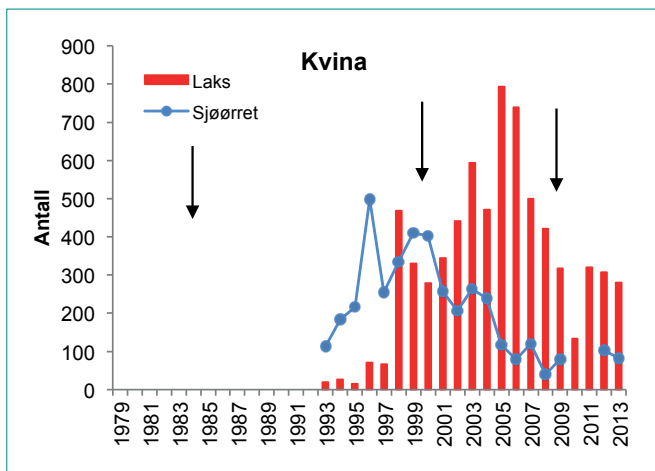


Figur 5. Beregnet tetthet av ørretunger overfor lakseførende strekning i Litleåna og Kvina i perioden 1995–2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006) og 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Kalking siden 1994 på begge strekningene.

3.2 Fangststatistikk

I 1970- og 1980-årene var det svært små fangster av anadrom fisk i Kvina, og i mange av disse årene foreligger det derfor ikke fangstoppgaver (Saltveit mfl. 2011). Årlig fangststatistikk ble igjen tilgjengelig fra 1993 (figur 6). Bare et fåtall laks ble fanget frem til 1998, mens antall sjørøret var jevnt økende frem mot 2000-tallet. Fangstene av laks fortsatte imidlertid å øke frem til 2005 og 2006, men har senere avtatt igjen og var lavest i 2010 med 133 laks. Det lave antallet laks som ble fanget i 2010 skyldtes nok at antall solgte døgnkort ble redusert med 60 % fra 2009 til 2010 (Anon 2013). I perioden 2009–2013 ble det i tillegg til avlivet fisk fanget og gjenutsatt mellom 9 og 15 laks. Sjørøretfangstene har hatt en jevn nedgang fra 2000. I 2010

og 2011 var det forbud mot fangst av sjørøret. Det har vært en negativ trend i sjørøretbestandene i mange av vassdragene i Vest-Agder, Vestlandet og Trøndelag (Anon 2011). De mest sannsynlige årsakene til denne nedgangen knyttes til forhold i sjøen. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er ikke gytebestandsmålet nådd for laksebestanden i Kvina, selv om det med høy sannsynlighet ble nådd i 2011, for første gang siden reetableringen startet (Anon 2012). Avviket var heller ikke stort i 2012 (84 % oppnåelse). Dette kan kanskje forklare noe av de høye tetthetene av lakseyngel i 2012 og 2013. Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse av gytebestand de siste fire årene er beregnet til 71 %.



Figur 6. Antall laks og sjørøret fanget (avlivet) i Kvina i perioden 1993 til 2013. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking i ulike deler av vassdraget.

Andelen estimert rømt oppdrettsfisk (andelen brukt i simulering av gytebestanden) i perioden 2000–2011 har ligget mellom 1 og 9 % (Anon 2012). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Kvina ligger med unntak av to år (2000

og 2008) under dette. I et skjellmateriale samlet inn fra sportsfiske i Kvina i 1998–2012 varierte andelen oppdrettslaks mellom 3,8 og 19,1 % (Larsen & Jensås 2013). Gjennomsnittlig andel oppdrettslaks i perioden var 9,3 %, og gir dermed et mer negativt bilde av situasjonen i Kvina enn beregningene til Vitenskapelig råd antyder.

4. Bunndyr

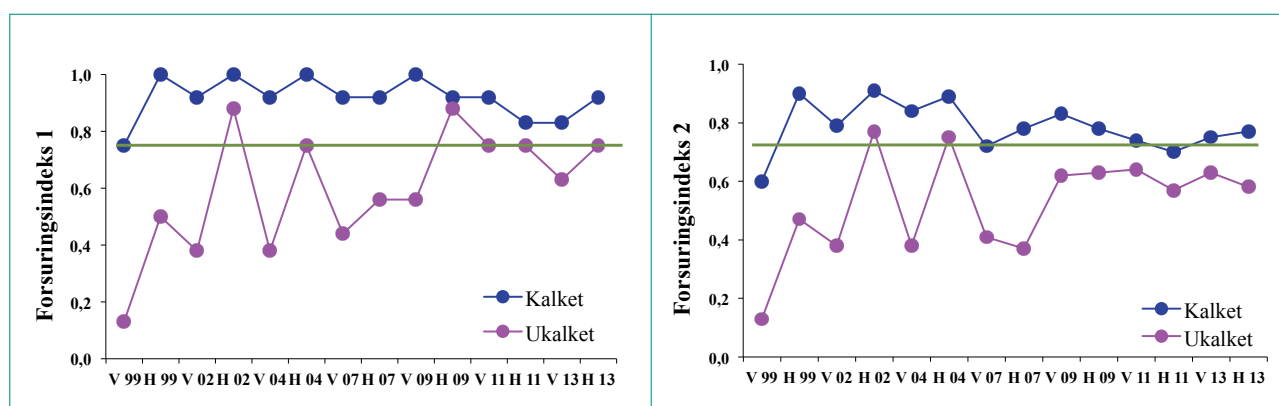
Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Bunndyrovervåkingen i Kvina ble startet våren 1999. Det er valgt ut 10 stasjoner i vassdraget (**figur 1**). Fire av stasjonene er ukalkete stasjoner, de øvrige ligger i den kalkete delen av elva. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget etter kalking med spesiell vekt på forsureningsskade og biologisk mangfold.

Det ble registrert 6 døgnfluearter, 11 steinfluearter, og 19 arter/slekter av vårfluer i Kvina i 2013 (**vedlegg D**). Bunndyrmangfoldet var i samme størrelsesorden som i 2011 (Fjellheim m. fl., 2012). Tretten av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forsurening (Fjellheim & Raddum 1990), litt færre enn ved de forrige undersøkelsene. I 2013 ble det registrert moderate skader på bunndyrsamfunnene i den kalkete delen av vassdraget. Indeks 1 var henholdsvis 0,83 og 0,92 vår og høst (**figur 7**). De ukal-

kete stasjonene hadde lavere indeks 1-verdier, 0,63 og 0,75, henholdsvis vår og høst. Indeks 2 verdiene har vært lave i de tre siste overvåkingsrundene og varierer mellom 0,75 og 0,77 for den kalkete delen, altså litt høyere enn vannforskriftens miljømål. I de ukalkete stasjonene var Indeks 2 henholdsvis 0,63 og 0,58. Indeks 1 viser en svak nedadgående trend i den kalkete delen av vassdraget i de senere år. Indeks-2 verdiene viser at den ukalkete delen av vassdraget fremdeles må karakteriseres sterkt forsureningsskadet.

Sneglen *Radix balthica*, som er registrert sporadisk i nedre del av vassdraget i de senere år, ble ikke funnet i 2013. Det første funn av arten ble gjort i 2009, 15 år etter kalkingen av vassdraget (Halvorsen m. fl. 2010). Ferskvannssnegl er svært sensitive ovenfor både forsurening og lavt kalkinnhold (Økland 1990). Den lange responstiden synes å være generell for gruppen snegl, og skyldes lav spredningshastighet (Fjellheim & Raddum, 1995). I kalkingsprosjektene har vi lignende eksempler på lang responstid fra kalking til observasjon av snegl fra Audna (9 år, Fjellheim & Raddum 1995), Sokndalsvassdraget (17 år, Fjellheim 2007) og Vikedalsvassdraget (8 år, Fjellheim & Raddum 1998).



Figur 7. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Kvina vassdraget i perioden 1999 – 2013. V: vår, H: høst. Horisontale linjer angir miljømålet jfr. vannforskriften.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten oppstrøms doseringen i Litleåna har blitt noe bedre de siste 10 årene, men er fortsatt betydelig dårligere enn vannforskriftens krav til god tilstand for anadrome elvestrekninger mht. ANC og konsentrasjon av LAI (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013).

På kalket elvestrekning var pH tilnærmet lik eller høyere enn målet i prøvene som ble tatt manuelt. Resultatene fra den automatiske overvåkingen indikerer imidlertid at pH var noe lavere enn målet i store deler av mai. Målt konsentrasjon av LAI var høyere enn 10 µg/l i alle prøver tatt i mai.

5.2 Fisk

For laks har kalkingen av Kvina gitt positive resultater i form av økt reproduksjon og generelt sett økte fangster. Tettheten av årsyngel av laks i 2013 var den høyeste som er registrert i overvåkingsperioden, mens tettheten av eldre laksunger fortsatt var svært lav. Det har vært en nedadgående trend i tettheten av årsyngel hos ørret i lakseførende del, og tettheten i 2013 var svært lav for alle årsklasser av ørret. I Litleåna og Kvina ovenfor lakseførende del var tettheten av ørretyngel moderat sammenlignet med tidligere år. Tettheten av eldre ørretunger var betydelig høyere i 2013 sammenlignet med 2012. Høye og økende tettheter av laksyngel har samsvart dårlig med de lave tetthetene av eldre laksunger ett til to år senere i Kvina, noe som kan tyde på at dødeligheten

den første vinteren har vært stor. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er ikke gytebestandsmålet nådd for laksebestanden i Kvina, selv om det med høy sannsynlighet ble nådd i 2011 og avviket i 2012 var lite. Dette kan kanskje forklare noe av de høye tetthetene av lakseyngel i 2012 og 2013.

5.3 Bunndyr

Bunndyrsamfunnene i den kalkete delen av Kvinavassdraget viser at vannkvaliteten kan karakteriseres å være litt bedre enn miljømålet, med Indeks 2 verdier over 0,75. Trenden viser imidlertid en nedgående tendens. Dette tyder på at kalkingen av vassdraget ikke er optimal. De ukalkete referansestasjonene har fremdeles lave Indeks 2 verdier. Dette viser at kalking av vassdraget fortsatt er nødvendig.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Det er gjennomgående høy konsentrasjon av reaktivt aluminium (RAL) i vannet. For å sikre at aluminium holder seg på en ikke-giftig form, er det viktig at pH-målet er oppfylt. Dette gjelder spesielt i smoltperioden. Uoverensstemmelse mellom resultater fra automatisk pH-overvåking i elva og pH målt i vannprøver gjør at det er tvil om pH-målet på 6,4 var oppfylt i mai. Konsentrasjonen av LAL var også gjennomgående høyere enn 10 µg/l i mai. Det er nødvendig å finne årsaken til dårlig samsvar mellom pH målt automatisk i elv og pH målt i laboratoriet, og manglende sammenheng mellom pH og LAL-konsentrasjon i vannprøver i kalket vann.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Kvinavassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	3	Kvina nedstr Trælendsfoss	380977	6469759	Kalket
Vannkjemi	4b	Kloster	384809	6487953	Kalket
Vannkjemi	5	Litleåna oppstr doserer	381256	6466333	Referanse
Vannkjemi	8	Litleåna før Kvina	379171	6463265	Kalket
Bunndyr	1	Kvina v Kvinesdal	380322	6466102	Kalket
Bunndyr	2	Storekvina	380225	6474600	Kalket
Bunndyr	3	Kvinlog	378604	6488195	Kalket
Bunndyr	4	Krågeåni	377884	6487663	Referanse
Bunndyr	5	Netland	379356	6500484	Referanse
Bunndyr	6	Litleåna v Moi	383419	6467118	Kalket
Bunndyr	7	Bekk v Moi	384583	6467496	Referanse
Bunndyr	8	Galdalsvatnet innløp	383898	6481266	Kalket
Bunndyr	9	Mygland nedstr doserer	385468	6486773	Kalket
Bunndyr	10	Mygland oppstr doserer	384763	6487172	Referanse
Fisk	1	Litleåna v Åmot	381183	6466296	Kalket
Fisk	2	Litleåna v Liknes	380572	6465914	Kalket
Fisk	3	Rafoss	380991	6470954	Kalket
Fisk	4	Lyding	380940	6470888	Kalket
Fisk	5	Egenes	380734	6468973	Kalket
Fisk	6	Kvinesdal oppstr	380437	6466704	Kalket
Fisk	7	Kvinesdal oppstr utløp Litleåna	380311	6466158	Kalket
Fisk	8	Liknes nedstr utløp Litleåna	380507	6465611	Kalket
Fisk	9	Rebbåsen	380199	6464148	Kalket
Fisk	10	Kloster	379040	6463389	Kalket
Fisk	21	Eiåsland	385510	6486628	Kalket
Fisk	22	Galdalsvatnet innløp	384176	6481273	Kalket
Fisk	23	Dukan	384839	6472041	Kalket
Fisk	24	Fjell	384746	6469071	Kalket
Fisk	25	Kvinlåg øvre	378519	6487959	Kalket
Fisk	26	Kvinlåg nedre	379318	6484097	Kalket
Fisk	27	Sinland	378988	6476785	Kalket
Fisk	29	Hompland	379748	6475206	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Kvinavassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	07/01/13	5,93	0,80	0,040	10	80	72	8		1,78										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	04/02/13	6,01	1,12	0,053	24	80	66	14		2,75										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	04/03/13	6,28	1,51	0,063	35	48	43	5		2,77										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	01/04/13	6,29	1,36	0,060	31	34	31	3		2,12										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	06/05/13	6,28	1,46	0,065	37	86	72	14		2,42										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	03/06/13	6,54	1,75	0,082	55	71	66	5		2,20										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	01/07/13	6,01	0,95	0,058	29	119	112	7		1,65										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	05/08/13	6,36	0,78	0,056	27	38	32	6		1,43										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	02/09/13	6,15	0,82	0,052	23	76	73	3		1,62										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	07/10/13	5,87	0,95	0,049	20	120	115	5		1,87										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	04/11/13	6,15	1,37	0,065	37	122	128	0		2,02										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	02/12/13	6,27	1,44	0,056	27	92	87	5		2,53										
4b	Kloster	07/01/13	6,02	0,94	0,044	14	74	63	11	3,8	2,04	0,28	1,94	0,20	2,96	1,32	150	320	5	1,53	38
4b	Kloster	04/02/13	6,07	1,10	0,054	25	71	57	14	3,8	2,77	0,38	2,78	0,29	4,59	1,73	225	415	21	2,07	33
4b	Kloster	04/03/13	6,36	1,57	0,067	39	50	46	4	2,5	3,24	0,44	3,04	0,42	4,98	2,36	305	425	5	2,50	46
4b	Kloster	01/04/13	6,30	1,84	0,072	44	42	33	9	2,0	3,60	0,49	3,33	0,36	5,58	2,50	315	455	3	2,25	54
4b	Kloster	15/04/13	6,33	1,31	0,065	37	54	49	5		3,26										
4b	Kloster	29/04/13	6,37	1,35	0,064	36	79	59	20		2,75										
4b	Kloster	06/05/13	6,29	1,39	0,063	35	79	63	16	3,5	2,50	0,32	2,23	0,48	3,74	1,39	230	445	8	1,46	54

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4b	Kloster	13/05/13	6,45	1,40	0,070	42	74	63	11		2,37										
4b	Kloster	20/05/13	6,68	1,75	0,087	60	62	50	12		2,19										
4b	Kloster	27/05/13	6,47	1,44	0,079	51	61	50	11		2,37										
4b	Kloster	03/06/13	6,65	1,64	0,086	59	56	52	4	4,0	2,41	0,29	2,04	0,39	2,94	1,55	165	380	6	0,51	77
4b	Kloster	01/07/13	6,24	1,05	0,063	35	101	95	6	6,5	1,94	0,27	1,88	0,24	2,28	1,27	110	375	7	0,77	64
4b	Kloster	05/08/13	6,51	0,97	0,069	41	21	17	4	2,1	1,93	0,25	1,67	0,27	2,43	1,36	130	325	6	0,49	42
4b	Kloster	02/09/13	6,40	1,00	0,063	35	68	64	4	5,7	1,96	0,27	1,83	0,26	2,35	1,48	93	370	5	0,73	55
4b	Kloster	07/10/13	6,07	1,02	0,054	25	99	100	0	7,2	2,06	0,32	2,05	0,30	2,65	1,54	135	415	8	1,47	58
4b	Kloster	04/11/13	6,10	1,32	0,063	35	115	110	5	7,0	2,33	0,33	2,19	0,29	3,31	1,41	150	400	7	2,03	62
4b	Kloster	02/12/13	6,30	1,43	0,058	29	89	81	8	4,4	2,84	0,40	2,72	0,33	4,37	1,87	280	445	5	2,42	49
5	Littleåna oppstr doserer	07/01/13	4,99	0,25	0,015	0	80	58	22	3,3	1,62	0,17	1,34	0,12	2,08	0,89	110	235	4	1,13	3
5	Littleåna oppstr doserer	04/02/13	5,08	0,42	0,026	0	10*	9*	1*	3,7	2,39	0,28	2,20	0,19	3,80	1,29	155	300	3	1,65	-1
5	Littleåna oppstr doserer	04/03/13	5,37	0,51	0,032	0	101	67	34	3,4	2,14	0,27	2,15	0,20	3,38	1,44	190	335	5	2,27	7
5	Littleåna oppstr doserer	01/04/13	5,56	0,62	0,035	4	100	76	24	3,6	2,11	0,27	2,16	0,22	3,37	1,62	195	365	4	2,55	10
5	Littleåna oppstr doserer	06/05/13	4,97	0,27	0,018	0	92	56	36	3,2	2,01	0,21	1,64	0,37	2,83	1,06	195	375	4	1,01	-4
5	Littleåna oppstr doserer	03/06/13	5,34	0,34	0,032	0	97	69	28	5,2	1,42	0,16	1,26	0,33	1,76	0,88	105	355	10	0,47	18
5	Littleåna oppstr doserer	01/07/13	5,29	0,24	0,033	2	144	118	26	7,5	1,18	0,13	1,09	0,09	0,99	0,64	16	300	4	0,47	30
5	Littleåna oppstr doserer	05/08/13	5,58	0,34	0,038	8	88	65	23	5,6	1,27	0,16	1,26	0,18	1,42	1,01	46	370	8	0,32	25
5	Littleåna oppstr doserer	02/09/13	5,58	0,30	0,034	3	98	77	21	5,8	1,21	0,15	1,25	0,12	1,43	0,90	32	300	8	0,32	23
5	Littleåna oppstr doserer	07/10/13	5,06	0,30	0,024	0	138	109	29	7,5	1,50	0,17	1,29	0,14	1,67	0,85	47	355	5	1,22	20
5	Littleåna oppstr doserer	04/11/13	4,94	0,24	0,020	0	119	97	22	6,1	1,78	0,17	1,39	0,14	2,14	0,84	48	265	4	1,26	9
5	Littleåna oppstr doserer	02/12/13	5,08	0,35	0,023	0	126	84	42	4,8	1,86	0,20	1,72	0,12	2,66	1,11	94	285	4	1,68	7
8	Litlåna før Kvina	07/01/13	6,23	1,06	0,050	21	64	59	5		2,08										
8	Litlåna før Kvina	04/02/13	6,09	1,02	0,054	25	69	60	9		2,56										
8	Litlåna før Kvina	04/03/13	6,46	1,74	0,075	47	55	51	4		3,34										
8	Litlåna før Kvina	01/04/13	6,60	2,25	0,096	69	50	42	8		3,66										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
8	Litlåna før Kvina	06/05/13	6,31	1,34	0,062	34	73	58	15		2,38										
8	Litlåna før Kvina	03/06/13	6,67	1,60	0,084	57	51	46	5		2,38										
8	Litlåna før Kvina	01/07/13	6,17	1,09	0,060	31	93	89	4		1,94										
8	Litlåna før Kvina	05/08/13	6,84	2,29	0,121	95	64	55	9		3,25										
8	Litlåna før Kvina	02/09/13	6,69	1,44	0,083	56	58	56	2		2,43										
8	Litlåna før Kvina	07/10/13	6,14	1,08	0,054	25	87	85	2		2,00										
8	Litlåna før Kvina	04/11/13	6,07	1,30	0,060	31	103	100	3		2,23										
8	Litlåna før Kvina	02/12/13	6,33	1,41	0,057	28	87	80	7		2,68										

* Verdiene utelatt fra figur og ved beregning av middelværddier

Vedlegg C. Primærdata - fisk i Kvinavassdraget 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Kvina 29.-31. august 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.). Vannføring under elfisket målt ved Stegemoen var 5,0-5,2 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Snitt	Lengde (mm)	
			1.omg	2.omg	3. omg					SD	max
St. 1	14,7 °C	0+	11	1	4	16	5,1	0,51	55,2	4,9	63
115 m²		>0+	18	6	5	29	6,4	0,52	103,7	15,6	139
St. 2	16,8 °C	0+	54	33	21	108	22,0	0,38	42,0	3,2	49
161 m²	1,35 mS/m	>0+*	0	0	1	1	0,5	0,59	73,0	-	73
St. 3	16,6 °C	0+	4	2	0	6	0,8	0,71	58,0	4,7	63
120 m²	0,88 mS/m	>0+	7	0	3	10	4,8	0,47	107,4	16,0	127
St. 4	17,2 °C	0+	44	13	22	79	32,6	0,35	51,9	5,9	63
114 m²	0,42 mS/m	>0+	4	0	2	6	6,7	0,41	107,8	22,0	138
St. 5	17,3 °C	0+	30	6	12	48	10,5	0,45	51,3	4,2	60
140 m²	0,88 mS/m	>0+	18	7	2	27	2,3	0,65	108,7	19,8	155
St. 6	16,2 °C	0+	19	14	4	37	8,9	0,48	51,8	3,6	60
120 m²	0,94 mS/m	>0+	15	6	1	22	1,9	0,68	100,9	19,6	145
St. 7	16,6 °C	0+	28	28	13	69	41,1	0,28	48,8	4,1	57
144 m²	0,95 mS/m	>0+	3	3	1	7	7,3	0,36	84,1	9,3	95
St. 8	15,6 °C	0+	51	44	27	122	64,7	0,26	50,7	5,9	64
150 m²	1,06 mS/m	>0+*	0	0	1	1	0,6	0,56	106,0	-	106
St. 9	15,6 °C	0+	33	15	13	61	15,1	0,40	53,0	4,8	62
150 m²		>0+	5	1	0	6	0,2	0,85	97,8	14,8	124
St. 10	16,7 °C	0+	39	11	2	52	1,5	0,75	45,7	2,6	50
150 m²		>0+	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Totalt		0+	313	167	118	598	5,3	0,40	49,6	6,0	64
1364 m²		>0+	70	23	16	109	0,8	0,56	103,1	18,3	155

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Kvina 29.–31. august 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.). Vannføring under elfisket målt ved Stegemoen var 5,0–5,2 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	14,7 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
115 m²		>0+	2	1	0	3	2,7	0,6	0,71	202,7	91,0	113	295
St. 2	16,8 °C	0+	2	1	0	3	1,9	0,4	0,71	49,7	5,5	44	55
161 m²	1,35 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 3	16,6 °C	0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	60,0	-	60	60
120 m²	0,88 mS/m	>0+	2	0	0	2	1,7	0,0	1,00	166,5	50,2	131	202
St. 4	17,2 °C	0+	6	2	0	8	7,1	0,6	0,78	51,9	4,0	45	57
114 m²	0,42 mS/m	>0+	4	1	0	5	4,4	0,3	0,82	130,8	51,4	73	212
St. 5	17,3 °C	0+*	0	1	0	1	0,6	0,5	0,60	50,0	-	50	50
140 m²	0,88 mS/m	>0+	1	0	0	1	0,7	0,0	1,00	105,0	-	105	105
St. 6	16,2 °C	0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	49,0	-	49	49
120 m²	0,94 mS/m	>0+	1	1	0	2	1,8	1,2	0,57	114,5	2,1	113	116
St. 7	16,6 °C	0+	2	1	0	3	2,1	0,5	0,71	57,7	2,5	55	60
144 m²	0,95 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 8	15,6 °C	0+	2	0	0	2	1,3	0,0	1,00	53,6	1,9	50	56
150 m²	1,06 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 9	15,6 °C	0+*	0	1	1	2	1,0	0,7	0,60	52,5	3,5	50	55
150 m²		>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 10	16,7 °C	0+	2	1	0	3	2,0	0,5	0,71	54,0	3,5	50	56
150 m²		>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
St. 21	16,5 °C	0+	2	1	1	4	4,9	8,8	0,32	56,5	2,4	54	59
120 m²	0,77 mS/m	>0+*	9	8	6	23	10,8	0,8	0,76	149,6	67,6	92	306
St. 22	16,4 °C	0+	18	11	4	33	37,8	9,1	0,50	54,8	4,5	43	65
100 m²	0,94 mS/m	>0+*	17	14	11	42	23,6	1,4	0,76	117,2	32,4	83	222
St. 23	16,0 °C	0+	6	1	0	7	6,1	0,2	0,87	64,3	3,9	60	70
115 m²	1,15 mS/m	>0+	26	6	2	34	30,1	1,6	0,74	128,0	24,4	96	180

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m ²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg				Snitt	SD	min	max
St. 24	15,9 °C	0+	8	3	0	11	0,7	0,76	63,5	2,4	60	68
125 m ²	1,1 mS/m	>0+	4	0	0	4	0,0	1,00	121,3	9,4	108	130
St. 25	15,2 °C	0+	10	3	3	16	3,9	0,51	58,5	6,8	48	74
150 m ²	0,76 mS/m	>0+*	1	4	1	6	0,3	0,76	131,0	32,2	106	195
St. 26	15,9 °C	0+	31	20	4	55	6,7	0,56	58,4	5,9	45	70
119 m ²	0,80 mS/m	>0+	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
St. 27	16,2 °C	0+	12	5	3	20	3,6	0,52	57,7	4,4	53	68
168 m ²	0,82 mS/m	>0+	12	6	0	18	1,0	0,71	133,6	26,7	100	205
St. 29	20,3 °C	0+*	15	10	8	33	3,3	0,60	55,7	4,7	46	68
125 m ²	1,36 mS/m	>0+*	4	11	5	20	0,7	0,76	116,6	32,3	84	210
Totalt 1-10		0+	16	7	1	24	0,2	0,67	53,4	4,6	44	60
1254 m ²		>0+	10	3	0	13	0,1	0,80	148,4	61,2	73	295
Tot.23-24		0+	34	16	5	55	1,4	0,59	57,9	5,7	43	70
250 m ²		>0+	56	28	19	103	5,2	0,43	128,2	41,9	83	306
Tot.25-29		0+	68	38	18	124	3,5	0,48	57,5	5,5	45	74
516 m ²		>0+	17	21	6	44	6,2	0,32	125,5	30,5	84	210

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (>75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

Vedlegg D. Primærdata – bunndyr i Kvinavassdraget 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Kvinavassdraget 12.06.2013

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nematoda			1					2	1	1
	Oligochaeta	5	14	34	1	3	4	3	26	4	3
	Acari	5	13	7	4	9	1	1	13	1	
	Bivalvia										
*	<i>Pisidium</i> sp.		3	1					2		
	Ephemeroptera										
***	<i>Baetis rhodani</i>	25	45				41	138		1	
***	<i>Baetis fuscatus/scambus</i>							37			
**	<i>Siphonurus</i> sp.										2
	<i>Leptophlebia marginata</i>										1
	Plecoptera										
	<i>Amphinemura borealis</i>	7	23	13	2	4	12	17	3	23	2
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>									1	
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>								1		
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	12	42	23	10	3	56	64	16	17	2
	<i>Brachyptera risi</i>				1						
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				1			4			
	<i>Nemoura cinerea</i>									1	
	Nemuridae indet.		1					1			
**	<i>Isoperla grammatica</i>		3	8	1		12	1	3		
**	Perlodidae indet.							1			
	Trichoptera										
	<i>Rhyacophila nubila</i>	2	11		1		2	17	7	1	3
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1	9	1	6			5	3	
	<i>Polycentropus irroratus</i>								1		
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>					1					
	<i>Oxyethira</i> sp.					1					
	<i>Hydroptila</i> sp.	8	1								
	<i>Halesus radiatus</i>										1
	Limnephilidae indet.										2
	Philopotamidae indet.		1								
	<i>Athripsodes</i> sp.			1							
	Leptoceridae indet.								1		
**	<i>Oecetis testacea</i>	1	1								
**	<i>Sericostoma personatum</i>						1				
**	<i>Ithytricia lamellaris</i>	1	5								
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>	6	6					1			
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>										
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>	3						4			

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trichoptera puppe indet.				1						
Chironomidae	194	166	173	204	268	64	117	124	73	108
Ceratopogonidae		1					1		6	
Simuliidae	9	19	11	4	8	20	42		16	18
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.						1			1	1
Diptera										
Empididae indet.	6	27	16	1	8	4		8	1	
Megaloptera										
<i>Sialis fuliginosa</i>								1		
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>	1	1	1	9		1	2	21	1	
<i>Olimnius tuberculatus</i>	1	1								
<i>Limnius volckmari</i>	9	23		6		11	7	41	5	
Sum	295	408	298	247	311	230	458	275	156	144
Forsuringsindeks 1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5
Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,52	0,50

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

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Kvinavassdraget 25.09.2013

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nematoda		2					1			
	Oligochaeta	30	18	23	4	7	22	6	27	1	1
	Acari	1	10	3	11	18	3	7	3	5	2
	Bivalvia										
*	<i>Pisidium</i> sp.		1					1			
	Ephemeroptera										
***	<i>Baetis rhodani</i>	36	56		1		56	24	1	1	
**	<i>Siphonurus</i> sp.										
	<i>Kageronia fuscogrisea</i>		1	1						1	6
	<i>Leptophlebia marginata</i>				2		1			1	5
	<i>Leptophlebia vespertina</i>					1					8
	Plecoptera										
	<i>Amphinemura borealis</i>	11	32	38	4	3	49	15	1	69	5
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	5	5	6	6	1	19	11	1	21	3
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		1				1				1
	<i>Leuctra hippopus</i>	2	2		4	1	27	26	7	5	
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>				1		1				4
	<i>Brachyptera risi</i>			1	21	6	4	5		3	
	<i>Protonemura meyeri</i>	4	12				8	21	1	2	1
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1			2		4	4			
**	<i>Diura nanseni</i>	1		3			3				
**	<i>Isoperla grammatica</i>	2	1	2	2	4	1	11	2	1	1
**	Perlodidae indet.						2			1	
	Trichoptera										
	<i>Rhyacophila nubila</i>	5		1	5	1	17	1		4	1
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			27	4	13	3	19	25	1	
	<i>Polycentropus irroratus</i>			1							
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>			1	3			3		1	
	Polycentropodidae indet.								1		
	<i>Oxyethira</i> sp.	7	9	2			1			1	1
	Limnephilidae indet.						1				3
	<i>Athripsodes</i> sp.		1						1		
	<i>Ceraclea</i> sp.			3							
	<i>Mystacides azurea</i>										1
	Leptoceridae indet.							1			
	<i>Agapetus ochripes</i>		1								
	<i>Lype reducta</i>				1						
**	<i>Oecetis testacea</i>		1								
**	<i>Ithytricia lamellaris</i>	1	9				1				
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>	39	16	35	1	2	10	17	9		1
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	4	2				5	1	4		

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>	20	6				3	1		3	
**	<i>Hydropsyche</i> sp.	1			1						
	Chironomidae	43	104	61	41	58	86	62	56	66	119
	Simuliidae	1		13	7	2	6	8		15	10
	Tipuloidea										
	<i>Dicranota</i> sp.				2		1	16	3	2	2
	<i>Tipula</i> sp.	1						4	1		
	Limonidae indet.				1						
	Diptera										
	Empididae indet.	1	1	7	1	1	1			5	1
	<i>Ubestemt larva</i>				1						
	Coleoptera										
	<i>Elmis aenea</i>	1	12	1	43		1	15	18	4	
	<i>Olimnius tuberculatus</i>	5							1		
	<i>Limnius volckmari</i>	18	5	1	5		21	23	23	1	
	<i>Hydraena</i> sp.							1			
	Crustacea										
	Chydoridae										12
	Sum	240	308	230	174	118	358	304	185	214	188
	Forsuringsindeks 1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	0,5
	Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	0,50	0,53	0,50	1,00	0,79	0,60	0,51	0,50

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

13. Sokndalsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Sokndalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	026.4Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	301 km ²
Vassdragsregulering:	Ingen
Spesifikk avrenning:	56,5
Middelvannføring:	17 m ³ /s
Lakseførende strekning:	I Guddal/Mydlandsvassdraget kan laks og sjøaure vandre til fossen nedstrøms Refsvatn (ca 5,3 km fra sjøen), i Myssa/Orrestadvassdraget (Ålgårdselva) rett nedstrøms Orrestadvatnet (ca 10,6 km fra sjøen) og i Barstadvassdraget til fossen ved Lindland kraftverk (ca 6 km fra sjøen). I Steinsvassdraget vil vandringshinderet variere med vannføringen, men laks og sjøaure vil normalt kunne ta seg fram til Toksfossen (ca 11 km fra sjøen).
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen var utdødd før kalkingen ble satt i gang.
Tiltaksplan:	Kalkingsplan fra fylkesmannen i Rogaland (1989) med senere justeringer.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: pH 6,0 hele året.
Kalkingsstrategi:	Kun innsjøkalking, først i begrenset omfang fra midt på 1980-tallet, deretter opptrapping fra 1989 og utover på 1990-tallet. Etter 1996 er alle vassdragets fire greiner totalkalket, men Barstadvassdraget er ikke kalket etter 2005.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

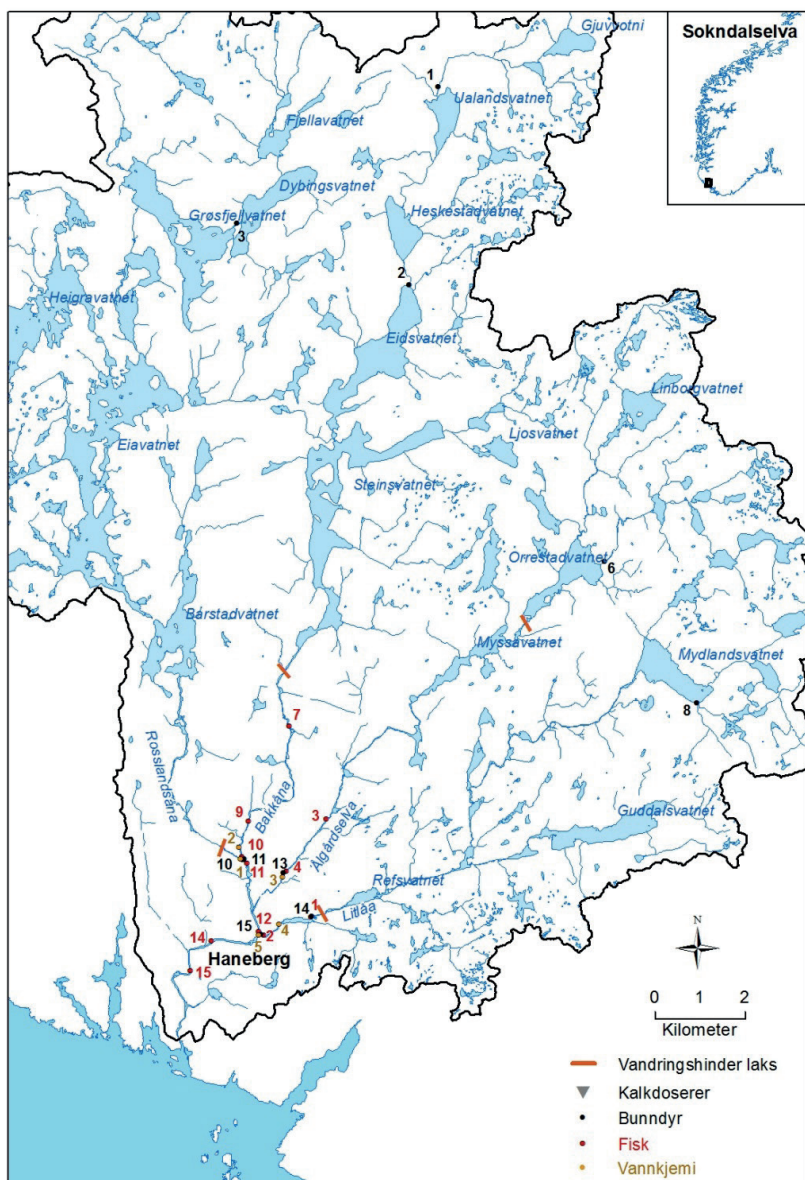
I Sokndalsvassdraget er det kun innsjøkalking. Etter at vassdraget ble fullkalket i 1996, har kalkforbruket aldri vært så lavt som i siste femårs periode (**tabell 1**). I juli 2013 ble det spredd 511 tonn VK3 fordelt på 26 innsjøer i dette vassdraget.

Tabell 1. Kalkforbruk i Sokndalsvassdraget for perioden 2009–2013 omregnet til tonn CaCO₃. Tallene i parentes er antall kalkede innsjøer. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Innsjøkalking	747	715	674 (31)	600 (31)	506 (26)

I 2013 var månedsnedbøren i februar, mars, juli og oktober på meteorologisk stasjon 43360 Egersund, lavere enn normalen. Spesielt månedene februar og juli var tørre (hhv. 36 mm og 29 mm). De øvrige månedene hadde nedbør på

eller over normalen, med desember på topp med 312 mm. Totalt nedbørsmengde for året ble 1505 mm, og dette er 101 % av normalen (met.no 2014).



Figur 1. Sokndalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård og Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

Sokndalselva ble i 1972 inkludert i DN/NINAs vannkemiske overvåkingsprogram "Elveserien" med en stasjon i Barstadvassdraget (S1). Programmet ble utvidet med fire stasjoner i perioden 1987–1988, og ble fra 1991 videreført som en del av kalkingsovervåkingen. I 2013 ble vannkjemien i Sokndalsvassdraget overvåket på totalt fem stasjoner (figur 1).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

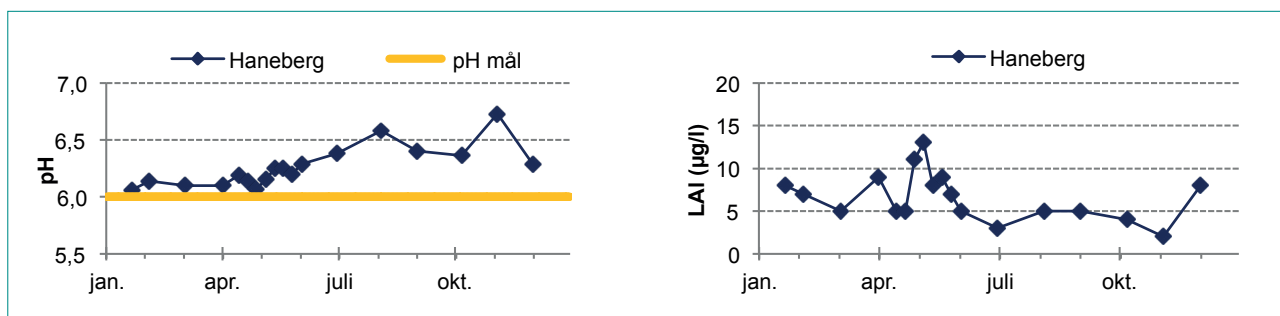
Generelt sett var vannkvaliteten i Sokndalselva tilfredsstillende i 2013 med unntak av Steinsvassdraget. I hovedelva ved Haneberg (st.5) var alle pH-målingene over vannkvali-

tetsmålet som er pH = 6,0 hele året (figur 2). I en av vassdragets hovedgreiner, Steinsvassdraget (st. 2), var 23 % av pH-målingene under 5,9 og flere av målingene (11 av 31) var marginale i forhold til pH-målet (vedlegg B). Enkelte pH-målinger i Barstadvassdraget var også marginale i forhold til målet (figur 3).

I Barstadvassdraget og Steinsvassdraget varierte pH i 2013 mellom hhv. 5,9 og 6,4 og 5,8 og 6,4 (tabell 2). Vannkvaliteten var bedre enn hva som er registrert de siste årene. I Myssavassdraget (st. 3) og Guddal/Mydlandsvassdraget (st. 4) var vannkvaliteten god gjennom hele måleperioden, dvs. pH ≥ 6,0 (vedlegg B, tabell 2). Tidligere målinger av pH i Guddal/Mydlandsvassdraget viser at gjennombrudd av surt vann kan forekomme på denne stasjonen gjennom vinter/vår. I 2011 ble det registrert en slik episode på høsten med pH på 5,1 (Saksgård & Schartau 2012).

Ved Haneberg, målestasjonen i hovedelva (st. 5), var pH gjennomgående noe bedre sammenlignet med de fire foregående årene (**figur 3**). Innholdet av giftig aluminium (LAI) var generelt lavt, men noe forhøyet i april og mai med hhv. 11 µg/l og 13 µg/l (**figur 2**). Dette er verdier som tilsvarer moderat økologisk tilstand for lakseførende vassdrag (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, veileder 02:2013). ANC var >11 µekv/l, med et årsgjennomsnitt på 27 µekv/l (**vedlegg B, tabell 2**).

Innholdet av organisk karbon (TOC) i nedre deler av vassdraget viser at Sokna er et svært klart til klart vassdrag (jf. Veileder 02:2013; Direktoratets gruppa vanndirektivet 2013) med relativt lite humus (**tabell 2**). Vassdraget er næringsfattig med lave konsentrasjoner av næringssaltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) (**vedlegg B**). Gjennomsnittet i måleperioden for Tot-P og Tot-N var henholdsvis 7 og 414 µg/l og indikerer henholdsvis svært god og god tilstand.



Figur 2. pH i 2013 på st. 5 Haneberg sammenholdt med pH-målet (venstre panel), og innholdet av giftig aluminium (LAI) for samme tidsperiode (høyre panel).

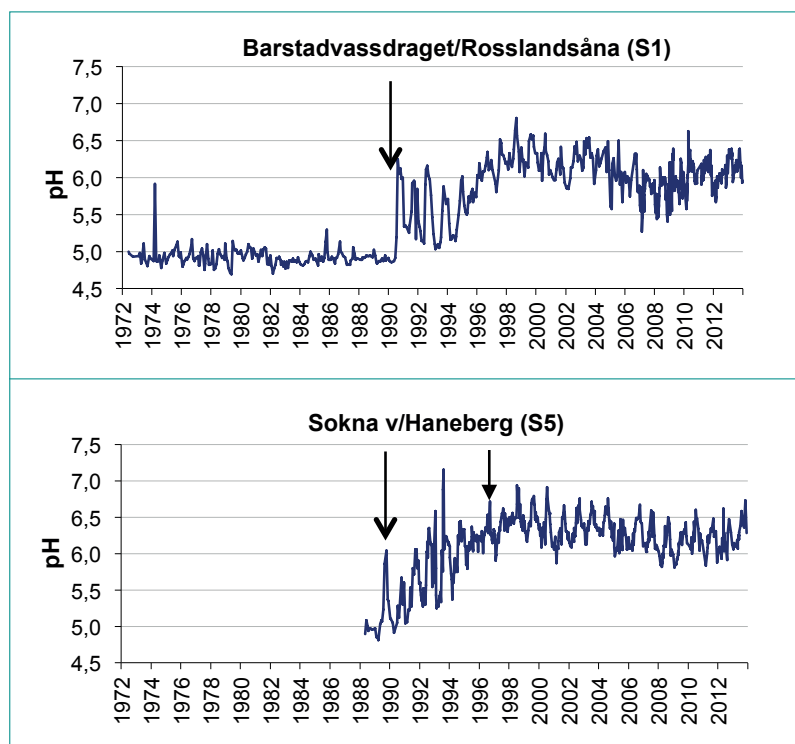
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Soknalsvassdraget i 2013. For verdier som er utelatt se **vedlegg B**.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
1	Barstadvassdraget	Mid	6,15	0,94				
		Min	5,93	0,69				
		Maks	6,39	1,28				
		N	29	30				
2	Steinsvassdraget	Mid	6,00	0,89				
		Min	5,77	0,69				
		Maks	6,37	1,06				
		N	31	31				
3	Myssavassdraget	Mid	6,44	1,50				
		Min	5,98	0,84				
		Maks	6,86	2,34				
		N	31	31				
4	Guddal/Mydland	Mid	6,42	1,26				
		Min	6,21	1,00				
		Maks	6,77	1,63				
		N	31	31				
5	Haneberg	Mid	6,23	1,04	24	7	1,9	27
		Min	6,06	0,86	3	2	1,5	11
		Maks	6,73	1,33	63	13	2,6	38
		N	18	18	18	18	12	12

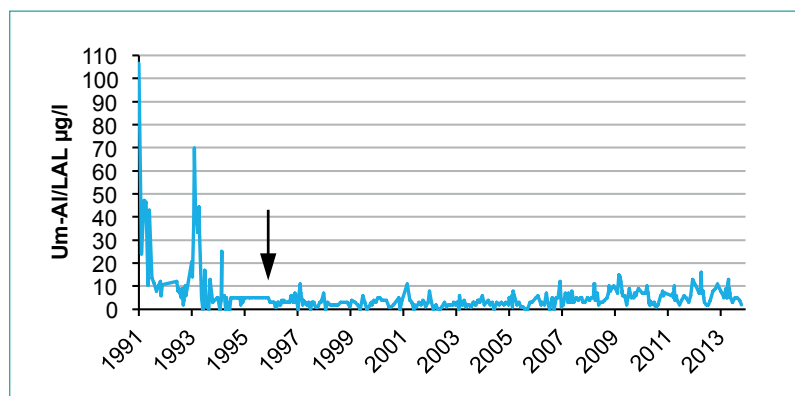
2.1 Langtidstrender

I Sokndalselvas hovedløp ved Haneberg (st. 5) har kalkingen i vassdraget medført en markert økning i pH, særlig fra 1991 (figur 3). Årsgjennomsnittet i pH har økt fra omkring 5,0 i 1988 til i underkant av 6,0 i perioden 1992–1994. De siste årene har pH ligget mellom 6,0 og 6,5. I Barstadvassdraget/Rosslandsåna lå pH i store deler av året under 5,0 fram til kalkingen startet (figur 3). Barstadvassdraget ble siste gang kalket i 2005. I de etterfølgende årene har vann-

kvaliteten vært noe dårligere og mer variabel, særlig i årene 2007–2009. Innholdet av giftig aluminium var svært variabelt i årene 1991–1993, men senere, særlig etter 1995, har verdiene stabilisert seg på et lavt nivå ($\leq 10 \mu\text{g/l}$) (figur 4). Dette er verdier som tilsvarer god økologisk tilstand for lakseførende vassdrag (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, veileder 02:2013). Det antas derfor at vannkvaliteten er tilstrekkelig for overlevelse og reproduksjon av laks i vassdraget selv om pH periodevis har vært noe lavere de siste årene.



Figur 3. pH i Barstad-vassdraget/ Rosslandsåna (S1) i perioden 1972–2013 og i Sokndalselva ved Haneberg (S5) i perioden 1988–2013. Piler angir tidspunkt for når den første større innsjøkalkingen ble gjennomført (åpen pil) og når vassdraget ble anslått fullkalket (lukket pil).



Figur 4. Konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al/LAL) i Sokndalselva ved Haneberg (S5) i perioden 1991–2013. Pil angir tidspunkt for når alle vassdragets fire greiner ble anslått fullkalket.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen
Medarbeidere: Vegard Ambjørndalen, Laila Saksgård og Eva Ulvan (NINA)

Laksen i Sokndalselva ble betraktet som utdødd på grunn av forsuring, men det var fortsatt en sjørretbestand i elva på 1980-tallet (Sivertsen 1989). I 1989 ble de første innsjøene i nedslagsfeltet kalket og allerede året etter ble det påvist laksyngel i vassdraget (Enge og Persson 1991). En årlig overvåking startet høsten 1991 med 16 stasjoner (Larsen 1993c). Programmet er senere redusert i omfang og overvåkes nå med 11 stasjoner.

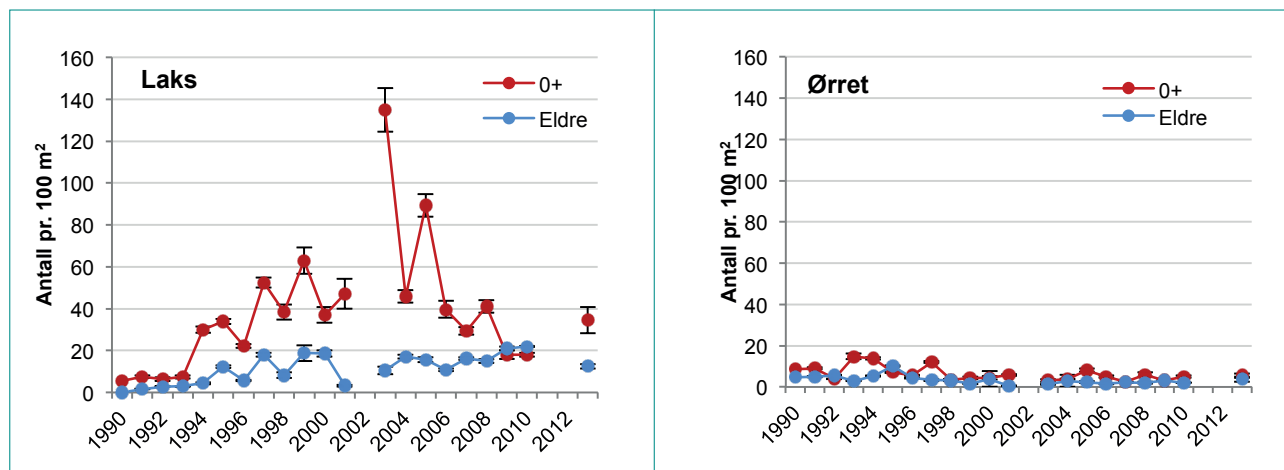
3.1 Ungfiskundersøkelser

I 2013 ble det fanget laksunger på alle stasjonene i Sokndalselva, men tettheten var lav sammenlignet med tidligere (**tabell 3, figur 5**). Ørretunger ble fanget på ti av stasjonene, og i likhet med tidligere år var det svært lave tettheter (**tabell 3, figur 5**). Det ble registrert ål på alle stasjonene (**tabell 3**). Tettheten av eldre laksunger ($\geq 1+$) var størst i Guddalsgreina (stasjon 1) og i øvre del av Ålgårdselva (stasjon 3), mens det var størst tetthet av laksyngel ($0+$)

i Guddalsgreina samt i nedre del av vassdraget (stasjon 12–15). Slik har det også vært tidligere (Larsen mfl. 2006, Saltveit mfl. 2011). Stasjonene i Bakkåna (stasjon 7–11) har et substrat som er tettpakket og som gir få skjulmuligheter, noe som kan være årsaken til de lave tetthetene av laksunger på denne strekningen. Vanntemperaturen under gjennomføringen av elfisken i 2013 (15,9–16,8 °C) lå over det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Ledningsevnen var forholdsvis god sammenlignet med andre Rogalandvassdrag (1,9 – 3,3 mS/m, **vedlegg C**). Vi kan ikke utelukke at den høye vanntemperaturen under elfiske i 2013 kan ha påvirket fangbarheten negativt fordi fisken blir mer aktiv og lettere flykter vekk. Ugunstig vannkvalitet i enkelte perioder spesielt i årene 2007–2009 (jf. kap. 2 Vannkjemi) kan være en av årsakene til lavere tettheter av ungfisk i denne perioden. Vannkvaliteten har senere stort sett vært tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet og verdiene for giftig aluminium har vært lave (jf. kap. 2 Vannkjemi). Vannkvaliteten synes derfor ikke å være hovedårsaken til de lave tetthetene av laksunger. Generelt sett har det vært en økning i tetthet av laksunger etter at kalkingen startet, men ut fra fangststatistikken (**figur 6**) og at gytebestandsmålet for bestanden er nådd (Anon. 2013) er tettheten lavere enn forventet, spesielt fra og med 2006.

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet av laks og ørret pr. 100 m² på 8 stasjoner i Storelva 13.–14. august 2013. I tillegg ble det fanget trepigget stingsild på stasjon 5.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	115	140	7	5	138,2	37,9	5,7	0,8
2	110	36	7	11	25,4	7,3	5,5	0,0
3	119	74	6	3	30,3	40,9	0,7	3,7
4	105	28	0	1	13,1	21,0	0,0	0,0
7	120	5	14	3	0,0	4,2	6,1	8,7
9	120	4	11	4	2,6	1,8	7,2	4,0
10	121	5	1	3	1,3	3,3	0,8	0,0
11	108	3	12	5	5,3	1,8	10,5	11,1
12	102	26	5	5	29,9	5,6	3,9	3,9
14	100	43	3	2	45,6	15,0	2,0	1,0
15	100	53	12	23	66,3	2,0	13,9	0,0
Sum	1220	417	78	65				
Tetthet 1					34,6±6,3	12,5±1,1	5,5±1,1	3,7±1,3
Tetthet 2					32,6±40,7	12,8±14,5	5,1±4,3	3,0±3,8

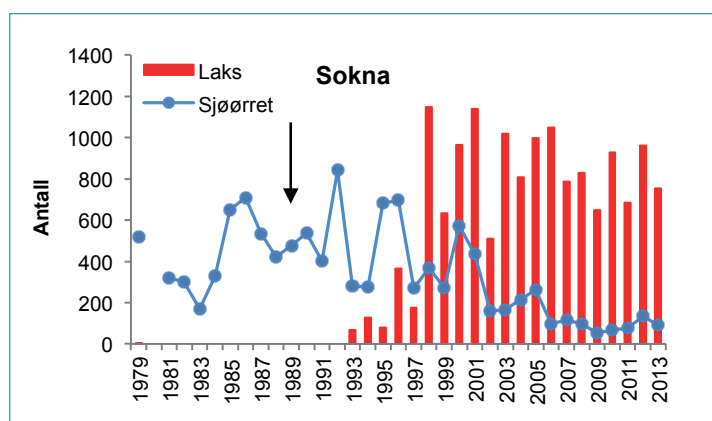


Figur 5. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Sokndalselva i perioden 1990–2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006f) og perioden 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Innsjøkalking fra 1989.

3.2 Fangststatistikk

De første rapportene om fangst av laks etter kalkingen i Sokndalselva kom først i 1993 (figur 6). Senere økte fangstene og har de siste ti årene ligget mellom 649 (2009) og 1049 individer (2006). Det ble fanget en del sjøørret i elva i perioden før laksen kom tilbake, men har senere vært

i en negativ utvikling, og fra 2006 har antallet vært under 135 individer. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning var forvaltnings- og gytebestandsmålet nådd for laksen i Sokndalselva 2011 og 2012 (Anon. 2013). Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse siste fire år er 99 %.



Figur 6. Antall laks og sjøørret fanget (avlivet) i Sokndalselva i perioden 1979 til 2013. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

Andel estimert rømt oppdrettsfisk (sportsfiske) i Sokndalselva har i perioden 2005–2011 ligget på mellom 1,0 og 11,9 % (Anon. 2013). I skjellprøver fra sportsfisket, analysert av Rådgivende biologer for perioden 2008–2012 var andelen rømt oppdrettslaks mellom 0 og 12 % (Urdal 2013).

I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Sokndalselva ligger i enkelte år godt over dette.

4. Samlet vurdering

4.1 Vannkjemi

Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en generell bedring av vannkvaliteten i alle vassdragets fire greiner. I perioden 2007–2009 ble det periodevis målt lave pH verdier i enkelte deler av vassdraget. Vannkvaliteten har vært noe bedre i de fire siste årene, men likevel ikke helt tilfredsstillende.

Vannkvalitetsmålet innebærer i første rekke at pH ikke bør ligge under 6,0. I Steinsvassdraget var 23 % av pH-målingene under 5,9 og flere av målingene (11 av 31) var marginale i forhold til pH-målet. Enkelte pH-målinger i Barstadvassdraget var også marginale i forhold til målet. Nederst i vassdraget ved Haneberg var vannkvaliteten tilfredsstillende gjennom hele året, men her er det noen færre målinger enn ved de andre stasjonene. Konsentrasjonene av både totalt aluminium og giftig aluminium har gått signifikant tilbake siden tidlig på 1990-tallet. Forhøyede verdier av giftig aluminium, > 10 µg/l, ble imidlertid målt i 2013, noe som tilsvarer moderat økologisk tilstand i laksevassdrag.

4.2 Fisk

Tettheten av laksunger i 2013 var lavere enn forventet ut fra fangststatistikken og at gytebestandsmålet for bestanden er nådd. I likhet med tidligere år var det svært lave tettheter av ørretunger. Den lave tettheten kan ikke forklares ut fra verken vannkvalitet eller forholdene under gjennomføringen av elfisket i 2013. Fangstene av laks har ligget på et jevnt nivå de siste ti årene (650–1050 laks), mens fangsten av sjøørret ble redusert etter hvert som laksen tok over.

4.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i 2013.

4.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Opptrappingen av kalkingen i vassdraget gjennom innsjøkalking har medført at alle vassdragets fire greiner har vært tilnærmet totalkalket siden 1999. Dagens kalkingsstrategi gir en vannkvalitet i Sokndalselva som stort sett anses å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk og invertebrater skal kunne leve og reproducere i elva. I 2008 og 2009 var vannkvaliteten i nedre del av vassdraget mer marginal og ustabil, men med en bedring i de fire siste årene. På grunn av problemer med organisering vil kalkingen av Guddal/Mydlandsvassdraget avsluttes i 2014. Det anbefales at dette følges opp med en mer omfattende overvåking, spesielt med hensyn til utviklingen i aluminiumskjemien gjennom våren.

5. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Sokndalsvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Barstadvassdraget v Liland	342317	6471856	Kalket
Vannkjemi	2	Steinsvassdraget v Fitja	342288	6472114	Kalket
Vannkjemi	3	Myssavassdraget v Titania	344384	6473033	Kalket
Vannkjemi	4	Guddal/Mydland v Klokkegården	343999	6470625	Kalket
Vannkjemi	5	Sokndalselva v Haneberg	342722	6470176	Kalket
Bunndyr	1	Ualandsvatnet innløp	346702	6488983	Referanse
Bunndyr	2	Heskestadvatnet utløp	346051	6484586	Kalket
Bunndyr	3	Dybingsvatnet utløp	342237	6485945	Referanse
Bunndyr	6	Orrestadvatnet innløp	350318	6478436	Referanse
Bunndyr	8	Mydlandsvatnet innløp	352442	6475305	Referanse
Bunndyr	10	Bakkaåna	342355	6471915	Kalket
Bunndyr	11	Barstadelva	342311	6471857	Kalket
Bunndyr	13	Sandbekk	343314	6471550	Kalket
Bunndyr	14	Bjånes	343890	6470590	Kalket
Bunndyr	15	Sokndalselva v Sokndal	342723	6470162	Kalket
Fisk	1	Bjånes	343885	6470580	Kalket
Fisk	2	Åmot	342826	6470175	Kalket
Fisk	3	Sandbekk øvre	344225	6472739	Kalket
Fisk	4	Sandbekk nedre	343328	6471583	Kalket
Fisk	7	ørslund	343400	6474800	Kalket
Fisk	9	Eigeland	342500	6472689	Kalket
Fisk	10	Fitja 1	342349	6471900	Kalket
Fisk	11	Fitja 2	342463	6471760	Kalket
Fisk	12	Åmot	342722	6470253	Kalket
Fisk	14	Sokndal busstasjon	341678	6470042	Kalket
Fisk	15	Årstad	341205	6469386	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Sokndalsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdiksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/IC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l}$	Tot-N $\mu\text{g/l}$	Tot-P $\mu\text{g/l}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Barstadvassdraget*	21/01/13	6,38	4,52							7,63										
1	Barstadvassdraget	04/02/13	6,30	1,00							4,68										
1	Barstadvassdraget	18/02/13	6,33	1,18							4,35										
1	Barstadvassdraget	25/02/13	5,07*	1,16							4,31										
1	Barstadvassdraget	04/03/13	6,28	1,16							4,32										
1	Barstadvassdraget	11/03/13	6,26	1,19							4,41										
1	Barstadvassdraget	18/03/13	6,26	1,17							4,81										
1	Barstadvassdraget	25/03/13	6,39	1,28							4,31										
1	Barstadvassdraget	02/04/13	6,29	1,09							4,17										
1	Barstadvassdraget	08/04/13	6,33	1,01							4,38										
1	Barstadvassdraget	15/04/13	6,24	0,99							4,35										
1	Barstadvassdraget	22/04/13	6,03	0,69							3,75										
1	Barstadvassdraget	29/04/13	5,94	0,88							4,02										
1	Barstadvassdraget	06/05/13	5,99	0,79							3,81										
1	Barstadvassdraget	13/05/13	6,03	0,72							3,74										
1	Barstadvassdraget	20/05/13	6,06	0,82							3,72										
1	Barstadvassdraget	27/05/13	6,11	0,81							3,55										
1	Barstadvassdraget	10/06/13	6,16	0,76							3,52										
1	Barstadvassdraget	24/06/13	6,08	0,73							3,72										
1	Barstadvassdraget	08/07/13	6,20	0,70							3,48										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
1	Barstadvassdraget	22/07/13	6,23	0,84							3,64										
1	Barstadvassdraget	05/08/13	6,17	0,86							3,52										
1	Barstadvassdraget	19/08/13	6,08	0,85							3,48										
1	Barstadvassdraget	16/09/13	6,16	1,11							4,07										
1	Barstadvassdraget	30/09/13	6,37	0,86							3,70										
1	Barstadvassdraget	14/10/13	6,39	1,01							3,72										
1	Barstadvassdraget	28/10/13	6,20	1,12							4,45										
1	Barstadvassdraget	11/11/13	6,00	0,82							3,38										
1	Barstadvassdraget	25/11/13	6,16	1,07							4,08										
1	Barstadvassdraget	09/12/13	5,93	0,89							4,08										
1	Barstadvassdraget	27/12/13	5,95	0,78							3,84										
2	Steinsvassdraget	21/01/13	5,90	0,88							3,61										
2	Steinsvassdraget	04/02/13	6,37	1,06							3,32										
2	Steinsvassdraget	18/02/13	5,96	0,92							3,83										
2	Steinsvassdraget	25/02/13	5,88	0,95							3,89										
2	Steinsvassdraget	04/03/13	5,77	0,88							4,03										
2	Steinsvassdraget	11/03/13	5,99	0,80							3,85										
2	Steinsvassdraget	18/03/13	5,92	0,86							3,80										
2	Steinsvassdraget	25/03/13	6,18	1,01							3,94										
2	Steinsvassdraget	02/04/13	5,99	0,95							3,87										
2	Steinsvassdraget	08/04/13	6,12	0,87							3,97										
2	Steinsvassdraget	15/04/13	6,03	0,98							3,98										
2	Steinsvassdraget	22/04/13	5,94	0,80							3,80										
2	Steinsvassdraget	29/04/13	5,92	0,88							3,89										
2	Steinsvassdraget	06/05/13	5,89	0,87							3,70										
2	Steinsvassdraget	12/05/13	5,93	1,00							3,89										
2	Steinsvassdraget	20/05/13	6,04	0,93							3,69										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
2	Steinsvassdraget	27/05/13	6,05	0,90							3,67										
2	Steinsvassdraget	10/06/13	6,18	0,92							3,68										
2	Steinsvassdraget	24/06/13	6,28	0,69							3,39										
2	Steinsvassdraget	08/07/13	6,09	0,84							3,38										
2	Steinsvassdraget	22/07/13	6,37	0,87							3,54										
2	Steinsvassdraget	05/08/13	6,12	0,95							3,49										
2	Steinsvassdraget	19/08/13	5,96	0,87							3,26										
2	Steinsvassdraget	16/09/13	5,97	0,81							3,18										
2	Steinsvassdraget	30/09/13	6,25	0,80							3,21										
2	Steinsvassdraget	14/10/13	6,18	0,84							3,33										
2	Steinsvassdraget	28/10/13	5,97	0,82							3,31										
2	Steinsvassdraget	11/11/13	5,93	0,91							3,46										
2	Steinsvassdraget	25/11/13	5,87	0,92							3,42										
2	Steinsvassdraget	09/12/13	5,83	0,94							4,06										
2	Steinsvassdraget	27/12/13	5,84	0,91							3,92										
3	Myssavassdraget	21/01/13	6,44	1,31							3,18										
3	Myssavassdraget	04/02/13	6,01	0,84							3,91										
3	Myssavassdraget	18/02/13	6,24	1,07							3,46										
3	Myssavassdraget	25/02/13	6,52	2,34							5,10										
3	Myssavassdraget	04/03/13	6,42	1,86							4,50										
3	Myssavassdraget	11/03/13	6,43	1,62							4,30										
3	Myssavassdraget	18/03/13	6,50	1,71							4,37										
3	Myssavassdraget	25/03/13	6,36	1,25							3,55										
3	Myssavassdraget	02/04/13	6,25	1,20							3,65										
3	Myssavassdraget	08/04/13	6,40	1,04							3,69										
3	Myssavassdraget	15/04/13	6,58	1,87							4,60										
3	Myssavassdraget	22/04/13	6,40	1,03							3,42										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
3	Myssavassdraget	29/04/13	6,31	1,25							3,62										
3	Myssavassdraget	06/05/13	6,37	1,17							3,36										
3	Myssavassdraget	13/05/13	6,52	1,26							3,55										
3	Myssavassdraget	20/05/13	6,56	1,48							3,55										
3	Myssavassdraget	27/05/13	6,58	1,58							3,65										
3	Myssavassdraget	10/06/13	6,59	1,34							3,48										
3	Myssavassdraget	24/06/13	6,49	1,02							3,15										
3	Myssavassdraget	08/07/13	6,60	1,48							3,49										
3	Myssavassdraget	22/07/13	6,83	2,27							4,48										
3	Myssavassdraget	05/08/13	6,72	1,49							3,41										
3	Myssavassdraget	19/08/13	6,55	1,46							3,07										
3	Myssavassdraget	16/09/13	6,73	1,83							3,18										
3	Myssavassdraget	30/09/13	6,86	1,94							3,49										
3	Myssavassdraget	14/10/13	6,82	1,97							3,42										
3	Myssavassdraget	28/10/13	6,62	1,52							3,20										
3	Myssavassdraget	11/11/13	6,62	1,53							3,19										
3	Myssavassdraget	25/11/13	5,98	1,43							3,16										
3	Myssavassdraget	09/12/13	6,38	1,48							4,23										
3	Myssavassdraget	27/12/13	6,52	1,72							3,98										
4	Guddal/Mydland	21/01/13	6,47	1,40							3,56										
4	Guddal/Mydland	04/02/13	6,36	1,01							3,78										
4	Guddal/Mydland	18/02/13	6,25	1,15							3,82										
4	Guddal/Mydland	25/02/13	6,21	1,19							4,00										
4	Guddal/Mydland	04/03/13	6,26	1,20							3,87										
4	Guddal/Mydland	11/03/13	6,29	1,14							3,97										
4	Guddal/Mydland	18/03/13	6,32	1,17							4,05										
4	Guddal/Mydland	25/03/13	6,45	1,41							4,09										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Guddal/Mydland	02/04/13	6,27	1,29							4,02										
4	Guddal/Mydland	08/04/13	6,39	1,09							4,05										
4	Guddal/Mydland	15/04/13	6,41	1,12							4,00										
4	Guddal/Mydland	22/04/13	6,28	1,00							3,94										
4	Guddal/Mydland	29/04/13	6,26	1,28							3,86										
4	Guddal/Mydland	06/05/13	6,33	1,28							3,94										
4	Guddal/Mydland	13/05/13	6,39	1,22							3,87										
4	Guddal/Mydland	20/05/13	6,46	1,30							3,61										
4	Guddal/Mydland	27/05/13	6,48	1,26							3,59										
4	Guddal/Mydland	10/06/13	6,61	1,27							3,58										
4	Guddal/Mydland	24/06/13	6,46	1,00							3,24										
4	Guddal/Mydland	08/07/13	6,57	1,11							3,20										
4	Guddal/Mydland	22/07/13	6,70	1,21							3,33										
4	Guddal/Mydland	05/08/13	6,77	1,21							3,25										
4	Guddal/Mydland	19/08/13	6,51	1,52							3,23										
4	Guddal/Mydland	16/09/13	6,58	1,49							3,21										
4	Guddal/Mydland	30/09/13	6,74	1,30							3,08										
4	Guddal/Mydland	14/10/13	6,74	1,63							3,23										
4	Guddal/Mydland	28/10/13	6,59	1,46							3,28										
4	Guddal/Mydland	11/11/13	6,48	1,39							3,41										
4	Guddal/Mydland	25/11/13	6,44	1,39							3,43										
4	Guddal/Mydland	09/12/13	6,36	1,40							4,34										
4	Guddal/Mydland	27/12/13	6,37	1,28							4,01										
5	Haneberg	21/01/13	6,06	1,04	0,052	23	36	28	8	1,7	3,70	0,63	4,00	0,32	6,83	2,54	235	385	6	1,50	24
5	Haneberg	04/02/13	6,14	0,97	0,050	21	40	33	7	1,7	3,82	0,59	4,09	0,38	7,15	2,27	250	420	7	1,41	18
5	Haneberg	04/03/13	6,10	0,86	0,049	20	33	28	5	1,5	3,92	0,68	4,28	0,39	7,49	2,64	255	410	5	1,46	11
5	Haneberg	02/04/13	6,10	1,02	0,044	14	30	21	9	1,5	3,85	0,68	4,28	0,40	7,34	2,77	250	370	5	1,20	21

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
5	Haneberg	15/04/13	6,19	1,00	0,047	18	27	22	5		3,98										
5	Haneberg	22/04/13	6,14	0,96	0,034	3	37	32	5		3,73										
5	Haneberg	29/04/13	6,07	1,06	0,044	14	38	27	11		3,80										
5	Haneberg	06/05/13	6,15	1,04	0,046	16	39	26	13	1,7	3,72	0,59	4,13	0,43	7,06	2,10	305	480	6	1,33	26
5	Haneberg	13/05/13	6,25	0,92	0,052	23	40	32	8		3,72										
5	Haneberg	20/05/13	6,25	1,05	0,050	21	36	27	9		3,72										
5	Haneberg	27/05/13	6,20	1,05	0,052	23	30	23	7		3,64										
5	Haneberg	03/06/13	6,29	1,03	0,048	19	27	22	5	1,7	3,83	0,62	4,13	0,39	6,83	2,45	260	415	5	0,77	30
5	Haneberg	01/07/13	6,38	0,95	0,060	31	38	35	3	2,5	3,27	0,50	3,68	0,24	5,52	2,49	190	345	7	1,05	34
5	Haneberg	05/08/13	6,58	1,33	0,065	37	16	11	5	1,8	3,67	0,65	3,64	0,38	6,02	3,06	245	475	10	0,86	37
5	Haneberg	02/09/13	6,40	1,29	0,066	38	28	23	5	2,6	3,76	0,59	3,92	0,40	6,17	3,00	265	465	11	1,61	38
5	Haneberg	07/10/13	6,36	1,06	0,057	28	25	21	4	2,3	3,31	0,54	3,65	0,37	5,86	2,34	220	415	6	1,18	36
5	Haneberg	04/11/13	6,73	1,06	0,090	63	34	32	2	2,0	3,61	0,52	3,66	0,33	5,99	2,16	225	375	8	1,48	33
5	Haneberg	02/12/13	6,28	0,99	0,053	24	32	24	8	1,8	3,53	0,56	3,87	0,38	6,61	2,29	265	410	7	1,50	21

* Prøveresultatene er utelatt fra figurer og beregning av middelerverdi

Vedlegg C. Primærdata - fisk i Sokndalvassdraget 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Sokndalselva 4. - 5. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og konduktivitet (Kond) er oppgitt. Vannføringen under elfisken målt ved Refsvatn var 1,3-1,6 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg				Totalt	Snitt	SD	min
1	16,1 °C	0+	49	35	23	107	138,2	50,6	49,5	6,3	35	64
115 m²	1,93mS/m	>0+	15	13	5	33	37,9	17,4	95,2	11,0	75	124
2	16,8 °C	0+*	9	11	9	29	25,4	14,9	47,1	5,8	37	60
110 m²	1,98mS/m	>0+	3	4	0	7	7,3	3,7	94,3	9,6	80	107
3	15,9°C	0+	14	11	4	29	30,3	11,7	49,1	4,9	39	57
119 m²	3,07mS/m	>0+	26	16	3	45	40,9	5,4	102,1	17,9	75	140
4**	15,9°C	0+	7	3	2,0	10	13,1	5,0	51,3	3,8	46	59
105 m²	3,32mS/m	>0+	13	5	2,5	18	21,0	3,2	103,7	13,8	80	131
7**	16,3 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-
120 m²	1,90mS/m	>0+	5	0	0	5	4,2	0,0	136,0	38,8	73	169
9**	16,2°C	0+	0	2	1,3	2	2,6	-	67,5	0,7	67	68
120 m²	1,91mS/m	>0+	1	1	0,5	2	1,8	0,0	128,0	-	128	128
10**	16,2°C	0+	0	1	0,7	1	1,3	-	64,5	25,9	63	66
121 m²	1,98mS/m	>0+	4	0	0	4	3,3	0,0	110,3	2,1	102	120
11**	16,4°C	0+	2	1,3	0,8	2	5,3	-	61,5	2,1	60	63
108 m²	3,11mS/m	>0+	1	0,5	0,2	1	1,8	-	103,0	-	103	103
12**	16,5°C	0+	14	7	4,6	21	30,3	10,4	54,0	4,6	45	61
102 m²	3,18mS/m	>0+	4	1	0,5	5	5,6	0,9	105,8	7,6	99	118
14**	16,5°C	0+	23	10	6,5	33	45,6	9,8	52,0	4,4	42	59
100 m²	3,20mS/m	>0+	6	4	2,0	10	15,0	6,8	88,7	8,6	77	101
15	16,5°C	0+	27	13	11	51	66,3	23,0	52,5	5,3	38	64
100 m²	3,32mS/m	>0+	2	0	0	2	2,0	0,0	106,5	26,2	88	125
Totalt		0+	145	94,3	62,8	302,1	34,6	6,3	51,0	6,0	35	68
1220 m²		>0+	80	44,5	13,6	138	12,5	1,1	101,2	17,7	73	169

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Sokndalselva 4-5 september 2013. Vanntemperatur (Temp) og konduktivitet (Kond) er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved Refsvatn var 1,3-1,6 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
1	16,1 °C	0+	4	1	1	6	5,7	2,2	0,57	58,0	8,5	43	67
115 m²	1,93 mS/m	>0+*	0	1	0	1	0,8	1,2	0,50	77,0	-	77	77
2	16,8 °C	0+*	1	3	3	7	5,5	2,7	0,53	67,7	5,4	54	68
110 m²	1,98 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
3	15,9 °C	0+*	0	0	1	1	0,7	0,7	0,53	49,0	-	49	49
119 m²	3,07 mS/m	>0+*	1	3	1	5	3,7	2,5	0,50	156,8	79,4	99	295
4**	15,9 °C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
105 m²	3,32 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
7**	16,3 °C	0+	3	2	1	6	6,1	5,2	0,42	68,8	5,5	63	77
120 m²	1,90 mS/m	>0+	7	2	1	10	8,7	1,6	0,65	139,9	44,3	80	181
9**	16,2 °C	0+	5	2	1	8	7,2	4,8	0,58	61,0	7,3	50	70
120 m²	1,91 mS/m	>0+	3	1	0,5	4,5	4,0	1,3	0,62	126,3	17,6	105	148
10**	16,2 °C	0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	77,0	-	77	77
121 m²	1,98 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
11**	16,4 °C	0+	6	2,9	1,4	10,3	10,5	-	0,53	64,7	6,1	60	73
108 m²	3,11 mS/m	>0+	6	3	1,5	10,5	11,1	-	0,50	122,3	1,2	121	123
12**	16,5 °C	0+	4	0	0	4	3,9	0,0	1,00	64,8	6,8	55	70
102 m2	3,18 mS/m	>0+	0	3	1,5	4,5	3,9	2,8	0,50	142,0	-	142	142
14**	16,5 °C	0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	64,0	0,0	64	64
100 m²	3,20 mS/m	>0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	106,0	-	106	106
15	16,5 °C	0+	8	1	3	12	13,9	5,7	0,49	53,9	6,6	41	62
100 m²	3,32 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Totalt		0+	34	11,8	11,2	57	5,5	1,1	0,47	61,0	8,1	41	77
1220 m²		>0+	18	13	5,5	36,5	3,7	1,3	0,61	135,0	46,4	77	295

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

14. Bjerkreimsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr elv: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

Ansvarlig overvåking krepsdyr og bunndyr innsjøer: Bjørn Walseng (NINA)

Ansvarlig planteplankton: Pål Brettum (NIVA)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Bjerkreimsvassdraget	
Fakta om Bjerkreimsvassdraget	027
Vassdragsnr.:	027
Fylke:	Rogaland og Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	705,8 km ² (før regulering)
Vassdragsregulering:	Store Myrvatn er regulert 22 m, 20 km ² er overført til Figgjo
Spesifikk avrenning:	77,1 l/s/km ²
Middelvannføring:	54,4 m ³ /s (før regulering)
Lakseførende strekning:	Til Indre Vinjavatn totalt 42 km samt 7–8 km innenfor Ørsdalsvatn.
Bakgrunn for tiltak:	Fylkesmannen i Rogaland karakteriserte laksebestanden i vassdraget som sårbar pga. forsurings-situasjonen.
Tiltaksplan:	Kaste m.fl. (1996a)
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: 15/2–31/5: pH 6,2, 1/6–14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjøkalking og dosererkalking. Austrumdalsvatn og flere mindre innsjøer kalkes. Kalkdosering fra doserer på Malmei i utløpet av Byrkjelandsvatn (oppstrøms bru for RV 503) siden høsten 1997, og fra Bjordal-anlegget i Storåna oppstrøms Ørsdalsvatn siden november 2013. Dosere ved Malmei har ikke vært i drift i perioden 1.6–31.12.2013.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

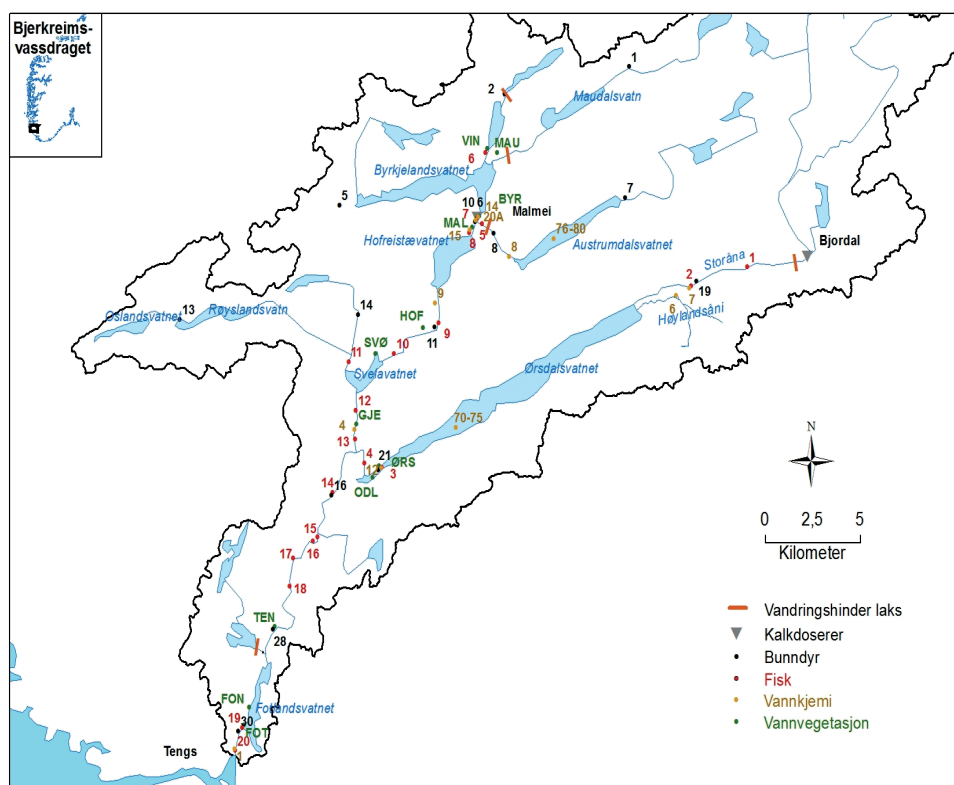
Etter en årlig økning i kalkforbruket i Bjerkreimsvassdraget i perioden 2009–2012 (**tabell 1**), var det totale forbruket i 2013 omtrent halvert sammenlignet med året før. Hovedårsaken til nedgangen er redusert innsjøkalking. I 2013 ble 19 mindre innsjøer tilført 197 tonn Biokalk (i juli) og Austrumdalsvatn 300 tonn VK3 (i august). Forbruket ved dosereren

på Malmei var 149 tonn VK3 og 250 tonn Biokalk ved Bjordal dette året. Biokalken inneholdt 69 % og VK3 99 % CaCO₃.

Det falt 2647 mm nedbør på meteorologisk stasjon 44480 Søyland i 2013 (met.no 2014), og dette er noe mindre enn foregående år. Månedsnedbøren i desember var nesten 3 ganger høyere enn normalen (610 mm), og bidro til at årsnedbøren ble 124 % av normalen dette året. Februar, mars og juli var langt tørrere enn normalen, mens de øvrige månedene hadde nedbørmengder på eller over normalen.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO₃) i Bjerkreimsvassdraget for perioden 2009–2013. Tallene i parentes viser antall innsjøer. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	110	156	165	250	320
Innsjøkalking	1325 (23)	1341 (23)	1372 (23)	1363 (22)	433 (20)
Sum kalkforbruk	1435	1497	1537	1613	753



Figur 1. Bjerkreimsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og begroing. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo (NIVA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

Vannkjemisk overvåking i forbindelse med kalking i Bjerkreimsvassdraget har pågått siden 1996. Geologiske forhold og menneskelig aktivitet gjorde at Bjerkreimsvassdraget hadde stor variasjon i vannkvalitet i ulike deler av feltet før kalkingsaktiviteten ble startet. De nordøstre delene, inkludert Ørsdalen og områdene øst for hovedvassdraget, er mest påvirket av forsurening. Omlag 3/4 av avrenningen i vassdraget kommer fra disse områdene. I 2013 ble det tatt prøver for vannkjemi jevnlig gjennom året på 10 elvestasjoner i Bjerkreimsvassdraget, og i tillegg ble to innsjøstasjoner prøvetatt én gang senhøstes (figur 1). Primærdata er presentert i vedlegg B.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Oppstrøms Malmei-dosereren (st 14) varierte pH mellom 5,9 og 6,6, med årsmiddel 6,2. Denne greina hadde dermed forholdsvis god vannkvalitet allerede før dosering. Nedstrøms dosereren (st 15) varierte pH mellom 6,1 og 6,8 i 2013 og lå gjennomgående betydelig over pH-målet. (figur 2B). Det samme var tilfellet ved utløpet av Hofreistevatn (st 9) der pH varierte i området 6,3–6,6. Konsentrasjonen av LAI var lav i alle prøver (4–9 µg/L). Lenger ned på den anadrome strekningen ved stasjonene Gjedrem (st 4) og Tengs (st 1), var pH i 2013 over målet i alle prøver (figur 2A). Konsentrasjonen av giftig aluminium (LAI) var også lav (3–12 µg/L).

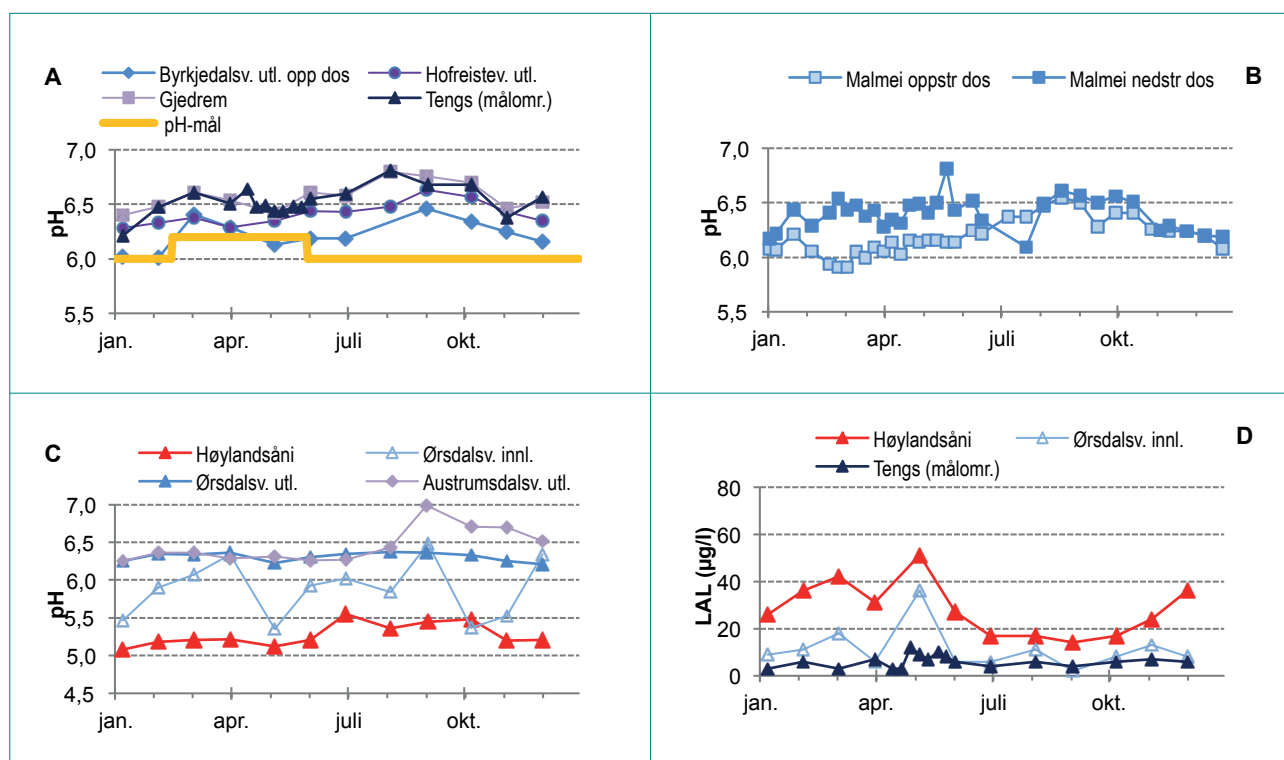
Den årlige prøvetakingen i Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn ble foretatt 14. desember i 2013. I Ørsdalsvatn var midlere pH og kalsiumkonsentrasjon henholdsvis 6,21 og 0,90 mg/L, mens tilsvarende målinger for Austrumdalsvatn viste henholdsvis 6,50 og 1,20 mg/L. Det var små eller ingen forskjeller mellom verdiene fra ulike dyp i samme innsjø. I utløpet av disse to innsjøene er det vanligvis små variasjoner i vannkvaliteten pga svært lang oppholdstid, og pH pleier å ligge nær verdiene fra høstprøvetakingen av innsjøene. I 2013 økte pH i utløpet av Austrumdalsvatnet (st 8) etter at innsjøen ble kalket i august (figur 2C). Konsentrasjonen av LAI var lav (≤ 10 µg/L) i alle prøver fra utløpet av innsjøene (st 8 og 12).

Vannet som renner inn i Litlåna fra Høylandsåni (st 6) er klart og svært kalkfattig. Forsuringstilstanden er dårligere (lavere pH, høyere LAI) om vinteren enn om sommeren. I 2013 varierte pH mellom 5,1 og 5,6 med et årsmiddel på 5,25 (tabell 2, figur 2C). Konsentrasjonen av LAI varierte mellom 14 og 51 µg/L, og årsmiddelet var 28 µg/L. Årsmiddelverdien for ANC i 2013 var -7 µekv/L.

Innløpet til Ørsdalsvatn (Storåna, st 7) var tidligere en referansestasjon for vassdraget, men kalking oppstrøms prøvetakingspunktet påvirker nå vannkjemien. I 2013 varierte pH mellom 5,4 og 6,5 med årsmiddel 5,73 (tabell 2, figur 2C). Årsmiddel-pH blir 5,71 dersom prøven som ble tatt etter at den ny dosereren ble startet utelukkes. Konsentrasjonen av LAI varierte i 2013 mellom 2 og 36 µg/L, og årsmiddelet var 11 µg/L. Vannkjemi ved st 7 ble i 2013 også overvåket ukentlig av Fylkesmannen i Rogaland (Enge 2014).

Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Bjerkreimsvassdraget i 2013.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
6	Høylandsåni	Mid	5,25	0,21	0	28	1,3	-7
		Min	5,08	0,14	0	14	0,8	-17
		Maks	5,55	0,32	2	51	2,4	3
		N	12	12	12	12	12	12
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	Mid	6,20	0,76	19	7		
		Min	6,01	0,57	9	2		
		Maks	6,46	0,96	34	11		
		N	11	11	11	11		
14	Malmei oppstr doserer	Mid	6,16	0,69				
		Min	5,91	0,48				
		Maks	6,55	0,85				
		N	34	34				
15	Malmei nedstr doserer	Mid	6,38	0,92				
		Min	6,09	0,70				
		Maks	6,81	1,47				
		N	33	33				
7	Ørsdalsvatn innløp (Storåna)	Mid	5,73	0,55	11	11	2,1	17
		Min	5,35	0,33	0	2	0,9	-3
		Maks	6,48	1,02	27	36	4,6	36
		N	12	12	12	12	12	12
12	Ørsdalsvatn utløp	Mid	6,30	0,93	23	6		
		Min	6,21	0,78	14	4		
		Maks	6,37	1,02	34	7		
		N	12	12	12	12		
8	Austrumdalsvatn utløp	Mid	6,41	1,12	36	5		
		Min	6,25	0,83	18	3		
		Maks	6,99	2,12	88	10		
		N	12	12	12	12		
9	Hofreistevatn utløp	Mid	6,40	0,98	28	5		
		Min	6,28	0,90	18	4		
		Maks	6,63	1,10	38	9		
		N	12	12	12	12		
4	Gjedrem	Mid	6,56	1,27	45	6		
		Min	6,40	0,95	24	4		
		Maks	6,80	1,53	60	10		
		N	12	12	12	12		
1	Tengs (målmør.)	Mid	6,51	1,30	42	6	1,5	49
		Min	6,21	0,96	16	3	1,1	29
		Maks	6,81	1,72	70	12	1,9	66
		N	18	18	18	18	12	12

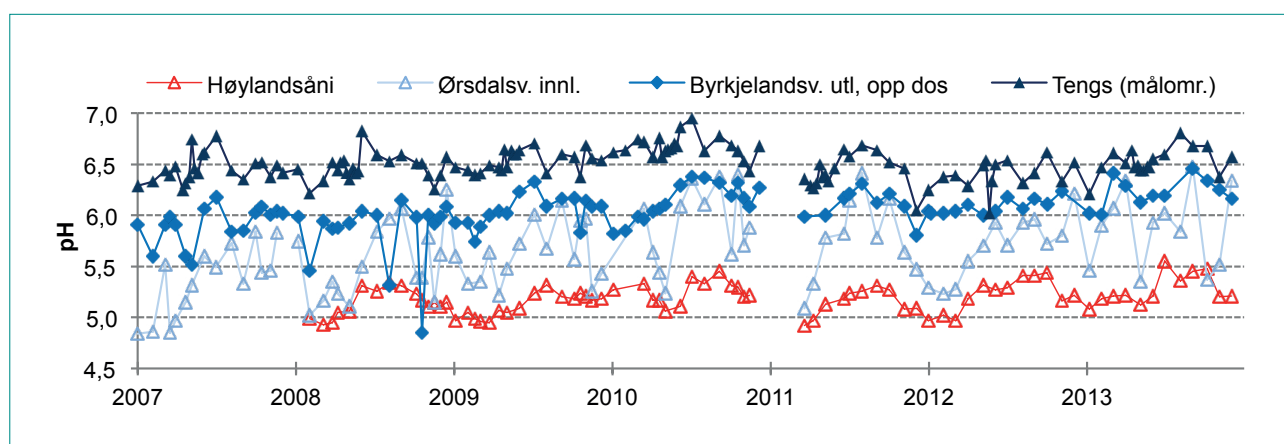


Figur 2. Utvikling av pH i 2013 for referansestasjonen (Høylandsåni) og de øvrige elvestasjonene i Bjerkreimsvassdraget er vist over tre diagrammer (A, B og C). Utvikling for giftig aluminium (LAL) samme år er vist for tre av elvestasjonene (D). NB! Ulik inndeling på y-aksene.

2.2 Langtidstrender

Ved referansestasjonen Høylandsåni ser pH ut til å ha økt noe siden 2011 (figur 3). Det samme ser ut til å ha skjedd ved den tidligere referansestasjonen (Ørsdalsvatn innløp, st 7) som nå er påvirket av kalking. Årsmiddel-pH ved utløpet av Byrkjelandsvatn (st 20A) har økt gradvis i takt med redusert forsuring, fra i underkant av 5,5 i 1993 til omkring 6,1 inn på 2000-tallet. Deretter stoppet den positive utviklingen noe opp, men årsmiddel-pH på 6,20 for 2013 er den høyeste som hittil har blitt registrert.

pH ved utløpet (Tengs) har stort sett variert mellom 6,3 og 6,8, og med årsmidler rundt 6,5 de siste 5 årene (figur 3). I motsetning til i 2011 og 2012, ble det ikke registrert pH lavere enn 6,2 i 2013. Årsmiddelkonsentrasjon for kalsium var lavere enn i foregående år.



Figur 3. pH-utvikling på fire elvestasjoner i Bjerkreimsvassdraget for perioden 2007–2013. Referansestasjonen Høylandsåni er prøvetatt fra februar 2008.

3. Bunndyr i innsjøer

Forfattere: Terje Bongard og Bjørn Walseng (NINA)

Totalt i 2013 ble det i bunndyrprøvene fra de seks innsjøene registrert 8 døgnfluearter, en steinflueart og 20 vårfluearter (**vedlegg C**). Dette er noen færre døgnfluearter og noen flere vårfluearter enn i undersøkelsene fra 2011. For første gang i overvåkingsundersøkelsene fra Bjerkreim er det funnet en rødlistet art, nemlig vårfluen *Oecetis notata*. Den ble funnet i juni i Fotlandsvatn. Arten er oppført som NT (nær truet) (Kålås m.fl. 2010). Det må tas forbehold i og med at funnet består av en enkelt larve, sannsynligvis i 3. stadium, men bestemmelsen er relativt sikker. Arten er bare kjent fra tre lokaliteter i Halden (Solem 1970) men ikke gjenfunnet her ved senere undersøkelser.

I Bjerkreim-materialet ble det i 2013 registrert enkelt-individer av flere vanlig forekommende vårfluearter i slekten *Limnephilus* og familien *Leptoceridae*. Vårfluen *Limnephilus ignavus* er tidligere bare registrert på Østlandet, men ble funnet i Fotlandsvatn og Svelavatn og er dermed ny for Rogaland. Nærmeste funn er i Telemark. Funn av arter representert kun med enkeltindivider varierer mellom år, noe som vanligvis skyldes prøvestørrelser mer enn reelle svingninger (Bongard mfl.2011).

Det generelle bildet viser også i 2013 et fattig artsmangfold med få sensitive og forsuringsfølsomme arter i forhold til forventet mangfold. Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn og Maudalsvatn har også i 2013 det laveste artsmangfoldet og individtallet. *Caenis luctuosa* ble funnet igjen i Oslandsvatn, og også i Svelavatn ble det funnet ett individ. Arten er spredt forekommende på Østlandet. *C. luctuosa* er angitt som forsuringsfølsom (Direktoratsgruppa for Vanndirektivet, veileder 02:2013). Fjærmygg er gjennomgående den vanligste bunndyrgruppa i ferskvann, og dominerte som forventet også i de

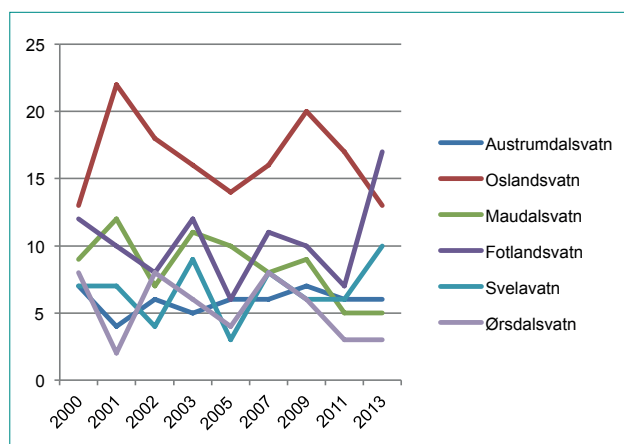
undersøkte lokalitetene i Bjerkreim. I 2013 var forekomstene generelt noe høyere enn i 2009 og 2011, men slike tetthetsvariasjoner er ikke uventet da ulike fjærmyggartene svinger i antall over kort tid.

Det ble bare funnet en eneste steinflueart, den svært for-suringstolerante *Nemoura cinerea*. Det finnes flere arter steinfluer som kunne forventes å være til stede i alle seks vannene.

Det ble registrert 13 bunndyrtaksa både i Fotlandsvatn og Oslandsvatn i 2013. Dette er som i 2011. Oslandsvatn har vært den rikeste og minst påvirkede lokaliteten til nå, og det er her funnet forsuringsfølsomme arter som sneglen *Radix balthica*, klobillen *Limnius volckmari*, amfipoden *Gammarus lacustris*, døgnfluene *Caenis horaria*, *C. luctuosa*, *Cloeon simile* og i 2013 vårfluen *Tinodes waeneri* og iglen *Glossiphonia complanata*. Fotlandsvatn hadde imidlertid i 2013 totalt 17 EPT-arter, mot 13 i Oslandsvatn, og har dermed den høyeste biodiversiteten av de seks lokalitetene i årets undersøkelse. I samtlige undersøkelser fra tidligere år har det vært Oslandsvatn som har hatt det største artsmangfoldet. Forsuringsindeks 1 (se **vedlegg C**) indikerer at Fotlandsvatn, Svelavatn (begge kalket) og Oslandsvatn (ikke-forsuret referanse) har et bunndyrsamfunn som tilfredsstillende kriteriene for god økologisk tilstand jfr. det norske klassifiseringssystemet (Direktoratsgruppa for Vanndirektivet 2013). For de øvrige tre innsjøene er årsgjennomsnitt for Forsuringsindeks 1 lik 0,25 – 0,38 og indikerer altså at økologisk tilstand er svært dårlig til dårlig. Det er imidlertid verd å merke seg at data-grunnet for Forsuringsindeks 1 ikke fullt ut tilfredsstillende kravene for å kunne bruke denne i tilstandsvurdering av innsjøene (prøver fra utløpselven mangler).

Figur 4 viser i hovedtrekk at bunndyrundersøkelsene i Bjerkreimsvassdraget gir et ganske konsistent bilde av forsurings-situasjonen, med kun mindre variasjoner mellom år. Generelt viser materialet at bunndyrfaunaen er ustabil og indikerer forsuringskadede økosystemer.

Spesielt i Austrumdalsvatn, Maudalsvatn og Ørsdalsvatn er biomangfoldet mye lavere enn forventet. Både antall taksa og individantall er fortsatt generelt lavt også i de kalkete vannene. Større forekomster og flere arter innen grup-pene øyenstikkere (Odonata), biller (Coleoptera) og tovinger (Diptera) kunne forventes. Innen ordenen vårfluer burde det ha vært flere husbyggende arter i slektene *Limnephilidae* og familien *Leptoceridae*. Det er også funnet svært få alge-sugende arter i familien *Hydroptilidae*.



Figur 4. Antall døgn-, stein- og vårfluearter i de undersøkte innsjøene i årene 2000-2013.

4. Krepssdyr

Forfatter: Bjørn Walseng (NINA)

Det ble i 2013 påvist til sammen 52 krepssdyrarter, henholdsvis 31 arter vannlopper og 21 arter hoppekreps (**vedlegg D1**). *Acroperus angustatus* er ny art i 2013. Denne har høyst sannsynlig vært til stede tidligere, men er da blitt bestemt til *A. harpae*. Dersom vi ser de seks vannene samlet, har det etter at overvåkingen startet i 1996 ikke vært registrert flere arter. Størst artsrikdom ble registrert i Fotlandsvatn med 37 arter, dvs like mange som i 2009 som fram til i dag har vært det høyeste artsantallet som er registrert i Bjerkreimvassdraget i løpet av en sesong.

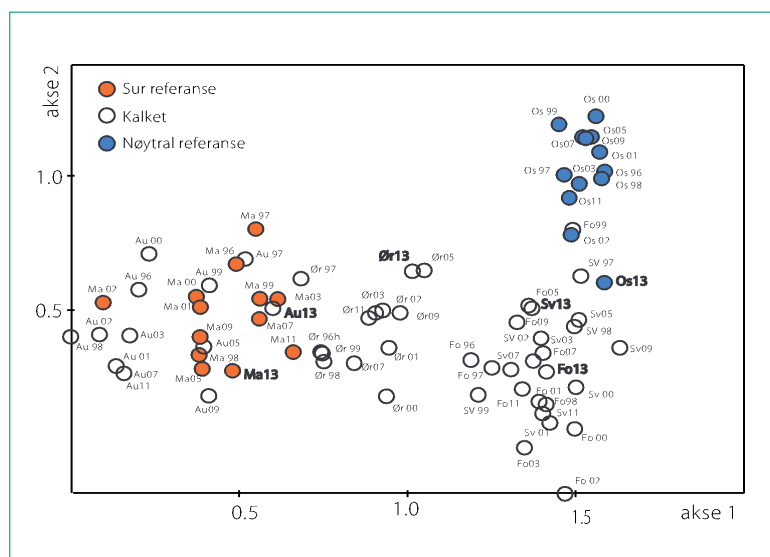
I 2013 ble den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* funnet i Austrumdalsvatn. I de to høstprøvene ble det funnet respektive 15 og 20 store individer av arten (**vedlegg D2**) og mer enn halvparten av individene var eggbærende hunner. I snart 20 år har vi i forbindelse med kalkingsovervåkingen fulgt fem store innsjøer, tre i Årlandsdalsvassdraget (Nisser, Fyresvatn og Nesvatn) og to i Bjerkreimvassdraget (Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn). Kalking av disse vannene startet i perioden 1994–1997 og lang oppholdstid i alle vannene har resultert i at pH har holdt seg stabil rundt 6,0. Vi hadde derfor forventet at dafnier skulle etablere seg tidlig. Når dette ikke skjedde, lanserte vi som en mulig forklaring at survannsfaunaen, som hadde bygd seg opp over flere 10-år, var blitt så stabil at det gjorde det vanskelig for arter å rekolonisere. Noen få enkeltindivider er registrert og indikerer at dafniene kan finnes i flere av disse vannene, men med svært små bestander. *Daphnia* sp. er en god indikator på en ikke-forsuret vannkvalitet. I humøse vann er det riktignok registrert dafnier også ved pH 5, men

i klarvannsjøer finner vi dem ikke ved denne pH. Vi har hatt eksempler på at dafnier har kommet inn i kalkede innsjøer (Lygne, Yndelsdalsvatn). I mindre vannforekomster kan etablering skje raskt etter kalking.

Forekomsten av dafnier i Austrumdalsvatn falt sammen med at det også ble registrert en kraftig økning av de to planteplanktonartene *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* i vannmassene. Særlig *Rhodomonas lacustris* økte kraftig og utgjorde hele 45 % i juni og 28 % i august av total algebiomasse. Begge artene tilhører cryptomonadene som anses som god føde for flere dyreplanktonarter. Begge artene er forsuringfølsomme og har vært i planteplanktonet i alle fem innsjøene etter kalking, men i svært lave tettheter.

I den opprinnelig sureste delen av vassdraget (Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn og Maudalsvatn) er det i alle år registrert færre arter enn i Oslandsvatn, Svelavatn og Fotlandsvatn. Oslandsvatn har etter at overvåkingen startet i 1996, hatt det rikeste planktonsamfunnet, med 10 arter i snitt pr besøk. I 2013 ble det funnet 11 arter i juni og 10 arter i august. Littoralsamfunnet skilte seg lite fra tidligere år og de artene som dominerte var som forventet (**vedlegg D3**).

En DCA-analyse av artssammensetningen av krepssdyr resulterte i et plott der vi med unntak av Austrumdalsvatn, ser små avvik fra hva som har vært resultatet i tidligere år (**figur 5**). Austrumdalsvatn har flyttet seg mot den nøytrale delen av 1-aksen, noe som i hovedsak skyldes at *D. longispina* er kommet inn i planktonet. Erfaring fra andre undersøkelser med lokaliteter som representerer et spenn med hensyn til pH, er at variasjonen langs 1-aksen er sterkt korrelert med pH (Hann & Turner 2000, Schartau m.fl. 2001).



Figur 5. DCA-ordinasjon som viser plasseringen av de undersøkte lokaliteter i Bjerkreimvassdraget basert på krepssdyrfaunaen. Ma=Maudalsvatn, Au=Austrumdalsvatn, Ør=Ørsdalsvatn, Fo=Fotlandsvatn, Sv=Svelavatn og Os=Oslandsvatn.

5. Planteplankton

Forfatter: Pål Brettum (NIVA)

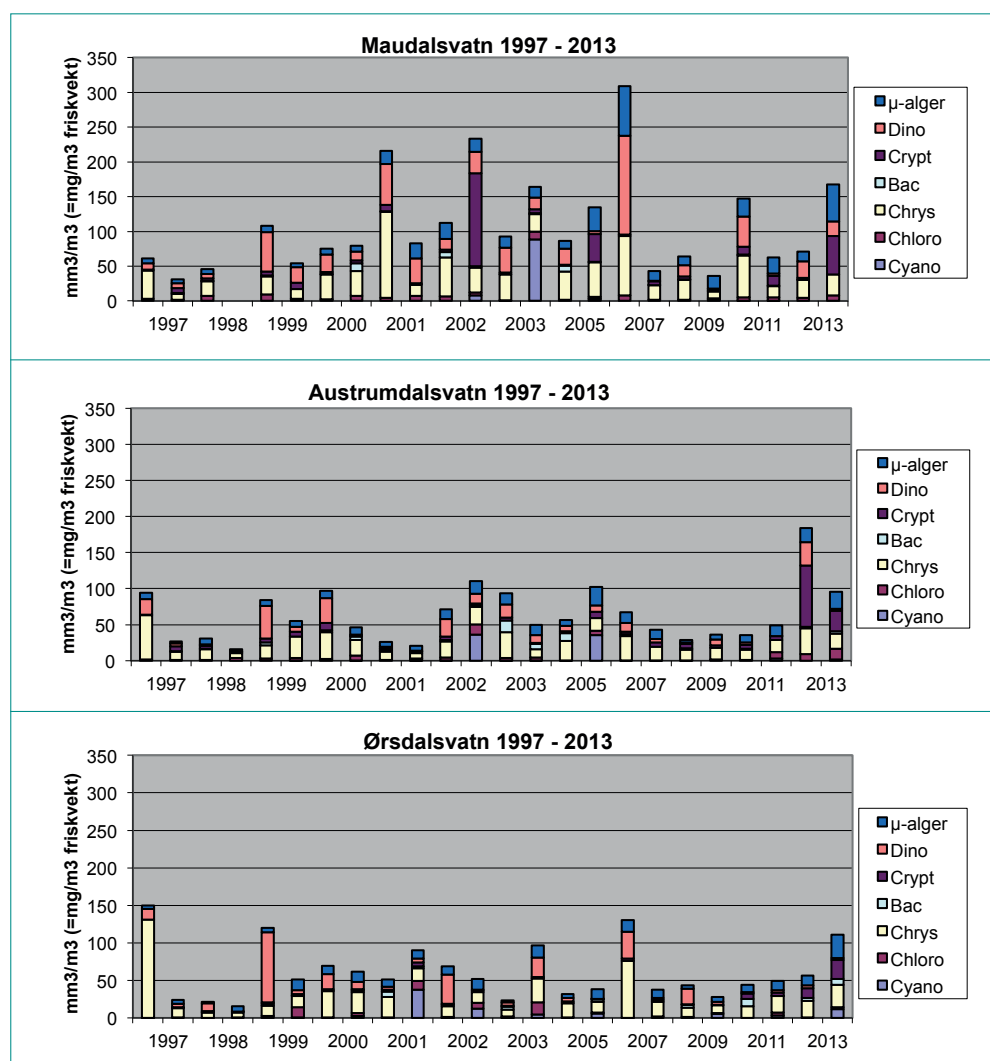
Fra innsjøene Maudalsvatn, Austrumdalsvatn og Ørdsalsvatn har det i perioden 1997–2013 vært samlet inn og analysert kvantitative planteplanktonprøver ved to tidspunkter annet hvert år i vekstsesongen. Totalvolum planteplankton ved hvert prøvetakingstidspunkt, og den prosentvise sammensetning av hovedgruppene er fremstilt i **figur 6** for hele perioden 1997–2013 for de tre innsjøene, mens primærdata for 2013 er gitt i **vedlegg E**. Av de tre innsjøene er Maudalsvatn ukalket, mens de to andre, Austrumdalsvatn og Ørdsalsvatn, har vært kalket i perioder.

Maudalsvatn viser i 2013, som tidligere, et fattig planteplanktonsamfunn med få arter og lav planteplanktonbiomasse. (Brettum 1989, Brettum & Andersen 2005). Mengden av planteplankton viser likevel at innsjøen er noe mer næringsrik i utgangspunktet enn de to kalkete innsjøene. God indikasjon på forurensning av vannmassene i Maudalsvatn er at kun en eller et par individer av *cryptomonadene* *Katablepharis ovalis* og/eller *Rhodomonas lacustris* ble registrert

i planteplanktonsamfunnet. Dette var som tidligere år i Maudalsvatn (**figur 6**).

Austrumdalsvatn har også et artsfattig planteplanktonsamfunn (**figur 6**) med svært liten planteplanktonbiomasse. De forurensningsfølsomme artene *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* dukket opp og har vært i planteplanktonet her i flere år etter kalking. I 2013 ble det registrert, relativt sett; en kraftig økning av disse to artene i vannmassene. Særlig *Rhodomonas lacustris* økte kraftig og utgjorde hele 45 % i juni og 28 % i august av total algebiomasse. Dette er gode næringsarter for flere dyreplanktonarter.

Ørdsalsvatn hadde i utgangspunktet et svært fattig planteplanktonsamfunn (**figur 6**). Arts- og gruppesammensetningen viser fortsatt et svært fattig planteplanktonsamfunn i 2013 (Brettum 1989, Brettum & Andersen 2005). De forurensningsfølsomme artene *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* har imidlertid vært registrert i prøvene hvert år også her, men i svært beskjedne mengder, kun noen få individer. Den, relativt sett, kraftige økningen av de to artene som en registrerte i Austrumdalsvatn, fant en ikke i Ørdsalsvatn.



Figur 6. Variasjoner i sammensetning og totalvolum planteplankton i Maudalsvatn, Austrumdalsvatn og Ørdsalsvatn i perioden 1997–2013. To prøver analysert pr.år; en fra juni og en fra august.

6. Samlet vurdering

6.1 Vannkjemi

Året 2013 var preget av mye nedbør (124 % av normalen), men det ble brukt langt mindre kalk enn i de fire foregående år. Om vinteren var det lave pH-verdier og relativt høye LAl-konsentrasjoner ved referansestasjonen Høylandsåni. I følge den nye klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa Vann-direktivet, veileder 02:2013), må årsmiddelverdien for ANC være høyere enn 20 $\mu\text{ekv/L}$ i denne vanntypen for at tilstanden skal klassifiseres som god. Med årets årsmiddelverdi for ANC på $-7 \mu\text{ekv/L}$ plasserer vannkvaliteten ved den ukalkede referansestasjonen seg i kategorien svært dårlig.

Oppstrøms doseringsanlegget ved Malmei, ble det ikke registrert LAl-konsentrasjoner høyere enn $11 \mu\text{g/L}$ i 2013, og det ble knapt registrert pH lavere enn pH-målet for målområdet. Ved alle stasjoner som ligger nedstrøms kalkdoseringen ved Malmei var pH til dels betydelig høyere enn målet.

6.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Bjerkreimsvassdraget i 2013.

6.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser på elvestasjonene i Bjerkreimsvassdraget i 2013.

Bunndyrundersøkelser i 2013 viste at faunaen i innsjøene i Bjerkreimsvassdraget er ustabil og med et mye lavere biomangfold enn forventet for flere av innsjøene. Forsuringsindeks 1 indikerer at Fotlandsvatn, Svelavatn (begge kalket) og Oslandsvatn (ikke-forsuret referanse) har et bunndyrsamfunn som tilfredsstillende kriteriene for god økologisk tilstand. For de øvrige tre innsjøene gir Forsuringsindeks 1 en svært dårlig til dårlig økologisk tilstand. Antall grupper og individantall er fortsatt generelt lavt i de kalkete vannene. Det er en liten tilbakegang i artsmangfold og forekomster sammenlignet med prøvene fra 2009, noe som muligens kan forklares ved at vannstanden var høy ved begge besøk.

6.4 Krepserdyr

Det ble i 2013 påvist til sammen 52 krepsdyrarter i Bjerkreimsvassdraget, henholdsvis 31 arter vannlopper og 21 arter hoppekreps. *Acroperus angustatus* er ny art. Størst artsrikdom ble registrert i Fotlandsvatn med 37 arter. I 2013 ble det for første gang funnet individer av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* i Austrumdalsvatn; begge høstprøvene var representert med et stort antall

voksne individer. Dette falt sammen med at det også ble registrert en kraftig økning av de to planteplanktonartene *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris*, som er sett på som viktig føde for dafnier. I snart 20 år har tre store innsjøer i Arendalsvassdraget (Nisser, Fyresvatn og Nesvatn) og to i Bjerkreimsvassdraget (Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn) hatt en stabil pH rundt 6,0 på grunn av kalking. Enkeltindivider av dafnier er registrert uten at de har klart å etablere seg i større tettheter. *Daphnia* sp. er en god indikator på en ikke-forsuret vannkvalitet. I mindre vannforekomster kan etablering skje raskt etter kalking, mens det synes som reetableringen kan ta lang tid i de store innsjøene.

6.5 Planteplankton

Alle de tre innsjøene har fattige planteplanktonsamfunn med få arter og lav planteplanktonbiomasse. To forsuringfølsomme arter ble registrert i alle tre innsjøene. I det ukalkede Maudalsvatn ble det funnet få individer av disse, men i Austrumdalsvatn har den relative forekomsten av forsuringfølsomme arter økt betydelig.

6.6 Begroingsalger og makrovegetasjon

Det var ingen undersøkelser av begroingsalger og makrovegetasjon i Bjerkreimsvassdraget i 2013.

6.7 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkjemien oppstrøms kalkdoseringen ved Malmei var god i 2013. Det er grunn til å vurdere om kalkingsaktiviteten i denne delen av vassdraget kan reduseres. Innholdet av giftig aluminium er lavt og det kan derfor være aktuelt å redusere pH-målet.

Vannkjemien i Ørsdalsgreina av vassdraget er betydelig dårligere, men ny dosering i drift fra november 2013 vil trolig gi bedre betingelser for laks.

7. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Bjerkreimsvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Tengs	324802	6486028	Kalket
Vannkjemi	4	Gjedrem	331124	6500264	Kalket
Vannkjemi	6	Høylandsåni	348028	6506247	Referanse
Vannkjemi	7	Ørsdalsvatnet innløp (Storåna)	348815	6506650	Kalket
Vannkjemi	8	Austrumdalsvatnet utløp	339247	6507988	Kalket
Vannkjemi	9	Hofreistevatn utløp	335360	6505911	Kalket
Vannkjemi	12	Ørsdalsvatn utløp	332521	6498557	Kalket
Vannkjemi	14	Malmei oppstr doserer	337597	6509751	Kalket
Vannkjemi	15	Malmei nedstr doserer	337192	6509179	Kalket
Vannkjemi	20A	Byrkjelandsvatn utløp oppst doserer	337500	6509586	Kalket
Vannkjemi (VP) ¹	70 - 75	Ørsdalsvatnet	336434	6500364	Kalket
Vannkjemi (VP) ¹	76 - 78, 80	Austrumdalsvatnet	341601	6508802	Kalket
Plankton/Krepsdyr/ Bunndyr	Ma	Maudalsvatnet	342684	6514650	Referanse
Plankton/Krepsdyr/ Bunndyr	Ør	Ørsdalsvatnet	336434	6500364	Kalket
Plankton/Krepsdyr/ Bunndyr	Au	Austrumdalsvatnet	341601	6508802	Kalket
Krepsdyr/Bunndyr	Fo	Fotlandsvatn	325750	6487586	Kalket
Krepsdyr/Bunndyr	Os	Oslandsvatn	319606	6504800	Referanse
Krepsdyr/Bunndyr	Sv	Svelavatn	331473	6502315	Kalket
Bunndyr	1	Maudalsåni	345524	6516407	Kalket
Bunndyr	2	Ytre Vinjavatnet innløp	339036	6515204	Kalket?
Bunndyr	5	Fuglestadvatnet utløp	330327	6510266	Referanse
Bunndyr	6	Byrkjelandsvatn utløp oppst doserer	337587	6509701	Referanse
Bunndyr	7	Austrumdalsvatnet innløp	345371	6510616	Referanse
Bunndyr	8	Austrumdalsvatnet utløp	338427	6509008	Referanse
Bunndyr	10	Byrkjelandsvatn utløp nedstr doserer	337458	6509519	Referanse
Bunndyr	11	Hofreisteåni	335335	6504827	Kalket
Bunndyr	13	Røyslandsvatnet innløp	321917	6505174	Kalket
Bunndyr	14	Skjevelandsåni	331288	6505388	Referanse
Bunndyr	16	Svelevatnet utløp	329902	6497351	Kalket
Bunndyr	19	Ørsdalselva	349134	6506839	Planlagt kalket
Bunndyr	21	Ørsdalsvatnet utløp	332377	6498468	Kalket
Bunndyr	28	Bjerkreimselva v Tengesdal	326812	6491373	Kalket
Begroing	GJE	Bjerkreimselva v Gjødrem	331197	6501609	Kalket
Begroing	HOF	Hofreisteelva innløp Bjerkreim	334592	6504583	Kalket
Begroing	MAL	Hofreistevatnet utløp v Malmei	337162	6509074	Kalket
Begroing	MAU	Maudalsvatnet nedstr	338381	6512338	Referanse
Begroing	TEN	Bjerkreimselva v Tengesdal	326831	6491322	Kalket

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Begroing	VIN	Ytre Vinjavatnet utløp	338015	6512617	Referanse
Begroing	ØRS	Ørsdalsvatnet utløp	332495	6498581	Kalket
Makroveg	ODL	Odlandshølen v vannmerke	332054	6498145	Kalket
Makroveg	BYR	Byrkjelandsvatn SØ	337658	6509760	Referanse
Makroveg	SVØ	Svelavatn Ø	332226	6503652	Kalket
Makroveg	FON	Fotlandsvatn NV	325561	6487888	kalket
Makroveg	FOT	Fotlandsvatn SV	325306	6487096	kalket
Fisk	1	Ørsdalen 1	351771	6507510	Kalket
Fisk	2	Ørsdalen 2 Vassbø	348817	6506661	Kalket
Fisk	3	Ørsdalsvatnet utløp	332547	6498577	Kalket
Fisk	4	Odlandshølen utløp	331627	6498774	Kalket
Fisk	5	Malmei	337834	6509437	Kalket
Fisk	6	Ytre Vinjavatn utløp v Espeland	338007	6512603	Kalket
Fisk	7	Byrkjelandsvatnet utløp	337553	6509642	Kalket
Fisk	8	Høgmoen	337150	6509045	Kalket
Fisk	9	Hofreisteåni 1	335532	6505031	Kalket
Fisk	10	Hofreisteåni 2	333195	6503645	Kalket
Fisk	11	Skjevelandsåna v Vikeså	330811	6503278	Kalket
Fisk	12	Holmen	331182	6501128	Kalket
Fisk	13	Gjedrem	331136	6499837	Kalket
Fisk	14	Bjerkreim	329948	6497470	Kalket
Fisk	15	Apeland øvre	329181	6495472	Kalket
Fisk	16	Apeland nedre	328909	6495297	Kalket
Fisk	17	Vinningsland	327896	6494527	Kalket
Fisk	18	Helland	327717	6493290	Kalket
Fisk	19	Fotland	325202	6486973	Referanse
Fisk	20	Bjerkreimselva v Tengs	324827	6485966	Referanse

¹ Vertikal profil med vannprøver fra totalt 4-5 dyp

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Bjerkreimsvassdraget i 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Tengs	07/01/13	6,21	0,96	0,052	23	28	25	3	1,3	2,79	0,44	2,83	0,23	4,76	1,46	275	355	5	1,37	29
1	Tengs	04/02/13	6,47	1,30	0,068	40	24	18	6	1,4	3,86	0,61	4,08	0,48	7,12	1,74	360	505	5	1,60	42
1	Tengs	04/03/13	6,61	1,47	0,088	61	20	17	3	1,2	3,82	0,69	3,74	0,49	6,40	1,79	445	565	5	1,93	56
1	Tengs	01/04/13	6,51	1,61	0,089	62	19	12	7	1,1	3,69	0,70	3,57	0,40	5,98	1,81	440	525	3	1,71	66
1	Tengs	15/04/13	6,64	1,72	0,097	70	16	13	3		4,18										
1	Tengs	22/04/13	6,47	1,17	0,046	16	26	23	3		3,01										
1	Tengs	29/04/13	6,49	1,27	0,052	23	30	18	12		3,42										
1	Tengs	06/05/13	6,44	1,14	0,060	31	30	21	9	1,4	3,32	0,54	3,31	0,42	5,56	1,56	405	540	6	1,41	38
1	Tengs	13/05/13	6,44	1,06	0,063	35	29	22	7		2,93										
1	Tengs	21/05/13	6,48	1,16	0,061	32	30	20	10		2,86										
1	Tengs	27/05/13	6,47	1,24	0,066	38	27	19	8		2,97										
1	Tengs	03/06/13	6,55	1,71	0,079	51	22	16	6	1,5	3,81	0,62	3,69	0,41	6,12	1,88	520	665	6	1,57	58
1	Tengs	01/07/13	6,60	1,08	0,069	41	24	20	4	1,4	3,01	0,52	3,03	0,34	5,02	1,57	320	425	4	1,22	40
1	Tengs	05/08/13	6,81	1,37	0,080	52	16	10	6	1,5	3,20	0,57	3,05	0,34	5,10	1,62	340	500	2	1,18	55
1	Tengs	03/09/13	6,68	1,33	0,075	47	19	15	4	1,6	3,22	0,54	3,18	0,36	5,26	1,68	340	470	2	1,13	51
1	Tengs	07/10/13	6,68	1,44	0,084	57	16	10	6	1,9	3,24	0,59	3,09	0,39	4,88	1,71	410	555	4	1,41	62
1	Tengs	04/11/13	6,38	1,13	0,055	26	30	23	7	1,6	2,83	0,48	2,90	0,37	4,62	1,59	350	540	5	1,37	43
1	Tengs	02/12/13	6,57	1,27	0,071	43	26	20	6	1,5	3,21	0,55	3,08	0,37	5,14	1,67	410	515	7	1,62	43
4	Gjedrem	07/01/13	6,40	1,01	0,053	24	28	22	6		2,80										
4	Gjedrem	04/02/13	6,48	1,15	0,066	38	25	19	6		3,45										
4	Gjedrem	04/03/13	6,61	1,42	0,084	57	22	17	5		3,60										
4	Gjedrem	01/04/13	6,54	1,53	0,084	57	23	13	10		3,58										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Gjedrem	06/05/13	6,42	0,95	0,066	38	30	20	10		3,30										
4	Gjedrem	03/06/13	6,61	1,35	0,071	43	23	16	7		3,20										
4	Gjedrem	01/07/13	6,58	1,22	0,069	41	23	18	5		3,04										
4	Gjedrem	05/08/13	6,80	1,46	0,087	60	14	8	6		3,44										
4	Gjedrem	02/09/13	6,76	1,33	0,078	50	18	13	5		3,12										
4	Gjedrem	07/10/13	6,70	1,42	0,086	59	17	11	6		3,19										
4	Gjedrem	04/11/13	6,46	1,17	0,060	31	28	24	4		2,80										
4	Gjedrem	02/12/13	6,52	1,28	0,071	43	24	18	6		3,04										
6	Høylandsåni	07/01/13	5,08	0,17	0,018	0	45	19	26	1,0	1,81	0,23	1,74	0,09	2,98	0,88	155	225	2	0,58	-8
6	Høylandsåni	04/02/13	5,18	0,26	0,027	0	56	20	36	1,1	2,32	0,33	2,36	0,13	4,13	1,13	200	285	<1	0,88	-8
6	Høylandsåni	04/03/13	5,21	0,30	0,029	0	60	18	42	0,8	2,53	0,38	2,54	0,15	4,60	1,20	245	310	1	1,07	-11
6	Høylandsåni	01/04/13	5,22	0,32	0,026	0	51	20	31	0,8	2,27	0,34	2,38	0,13	4,05	1,25	250	310	1	1,30	-7
6	Høylandsåni	06/05/13	5,12	0,26	0,021	0	65	14	51	1,0	2,69	0,36	2,58	0,28	4,54	1,27	345	540	4	0,56	-17
6	Høylandsåni	03/06/13	5,21	0,19	0,025	0	42	15	27	1,1	1,77	0,23	1,67	0,18	2,78	0,94	215	410	2	0,58	-8
6	Høylandsåni	01/07/13	5,55	0,14	0,033	2	38	21	17	1,4	1,57	0,19	1,51	0,15	2,28	0,93	185	350	8	0,43	-5
6	Høylandsåni	05/08/13	5,36	0,14	0,027	0	45	28	17	2,0	1,31	0,16	1,30	0,09	1,75	0,95	165	300	1	0,53	-2
6	Høylandsåni	03/09/13	5,45	0,15	0,027	0	59	45	14	2,4	1,20	0,15	1,21	0,08	1,63	0,88	105	240	1	0,79	3
6	Høylandsåni	07/10/13	5,48	0,17	0,031	0	38	21	17	1,6	1,34	0,20	1,35	0,11	2,01	0,89	145	270	2	0,66	1
6	Høylandsåni	04/11/13	5,20	0,17	0,021	0	51	27	24	1,4	1,62	0,22	1,61	0,09	2,72	0,87	135	220	1	0,68	-6
6	Høylandsåni	02/12/13	5,21	0,20	0,025	0	58	22	36	1,1	1,92	0,26	1,87	0,08	3,37	0,91	155	215	3	0,73	-10
7	Ørdsalsvatn innløp	07/01/13	5,46	0,33	0,028	0	39	30	9	1,5	1,52	0,20	1,54	0,10	2,57	0,78	110	185	2	0,79	6
7	Ørdsalsvatn innløp	04/02/13	5,90	0,68	0,041	11	33	22	11	1,2	2,60	0,40	2,83	0,21	5,12	1,31	175	260	3	1,33	11
7	Ørdsalsvatn innløp	04/03/13	6,07	0,58	0,048	19	44	26	18	1,2	2,79	0,44	2,86	0,22	5,38	1,39	245	395	4	1,60	-3
7	Ørdsalsvatn innløp	01/04/13	6,34	1,02	0,056	27	18	12	6	0,9	2,48	0,38	2,53	0,20	4,19	1,74	260	300	2	2,40	24
7	Ørdsalsvatn innløp	06/05/13	5,35	0,41	0,026	0	67	31	36	1,5	2,42	0,35	2,44	0,35	4,26	1,19	260	400	5	0,94	1
7	Ørdsalsvatn innløp	03/06/13	5,93	0,43	0,037	6	29	23	6	1,6	1,35	0,18	1,38	0,16	2,11	0,82	150	260	<1	0,49	13
7	Ørdsalsvatn innløp	01/07/13	6,02	0,37	0,045	15	61	55	6	3,2	1,28	0,17	1,41	0,11	1,72	0,87	71	350	3	0,30	25
7	Ørdsalsvatn innløp	05/08/13	5,84	0,43	0,040	10	79	68	11	4,6	1,28	0,17	1,37	0,10	1,56	0,93	92	310	5	0,94	27
7	Ørdsalsvatn innløp	03/09/13	6,48	0,71	0,054	25	34	32	2	2,2	1,58	0,23	1,60	0,17	2,12	1,13	125	260	6	0,88	36
7	Ørdsalsvatn innløp	07/10/13	5,37	0,48	<0,01	0	51	43	8	3,2	1,44	0,22	1,53	0,13	2,12	0,95	89	260	3	1,09	26
7	Ørdsalsvatn innløp	04/11/13	5,52	0,34	0,028	0	62	49	13	2,5	1,50	0,21	1,58	0,12	2,55	0,84	90	210	3	1,11	10
7	Ørdsalsvatn innløp	02/12/13	6,34	0,82	0,053	24	47	39	8	1,9	1,80	0,24	1,74	0,10	3,07	0,85	110	190	3	1,16	27

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
8	Austrumdalsvatn utløp	07/01/13	6,25	0,87	0,047	18	30	27	3		2,14										
8	Austrumdalsvatn utløp	04/02/13	6,36	0,96	0,057	28	30	25	5		2,40										
8	Austrumdalsvatn utløp	04/03/13	6,36	0,98	0,060	31	29	26	3		2,42										
8	Austrumdalsvatn utløp	01/04/13	6,29	1,02	0,054	25	30	24	6		2,36										
8	Austrumdalsvatn utløp	06/05/13	6,31	0,96	0,054	25	34	24	10		2,36										
8	Austrumdalsvatn utløp	03/06/13	6,26	0,87	0,052	23	30	25	5		2,29										
8	Austrumdalsvatn utløp	01/07/13	6,27	0,83	0,050	21	32	27	5		2,24										
8	Austrumdalsvatn utløp	05/08/13	6,43	0,83	0,050	21	28	23	5		2,10										
8	Austrumdalsvatn utløp	02/09/13	6,99	2,12	0,114	88	38	32	6		2,63										
8	Austrumdalsvatn utløp	07/10/13	6,71	1,55	0,088	61	27	21	6		2,39										
8	Austrumdalsvatn utløp	04/11/13	6,70	1,23	0,080	52	30	27	3		2,78										
8	Austrumdalsvatn utløp	02/12/13	6,52	1,19	0,070	42	31	25	6		2,28										
9	Hofreistevatn utløp	07/01/13	6,28	0,90	0,047	18	27	21	6		2,54										
9	Hofreistevatn utløp	04/02/13	6,33	0,92	0,056	27	26	20	6		2,80										
9	Hofreistevatn utløp	04/03/13	6,38	0,95	0,060	31	25	20	5		2,57										
9	Hofreistevatn utløp	01/04/13	6,29	0,96	0,054	25	26	17	9		2,54										
9	Hofreistevatn utløp	06/05/13	6,35	0,96	0,055	26	29	23	6		2,56										
9	Hofreistevatn utløp	03/06/13	6,44	0,94	0,056	27	26	20	6		2,56										
9	Hofreistevatn utløp	01/07/13	6,43	0,97	0,057	28	27	23	4		2,57										
9	Hofreistevatn utløp	05/08/13	6,48	0,91	0,052	23	22	18	4		2,45										
9	Hofreistevatn utløp	02/09/13	6,63	1,06	0,060	31	22	18	4		2,51										
9	Hofreistevatn utløp	07/10/13	6,57	1,10	0,066	38	19	15	4		2,55										
9	Hofreistevatn utløp	04/11/13	6,43	1,09	0,056	27	25	20	5		2,59										
9	Hofreistevatn utløp	02/12/13	6,35	0,96	0,059	30	25	19	6		2,54										
12	Ørdsalsvatn utløp	07/01/13	6,25	0,98	0,047	18	29	22	7		2,43										
12	Ørdsalsvatn utløp	04/02/13	6,35	0,98	0,056	27	28	22	6		2,43										
12	Ørdsalsvatn utløp	04/03/13	6,34	1,00	0,058	29	27	22	5		2,44										
12	Ørdsalsvatn utløp	01/04/13	6,36	0,98	0,062	34	28	23	5		2,51										
12	Ørdsalsvatn utløp	06/05/13	6,23	1,02	0,050	21	31	24	7		2,50										
12	Ørdsalsvatn utløp	03/06/13	6,30	0,95	0,053	24	28	24	4		2,47										
12	Ørdsalsvatn utløp	01/07/13	6,35	1,00	0,056	27	29	24	5		2,47										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
12	Ørdsalsvatn utløp	05/08/13	6,37	0,88	0,049	20	28	24	4		2,26										
12	Ørdsalsvatn utløp	02/09/13	6,36	0,90	0,048	19	32	27	5		2,21										
12	Ørdsalsvatn utløp	07/10/13	6,33	0,78	0,050	21	28	23	5		2,13										
12	Ørdsalsvatn utløp	04/11/13	6,25	0,86	0,044	14	33	27	6		2,24										
12	Ørdsalsvatn utløp	02/12/13	6,21	0,88	0,052	23	32	25	7		2,26										
14	Malmel oppstr doserer	02/01/13	6,08	0,60							2,23										
14	Malmel oppstr doserer	07/01/13	6,07	0,67							2,31										
14	Malmel oppstr doserer	21/01/13	6,21	0,70							2,36										
14	Malmel oppstr doserer	04/02/13	6,06	0,60							2,39										
14	Malmel oppstr doserer	18/02/13	5,94	0,48							2,06										
14	Malmel oppstr doserer	25/02/13	5,91	0,50							2,13										
14	Malmel oppstr doserer	04/03/13	5,91	0,61							2,25										
14	Malmel oppstr doserer	11/03/13	6,05	0,56							2,27										
14	Malmel oppstr doserer	18/03/13	6,00	0,56							2,19										
14	Malmel oppstr doserer	25/03/13	6,09	0,66							2,30										
14	Malmel oppstr doserer	01/04/13	6,06	0,63							2,36										
14	Malmel oppstr doserer	08/04/13	6,14	0,74							2,55										
14	Malmel oppstr doserer	15/04/13	6,03	0,72							2,64										
14	Malmel oppstr doserer	22/04/13	6,16	0,66							2,52										
14	Malmel oppstr doserer	29/04/13	6,14	0,74							2,63										
14	Malmel oppstr doserer	06/05/13	6,16	0,72							2,64										
14	Malmel oppstr doserer	13/05/13	6,16	0,63							2,50										
14	Malmel oppstr doserer	21/05/13	6,14	0,76							2,52										
14	Malmel oppstr doserer	27/05/13	6,14	0,69							2,48										
14	Malmel oppstr doserer	10/06/13	6,25	0,70							2,55										
14	Malmel oppstr doserer	17/06/13	6,22	0,72							2,48										
14	Malmel oppstr doserer	08/07/13	6,37	0,69							2,52										
14	Malmel oppstr doserer	22/07/13	6,37	0,75							2,58										
14	Malmel oppstr doserer	05/08/13	6,47	0,80							2,48										
14	Malmel oppstr doserer	19/08/13	6,55	0,76							2,44										
14	Malmel oppstr doserer	02/09/13	6,50	0,82							2,49										
14	Malmel oppstr doserer	16/09/13	6,28	0,78							2,41										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
14	Malmel oppstr doserer	30/09/13	6,41	0,77							2,44										
14	Malmel oppstr doserer	14/10/13	6,41	0,85							2,53										
14	Malmel oppstr doserer	28/10/13	6,26	0,78							2,47										
14	Malmel oppstr doserer	11/11/13	6,24	0,74							2,42										
14	Malmel oppstr doserer	25/11/13	6,24	0,72							2,64										
14	Malmel oppstr doserer	09/12/13	6,20	0,76							2,53										
14	Malmel oppstr doserer	23/12/13	6,08	0,74							2,61										
15	Malmel nedstr doserer	02/01/13	6,17	0,71							2,28										
15	Malmel nedstr doserer	07/01/13	6,22	0,70							2,34										
15	Malmel nedstr doserer	21/01/13	6,44	0,93							2,32										
15	Malmel nedstr doserer	04/02/13	6,29	0,75							2,37										
15	Malmel nedstr doserer	18/02/13	6,41	0,88							2,21										
15	Malmel nedstr doserer	25/02/13	6,54	1,04							2,33										
15	Malmel nedstr doserer	04/03/13	6,44	0,95							2,36										
15	Malmel nedstr doserer	11/03/13	6,48	1,00							2,42										
15	Malmel nedstr doserer	18/03/13	6,38	0,88							2,25										
15	Malmel nedstr doserer	25/03/13	6,43	0,99							2,40										
15	Malmel nedstr doserer	01/04/13	6,28	0,92							2,39										
15	Malmel nedstr doserer	08/04/13	6,35	0,90							2,57										
15	Malmel nedstr doserer	15/04/13	6,31	0,94							2,73										
15	Malmel nedstr doserer	22/04/13	6,48	0,99							2,63										
15	Malmel nedstr doserer	29/04/13	6,49	0,91							2,70										
15	Malmel nedstr doserer	06/05/13	6,41	1,08							2,63										
15	Malmel nedstr doserer	13/05/13	6,50	0,96							2,57										
15	Malmel nedstr doserer	21/05/13	6,81	1,47							2,74										
15	Malmel nedstr doserer	27/05/13	6,43	0,95							2,51										
15	Malmel nedstr doserer	10/06/13	6,52	1,01							2,54										
15	Malmel nedstr doserer	17/06/13	6,34	0,78							2,44										
15	Malmel nedstr doserer	22/07/13	6,09	0,76							2,43										
15	Malmel nedstr doserer	05/08/13	6,49	0,79							2,34										
15	Malmel nedstr doserer	19/08/13	6,61	1,02							2,44										
15	Malmel nedstr doserer	02/09/13	6,57	1,00							2,44										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
15	Malmel nedstr doserer	16/09/13	6,50	1,04							2,44										
15	Malmel nedstr doserer	30/09/13	6,56	0,99							2,41										
15	Malmel nedstr doserer	14/10/13	6,51	0,98							2,46										
15	Malmel nedstr doserer	04/11/13	6,25	0,84							2,44										
15	Malmel nedstr doserer	11/11/13	6,29	0,80							2,37										
15	Malmel nedstr doserer	25/11/13	6,24	0,78							2,37										
15	Malmel nedstr doserer	09/12/13	6,20	0,78							2,54										
15	Malmel nedstr doserer	23/12/13	6,19	0,79							2,53										

20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	07/01/13	6,02	0,64	0,039	9	27	22	5		2,37										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	04/02/13	6,01	0,57	0,043	13	29	19	10		2,37										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	04/03/13	6,41	0,96	0,062	34	27	21	6		2,57										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	01/04/13	6,29	0,68	0,048	19	28	18	10		2,45										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	06/05/13	6,13	0,72	0,047	18	33	22	11		2,58										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	03/06/13	6,19	0,72	0,046	16	26	20	6		2,53										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	01/07/13	6,19	0,74	0,048	19	28	23	5		2,50										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	02/09/13	6,46	0,83	0,049	20	20	18	2		2,47										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	07/10/13	6,34	0,87	0,055	26	18	12	6		2,53										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	04/11/13	6,25	0,83	0,046	16	26	19	7		2,46										
20A	Byrkjedalsv. utl. oppstr dos	02/12/13	6,16	0,76	0,050	21	26	21	5		2,40										

St.nr.	St. navn	Dato	Dyp m	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Temp °C	Siktedyp m	Fargeobsrv.
70	Ørdsdalsvatn	14/12/13	1	6,21	0,88	0,053	24	5,0	10,5	Gul
71	Ørdsdalsvatn	14/12/13	10	6,21	0,88	0,051	22	5,0		
72	Ørdsdalsvatn	14/12/13	20	6,22	0,89	0,052	23	5,0		
74	Ørdsdalsvatn	14/12/13	100	6,20	0,89	0,052	23	4,9		
75	Ørdsdalsvatn	14/12/13	200	6,22	0,95	0,053	24	4,7		
76	Austrumdalsvatn	14/12/13	1	6,49	1,19	0,068	40	4,5	8,5	Gul-brun
77	Austrumdalsvatn	14/12/13	10	6,49	1,21	0,068	40	4,5		
78	Austrumdalsvatn	14/12/13	20	6,51	1,21	0,068	40	4,5		
80	Austrumdalsvatn	14/12/13	75	6,51	1,20	0,067	39	4,5		

Vedlegg C. Primærdata - bunndyr i Bjerkreimsvassdraget 2013

Vedlegg C. Arter og grupper av bunndyr i Bjerkreimsvassdraget i juni og august 2013.

Lokalitet	Fotlandsvatn		Oslandsvatn		Svelavatn		Austrumdalsv		Maudalsvatn		Ørsdalsvatn	
Dato	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug
Ertemuslinger	4	45	115	70	4	25	5				8	10
Snegl												
<i>Radix balthica (Lymnaea peregra)</i>		3	65	70								
Skivesnegl												
<i>Gyraulus acronicus</i>		28	75	40		10						
<i>Bathymphalus contortus</i>	11	40				20						
Igler												
<i>Helobdella stagnalis</i>	1					20			1			1
<i>Erpobdella octoculata</i>		2			1	1						2
<i>Glossiphonia complanata</i>				1		3						
Fåbørstemark	25	3	60	2	70	140	40	30	90	170	190	160
Midd	21	10	70	5	115	25	35	15	110	30	42	3
Krepsdyr												
<i>Gammarus lacustris</i>			27	75								
Døgnfluer												
<i>Siphonurus alternatus</i>	2	2										
<i>S. lacustris</i>					1							
<i>Cloeon</i> sp.		3										
<i>Cloeon simile</i>		65										
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	1											
<i>Leptophlebia vespertina</i>	40				9	10			32	3	4	
<i>Leptophlebia marginata</i>							33		6			3
<i>Caenis horaria</i>	20	45		5		10						
<i>Caenis luctuosa</i>			105		1							
Steinfluer												
<i>Nemoura cinerea</i>							5					
Vårfluer												
<i>Hydroptila</i> spp.	2	1		6								
<i>Oxyethira</i> sp.							2					
<i>Holocentropus dubius</i>			3	4			2	1	7	3		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	5	4	13	35								
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			1	2								
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	3		6				1					
<i>Tinodes waeneri</i>			4									
<i>Limnephilus</i> spp.		3				5						1
<i>L. vittatus</i>									14			
<i>L. ignavus</i>	1				1							
<i>L. marmoratus</i>			1									
<i>L. lunatus</i>			2									
<i>Apatania stigmatella</i>							1		1			
<i>Molannodes tinctoria</i>		2										
<i>Lepidostoma hirtum</i>	2	2	9		2							
<i>Oecetis notata</i>	1											
<i>O. testacea</i>					1							
<i>Mystacides azurea</i>	1				2							

Lokalitet	Fotlandsvatn		Oslandsvatn		Svelavatn		Austrumdalsv		Maudalsvatn		Ørsdalsvatn	
Dato	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug
<i>Athripsodes cinereus</i>		2	1	2	3	8						
<i>A. Aterrimus</i>			3									
<i>Trienodes bicolor</i>		1										
Buksvømmere	270	900			12							
Klobiller												
<i>Elmis aenea</i>	2	3										
<i>Limnius volckmari</i>			39	20		10						
Vannkalver		19	1	35	1	5		3	1	2	1	3
Hliplider		10			2	22						
Coenagrionidae				1								
U-mygg									3			
Stankelbeinmygg						8	3	1		3		24
Fjærmygg	24	160	530	150	30	105	60	20	400	360	65	200
Sviknott	2											
SUM	438	1353	1130	523	255	427	187	70	665	571	310	407
Prøvetid, min	1	2	3	4	2	2	5	5	5	5	2	2
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,25	0,5
Antall grupper	10	13	11	12	9	12	7	6	8	7	6	9
Antall døgnfluearter	4	3	1	1	3	2	1	0	2	1	1	1
Antall steinfluearter	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Antall vårfluearter	7	7	10	5	5	2	4	1	3	1	0	1

Vedlegg D. Primærdata – krepsdyr i Bjerkreimsvassdraget 2013

Vedlegg D1. Artsliste for krepsdyr i seks innsjøer i Bjerkreimsvassdraget i juni og august 2013.

Dato	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug
Lokalitet	Maud.v	Maud.v	Aust.v	Aust.v	Ørsd.v	Ørsd.v	OsI.v	OsI.v	Svelav	Svelav	FotI.v	FotI.v
Cladocera												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T								x	x	x		
Sida crystallina (O.F.M.)	x					x	x	x		x		x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)												
Daphnia galeata Sars							x	x		x		x
Daphnia longispina (O.F.M.)				x			x	x				x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)						x		x		x		
Simocephalus vetula (O.F.M.)									x	x	x	x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ophryoxus gracilis Sars				x		x				x	x	x
Acroperus angustatus Sars												x
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	x						x	x	x	x	x	x
Alona intermedia Sars							x				x	
Alona rectangula Sars							x					
Alona rustica Scott	x											
Alonella excisa (Fischer)			x	x	x	x				x		x
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Camptocercus rectirostris Schoedler	x	x									x	x
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paralona pigra Sars	x							x				x
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Fischer)											x	x
Monospilus dispar								x		x		x
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)								x	x	x	x	x
Rhynchotalona falcata Sars	x		x							x		
Polyphemus pediculus (Leuck.)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	x	x			x	x	x	x				
Leptodora kindti (Focke)						x	x			x		
Copepoda												
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Mixodiaptomus lacinatus Lillj.			x			x	x	x				
Heterocope saliens (Lillj.)	x	x	x	x			x	x	x			x
cal ind										x		
Macrocyclus albidus (Jur.)	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclus fuscus (Jur.)									x		x	x
Eucyclops macruioides (Lillj.)							x	x	x	x	x	x
Eucyclops macrurus (Sars)					x		x	x	x	x	x	x
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)					x	x	x	x	x	x	x	x
Ectocyclops phaleratus (Koch)	x	x									x	

Dato	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug
Lokalitet	Maud.v	Maud.v	Aust.v	Aust.v	Ørsd.v	Ørsd.v	Osl.v	Osl.v	Svelav	Svelav	Fotl.v	Fotl.v
Cyclops abyssorum S.L.							x	x	x	x		
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Megacyclops viridis (Jur.)											x	
Acanthocyclops capillatus (Sars)	x					x					x	x
Acanthocyclops robustus Sars	x			x		x	x	x	x		x	x
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	x											
Diacyclops bicuspidatus (Claus)								x				
Diacyclops nanus (Sars)			x									
Mesocyclops leuckarti (Claus)												x
Cryptocyclops bicolor (Sars)									x			
ant arter vannlopper	15	9	11	12	9	15	15	19	13	20	15	22
ant arter hoppekreps	9	5	5	7	6	7	11	12	13	8	11	12
tot ant krepsdyr	24	14	16	19	15	22	26	31	26	28	26	34

Vedlegg D2. Sammensetningen av planktoniske krepsdyr i innsjøer i Bjerkreimvassdraget 2013 * < 1 % ** 1-10 % *** > 10 %.

Dato	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug
Lokalitet	Maud.v	Maud.v	Aust.v	Aust.v	Ørsd.v	Ørsd.v	Osl.v	Osl.v	Svelav	Svelav	Fotl.v	Fotl.v
Cladocera												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T									*	*		
Holopedium gibberum Zaddach	**	**	**	*	**	*	*	*	*			*
Daphnia galeata Sars							**	*		**		*
Daphnia longispina (O.F.M.)				*			*	**				**
Bosmina longispina Leydig	***	***	*	***	**	***	***	**	**	***	***	***
Polyphemus pediculus (Leuck.)											*	
Bythotrephes longimanus Leydig	*	*			*	*	*	*				
Leptodora kindti (Focke)						*	*			*		
andre										*	**	***
Copepoda												
Eudiaptomus gracilis Sars	**	***	*	**	**	**	**	*	*		*	**
Mixodiaptomus lacinatus Lillj.							*	*	*			
Heterocope saliens (Lillj.)	***	**					**	*	*			*
cal naup	**	**	***	**	**	**	*	**	**	*	**	**
cal cop							**	**	***	**		**
Cyclops abyssorum S.L.							**	*	**	**		
Cyclops scutifer Sars	**	*	***	***	*	***	**	***	**	**		**
Mesocyclops leuckarti (Claus)												**
naup	**	**	***	**	***	***	***	***	***	**	*	***
cycl cop (I-III)			**								**	***
naup stor	**											
andre copepoder											*	**
antall planktoniske arter	6	6	4	5	5	6	11	10	8	7	4	8
tot ant individer	24802	46104	3213	2630	13501	9522	78003	41309	7193	41384	765	116
trekkelengde (m)	22	20	12,5	14	50	50	16,5	18	12	12	7	16
antall pr m ²	16347	33425	3727	2724	3915	2761	68548	33277	8692	50006	1585	105

Vedlegg D3. Sammensetning av litorale krepsdyr i innsjøer i Bjerkreimvassdraget 2013 * < 1 % ** 1-10 % *** > 10 %.

Prøve	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	sept
Dato	Maud.v.	Maud.v.	Aust.v	Aust.v	Ørsd.v	Ørsd.v	Osl.v	Osl.v	Svelav	Svelav	Fotl.v	Fotl.v
Cladocera												
Diaphanasoma brachyurum								**				
Sida crystallina	*					*	*	***		*		*
Holopedium gibberum												
Ceriodaph. Quadrangular												
Daphnia galeata							*	**				*
Daphnia longispina							*	*				
Scapholeberis mucronata						*		*		**		
Simocephalus vetulus										**	*	*
Bosmina longispina	***	***	**	**	***	***	***	***	**	**	**	***
Ophryoxus gracilis				**		*				*	*	**
Acroperus angustatus Sars												*
Acroperus harpae	**	**	*	***	*	*	*	**	*	*	***	**
Alona affinis	*		**	*		*	*	**	*	**	*	*
Alona guttata	*						*	**	*	*	*	*
Alona intermedia							*					
Alona rectangula							*					
Alona rustica	*											
Alonella excisa			***	*	*	**				*		*
Alonella nana	*	*	**	*		*		**	**	**	**	**
Alonopsis elongata	**	***	***	***	***	***	*	***	*	**	**	***
Camptocercus rectirostris	*	**									*	**
Chydorus sphaericus	***	**	*	*	**	*	*	**	***	*	***	**
Paralona pigra	*							**				*
Eurycercus lamellatus	*	**	*	**	*	*		**	*	***	*	**
Graptoleberis testudinaria												
Monospilus dispar								*		*		*
Pleuroxus truncates								**	***	***	*	***
Rhynchotalona falcate	*		**							*		
Polyphemus pediculus			*	***	**	**	**	**	**	***	***	***
Bythotreph. longimanus								*				
Leptodora kindti								*				
Copepoda												
Eudiaptomus gracilis	*		*	*				*				
Mixidiaptomus lacinatus				*			*	**				
Heterocope saliens	***	**	*	*			*	**				
cal naup		*	**									
cal cop									*	*		
Macrocyclus albidus	*			**	*	*	*	**	***	**	*	*
Macrocyclus fuscus									*		*	*
Eucyclops macruioides							*	**	*	**	*	*
Eucyclops macrurus					*		*	**	**	**	*	*
Eucyclops serrulatus	*	**	**	**	*	*	*	*	**	**	*	*
Eucyclops speratus					*	**	*	**	**	**	*	*
Paracyclops fimbriatus	*	*										
Cyclops abyssorum								**				
Cyclops scutifer							*	*				

Prøve	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	sept
Dato	Maud.v.	Maud.v.	Aust.v	Aust.v	Ørsd.v	Ørsd.v	Osl.v	Osl.v	Svelav	Svelav	Fotl.v	Fotl.v
Megacyclops viridis											*	
Acanthocyclops capillatus	*					*					*	*
Acanthocyclops robustus	*			*		*	*	*	*		*	*
Acanthocyclops vernalis	**											
Diacyclops nanus			*									
Cryptocyclops bicolor									*			
naup	**	*	**		*	*	*	**	**	*	**	*
cycl cop (I-III)		**	*	**	**	**	*	***	***	**	***	**
naup stor			**		*							
tot ant ind	12155	16271	1466	4077	48256	92106	37323	952	2032	3584	7003	8690
trekk lengde (m)	20	20	25	45	13	16	25	20	11	18	13	20
ant in pr m ³	8599,7	11512	829,8	1282	52525	81456	21125	673,5	2613,9	2817,4	7622,5	6148,2

Vedlegg E. Primærdata – planteplankton i Bjerkreimsvassdraget 2013Vedlegg E1. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra 1 m dyp i Maudalsvatn i 2013. Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt).

	År	2013	2013
	Måned	6	8
	Dag	18	28
	Dyp	1 m	1 m
Chlorophyceae (Grønnalger)			
Botryococcus braunii		1,4	6,3
Chlamydomonas sp. (l=10)		0,5	.
Euastrum sp.		2,4	.
Koliella sp.		0,1	.
Oocystis rhomboidea		0,3	.
Oocystis sp.		.	1,9
Sum - Grønnalger		4,7	8,2
Chrysophyceae (Gullalger)			
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		.	1,4
Chrysolykos skujai		0,1	.
Cyster av chrysophyceer		1,8	.
Dinobryon crenulatum		0,6	.
Dinobryon cylindricum var.alpinum		1,1	.
Kephyrion elegans		0,2	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		3,0	2,1
Små chrysomonader (<7)		9,1	10,6
Store chrysomonader (>7)		9,5	15,5
Sum - Gullalger		25,4	29,6
Bacillariophyceae (Kiselalger)			
Eunotia sp.		0,5	.
Sum - Kiselalger		0,5	0,0
Cryptophyceae (Sveigflagellater)			
Cryptomonas cf.erosa		.	5,8
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		.	3,6
Cryptomonas sp. (l=15-18)		0,7	.
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		0,7	.
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		1,5	46,4
Sum - Sveigflagellater		2,9	55,7
Dinophyceae (Fureflagellater)			
Gymnodinium cf.lacustre		7,9	19,0
Gymnodinium sp. (l=14-16)		8,3	0,8
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		7,0	1,0
Sum - Fureflagellater		23,2	20,9
My-alger			
My-alger		14,0	53,2
Sum - My-alge		14,0	53,2
Sum total :		70,6	167,5

Vedlegg E2. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra 1 m dyp i Austrumdalsvatn (venstre panel) og Ørdsalsvatn (høyre panel) i 2013. Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt).

	År	2013	2013		År	2013	2013
	Måned	6	8		Måned	6	8
	Dag	18	28		Dag	18	28
	Dyp	1 m	1 m		Dyp	1 m	1 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				Cyanophyceae (Blågrønnalger)			
Merismopedia tenuissima		.	1,9	Merismopedia tenuissima		.	10,1
Sum - Blågrønnalger		0,0	1,9	Woronichinia naegeliana		.	1,6
				Sum - Blågrønnalger		0,0	11,7
Chlorophyceae (Grønnalger)				Chlorophyceae (Grønnalger)			
Chlamydomonas sp. (l=8)		.	0,2	Koliella sp.		0,6	0,5
Dictyosphaerium subsolitarium		.	0,2	Monoraphidium dybowskii		.	0,8
Koliella sp.		5,2	0,5	Oocystis rhomboidea		.	1,0
Monoraphidium griffithii		.	12,9	Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	0,5
Oocystis rhomboidea		.	1,0	Sum - Grønnalger		0,6	2,8
Oocystis submarina v.v. variabilis		.	0,1				
Staurostrum sp.		4,0	.	Chrysophyceae (Gullalger)			
Sum - Grønnalger		9,2	14,9	Cyster av chrysophyceer		1,9	2,3
Chrysophyceae (Gullalger)				Dinobryon cylindricum var.alpinum		.	0,6
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		0,1	0,1	Mallomonas spp.		.	1,1
Craspedomonader		0,1	0,3	Ochromonas sp. (d=3.5-4)		2,8	3,0
Cyster av chrysophyceer		0,1	.	Små chrysomonader (<7)		6,9	9,4
Dinobryon cylindricum var.alpinum		0,4	.	Store chrysomonader (>7)		10,3	13,3
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		3,5	2,8	Sum - Gullalger		21,9	29,7
Små chrysomonader (<7)		17,1	9,1				
Store chrysomonader (>7)		14,2	8,2	Bacillariophyceae (Kiselalger)			
Ubest.chrysophyceer		.	0,1	Cyclotella comta v.oligactis		.	7,7
Sum - Gullalger		35,5	20,6	Tabellaria flocculosa		4,2	.
				Sum - Kiselalger		4,2	7,7
Bacillariophyceae (Kiselalger)				Cryptophyceae (Svelgflagellater)			
Cyclotella sp.		.	3,2	Cryptomonas cf.erosa		6,5	9,8
Eunotia sp.		0,2	.	Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		0,3	2,4
Tabellaria fenestrata		2,1	.	Cryptomonas marssonii		0,7	.
Tabellaria flocculosa		0,3	.	Cryptomonas sp. (l=15-18)		.	0,3
Sum - Kiselalger		2,5	3,2	Katablepharis ovalis		0,1	0,1
Cryptophyceae (Svelgflagellater)				Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		5,2	1,5
Cryptomonas sp. (l=15-18)		0,1	0,1	Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		.	0,8
Katablepharis ovalis		0,4	1,8	Sum - Svelgflagellater		12,9	15,0
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		84,1	26,8				
Sum - Svelgflagellater		84,6	28,7	Dinophyceae (Fureflagellater)			
Dinophyceae (Fureflagellater)				Gymnodinium cf.lacustre		3,8	1,9
Gymnodinium cf.lacustre		25,0	2,8	Gymnodinium sp.		.	1,0
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		7,3	.	Gymnodinium sp. (l=20-22 b=17-20)		.	0,0
Sum - Fureflagellater		32,3	2,8	Sum - Fureflagellater		3,8	2,8
My-alger							
My-alger		19,6	23,8	My-alger			
Sum - My-alge		19,6	23,8	My-alger		13,3	31,5
				Sum - My-alge		13,3	31,5
Sum total :		183,8	95,9	Sum total :		56,6	101,3

15. Oгна

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Oгна	
Vassdragsnr.:	027.6Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	117 km ²
Vassdragsregulering:	Helgåvassdraget (39 km ²) i sørvest er overført til Hetland kraftstasjon, ca tre km fra utløpet i sjøen ved Oгна.
Spesifikk avrenning:	56,4 l/s/km ²
Middelvannføring:	6,6 m ³ /s ved utløpet ved sjøen (Enge og Nordland 1989)
Lakseførende strekning:	Ca 30 km, helt opp mot Ognavatnet ovenfor Laksesvela.
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen var truet.
Tiltaksplan:	Kalkingsplan fra fylkesmannen i Rogaland (1989) med senere justeringer.
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:	En kombinasjon av innsjøkalking (fire innsjøer) og dosererkalking. Kalket fra 1991. To hoveddoserere; den øvre nedstrøms Øvre Ognavatn, ved Laksesvela bro, og den nedre ved Hetland kraftstasjon. Den nedre kalker vann som passerer kraftverket. Doseringen styres automatisk etter vannføringen i vassdraget. En mindre doserer er plassert ved Eikeland for å kalke bidrag fra sideløp. Dosereren ved Laksesvela har gradvis blitt tatt ut av drift fra 2002. Innsjøkalking i Øvre Ognavatn, Langvatn, Oppsalandsvatn og Leksarvatn.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

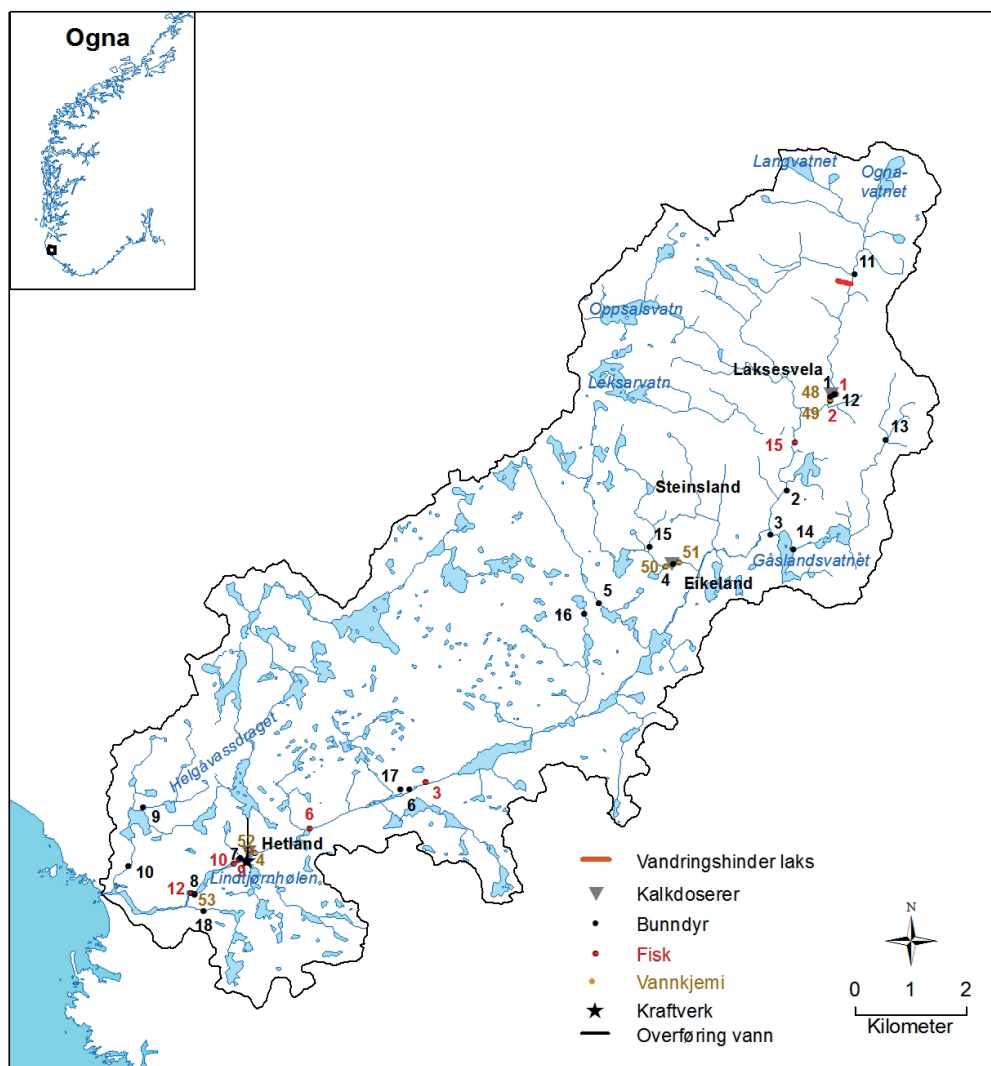
Mengde tilført kalk i innsjøene har vært relativt stabil de siste årene, selv om det var noe lavere i 2013 enn foregående år (**tabell 1**). Årlig tilført kalkmengde via doseringsanleggene har derimot variert noe innen siste femårsperiode, og kalkmengdene ligger en god del lavere enn årene før 2002. For 2010 og 2012 var det kun oppgitt kalkmengder for Hetland-dosereren, og dette forklarer noe av årsaken til redusert forbruk disse årene. I 2013 ble det spreidd 113 tonn VK3 fra

Hetland-anlegget og 35 tonn VK3 fra Eikeland, mens 30 tonn Biokalk ble fordelt på fire innsjøer i juli. CaCO₃-innholdet i VK3 og Biokalk er hhv. 99 %, og 69 %.

Det kom noe mindre nedbør i 2013 enn året før på meteorologisk stasjon 44480 Søyland, men nedbørsmengden tilsvarer likevel 124 % av normalen (met.no 2014). Februar, mars og juli var langt tørrere enn normalen, og i mars kom det bare 26 mm nedbør. De øvrige månedene dette året var preget av mye nedbør. I hver av månedene september, november og desember kom det ≥ 340 mm nedbør, og bare i desember kom det 610 mm nedbør.

Tabell 1. Kalkforbruk i Oгна for perioden 2009–2013 omregnet til tonn CaCO₃. Tallene i parentes er antall kalkede innsjøer. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	70	19	144	89	147
Innsjøkalking	28	29	27 (4)	28 (4)	21 (4)
Sum kalkforbruk	98	48	171	117	167



Figur 1. Ogna med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård og Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

Ogna ble i 1971 inkludert i DN/NINAs program for vannkjemisk overvåking av norske vassdrag ("Elveserien"), og ble fra 1991 videreført som en del av kalkingsovervåkingen. Fram til høsten 1991 har det vannkjemiske programmet omfattet tre målestasjoner i vassdraget. Senere er programmet utvidet og i 2013 er vannkjemien i Ognavassdraget overvåket på totalt syv stasjoner (figur 1).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Vannkvaliteten i 2013 er tilfredsstillende i kalket del av hovedelva mht. de krav som stilles for at fisk og andre ferskvannsorganismer skal kunne leve og reproducere i elva (figur 2). Én pH-verdi var marginal i forhold til vannkvalitetsmålet. Gjennom sommeren ble det målt høye pH-verdier, og hele

84 % av pH-verdiene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter i 2013. Ved Eikeland nedenfor doserer var heller ingen av pH-målingene under pH-målet, mens én ved Laksesvela nedenfor doserer var under pH-målet minus 0,1 pH-enheter (figur 3, vedlegg B). Henholdsvis 77 % og 73 % av målingene lå 0,3 pH-enheter over pH-målet (vedlegg B).

Ved stasjonen oppstrøms Hetland og ved Lindtjørnhølen ble det i perioder målt forhøyede konsentrasjoner av giftig aluminium (LAI) (vedlegg B, figur 2), som kan skyldes dårlig avsyring av vannet fra Helgavassdraget. Ved Lindtjørnhølen ble det målt verdier av LAI mellom 10 og 14 µg/l i april/mai (vedlegg B). Dette er verdier som vil gi moderat økologisk tilstand i lakseførende vassdrag (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013).

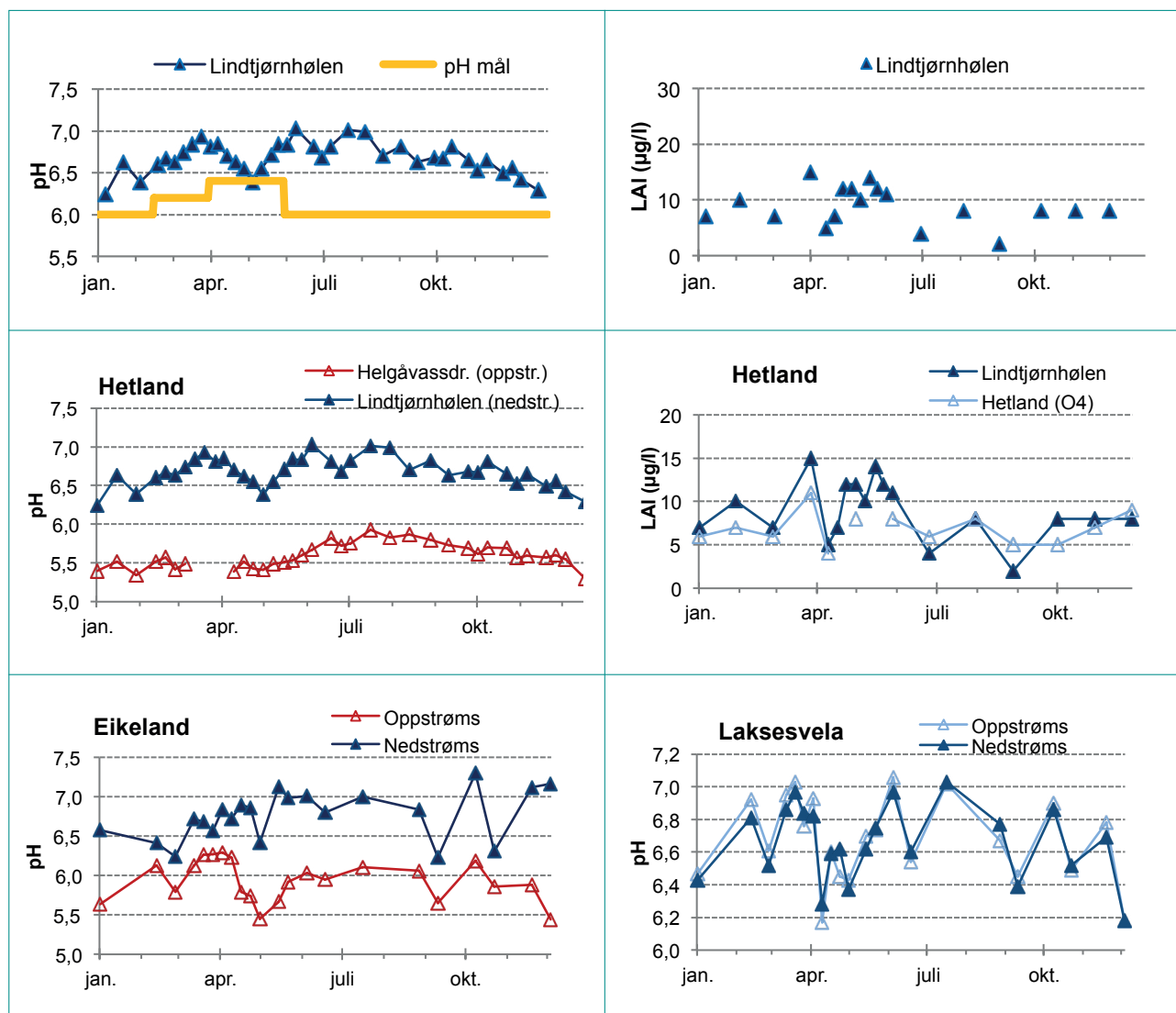
Innholdet av organisk karbon (TOC) i nedre deler av vassdraget viser at Ogna er et svært klart til klart vassdrag (jfr. Veileder O2:2013; Direktoratets gruppa vannedirektivet 2013) med relativt lite humus (tabell 2). Målinger av fosfor (Tot-P) indikerer at nedre del av vassdraget mottar noe næringssalter

(vedlegg B), men årsgjennomsnittet på 8,5 µg P/L indikerer likevel svært god tilstand (jfr. Veileder 02:2013; Direktoratsgruppa vanndirektivet 2013).

Doserer ved Laksesvela har ikke vært i drift etter 2007. Vannkvaliteten var god i 2013, både oppstrøms og nedstrøms dosereren (figur 2) og pH viser stor grad av samvariasjon på de to stasjonene. Etter at dosereren ble satt ut av drift har det tidvis blitt målt høyere verdier av pH og Ca oppstrøms enn nedstrøms. Sideløpet ved Eikeland fører relativt surt vann. Målinger av pH oppstrøms dosereren viste perio-

dis pH-verdier rundt 5,5 gjennom vinteren og våren (figur 3). Målingene nedstrøms dosereren viste pH-verdier mellom 6,2 og 7,3.

Vannkvaliteten i Helgåvassdraget (ukalket innløp til Hetland doserer) er fortsatt svært dårlig med lave verdier av både pH og kalsium samt høye verdier av giftig aluminium (tabell 2, figur 2). Målinger av vannkvaliteten nedenfor kraftverket ved Lindtjørnhølen har tidligere vist at avsyringen av vannet fra Helgåvassdraget er av stor betydning for vannkvaliteten i nedre del av vassdraget (Saksgård & Schartau 2007).



Figur 2. Øvre panel: pH i 2013 ved Lindtjørnhølen (lakseførende strekning i Ogna) sammenholdt med pH-målet og giftig aluminium (LAI). Nedre panel: pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne i Ogna i 2013: Hetland, Eikeland og Laksesvela samt giftig aluminium (LAI) ved Hetland. Merk: ulik skala på y-aksene.

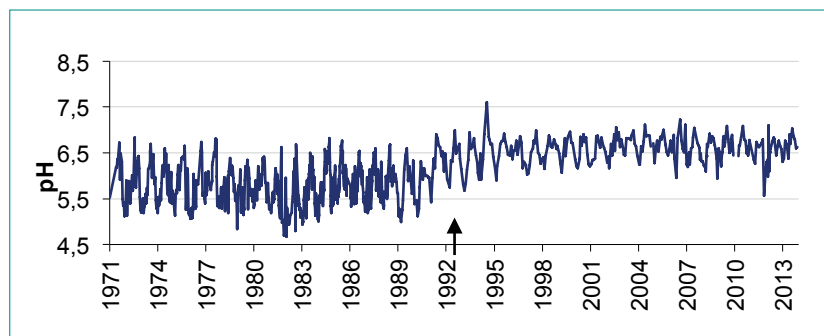
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Ognå i 2013.

St.nr.	St.navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
48	Laksesvela oppstr doserer	Mid	6,60	2,67				
		Min	6,17	1,33				
		Maks	7,06	5,11				
		N	22	22				
49	Laksesvela nedstr doserer	Mid	6,60	2,54				
		Min	6,18	1,47				
		Maks	7,03	4,40				
		N	22	22				
50	Eikeland oppstr doserer	Mid	5,85	0,76				
		Min	5,44	0,36				
		Maks	6,29	1,19				
		N	22	22				
51	Eikeland nedstr doserer	Mid	6,66	2,06				
		Min	6,23	0,93				
		Maks	7,30	4,04				
		N	22	22				
52	Helgåvassdraget	Mid	5,57	0,51	2	27		
		Min	5,30	0,40	0	6		
		Maks	5,93	0,71	5	47		
		N	34	34	11	11		
4	Hetland oppstr doserer	Mid	6,62	1,93	67	7		
		Min	6,31	1,03	21	4		
		Maks	7,03	2,55	134	11		
		N	13	13	13	13		
53	Lindtjørnhølen	Mid	6,64	1,88	62	9	2,1	71
		Min	6,24	1,09	13	2	1,4	33
		Maks	7,03	2,80	134	15	3,1	147
		N	38	38	18	18	13	13

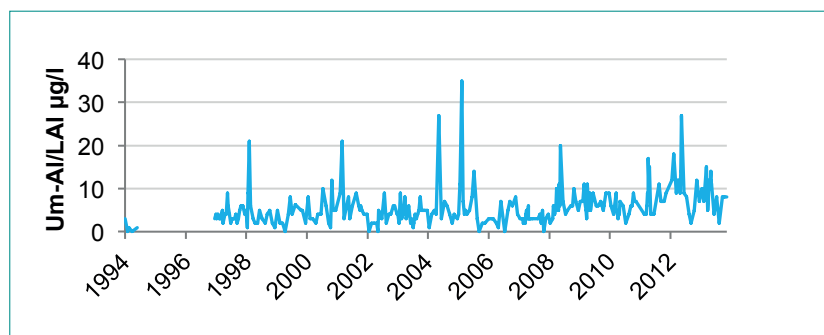
2.2 Langtidstrender

Før kalkingen startet lå pH i Ognavassdraget mellom 5,2 og 5,8. Kalking medførte en økning til pH 6,15 i 1991 og fra 1994 har årsgjennomsnittet for pH ligget over 6,4 (**figur 3**). Enkelte høye verdier av giftig aluminium viser at ugunstige

episoder fremdeles kan forekomme (**figur 4**). Dette henger sannsynligvis sammen med periodevis dårlig avsyring av vannet fra Helgåvassdraget (overføres til Ognå v/Hetland kraftverk).



Figur 3. pH i Ogna oppstrøms Hetland kraftverk (st. 4) i perioden 1971–2013. Pil angir tidspunkt for når permanent kalking av vassdraget kom i gang.



Figur 4. Konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al/LAI) i Ogna ved Lindtjørnhølen (st. 53) i perioden 1994–2013.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeidere: Hans M. Berger (NIVA), Vegard Ambjørndalen (NINA)

Laksebestanden i Ogna ble vurdert som truet etter årlige meldinger om fiskedød på 1980-tallet (Sivertsen 1989, Larsen mfl. 1992). Forsuring samt betydelig jordbruksavrenning på 1970-tallet (Larsen & Brørs 1998) var sannsynligvis de største trusselfaktorene. Årlig overvåking av ungfiskebestanden på 12–16 stasjoner startet i 1991 i forbindelse med kalkingstiltakene (Larsen 1993b). Programmet ble redusert i 1997 og omfatter nå åtte stasjoner. Det er ikke satt ut laks- eller ørret yngel i Ogna etter 1990.

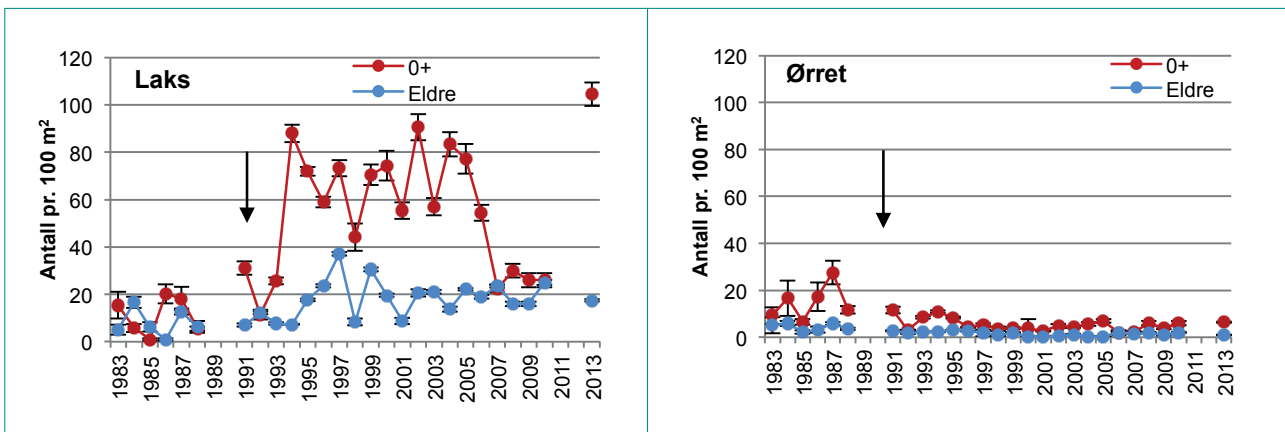
3.1 Ungfiskundersøkelser

Det ble fanget laks- og ørretunger på alle stasjonene i Ogna i 2013 (**tabell 3**). Ål ble også registrert på sju av åtte stasjoner. I tillegg ble det registrert skrubbe og trepigget stingsild i nedre del av elva. Det var svært høy tetthet av årsyngel (0+) av laks i 2013 med over 100 yngel pr 100 m², og det var spesielt høy tetthet i øvre del av elva (**figur 5, tabell 3**). De høye tetthetene på strekningen Laksesvela – Steinsland er i samsvar med tidligere års elfiskedata (Larsen mfl. 2006). Strekningen er karakterisert som de beste gyte- og oppvekstområdene for laks i Ogna, og de høye tetthetene av

både årsyngel og eldre laksunger ($\geq 1+$) bekrefter dette. Tettheten av eldre laksunger var totalt sett på nivå med årene fra og med 2002. Det er fortsatt svært lave tettheter av ørretunger (**figur 5**). Vanntemperaturen under gjennomføringen av elfisket i 2013 lå over det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005) (**vedlegg C**). Ledningsevnen lå mellom 3,1 og 6,4 mS/m, og er generelt noe høyere enn det vi har målt i de andre kalka elvene i Rogaland. Vi kan ikke utelukke at den høye temperaturen under elfisket (14,4–19,9 °C, jfr. **vedlegg C**) kan ha påvirket fangbarheten negativt fordi fisken blir mer aktiv og lettere flykter vekk. Samtidig øker fangbarheten lineært med ledningsevnen (Cowx & Lamarque 1990), og den moderat høye ledningsevnen kan ha bidratt til tilfredsstillende fangbarhet av laks- og ørretunger i 2013. Det har tidligere vært påvist moderate eller betydelige mengder metallakkumulering i gjelleepitelet hos enkelte laksunger (Larsen mfl. 2006e). Dette ble sett i sammenheng med dårlig avsyring av vannet fra Helgåvassdraget ved Hetland kraftstasjon. Våren 2012 forekom det også slike episoder da pH var lav ($< 6,0$) samtidig med forhøyede verdier av giftig aluminium (11–18 µg/l) (Saksgård & Schartau 2013). Dette er verdier som gir moderat til dårlig økologisk tilstand i lakseførende vassdrag (jf. Veileder 02:2013; Direktoratets gruppa vanddirektivet 2013). I 2013 ble det også målt forhøyede verdier av giftig aluminium, men pH var høy ($> 6,5$) (**vedlegg B**). Vi kan ikke utelukke at vannkvaliteten spesielt i nedre deler av Ogna kan påvirke overlevelsen av laksunger og da særlig under smoltutvandringen.

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet av laks og ørret pr. 100 m² på 8 stasjoner i Ogna 27.-28. august 2013. I tillegg ble det fanget én skrubbe på stasjon 10 og fire trepigget stingsild på stasjon 12.

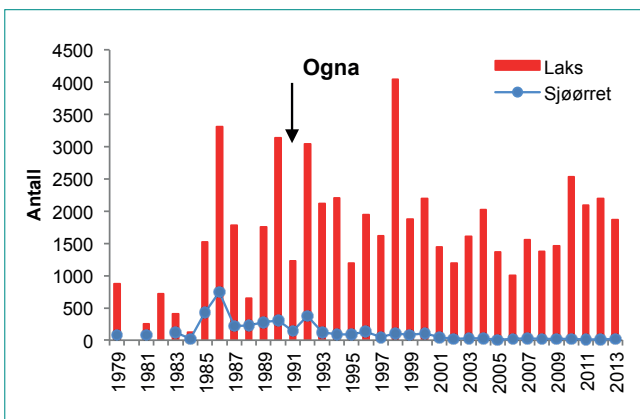
Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	105	160	11	4	112,2	55,3	9,9	1,0
2	105	222	16	0	180,3	61,1	11,5	3,8
15	100	344	17	1	370,8	5,2	12,0	2,2
3	180	15	8	18	1,7	7,7	4,5	0,0
6	121	70	8	28	67,8	14,7	6,1	0,8
9	125	96	4	20	75,6	4,0	1,6	0,0
10	105	89	5	6	112,8	2,9	5,0	0,8
12	120	41	2	29	28,2	1,1	0,8	0,0
Sum	961	1037	69	106				
Tetthet 1					104,6±5,0	17,5±0,5	6,4±0,3	0,9±0,1
Tetthet 2					118,7±115,7	18,8±23,0	6,4±4,0	1,1±1,2

**Figur 5.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Ogna i perioden 1983–2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006e) og perioden 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

3.2 Fangststatistikk

Det var lave fangster av laks på slutten av 1970- og begynnelsen av 1980- årene (**figur 6**). Fangstene tok seg imidlertid opp før kalkingen kom i gang i 1991 og var i enkelte år større enn det har vært etter oppstart av kalking. I de siste fire årene har fangstene av laks vært generelt større enn den

var i perioden 2000–2009. Fangstene av sjøørret har vært ubetydelig i hele perioden fra og med 1979, med unntak av i 1985 og 1986 (**figur 6**). I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning var forvaltnings- og gytebestandsmålet nådd for laksen i Ogna for perioden 2010–2012 (Anon. 2013). Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse siste fire år er 96 %.

**Figur 6.** Antall laks og sjøørret fanget (avlivet) i Ogna i perioden 1979 til 2013. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

Andel estimert rømt oppdrettsfisk i sportsfiske i Ogna har i perioden 2005–2011 ligget på mellom 1,0 og 4,2 % (Anon. 2013). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). I skjellprøver (sportsfiske) analysert av Rådgivende biologer for perioden 2005–2012 er andelen rømt oppdrettslaks under 5 % i alle år (Urdal 2013). Ogna ligger dermed under det angitte kritiske nivået basert på disse analysene.

4. Samlet vurdering

4.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i kalket del av Ogna i 2013 var tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk skal kunne leve og reproducere i elva. Bare én pH-verdi var marginal i forhold til vannkvalitetsmålet, resten lå over målet. Hele 84 % av pH-verdiene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter i nedre del av vassdraget.

Overvåking av vannkvaliteten ved Laksesvela viser at pH har stabilisert seg på et forholdsvis høyt og jevnt nivå. Siden sommeren 2007 har det ikke blitt dosert ut kalk i Laksesvela. Likevel ligger flertallet av pH-målingene fra denne delen av vassdraget i 2013 godt over målet. Sideløpet ved Eikeland fører relativt surt vann, men pH nedstrøms dosereren viser at avsyringen av vannet har fungert godt gjennom hele 2013. Gjennom sommeren og i perioder på høsten måles det høye pH-verdier på rundt 7,0. Ved stasjonen oppstrøms Hetland og ved Lindtjørnhølen ble det i perioder målt forhøyede konsentrasjoner av giftig aluminium. Helgåvassdraget er fremdeles surt med pH-verdier ned mot 5,3 og høye verdier av giftig aluminium (høyeste verdi i 2013 var 47 µg/l).

4.2 Fisk

Det har vært en generell økning i tettheten av laksunger etter kalking, og spesielt for antall laksengel. Tettheten av eldre laksunger har også økt noe, men er lavere enn forventet i de undersøkte områdene ut fra tettheten av årsengel. Det er ingen enkel forklaring på hva dette skyldes, men for enkelte år kan det være en noe dårlig vannkvalitet med forhøyede aluminiumsverdier sammen med lav pH, enten på grunn av for dårlig avsyring av vannet eller sjøsaltepisoder. Tidligere undersøkelser har vist moderate eller betydelige mengder metallakkumulering på gjelleepitelet hos laksunger. Det er imidlertid ikke utført slike undersøkelser etter 2005. I de siste fire årene har fangstene av laks vært generelt større enn de var i perioden 2000–2009. Ørretbestanden er svært

liten i Ogna. Fangstene av sjørøtt har vært ubetydelige i hele perioden fra og med 1979, med unntak av i 1985 og 1986.

4.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Ogna i 2013.

4.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten oppstrøms kalkdoseren ved Laksesvela har vært så god at denne doseren gradvis har blitt tatt ut av drift, og fra sommeren 2007 har det ikke blitt dosert ut noe kalk fra dette anlegget. Vannkvaliteten etter at kalkingen opphørte viser at denne beslutningen har vært forsvarlig. Det er likevel viktig at vassdraget overvåkes nøye med tanke på at det tidligere har vært målt enkelte høye aluminiumverdier i denne delen av vassdraget. Doseren ved Eikeland har tidligere aldri fungert optimalt. Dette gjør at det har vært stor variasjon i vannkvaliteten nedstrøms doseren. Det ble foretatt reparasjoner ved anlegget i 2013 og doseren synes deretter å ha fungert bra. Kalkdoseren ved Hetland ser også ut til å ha fungert bra i 2013. Nedstrøms doseren, i Lindtjørnhølen, har det tidligere vært store variasjoner i pH og kalsium. Ved Hetland kraftverk ble det skiftet turbin i 2003, noe som gjør at det kan kjøres mer vann gjennom kraftverket. Dette kan føre til større problemer med å få avsyret vannet i perioder med mye vann. Dosering av kalk er dessuten avhengig av at kraftverket er i drift. For å få en jevnere og bedre vannkvalitet på vannet som passerer kraftverket (kommer fra det sure Helgåvassdraget) anbefales det å se nærmere på om det er mulig å styre doseren uavhengig av kraftverket. Kalking av innsjøene i Helgåvassdraget, for å bedre vannkvaliteten i inntaksvannet til doseren, vil kunne være en alternativ løsning.

Overvåking og tiltak for å bevare de få naturlige populasjonene av elvemusling som fortsatt finnes i de forsursrammede vassdragene på Sørlandet er en prioritert oppgave. Det ble gjort en kartlegging av elvemusling i Ogna i 1997–1998, og et overvåkingsprogram har vært gjennomført i perioden 1999–2011. I den siste overvåkingsrapporten (Larsen mfl. 2012) ble det konkludert med at nødvendige tiltak for å sikre en mer stabil rekruttering av elvemusling i Ogna kan være å redusere tilførselen av næringsstoff. Men viktigere er det å sikre at pH ikke i noen del av året blir lavere enn 6,2 samtidig som mengden aluminium og andre tungmetaller må være på et minimum (Larsen mfl. 2012). Likeledes kan det være nødvendig å øke konsentrasjonen av kalsium til et nivå nær 2,5 mg Ca/l eller høyere. Hvor stor økning i kalkdosene dette krever er ikke beregnet.

5. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Ogna

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	4	Hetland oppstr doserer	315794	6491343	Kalket
Vannkjemi	48	Laksesvela oppstr doserer	326393	6499689	?
Vannkjemi	49	Laksesvela nedstr doserer	326345	6499605	Kalket
Vannkjemi	50	Eikeland oppstr doserer	324202	6497078	?
Vannkjemi	51	Eikeland nedstr doserer	324222	6496961	Kalket
Vannkjemi	52	Helgåvassdraget	315762	6491387	Referanse
Vannkjemi	53	Lindtjørnhølen	314880	6490682	Kalket
Bunndyr	1	Ogna v Laksesvela	326414	6499706	Kalket
Bunndyr	2	Revsvatn utløp	325554	6498011	Kalket
Bunndyr	3	Bekk v Gåsland	325268	6497181	Referanse
Bunndyr	4	Bekk fra Steinsvatn	323511	6496650	Kalket
Bunndyr	5	Bekk v Gravdal	322172	6495940	Referanse
Bunndyr	6	Ogna v Ualand	318751	6492580	Kalket
Bunndyr	7	Ogna v kraftstasjon	315749	6491356	Kalket
Bunndyr	8	Hylland bro	314885	6490691	Kalket
Bunndyr	9	Helgåa v Hytteby	313953	6492255	Referanse
Bunndyr	10	Helgåa v riksvei	313688	6491194	Referanse
Bunndyr	11	Elv fra Ognevatn	326775	6501876	Kalket
Bunndyr	12	Ogna nedstr doserer	326344	6499664	Kalket
Bunndyr	13	Bekk v Kløgetvedt	327344	6498891	Referanse
Bunndyr	14	Bekk fra Brynnesvatn	325681	6496917	Referanse
Bunndyr	15	Bekk v Eikeland	323078	6496952	Referanse
Bunndyr	16	Gravdalsvatn innløp	321930	6495687	Referanse
Bunndyr	17	Bekk v Ualand	318585	6492586	Referanse
Bunndyr	18	Bekk fra Kvernatjørn	315043	6490383	Referanse
Fisk	1	Laksesvela ovenfor bru	326438	6499713	Kalket
Fisk	2	Laksesvela nedenfor bru	326337	6499600	Kalket
Fisk	3	Ualand	319050	6492711	Kalket
Fisk	6	Rabali	316954	6491880	Kalket
Fisk	9	Hetland	315780	6491344	Kalket
Fisk	10	Hetland utløp kraftst	315630	6491305	Kalket
Fisk	12	Hylland	314816	6490708	Kalket
Fisk	15	Ognedal	325698	6498836	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Ogna 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i µekv/l	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-låbilit aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Låbilit aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Hetland oppstr dos	07/01/13	6,31	1,03	0,050	21	31	25	6		3,00										
4	Hetland oppstr dos	04/02/13	6,38	1,27	0,060	31	25	18	7		5,07										
4	Hetland oppstr dos	04/03/13	6,76	2,24	0,106	80	17	11	6		5,93										
4	Hetland oppstr dos	02/04/13	6,70	2,51	0,112	86	17	6	11		5,68										
4	Hetland oppstr dos	15/04/13	6,63	2,17	0,108	82	15	11	4		5,43										
4	Hetland oppstr dos	06/05/13	6,37	1,66	0,061	32	37	29	8		4,83										
4	Hetland oppstr dos	03/06/13	6,90	2,25	0,113	87	15	7	8		5,15										
4	Hetland oppstr dos	01/07/13	6,69	1,75	0,090	63	19	13	6		4,35										
4	Hetland oppstr dos	05/08/13	7,03	2,55	0,159	134	15	7	8		5,19										
4	Hetland oppstr dos	02/09/13	6,86	1,87	0,099	72	27	22	5		4,28										
4	Hetland oppstr dos	07/10/13	6,80	2,27	0,110	84	22	17	5		4,29										
4	Hetland oppstr dos	04/11/13	6,60	1,70	0,075	47	36	29	7		3,95										
4	Hetland oppstr dos	02/12/13	6,63	1,85	0,085	58	32	23	9		4,36										
48	Laksesvela oppstr	07/01/13	6,47	1,45							3,44										
48	Laksesvela oppstr	18/02/13	6,92	4,51							7,99										
48	Laksesvela oppstr	04/03/13	6,61	2,00							5,41										
48	Laksesvela oppstr	18/03/13	6,95	4,12							7,63										
48	Laksesvela oppstr	25/03/13	7,03	5,11							8,36										
48	Laksesvela oppstr	01/04/13	6,76	3,67							7,41										
48	Laksesvela oppstr	08/04/13	6,93	4,38							8,22										
48	Laksesvela oppstr	15/04/13	6,17	1,33							6,53										
48	Laksesvela oppstr	22/04/13	6,60	1,54							5,15										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
48	Laksesvela oppstr	29/04/13	6,45	1,73							5,35										
48	Laksesvela oppstr	06/05/13	6,43	1,71							4,67										
48	Laksesvela oppstr	20/05/13	6,70	2,42							5,19										
48	Laksesvela oppstr	27/05/13	6,74	2,72							6,00										
48	Laksesvela oppstr	10/06/13	7,06	3,93							7,32										
48	Laksesvela oppstr	24/06/13	6,54	1,39							3,98										
48	Laksesvela oppstr	22/07/13	7,02	3,40							6,21										
48	Laksesvela oppstr	02/09/13	6,67	1,81							4,06										
48	Laksesvela oppstr	16/09/13	6,45	1,56							3,37										
48	Laksesvela oppstr	14/10/13	6,90	2,85							5,51										
48	Laksesvela oppstr	28/10/13	6,49	1,55							3,66										
48	Laksesvela oppstr	25/11/13	6,78	3,04							5,73										
48	Laksesvela oppstr	09/12/13	6,18	2,58							9,30										
49	Laksesvela nedstr	07/01/13	6,43	1,51							3,52										
49	Laksesvela nedstr	18/02/13	6,81	3,73							6,98										
49	Laksesvela nedstr	04/03/13	6,52	2,01							5,17										
49	Laksesvela nedstr	18/03/13	6,86	3,31							6,54										
49	Laksesvela nedstr	25/03/13	6,97	4,40							7,38										
49	Laksesvela nedstr	01/04/13	6,84	4,07							7,44										
49	Laksesvela nedstr	08/04/13	6,82	3,39							6,79										
49	Laksesvela nedstr	15/04/13	6,28	1,49							7,07										
49	Laksesvela nedstr	22/04/13	6,59	1,47							4,78										
49	Laksesvela nedstr	29/04/13	6,62	2,28							5,84										
49	Laksesvela nedstr	06/05/13	6,37	1,61							4,48										
49	Laksesvela nedstr	20/05/13	6,62	2,29							4,94										
49	Laksesvela nedstr	27/05/13	6,75	2,77							5,80										
49	Laksesvela nedstr	10/06/13	6,97	3,54							6,83										
49	Laksesvela nedstr	24/06/13	6,60	1,54							4,15										
49	Laksesvela nedstr	22/07/13	7,03	3,33							5,82										
49	Laksesvela nedstr	02/09/13	6,77	2,22							4,65										
49	Laksesvela nedstr	16/09/13	6,39	1,55							3,34										
49	Laksesvela nedstr	14/10/13	6,86	2,73							5,08										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
49	Laksevela nedstr	28/10/13	6,52	1,62							3,70										
49	Laksevela nedstr	25/11/13	6,69	2,64							5,44										
49	Laksevela nedstr	09/12/13	6,18	2,47							9,38										
50	Eikeland oppstr	07/01/13	5,64	0,36							2,25										
50	Eikeland oppstr	18/02/13	6,13	0,93							4,23										
50	Eikeland oppstr	04/03/13	5,79	0,61							3,50										
50	Eikeland oppstr	18/03/13	6,13	0,78							3,73										
50	Eikeland oppstr	25/03/13	6,26	1,02							3,84										
50	Eikeland oppstr	01/04/13	6,27	1,03							4,01										
50	Eikeland oppstr	08/04/13	6,29	0,86							3,87										
50	Eikeland oppstr	15/04/13	6,23	0,91							4,23										
50	Eikeland oppstr	22/04/13	5,79	0,58							4,16										
50	Eikeland oppstr	29/04/13	5,74	0,73							4,13										
50	Eikeland oppstr	06/05/13	5,45	0,60							3,78										
50	Eikeland oppstr	20/05/13	5,67	0,68							3,46										
50	Eikeland oppstr	27/05/13	5,92	0,67							3,50										
50	Eikeland oppstr	10/06/13	6,03	0,73							3,80										
50	Eikeland oppstr	24/06/13	5,95	0,55							3,20										
50	Eikeland oppstr	22/07/13	6,11	0,89							3,72										
50	Eikeland oppstr	02/09/13	6,06	1,15							3,88										
50	Eikeland oppstr	16/09/13	5,65	0,53							2,48										
50	Eikeland oppstr	14/10/13	6,19	0,66							2,79										
50	Eikeland oppstr	28/10/13	5,86	0,65							2,91										
50	Eikeland oppstr	25/11/13	5,88	0,67							3,07										
50	Eikeland oppstr	09/12/13	5,44	1,19							7,25										
51	Eikeland nedstr	07/01/13	6,58	1,22							2,53										
51	Eikeland nedstr	18/02/13	6,41	1,65							4,64										
51	Eikeland nedstr	04/03/13	6,24	0,93							3,59										
51	Eikeland nedstr	18/03/13	6,72	1,50							4,08										
51	Eikeland nedstr	25/03/13	6,68	2,04							4,42										
51	Eikeland nedstr	01/04/13	6,57	1,77							4,48										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
51	Eikeland nedstr	08/04/13	6,84	2,06							4,42										
51	Eikeland nedstr	15/04/13	6,73	2,42							4,79										
51	Eikeland nedstr	22/04/13	6,90	1,89							4,73										
51	Eikeland nedstr	29/04/13	6,86	1,71							4,67										
51	Eikeland nedstr	06/05/13	6,42	1,30							3,96										
51	Eikeland nedstr	20/05/13	7,13	2,76							4,34										
51	Eikeland nedstr	27/05/13	6,99	2,92							4,60										
51	Eikeland nedstr	10/06/13	7,01	2,39							4,70										
51	Eikeland nedstr	24/06/13	6,80	1,96							3,90										
51	Eikeland nedstr	22/07/13	7,00	2,83							4,60										
51	Eikeland nedstr	02/09/13	6,84	2,48							4,64										
51	Eikeland nedstr	16/09/13	6,23	0,96							2,60										
51	Eikeland nedstr	14/10/13	7,30	2,75							3,82										
51	Eikeland nedstr	28/10/13	6,31	1,28							3,40										
51	Eikeland nedstr	25/11/13	7,12	2,37							3,90										
51	Eikeland nedstr	09/12/13	7,17	4,04							8,39										
52	Helgåvassdraget	07/01/13	5,40	0,42	0,024	0	62	28	34		2,91										
52	Helgåvassdraget	21/01/13	5,52	0,45							3,08										
52	Helgåvassdraget	04/02/13	5,34	0,46	0,031	0	65	23	42		3,35										
52	Helgåvassdraget	18/02/13	5,52	0,47							3,28										
52	Helgåvassdraget	25/02/13	5,57	0,47							3,31										
52	Helgåvassdraget	04/03/13	5,42	0,46	0,034	3	68	21	47		3,43										
52	Helgåvassdraget	11/03/13	5,49	0,40							3,39										
52	Helgåvassdraget	15/04/13	5,39	0,41							3,39										
52	Helgåvassdraget	22/04/13	5,52	0,40							3,41										
52	Helgåvassdraget	29/04/13	5,43	0,53							3,46										
52	Helgåvassdraget	06/05/13	5,41	0,51	0,027	0	65	21	44		3,47										
52	Helgåvassdraget	13/05/13	5,49	0,46							3,46										
52	Helgåvassdraget	21/05/13	5,51	0,55							3,37										
52	Helgåvassdraget	27/05/13	5,53	0,52							3,38										
52	Helgåvassdraget	03/06/13	5,60	0,56	0,033	2	41	16	25		3,51										
52	Helgåvassdraget	10/06/13	5,67	0,59							3,54										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
52	Helgåvassdraget	24/06/13	5,82	0,61							3,69										
52	Helgåvassdraget	01/07/13	5,72	0,58	0,035	4	30	17	13		3,57										
52	Helgåvassdraget	08/07/13	5,75	0,48							3,53										
52	Helgåvassdraget	22/07/13	5,93	0,59							3,42										
52	Helgåvassdraget	05/08/13	5,83	0,53	0,036	5	18	12	6		3,29										
52	Helgåvassdraget	19/08/13	5,87	0,55							3,32										
52	Helgåvassdraget	02/09/13	5,80	0,54	0,031	0	31	18	13		3,13										
52	Helgåvassdraget	16/09/13	5,73	0,52							3,04										
52	Helgåvassdraget	30/09/13	5,69	0,48							2,96										
52	Helgåvassdraget	07/10/13	5,62	0,50	0,031	0	36	20	16		2,97										
52	Helgåvassdraget	14/10/13	5,70	0,51							3,05										
52	Helgåvassdraget	28/10/13	5,69	0,50							3,14										
52	Helgåvassdraget	04/11/13	5,56	0,49	0,027	0	52	26	26		3,11										
52	Helgåvassdraget	11/11/13	5,59	0,49							3,09										
52	Helgåvassdraget	25/11/13	5,57	0,52							3,12										
52	Helgåvassdraget	02/12/13	5,60	0,49	0,036	5	51	25	26		3,12										
52	Helgåvassdraget	09/12/13	5,55	0,52							3,70										
52	Helgåvassdraget	23/12/13	5,30	0,71							4,72										
53	Lindtjørnhølen	07/01/13	6,24	1,09	0,053	24	39	32	7	1,5	3,12	0,49	3,21	0,34	5,02	1,82	390	520	6	1,33	36
53	Lindtjørnhølen	21/01/13	6,63	1,63							3,86										
53	Lindtjørnhølen	04/02/13	6,39	1,28	0,064	36	37	27	10	1,7	4,41	0,67	4,56	0,81	8,19	2,16	410	640	10	1,28	33
53	Lindtjørnhølen	18/02/13	6,60	1,66							4,36										
53	Lindtjørnhølen	25/02/13	6,67	1,78							4,50										
53	Lindtjørnhølen	04/03/13	6,63	2,07	0,106	80	31	24	7	1,4	5,27	0,89	4,94	0,89	8,75	2,60	670	905	9	2,18	65
53	Lindtjørnhølen	11/03/13	6,74	1,82							4,46										
53	Lindtjørnhølen	18/03/13	6,84	2,46							5,63										
53	Lindtjørnhølen	25/03/13	6,93	2,66							5,83										
53	Lindtjørnhølen	02/04/13	6,81	2,80	0,134	109	24	9	15	1,4	5,85	1,03	5,29	0,91	8,89	2,97	740	890	5	1,91	112
53	Lindtjørnhølen	08/04/13	6,85	2,37							5,37										
53	Lindtjørnhølen	15/04/13	6,70	1,92	0,117	91	17	12	5	2,5	5,36	0,94	4,70	1,18	8,06	2,65	760	1270	18	2,18	71
53	Lindtjørnhølen	22/04/13	6,62	1,49	0,053	24	39	32	7		4,52										
53	Lindtjørnhølen	29/04/13	6,55	1,65	0,043	13	33	21	12		4,79										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
53	Lindtjørnhølen	06/05/13	6,38	1,53	0,060	31	41	29	12	2,0	4,47	0,74	4,41	0,95	7,68	2,17	720	1030	9	1,33	40
53	Lindtjørnhølen	13/05/13	6,55	1,45	0,072	44	39	29	10		4,43										
53	Lindtjørnhølen	21/05/13	6,71	1,67	0,079	51	38	24	14		4,29										
53	Lindtjørnhølen	27/05/13	6,84	2,54	0,120	94	29	17	12		5,11										
53	Lindtjørnhølen	03/06/13	6,83	2,52	0,126	100	23	12	11	2,2	5,29	0,92	4,78	0,95	7,88	2,69	645	855	7	0,58	109
53	Lindtjørnhølen	10/06/13	7,03	2,76							5,43										
53	Lindtjørnhølen	24/06/13	6,81	2,00							5,14										
53	Lindtjørnhølen	01/07/13	6,68	1,76	0,103	76	20	16	4	2,7	4,52	0,86	4,34	0,77	6,82	2,41	620	855	7	0,92	80
53	Lindtjørnhølen	08/07/13	6,82	1,63							4,18										
53	Lindtjørnhølen	22/07/13	7,01	2,60							5,03										
53	Lindtjørnhølen	05/08/13	6,99	2,79	0,159	134	16	8	8	2,4	5,15	0,97	4,60	0,71	7,33	2,67	395	645	6	0,36	147
53	Lindtjørnhølen	19/08/13	6,70	1,80							3,98										
53	Lindtjørnhølen	03/09/13	6,82	1,81	0,097	70	26	24	2	3,1	4,20	0,73	4,11	0,61	6,78	2,29	390	655	12	1,26	78
53	Lindtjørnhølen	16/09/13	6,63	1,74							3,92										
53	Lindtjørnhølen	30/09/13	6,68	1,39							3,47										
53	Lindtjørnhølen	07/10/13	6,67	1,48	0,080	52	27	19	8	2,0	3,67	0,62	3,64	0,51	5,81	2,10	460	615	5	1,18	56
53	Lindtjørnhølen	14/10/13	6,81	1,80							3,81										
53	Lindtjørnhølen	28/10/13	6,65	1,74							3,98										
53	Lindtjørnhølen	04/11/13	6,53	1,62	0,075	47	38	30	8	2,4	3,93	0,71	3,84	0,79	6,23	2,28	555	715	10	1,83	64
53	Lindtjørnhølen	11/11/13	6,65	1,66							3,90										
53	Lindtjørnhølen	25/11/13	6,49	1,43							3,79										
53	Lindtjørnhølen	02/12/13	6,56	1,54	0,075	47	37	29	8	1,8	4,03	0,68	3,93	0,53	6,91	2,28	535	645	6	1,83	37
53	Lindtjørnhølen	09/12/13	6,42	2,01							6,77										
53	Lindtjørnhølen	23/12/13	6,29	1,64							5,62										

Vedlegg C. Primærdata – fisk i Ogna 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Ogna 27.-28. august 2013. Vanntemperatur (Temp) og konduktivitet (Kond) er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved Hetland var 1,1 m³.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg				Totalt	Snitt	SD	min
st. 1	14,4 °C	0+	59	29	15	103	15,0	0,50	58,3	4,6	47	71
105 m²	6,3 mS/m	>0+	42	13	2	57	2,4	0,74	121,1	20,9	91	192
st. 2	15,2 °C	0+	89	42	28	159	24,2	0,46	52,5	5,5	37	65
105 m²	6,4 mS/m	>0+	46	15	2	63	2,5	0,74	113,6	20,0	81	148
st. 15	15,9 °C	0+	209	88	42	339	19,7	0,56	49,7	5,3	35	65
100 m²	5,5 mS/m	>0+	3	2	0	5	1,3	0,65	108,8	30,7	80	158
st. 3	17,0 °C	0+	2	1	0	3	0,4	0,71	69,7	4,9	64	73
180 m²	4,2 mS/m	>0+	5	7	0	12	3,2	0,49	126,8	39,5	78	182
st. 6	17,3 °C	0+	25	15	13	53	39,3	0,29	64,1	7,0	47	74
121 m²	4,0 mS/m	>0+	11	5	1	17	2,2	0,64	109,1	38,0	76	173
st. 9	19,9 °C	0+	64	19	8	91	4,1	0,67	61,7	6,9	47	76
125 m²	3,9 mS/m	>0+	4	1	0	5	0,3	0,82	125,0	16,7	108	151
st. 10	16,2 °C	0+	43	24	19	86	36,8	0,35	55,4	4,8	40	69
105 m²	3,1 mS/m	>0+	3	0	0	3	0,0	1,00	112,3	28,5	80	134
st. 12	17,8 °C	0+*	14	11	14	39	6,6	0,51	48,1	5,8	33	58
120 m²	3,7 mS/m	>0+*	1	0	1	2	0,4	0,71	92,5	3,5	90	95
Totalt		0+	505	229	139	819	5,0	0,49	53,9	7,4	33	76
961 m²		>0+	115	43	6	164	0,5	0,71	116,6	25,0	76	192

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Ogna 27–28 august 2013. Vanntemperatur (Temp) og konduktivitet (Kond) er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved Hetland var 1,1 m³.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1. omg	2. omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
st. 1	14,4 °C	0+	7	2	1	10	9,9	1,8	0,65	68,5	3,0	64	72
105 m²	6,3 mS/m	>0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	135,0	0,0	135	135
st. 2	15,2 °C	0+	10	2	0	12	11,5	0,4	0,85	60,7	5,7	49	69
105 m²	6,4 mS/m	>0+	4	0	0	4	3,8	0,0	1,00	269,0	36,7	217	300
st. 15	15,9 °C	0+	11	1	0	12	12,0	0,2	0,92	59,2	6,3	43	66
100 m²	5,5 mS/m	>0+	1	1	0	2	2,2	1,4	0,57	196,5	68,6	148	245
st. 3	17,0 °C	0+	7	1	0	8	4,5	0,1	0,89	84,4	4,3	78	90
180 m²	4,2 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
st. 6	17,3 °C	0+	5	1	1	7	6,1	1,5	0,63	78,3	6,8	68	88
121 m²	4,0 mS/m	>0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	240,0	0,0	240	240
st. 9	19,9 °C	0+*	2	0	2	4	1,6	0,2	0,79	70,3	7,2	61	78
125 m²	3,9 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
st. 10	16,2 °C	0+	3	2	0	5	5,0	1,3	0,65	67,8	10,8	55	83
105 m²	3,1 mS/m	>0+*	0	1	0	1	0,8	1,3	0,50	127,0	0,0	127	127
st. 12	17,8 °C	0+*	1	0	1	2	0,8	0,2	0,79	62,5	3,5	60	65
120 m²	3,7 mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Totalt		0+	46	9	5	60	6,4	0,3	0,72	68,2	10,5	43	90
961 m²		>0+	7	2	0	9	0,9	0,1	0,80	219,0	66,8	127	300

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

16. Frafjordelva

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

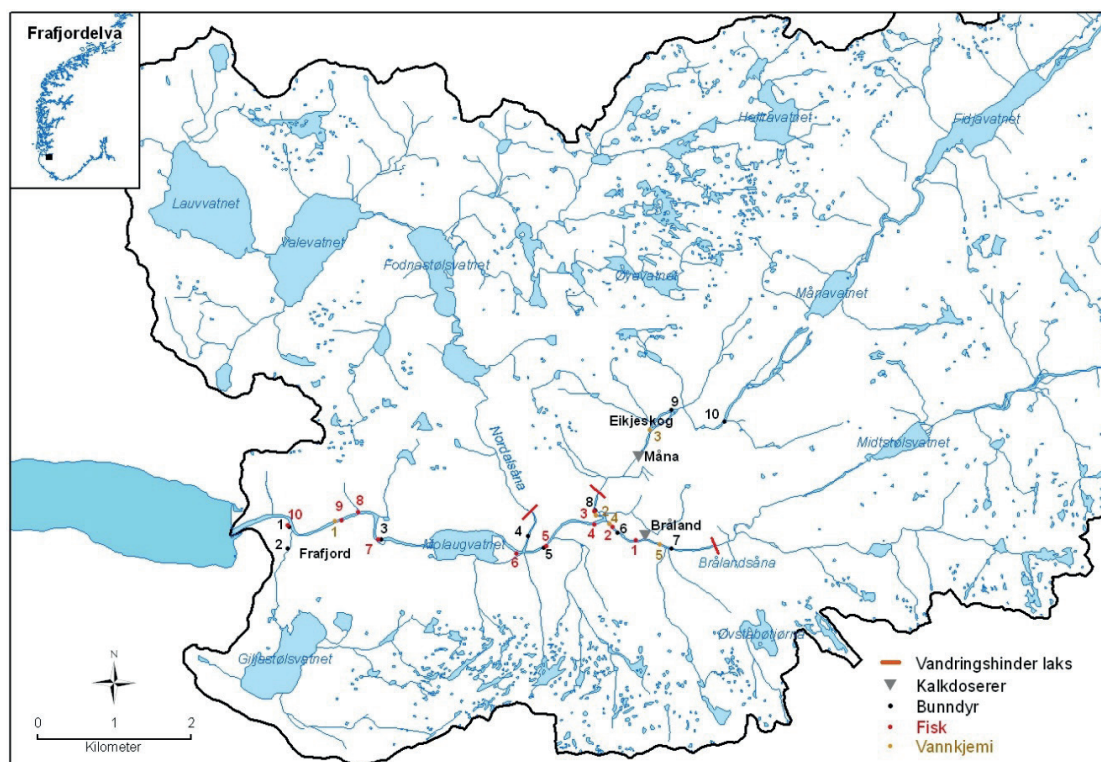
Fakta om Frafjordelva	
Vassdragsnr.:	030.Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	171 km ² (før regulering).
Vassdragsregulering:	17,6 km ² overført til Lysefjord-området
Spesifikk avrenning:	93,5 l/s/km ²
Middelvannføring:	14,3 m ³ /s (før regulering)
Lakseførende strekning:	Totalt ca. 5 km, derav hhv. 0,3 og 1 km opp i Måna og Brådlandsåna
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen var utdødd.
Tiltaksplan:	Kalkingsplan fra fylkesmannen i Rogaland med senere justeringer (Enge & Nordland 1989, 1994).
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:	Kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. Forsøkskalking i Brådlandsåna 1993, deretter ordinær kalking av hele vassdraget siden 1995. Hoveddoserer i Måna og doserer i Brådlandsåna. Brådlandsgreina har vært innsjøkalket siden 1998. Reduserte kalkdoser i perioden 1.6–31.12.2013.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Tabell 1 viser årlig kalkforbruk for de siste fem årene. Kalkforbruket i 2013 utgjør ca 41 % av det høyeste rapporterte årsforbruket i dette vassdraget (2001; 959 tonn CaCO₃). I 2013 ble nesten all kalken tilført fra de to anleggene Brådland og Eikjeskog; 386 tonn VK3, mens kun 24 tonn Biokalk ble spredd i fire innsjøer (hhv. CaCO₃-innhold på 99 % og 69 %).

Det ble registrert 2247 mm nedbør i 2013 på meteorologisk stasjon 43810 Maudal, men månedsnedbør for desember er ikke inkludert (mangler pr februar 2014, met.no 2014). Normalen for årsnedbør på denne stasjonen er 2818 mm nedbør. Februar og mars var langt tørrere enn normalen, men også januar og juli hadde nedbørsmengder under normalen. De øvrige månedene var om lag som normalen eller høyere. I april kom det 248 mm, og det er en dobling i forhold til normalen.

Tabell 1. Kalkforbruk i Frafjordelva for perioden 2009–2013 omregnet til tonn CaCO ₃ . Tallene i parentes viser antall kalkede innsjøer. Data fra fylkesmannen i Rogaland.					
År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	409	301	476	552	382
Innsjøkalking	34	32	23 (4)	24 (4)	17 (4)
Sum kalkforbruk	443	333	499	576	399



Figur 1. Frafjordelva med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård og Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

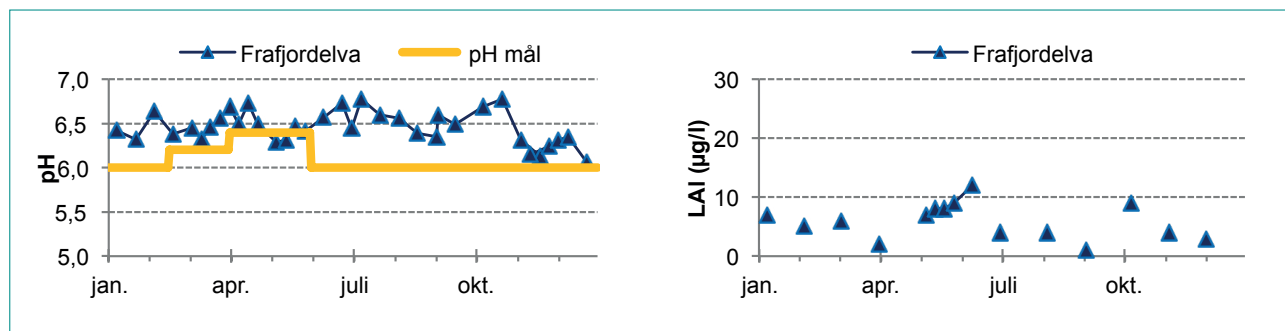
Frafjordelva ble i 1969 inkludert i DN/NINAs vannkjemiske overvåkingsprogram «Elveserien» med én målestasjon ved Molaug bru i hovedelva, og ble fra 1995 videreført som en del av kalkingovervåkingen. I 2013 ble vannkjemien i vassdraget overvåket på totalt fem stasjoner (**figur 1**). En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Vannkvaliteten på den anadrome strekningen av Frafjordelva i 2013, her representert ved stasjon 1, var stort sett tilfredsstillende sammenlignet med de krav som er satt med hensyn til pH (**figur 2**). En pH-verdi var mer enn 0,1 pH-enheter under vannkvalitetsmålet og én verdi var marginal i forhold til målet. Utover sommeren og høsten ble det målt høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og 51 % av målingene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. I Brålandselva nedenfor kalkdoserer var ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende (**figur 3**). 10 % av pH-verdiene lå under pH-målet, og én verdi var marginal i forhold til vannkvalitetsmålet.

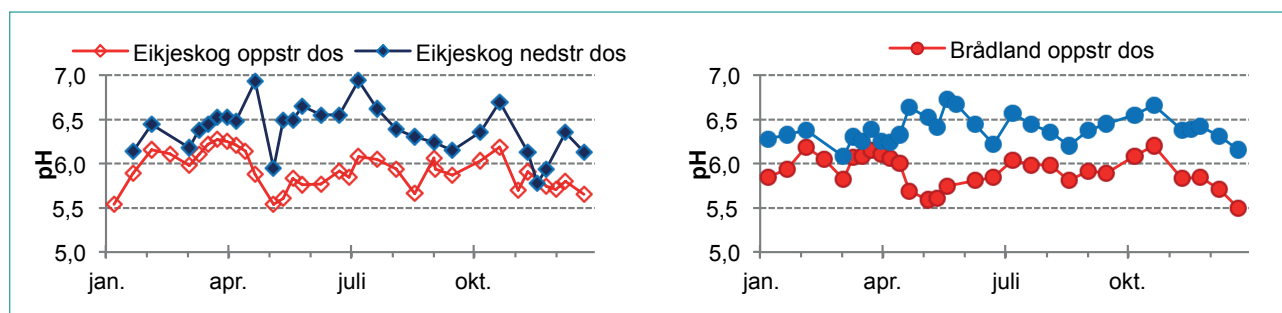
Innholdet av totalt aluminium (Tot-Al) på anadrom strekning har med unntak av 1997 stort sett ligget mellom 50 og 100 µg/l etter at kalkingen startet (se Saksgård & Schartau 2011). Verdiene i 2013, målt som reaktivt aluminium (Al/R), var lave (< 45 µg/l). Bare én forhøyet verdi av giftig aluminium (LAI ≥ 10 µg/l) ble registrert (**figur 2**).

Mengden av totalt organisk karbon (TOC) og næringssaltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) viser at Frafjordelva er et klart og næringsfattig vassdrag med lavt humusinnhold (**vedlegg B**). Det ble imidlertid målt enkelte høye verdier av fosfor (12–51 µg/l) i april og september og av nitrogen (1270–1290 µg/l) i april og juni.



Figur 2. pH-utvikling i 2013 sammenholdt med pH-målet (venstre panel) samt labilt aluminium (LAI; høyre panel) er vist for st. 1 på lakseførende strekning (målområdet) i Frafjordelva.

Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Frafjordelva i 2013. Info om verdier som er utelatt fra beregningene er gitt i vedlegg B.								
St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
3	Eikjeskog oppstr doserer	Mid	5,87	0,38	7	9	1,4	9
		Min	5,54	0,14	0	1	0,5	0
		Maks	6,27	0,68	18	24	4,2	28
		N	34	34	12	12	12	12
2	Eikjeskog nedstr doserer	Mid	6,30	1,31				
		Min	5,78	0,56				
		Maks	6,94	8,26				
		N	28	28				
5	Brådland oppstr doserer	Mid	5,87	0,41				
		Min	5,50	0,22				
		Maks	6,20	0,70				
		N	29	29				
4	Brådland nedstr doserer	Mid	6,37	0,79				
		Min	6,08	0,40				
		Maks	6,73	1,29				
		N	30	30				
1	Frafjordelva (målomr.)	Mid	6,42	1,58	55	6	1,5	57
		Min	6,06	0,66	20	1	0,9	18
		Maks	6,78	5,00	141	12	2,5	119
		N	35	35	15	15	12	12



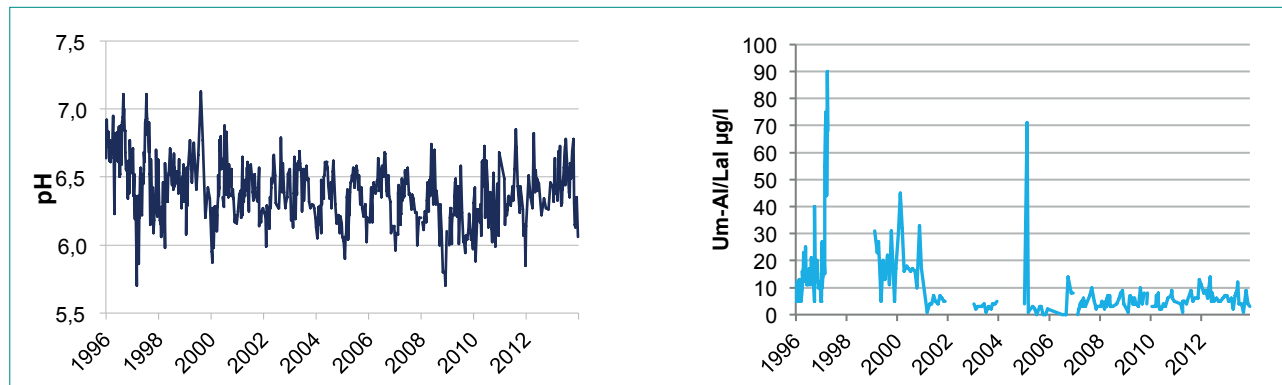
Figur 3. pH oppstrøms og nedstrøms kalkingsanleggene i Eikjeskog (venstre panel) og Brådland (høyre panel) i 2013.

Det har vært stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene ved Eikjeskog, dette gjelder spesielt stasjonen ovenfor doserer (Saksgård & Schartau 2012). De vannkjemiske målingene kan imidlertid tyde på at det har vært mindre problemer med prøvetakingen i de to siste årene sammenlignet med tidligere. Enkelte prøver tatt på våren og høsten i 2013 var under eller marginal i forhold til vannkvalitetsmålet (figur 3). I perioder på vinteren kan det være problematisk å få tatt prøver grunnet is og snødekke. Enkelte lave verdier kan skyldes at prøven er tatt over isen, og at prøven derfor representerer overflatevann/smeltevann. Tidligere analyser av aluminium viser at vannkvaliteten i denne delen av elva er marginal i forhold til overlevelse av fisk (jfr. Saksgård & Schartau 2007, 2012). I 2013 ble det oppstrøms dosereren ved Eikjeskog målt verdier av giftig

aluminium mellom 1 og 24 µg/l, høyest i mai (tabell 2, vedlegg B).

2.2 Langtidstrender

Før kalkingen startet lå pH i Frafjordelva mellom 5,0 og 5,5 (Saksgård & Schartau 2002). Vannkvaliteten økte gradvis med opptrappingen av kalkingen, og i 1995–1996 lå pH rundt 6,5. Tilsvarende var det en reduksjon i aluminiums-konsentrasjonene fra 1988 til 1996 (Saksgård & Schartau 2002). I perioden 1996–2001 har pH på dagens hovedstasjon, med få unntak, ligget mellom 6,0 og 7,0, og siden har pH stabilisert seg med mindre variasjon gjennom året (figur 4). Innholdet av giftig aluminium (Um-Al/LAI) var relativt høyt før 2001, men har deretter, med enkelte unntak vært svært lave (figur 4).



Figur 4. pH og konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al/LAI) ved målområdet i Frafjordelva i perioden 1996–2013.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeidere: Eva Ulvan, Laila Saksgård og Vegard Ambjørndalen (NINA)

Frafjordelva ble historisk regnet som en god lakseelv, men allerede fra første halvdel av 1900-tallet rapporteres det om fiskedød i elva (Huitfeldt-Kaas 1922, Rosseland 1953), og den opprinnelige laksestammen ble etter hvert regnet som tapt (Sivertsen 1989). Overvåking av ungfiskbestanden av laks og ørret startet i 1994 (Larsen 1995), og det har

siden vært årlige undersøkelser i elva. Det er i mange år satt ut laksyngel i Frafjordelva (Saltveit mfl. 2011). I perioden 2010–2012 er det årlig plantet ut mellom 22 000 – 80 000 øyerogn i elva. I 2013 ble det satt ut 80 000 plomme-sekkyngel i nedre del av elva. Utsettingene er utført på frivillig basis av den lokale jeger og fiskeforeningen. Habitatforbedrende tiltak med utlegging av større steiner for bedre skjulmuligheter for eldre fisk ble utført i nedre del av elva i 2013.

3.1 Ungfiskundersøkelser

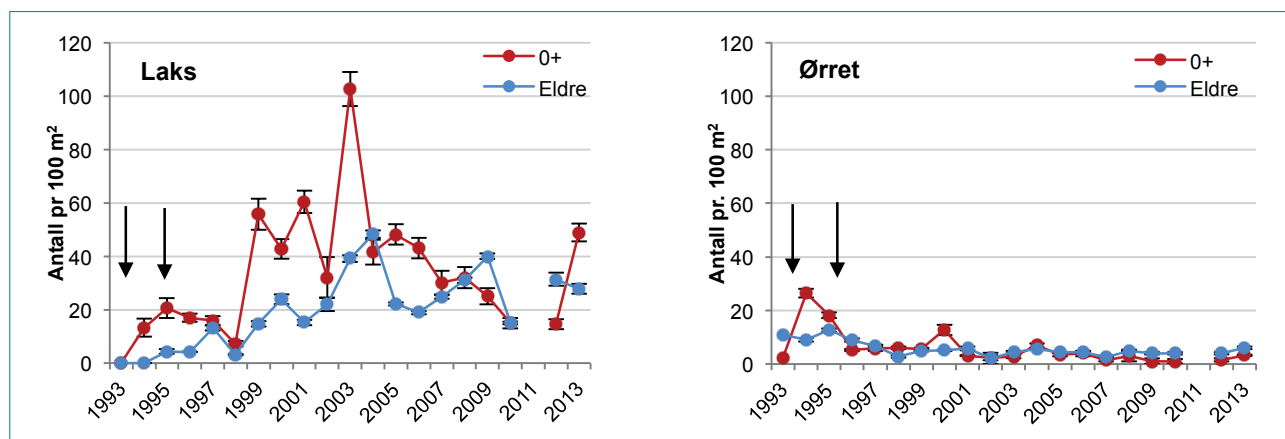
I 2013 ble det fanget laks- og ørretunger på alle stasjonene i Frafjordelva (tabell 3). Ål manglet bare på den øverste stasjonen. Tettheten av laksunger var moderat høy i 2013

sammenlignet med tidligere år (**figur 5**). For ørret fortsatte trenden med svært lave tettheter av både årsyngel (0+) og eldre individer ($\geq 1+$). Under gytefisktellingene i 2012 ble det observert 306 laks som ble klassifisert som villaks (S. E. Gabrielsen pers med.). Dette er litt under halvparten av det som ble registrert i 2011 (635 laks) som er den høyeste registreringen av gytefisk i perioden 2008-2012. Ut fra gytefiskregistreringene og fangst av voksenlaks i 2012 er tettheten av årsyngel i 2013 omtrent som forventet. Vanntemperatur under elfisken i 2013 (**vedlegg C**) var innenfor det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Ledningsevnen var lav ($\leq 1,4$ mS/m, **vedlegg C**). Lav ledningsevne og lav temperatur ved elfiske vil

påvirke fangbarheten negativt og gi usikre tetthetsestimat av årsyngel (Larsen mfl. 2010, Sandlund mfl. 2011). I 2013 var vanntemperaturen 8-9 °C høyere enn under elfisken i 2012 noe som kan ha gitt en økt fangbarhet av årsyngel og mindre usikkerhet i tetthetsestimatet i 2013. Det er heller ingen stor forskjell i tetthetsestimatene for eldre laksunger i de to siste årene (**figur 5**). Raskt økende vannføring på grunn av vedvarende regnvær under gjennomføringen av elfiske i 2013 kan ha påvirket fangbarheten på stasjon 4 og 6. Det ble ikke gjennomført elfiske på stasjon 5 på grunn av den økte vannføringen. I løpet av et par timer økte vannføringen ved Eikjeskog fra 5,5 til 15,8 m³/s og ved Bråland fra 2 til 49 m³/s (data fra kalkdoseringsanleggene).

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet pr. 100 m² av laks og ørret på 10 stasjoner i Frafordelva 6. september 2013. Det ble i tillegg fanget en skrubbe på stasjon 9 og 10. Stasjon 5 ble ikke fisket i 2013.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	120	75	20	0	49,6	16,3	6,1	10,9
2	120	73	10	1	49,1	26,1	4,2	2,7
3	108	83	2	1	56,6	38,6	0,0	2,0
4	120	79	22	1	49,7	26,9	8,7	10,9
5	0	-	-	-	-	-	-	-
6	100	56	6	2	43,4	21,2	7,6	0,0
7	100	90	5	5	47,2	34,4	2,0	1,9
8	100	49	3	7	30,0	23,2	0,0	3,0
9	100	96	3	4	60,2	47,1	0,0	3,1
10	108	56	15	4	33,2	29,6	0,9	14,1
Sum	976	657	86					
Tetthet 1					48,9±3,3	27,8±1,8	3,3±0,3	6,0±0,5
Tetthet 2					46,6±9,8	29,3±9,5	3,3±3,5	5,4±5,1

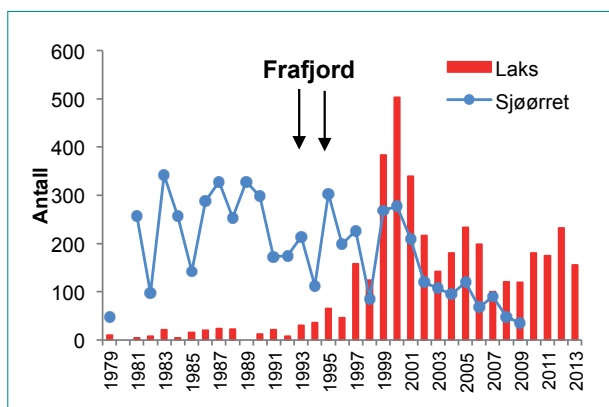


Figur 5. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Frafordelva i perioden 1996-2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006) og perioden 2006-2010 fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking. I 2013 ble det ikke gjennomført elfiske på st. 5 på grunn av stigende vannføring og fangbarheten kan være redusert av samme årsak på to av stasjonene (st. 4 og 6).

3.2 Fangststatistikk

Fangstene av laks var svært lave frem til 1997 (<65 laks) før fangstene begynte å øke etter kalking (figur 6). De siste 10 årene har fangstene av laks variert mellom 100 og 250 individer. Sjørøretfangstene var svært variable frem til og med 2001, men har siden gått kraftig ned. Dette førte til et forbud mot sjørøretfangst i Frafjordelva fra og med 2010.

I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er gytebestandsmålet nådd for laksebestanden i Frafjordelva i perioden 2010–2012 (Anon. 2013). Gjennomsnittlig oppnåelse siste fire år er beregnet til 100 %. Dykkerregistreringer i vassdraget gir også en indikasjon på at det har vært en svært bra gytebestand av villaks siden 2008, og da spesielt i 2011 (S. E. Gabrielsen pers. med.). Det anbefales derfor at planting av øyerogn eller utsetting plommeseekkyngel i Frafjordelva utvikles. I de nye rettingslinjene for utsetting av anadrom fisk fra Miljødirektoratet sies det klart at i vassdrag med en naturlig stor gytebestand skal det ikke settes ut fisk. Estimert andel rømt oppdrettsfisk (andel brukt i simulering av gytebestand) er beregnet til mellom 1 og 10 % i perioden 2000–2011, men i de fleste årene høyere enn 5 % (Anon. 2013). Basert på analyserte skjellprøver fra sportsfisket var andelen 7 % i 2012 (Urdal 2013). Ved gytefisktellingen i 2012 ble imidlertid bare 3 % av laksen definert som oppdrettslaks. I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Frafjordelva ligger periodevis noe over dette i den siste 10-års perioden.



Figur 6. Antall laks og sjørøret fanget (avlivet) i Frafjordelva i perioden 1979 til 2013. Pil angir tidspunkt for start av kalking. Forbud mot fangst av sjørøret fra 2010.

4. Bunndyr

Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Bunndyrovervåkingen i Frafjordelva ble startet våren 1999 og inkluderer 10 stasjoner (Fjellheim & Raddum 2000a). Fem av disse stasjonene er ukalkete stasjoner, resten er kalket. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på forsur-

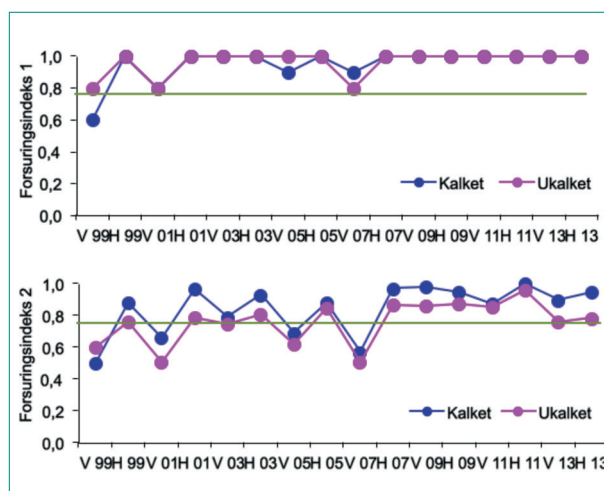
ingsskade og biologisk mangfold. En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

Det ble registrert to døgnfluearter, 11 steinfluearter, og 13 arter/slekter av vårfluer i Frafjordelva i 2013 (vedlegg D1 og D2). Diversiteten i bunndyrprøvene var litt lavere enn det som ble registrert i 2011. Elleve av de registrerte arter/grupper er sensitive overfor forsurening (Fjellheim & Raddum 1990).

Forsuringsindeksene indikerer at økologisk tilstand har vært god i kalket del av vassdraget. I 2013 var forsuringsindeks 1 = 1,0 i de kalkete lokalitetene og i de ukalkete lokalitetene både vår og høst (figur 7). Den sterkt forsuringssensitive døgnfluen *Baetis rhodani* forekom på samtlige stasjoner. Forsuringsindeks 2 var høyere enn 0,9 i de kalkete lokalitetene, mens den var 0,76 (vår) og 0,79 (høst) i de ukalkete lokalitetene, altså litt høyere enn miljømålet. De laveste Indeks 2-verdiene finner vi på de to øverste stasjonene (gjennomsnitt 0,62). Dette viser at bunndyrfaunaen i den ukalkete delen av elva kan være utsatt for subletalt stress og at vassdraget fremdeles er i en ustabil fase.

Undersøkelsene i 1980 (Raddum & Fjellheim 1990) viste at vassdraget den gang var sterkt forsuret. Gjennomsnittet for forsuringsindeks 1 var 0,1. Datamaterialet fra de seneste år viser at bunndyrsamfunnene har hatt en sterk positiv utvikling. Det er spesielt døgnfluens oppblomstring som har vært merkbart. Som eksempel kan nevnes at mens *Baetis rhodani* var fraværende i vassdraget i 1980, var det gjennomsnittlig 43 individer av arten pr. prøve høsten 2013. Dette vil også ha stor betydning for fisken i vassdraget, ettersom døgnfluene, der de finnes, utgjør en viktig del av næringsgrunnlaget for aure- og lakseunger.

Den positive utviklingen i vassdraget kan delvis tilskrives kalkingen, som har bidratt til en mer stabil vannkjemi. Ekspansjonen av sterkt sensitive bunndyrgrupper i de ukalkete



Figur 7. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Frafjordelva i perioden 1999–2013. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand) jf. vannforskriften.

lokalitetene skyldes sannsynligvis en generell forbedring av vannkjemien i nedslagsfeltet. Dette har også gitt utslag i at aurebestander i flere tidligere skadete vatn lenger oppe i nedslagsfeltet nå tar seg opp igjen (E. Enge pers. medd.). I tillegg er ringvirkningene fra kalking av betydning, blant annet ved at forsuringssensitive dyr kan rekolonisere over mindre avstander.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemien

Vannkvaliteten i Frafjordelva i 2013 var stort sett tilfredsstillende ved hovedstasjonen på anadrom strekningen i forhold til vannkvalitetsmålet. En pH-verdi var imidlertid under og én var marginal i forhold til vannkvalitetsmålet. Utover sommeren og høsten ble det målt enkelte høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og 51 % av målingene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. I Brålandselva nedenfor kalkdoserer var ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende. 10 % av pH-verdiene lå under pH-målet, og en verdi i april var marginal i forhold til vannkvalitetsmålet. Innholdet av totalt aluminium i 2013, målt som reaktivt aluminium (Al/R), var lavt (< 45 µg/l). Enkelte forhøyede verdier av giftig aluminium (LAl > 10 µg/l) ble registrert gjennom våren, men pH-verdiene var imidlertid høye ved samme tidspunkt.

Det har tidligere vært stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene ved Eikjeskog, spesielt stasjonen ovenfor doserer. De vannkjemiske målingene kan imidlertid tyde på at det har vært mindre problemer med prøvetakingen i de to siste årene sammenlignet med tidligere.

5.2 Fisk

I 2013 ble det fanget laks og ørretunger på alle stasjonene i Frafjordelva. Ål manglet bare på den øverste stasjonen. Tettheten av laksunger var moderat høy i 2013 sammenlignet med tidligere år, men gjennomsnittlig tetthet kan være underestimert som følge av stigende vannføring under elfisaket på to av stasjonene. Ut fra gytefiskregistreringene og fangst av voksenlaks i 2012 er tettheten av årsyngel i 2013 omtrent som forventet. For ørret fortsatte trenden fra tidligere år med svært lave tettheter av både årsyngel og eldre individer. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er gytebestandsmålet nådd for laksebestanden i Frafjordelva i siste fireårsperiode. Det anbefales derfor at planting av øyerogn eller utsetting plommesekkyngel i Frafjordelva avvikles. Gytefisktellinger i vassdraget gir også en indikasjon på at det har vært en svært bra gytebestand av villaks siden 2008, og da spesielt i 2011.

5.3 Bunndyr

I Frafjordelva er det registrert betydelige endringer i bunndyrsamfunnet i løpet av de siste ti-årene. Blant annet er den sterkt forsuringssensitive døgnfluen Baetis, som var totalt fraværende i 1980, nå dominerende i vassdraget. Situasjonen i den kalkete delen av vassdraget var god i 2013 og forsuringssindeksene her indikerer at miljømålet er nådd. Det biologiske mangfoldet viser enmarkert økning sammenlignet med de første undersøkelsene i 1980. Lavere forsuringssindeks 2 i noen lokaliteter, spesielt om våren, tyder på at bunndyrsamfunnene i vassdraget fortsatt er utsatt for subletalt stress. Dette viser at fortsatt kalking av vassdraget er nødvendig.

5.4 Vurdering av kalking og anbefalinger om tiltak

Overvåkingen av kalkdosereren ved Eikjeskog (Måna) viser at driften kan være svært ustabil. De vannkjemiske målingene tyder imidlertid på at det har vært mindre problemer i de to siste årene sammenlignet med tidligere år. Det er heller ikke meldt om spesielle problemer ved dosereren eller prøvetakingen i 2013. På stasjonene ved Eikjeskog kan det i perioder på vinteren være problematisk å få tatt vannprøver grunnet is og snødekke. Dagens overvåking gir resultater som er lite egnet for å vurdere vannkvaliteten ved Eikjeskog generelt og driften av dosereren spesielt. I siste halvår av 2013 var doseringen av kalk svært lav fra begge anleggene. De vannkjemiske målingene tyder på at dette har fungert bra.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Frafjordelva

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Frafjordelva	344419	6525952	Kalket
Vannkjemi	2	Eikjeskog nedstr doserer	347809	6526034	Kalket
Vannkjemi	3	Eikjeskog oppstr doserer	348520	6527143	Referanse
Vannkjemi	4	Brådland nedstr doserer	347982	6525928	Kalket
Vannkjemi	5	Brådland oppstr doserer	348650	6525650	Referanse
Bunndyr	1	Frafjordelva v Øyren	343815	6525896	Kalket
Bunndyr	2	Bekk fra Giljastølsvatnet	343834	6525733	Referanse
Bunndyr	3	Frafjordelv	344997	6525723	Kalket
Bunndyr	4	Nordalselv	346927	6525758	Referanse
Bunndyr	5	Molaugsvatnet innløp	347134	6525620	Kalket
Bunndyr	6	Brådland nedstr doserer	347986	6525915	Kalket
Bunndyr	7	Brådland oppstr doserer	348827	6527365	Referanse
Bunndyr	8	Eikjeskog nedstr doserer	347907	6526061	Kalket
Bunndyr	9	Eikjeskog oppstr doserer	348686	6525644	Referanse
Bunndyr	10	Måna	349487	6527256	Referanse
Fisk	1	Bråland	348334	6525702	Kalket
Fisk	2	Bråland oppstr Neshølen	348028	6525881	Kalket
Fisk	3	Måna	347789	6526080	Kalket
Fisk	4	Kommedal	347796	6525914	Kalket
Fisk	5	Molaug	347169	6525635	Kalket
Fisk	6	Frafjordelva nedstr Norddalsåna	346779	6525535	Kalket
Fisk	7	Frafjord 1	344979	6525721	Kalket
Fisk	8	Frafjord 2	344714	6526073	Kalket
Fisk	9	Tuptene	344503	6525962	Kalket
Fisk	10	Frafjord nedre	343800	6525900	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Frafjordelva 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Frafjordelva*	07/01/13	6,33	2,72							3,84										
1	Frafjordelva	07/01/13	6,42	2,66	0,122	96	33	26	7	1,5	3,67	0,56	2,26	0,78	3,28	1,74	925	1040	4	1,46	102
1	Frafjordelva	21/01/13	6,32	2,13							3,23										
1	Frafjordelva*	04/02/13	6,73	2,07							4,12										
1	Frafjordelva	04/02/13	6,64	1,68	0,092	65	24	19	5	1,2	3,44	0,50	2,83	0,64	4,83	1,83	450	580	5	1,87	58
1	Frafjordelva	18/02/13	6,38	2,42							3,99										
1	Frafjordelva*	04/03/13	6,27	1,87							3,71										
1	Frafjordelva	04/03/13	6,45	1,65	0,091	64	19	13	6	0,9	3,63	0,55	3,10	0,66	5,40	1,93	510	680	3	2,09	50
1	Frafjordelva	11/03/13	6,33	1,24							3,24										
1	Frafjordelva	18/03/13	6,46	2,75							4,72										
1	Frafjordelva	25/03/13	6,56	1,54							3,29										
1	Frafjordelva*	01/04/13	6,91	4,80							6,75										
1	Frafjordelva	01/04/13	6,69	2,66	0,166	141	7	<5		1,4	4,83	0,67	3,27	1,56	5,10	2,68	720	1270	46	2,87	119
1	Frafjordelva	08/04/13	6,49	3,60							5,24										
1	Frafjordelva	15/04/13	6,73	2,72							4,51										
1	Frafjordelva	22/04/13	6,49	1,00							2,51										
1	Frafjordelva*	06/05/13	6,33	1,46							3,03										
1	Frafjordelva	06/05/13	6,29	1,49	0,068	40	32	25	7	1,2	3,07	0,47	2,79	0,49	4,96	1,38	470	545	2	1,22	45
1	Frafjordelva*	13/05/13	6,44	0,94							2,14										
1	Frafjordelva	13/05/13	6,31	1,03	0,054	25	28	20	8		2,18										
1	Frafjordelva*	20/05/13	6,53	0,72							1,47										
1	Frafjordelva	20/05/13	6,47	0,66	0,056	27	22	14	8		1,46										
1	Frafjordelva*	27/05/13	6,51	1,82							2,46										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
1	Frafjordelva	27/05/13	6,41	1,92	0,090	63	25	16	9	2,57											
1	Frafjordelva*	10/06/13	6,34	3,03						3,64											
1	Frafjordelva	10/06/13	6,57	2,81	0,105	79	25	13	12	1,0	3,55	0,54	1,91	0,73	3,42	1,51	1150	1290	2	1,18	76
1	Frafjordelva	24/06/13	6,73	0,70						1,79											
1	Frafjordelva	01/07/13	6,44	0,74	0,063	35	37	33	4	1,7	1,63	0,22	1,49	0,22	2,05	0,91	210	355	3	0,81	34
1	Frafjordelva	08/07/13	6,78	1,19						1,90											
1	Frafjordelva	22/07/13	6,60	0,74						1,53											
1	Frafjordelva*	05/08/13	6,58	0,89						1,57											
1	Frafjordelva	05/08/13	6,56	0,84	0,061	32	39	35	4	2,2	1,55	0,18	1,52	0,15	1,85	0,96	190	335	3	0,92	41
1	Frafjordelva	19/08/13	6,39	0,67						1,29											
1	Frafjordelva	02/09/13	6,35	0,78						1,73											
1	Frafjordelva	03/09/13	6,60	0,72	0,070	42	45	44	1	2,5	1,74	0,21	1,59	0,22	2,09	0,94	165	550	51	1,13	38
1	Frafjordelva	16/09/13	6,49	1,24						1,96											
1	Frafjordelva*	07/10/13	6,76	1,57						2,07											
1	Frafjordelva	07/10/13	6,69	1,54	0,097	70	27	18	9	1,6	2,08	0,26	1,58	0,25	2,03	1,07	295	430	3	1,13	73
1	Frafjordelva	21/10/13	6,78	1,62						2,20											
1	Frafjordelva	04/11/13	6,31	0,68	0,049	20	41	37	4	1,7	1,57	0,22	1,60	0,15	2,44	0,83	150	235	4	1,13	29
1	Frafjordelva	11/11/13	6,15	5,00						5,56											
1	Frafjordelva	18/11/13	6,13	0,77						1,78											
1	Frafjordelva	25/11/13	6,24	1,15						2,23											
1	Frafjordelva	02/12/13	6,31	0,75	0,052	23	33	30	3	1,3	1,92	0,28	1,89	0,16	3,50	0,89	165	215	3	1,11	18
1	Frafjordelva	09/12/13	6,35	1,36						2,90											
1	Frafjordelva	23/12/13	6,06	0,79						2,33											
2	Eikjeskog nedstr dos	21/01/13	6,14	0,70							1,61										
2	Eikjeskog nedstr dos	04/02/13	6,44	1,04							2,36										
2	Eikjeskog nedstr dos	04/03/13	6,18	0,91							3,09										
2	Eikjeskog nedstr dos	11/03/13	6,38	0,84							2,56										
2	Eikjeskog nedstr dos	18/03/13	6,44	0,82							2,30										
2	Eikjeskog nedstr dos	25/03/13	6,53	1,00							2,37										
2	Eikjeskog nedstr dos	01/04/13	6,53	0,99							2,36										
2	Eikjeskog nedstr dos	08/04/13	6,48	0,98							2,59										
2	Eikjeskog nedstr dos	22/04/13	6,93	8,26							8,43										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
2	Elkjeskog nedstr dos	06/05/13	5,95	2,23							4,68										
2	Elkjeskog nedstr dos	13/05/13	6,49	1,14							2,23										
2	Elkjeskog nedstr dos	20/05/13	6,49	0,74							1,34										
2	Elkjeskog nedstr dos	27/05/13	6,65	1,02							1,49										
2	Elkjeskog nedstr dos	10/06/13	6,55	0,69							1,30										
2	Elkjeskog nedstr dos	24/06/13	6,55	0,59							1,26										
2	Elkjeskog nedstr dos	08/07/13	6,94	1,52							1,60										
2	Elkjeskog nedstr dos	22/07/13	6,62	0,76							1,19										
2	Elkjeskog nedstr dos	05/08/13	6,39	0,90							1,42										
2	Elkjeskog nedstr dos	19/08/13	6,30	0,81							1,27										
2	Elkjeskog nedstr dos	02/09/13	6,24	0,56							1,42										
2	Elkjeskog nedstr dos	16/09/13	6,15	0,85							1,36										
2	Elkjeskog nedstr dos	07/10/13	6,36	0,73							1,27										
2	Elkjeskog nedstr dos	21/10/13	6,70	0,97							1,37										
2	Elkjeskog nedstr dos	11/11/13	6,13	1,69							2,38										
2	Elkjeskog nedstr dos	18/11/13	5,78	1,90							3,13										
2	Elkjeskog nedstr dos	25/11/13	5,94	1,22							2,11										
2	Elkjeskog nedstr dos	09/12/13	6,35	0,96							2,79										
2	Elkjeskog nedstr dos	23/12/13	6,13	1,91							3,24										
3	Elkjeskog oppstr dos	07/01/13	5,54	0,25	0,027	0	29	15	14	0,6	1,57	0,23	1,66	0,11	3,02	0,69	88	131	2	0,68	0
3	Elkjeskog oppstr dos	21/01/13	5,89	0,35							1,73										
3	Elkjeskog oppstr dos*	04/02/13	7,64	8,05							7,55										
3	Elkjeskog oppstr dos	04/02/13	6,16	0,53	0,045	15	18	11	7	0,5	2,48	0,36	2,64	0,18	4,66	1,32	155	215	<1	1,68	6
3	Elkjeskog oppstr dos	18/02/13	6,11	0,48							2,00										
3	Elkjeskog oppstr dos*	04/03/13	5,93	0,67							2,74										
3	Elkjeskog oppstr dos	04/03/13	5,98	0,66	0,043	13	24	15	9	0,6	2,75	0,45	3,01	0,22	5,51	1,48	190	300	<1	1,95	7
3	Elkjeskog oppstr dos	11/03/13	6,10	0,54							2,36										
3	Elkjeskog oppstr dos	18/03/13	6,22	0,54							2,13										
3	Elkjeskog oppstr dos	25/03/13	6,27	0,68							2,14										
3	Elkjeskog oppstr dos*	01/04/13	6,30	0,61							2,10										
3	Elkjeskog oppstr dos	01/04/13	6,25	0,60	0,047	18	12	6	6	0,5	2,15	0,32	2,37	0,17	3,80	1,59	160	205	1	2,25	12
3	Elkjeskog oppstr dos	08/04/13	6,21	0,65							2,34										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
3	Eikjeskog oppstr dos	15/04/13	6,14	0,60							2,43										
3	Eikjeskog oppstr dos	22/04/13	5,88	0,49							2,26										
3	Eikjeskog oppstr dos*	06/05/13	5,83	0,62							2,34										
3	Eikjeskog oppstr dos	06/05/13	5,54	0,44	0,028	0	45	21	24	1,0	2,26	0,35	2,46	0,27	4,48	1,08	185	245	2	1,09	2
3	Eikjeskog oppstr dos	13/05/13	5,61	0,36							1,80										
3	Eikjeskog oppstr dos	20/05/13	5,83	0,23							1,18										
3	Eikjeskog oppstr dos	27/05/13	5,76	0,21							1,14										
3	Eikjeskog oppstr dos*	10/06/13	5,81	0,19							1,03										
3	Eikjeskog oppstr dos	10/06/13	5,77	0,15	0,032	0	19	11	8	0,7	1,03	0,14	1,10	0,11	1,59	0,67	125	205	<1	0,53	2
3	Eikjeskog oppstr dos	24/06/13	5,92	0,21							1,14										
3	Eikjeskog oppstr dos	01/07/13	5,85	0,14	0,037	6	44	36	8	1,7	0,99	0,12	1,13	0,09	1,35	0,74	72	220	3	0,68	10
3	Eikjeskog oppstr dos	08/07/13	6,08	0,19							1,03										
3	Eikjeskog oppstr dos	22/07/13	6,05	0,26							0,98										
3	Eikjeskog oppstr dos*	05/08/13	5,97	0,31							1,07										
3	Eikjeskog oppstr dos	05/08/13	5,94	0,22	0,037	6	40	33	7	1,8	1,08	0,13	1,25	0,08	1,44	0,90	130	260	1	0,81	9
3	Eikjeskog oppstr dos	19/08/13	5,66	0,25							1,01										
3	Eikjeskog oppstr dos	02/09/13	6,06	0,50							1,44										
3	Eikjeskog oppstr dos	03/09/13	5,94	0,34	0,040	10	81	80	1	4,2	1,43	0,20	1,70	0,14	2,04	0,98	70	260	12	1,67	28
3	Eikjeskog oppstr dos	16/09/13	5,87	0,23							1,00										
3	Eikjeskog oppstr dos*	07/10/13	6,11	0,28							1,12										
3	Eikjeskog oppstr dos	07/10/13	6,03	0,24	0,038	8	31	26	5	1,8	1,10	0,15	1,31	0,09	1,53	0,94	79	185	1	1,05	15
3	Eikjeskog oppstr dos	21/10/13	6,19	0,32							1,09										
3	Eikjeskog oppstr dos	04/11/13	5,70	0,18	0,030	0	46	37	9	1,7	1,15	0,17	1,32	0,09	1,98	0,69	58	136	1	0,98	8
3	Eikjeskog oppstr dos	11/11/13	5,91	0,30							1,28										
3	Eikjeskog oppstr dos	25/11/13	5,75	0,31							1,40										
3	Eikjeskog oppstr dos	02/12/13	5,71	0,28	0,034	3	40	27	13	1,1	1,54	0,23	1,67	0,08	2,99	0,73	72	109	3	1,03	3
3	Eikjeskog oppstr dos	09/12/13	5,80	0,63							3,29										
3	Eikjeskog oppstr dos	23/12/13	5,65	0,40							2,00										
4	Brådlånd nedstr dos	07/01/13	6,28	0,49							1,47										
4	Brådlånd nedstr dos	21/01/13	6,33	0,68							1,62										
4	Brådlånd nedstr dos	04/02/13	6,38	0,73							1,98										
4	Brådlånd nedstr dos	04/03/13	6,08	0,91							2,74										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Brådlånd nedstr dos	11/03/13	6,30	0,86							2,21										
4	Brådlånd nedstr dos	18/03/13	6,26	0,77							1,95										
4	Brådlånd nedstr dos	25/03/13	6,39	0,90							1,98										
4	Brådlånd nedstr dos	01/04/13	6,26	0,85							2,03										
4	Brådlånd nedstr dos	08/04/13	6,24	0,74							2,30										
4	Brådlånd nedstr dos	15/04/13	6,33	1,00							2,44										
4	Brådlånd nedstr dos	22/04/13	6,64	1,15							2,41										
4	Brådlånd nedstr dos	06/05/13	6,52	1,29							2,67										
4	Brådlånd nedstr dos	13/05/13	6,41	0,89							1,82										
4	Brådlånd nedstr dos	20/05/13	6,73	1,09							1,56										
4	Brådlånd nedstr dos	27/05/13	6,67	1,09							1,58										
4	Brådlånd nedstr dos	10/06/13	6,44	0,59							1,30										
4	Brådlånd nedstr dos	24/06/13	6,22	0,40							1,17										
4	Brådlånd nedstr dos	08/07/13	6,57	0,74							1,32										
4	Brådlånd nedstr dos	22/07/13	6,44	0,60							1,17										
4	Brådlånd nedstr dos	05/08/13	6,36	0,53							1,08										
4	Brådlånd nedstr dos	19/08/13	6,20	0,48							0,96										
4	Brådlånd nedstr dos	02/09/13	6,37	0,68							1,24										
4	Brådlånd nedstr dos	16/09/13	6,45	0,61							1,08										
4	Brådlånd nedstr dos	07/10/13	6,55	0,68							1,21										
4	Brådlånd nedstr dos	21/10/13	6,66	0,97							1,36										
4	Brådlånd nedstr dos	11/11/13	6,38	0,77							1,49										
4	Brådlånd nedstr dos	18/11/13	6,39	0,72							1,44										
4	Brådlånd nedstr dos	25/11/13	6,42	0,84							1,53										
4	Brådlånd nedstr dos	09/12/13	6,31	0,87							2,27										
4	Brådlånd nedstr dos	23/12/13	6,16	0,79							2,19										
5	Brådlånd oppstr dos	07/01/13	5,85	0,24							1,39										
5	Brådlånd oppstr dos	21/01/13	5,94	0,38							1,49										
5	Brådlånd oppstr dos	04/02/13	6,19	0,48							1,89										
5	Brådlånd oppstr dos	18/02/13	6,05	0,46							1,65										
5	Brådlånd oppstr dos	04/03/13	5,82	0,70							2,59										
5	Brådlånd oppstr dos	11/03/13	6,07	0,55							2,06										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
5	Brådlånd oppstr dos	18/03/13	6,09	0,55							1,84										
5	Brådlånd oppstr dos	25/03/13	6,15	0,65							1,83										
5	Brådlånd oppstr dos	01/04/13	6,10	0,65							1,97										
5	Brådlånd oppstr dos	08/04/13	6,06	0,59							2,19										
5	Brådlånd oppstr dos	15/04/13	6,00	0,70							2,40										
5	Brådlånd oppstr dos	22/04/13	5,69	0,42							2,14										
5	Brådlånd oppstr dos	06/05/13	5,59	0,55							2,41										
5	Brådlånd oppstr dos	13/05/13	5,61	0,31							1,65										
5	Brådlånd oppstr dos	20/05/13	5,75	0,23							1,24										
5	Brådlånd oppstr dos	10/06/13	5,81	0,22							1,17										
5	Brådlånd oppstr dos	24/06/13	5,85	0,24							1,11										
5	Brådlånd oppstr dos	08/07/13	6,04	0,22							1,07										
5	Brådlånd oppstr dos	22/07/13	5,99	0,24							1,02										
5	Brådlånd oppstr dos	05/08/13	5,99	0,26							1,00										
5	Brådlånd oppstr dos	19/08/13	5,81	0,25							0,89										
5	Brådlånd oppstr dos	02/09/13	5,92	0,34							1,13										
5	Brådlånd oppstr dos	16/09/13	5,89	0,26							0,97										
5	Brådlånd oppstr dos	07/10/13	6,09	0,28							1,02										
5	Brådlånd oppstr dos	21/10/13	6,20	0,37							1,08										
5	Brådlånd oppstr dos	11/11/13	5,83	0,38							1,35										
5	Brådlånd oppstr dos	25/11/13	5,85	0,40							1,35										
5	Brådlånd oppstr dos	09/12/13	5,71	0,45							2,18										
5	Brådlånd oppstr dos	23/12/13	5,50	0,45							2,18										

*Prøveresultatene er ikke tatt med i figur eller beregning av middelvei (gjelder datoer med doble analyser)

Vedlegg C. Primærdata - fisk i Frafjordelva 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Frafjordelva 6. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved kalkdosereren i Måna var 5,7-15,8 m³/s og i Brålandsåna 0,6-49,0 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg				Totalt	Snitt	SD	min
1	13,8°C	0+	41	9	7	57	3,8	0,65	41,9	3,6	33	49
120 m²	0,64mS/m	>0+	12	3	3	18	3,6	0,57	100,8	30,7	67	154
2	14,1°C	0+	22	13	9	44	20,3	0,37	40,4	2,9	35	47
120 m²	0,66mS/m	>0+	19	6	4	29	4,2	0,58	86,9	23,2	60	137
3	13,9°C	0+	27	14	9	50	15,4	0,43	45,2	3,3	38	52
108 m²	0,61mS/m	>0+	15	14	4	33	14,9	0,41	100,5	25,1	73	143
4	13,5°C	0+	33	17	5	55	6,0	0,57	42,5	3,9	35	52
120 m²	0,91mS/m	>0+	13	5	6	24	15,4	0,36	91,3	24,8	68	138
6	13,6°C	0+	27	10	4	41	4,7	0,62	47,4	4,3	38	56
100 m²	0,52mS/m	>0+	7	5	3	15	17,8	0,34	88,1	19,2	68	128
7	13,8°C	0+*	22	19	15	56	7,8	0,54	46,5	4,1	38	58
100 m²	1,30mS/m	>0+	26	7	1	34	1,5	0,77	77,4	12,6	60	106
8	14,1°C	0+	17	9	2	28	4,5	0,60	51,0	4,1	38	57
100 m²	1,28mS/m	>0+	13	5	3	21	5,4	0,54	83,7	13,8	65	108
9	14,1°C	0+	32	15	7	54	9,3	0,53	45,5	3,9	39	59
100 m²	1,40mS/m	>0+	23	15	4	42	8,7	0,52	81,0	17,9	61	130
10**	-°C	0+	19	9	4,1	32,1	6,6	0,53	44,4	4,0	36	58
108 m²	-	>0+	22	6	2,8	31,9	2,8	0,67	90,7	24,1	60	140
Total**		0+	240	115	62,1	417,1	3,3	0,50	44,9	4,7	33	59
976 m²		>0+	150	66	30,9	246,9	1,8	0,55	88,1	22,5	60	154

* Lav fangbarhet (p<0,3) og samtidig høyt konfidensintervall (>75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Frafordelva 6. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved kalkdosereren i Måna var 5,7–15,8 m³/s og i Brålandsåna 0,6–49,0 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
1	13,8°C	0+	5	1	1	7	6,1	1,5	0,63	46,7	3,4	43	52
120 m²	0,64mS/m	>0+	10	3	0	13	10,9	0,6	0,80	101,3	28,9	77	173
2	14,1°C	0+	4	1	0	5	4,2	0,3	0,82	48,0	5,2	43	56
120 m²	0,66mS/m	>0+*	2	2	1	5	2,7	0,5	0,73	111,2	21,3	85	136
3	13,9°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
108 m²	0,61mS/m	>0+	1	1	0	2	2,0	1,3	0,57	132,0	19,8	118	146
4	13,5°C	0+	8	0	2	10	8,7	1,6	0,65	43,5	3,2	39	48
120 m²	0,91mS/m	>0+	8	2	2	12	10,9	3,0	0,57	103,4	23,5	74	138
6	13,6°C	0+	2	4	0	6	7,6	6,9	0,41	54,2	5,2	48	60
100 m²	0,52mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
7	13,8°C	0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	55,5	0,7	55	56
100 m²	1,30mS/m	>0+*	1	0	2	3	1,9	0,6	0,71	82,0	4,6	77	86
8	14,1°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
100 m²	1,28mS/m	>0+	3	0	0	3	3,0	0,0	1,00	88,0	6,2	81	93
9	14,1°C	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
100 m²	1,40mS/m	>0+	2	1	0	3	3,1	0,7	0,71	85,3	8,1	78	94
10**	- °C	0+	1	0	0	1	0,9	0,0	1,00	61,0		61	61
108 m²	-	>0+	11	3	0,9	14,9	14,1	1,3	0,72	123,0	26,4	88	161
Total**		0+	22	6	3	31	3,3	0,3	0,66	48,4	6,1	39	61
976 m²		>0+	38	12	5,9	55,9	6,0	0,5	0,63	106,7	26,3	74	173

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg D. Primærdata – bunndyr i Frafjordelva 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 28.05.2013.

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nematoda										1
	Oligochaeta	5	5	1			1		2	2	3
	Acari	8	1		2	3			3	2	2
	Ephemeroptera										
***	<i>Baetis rhodani</i>	35	52	24	78	97	21	30	69	19	10
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>	9		4							
	Plecoptera										
	<i>Amphinemura borealis</i>	30	50	18	114	33	15	21	53	32	8
	<i>Amphinemura sulciollis</i>	1	3	2	1	10	15	19	27	18	9
	<i>Leuctra hippopus</i>		3	2	1		7	5	1	10	4
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	63	4	5	6	1				11	18
	<i>Brachyptera risi</i>	13	101	16	4	37	29	48	107	54	57
	<i>Protonemura meyeri</i>		5		1	1	3	4		5	
	<i>Nemoura cinerea</i>							1	1		
	Nemouridae indet.		9								1
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	24	3	7				4		1
**	<i>Diura nanseni</i>							1			
**	<i>Isoperla grammatica</i>	6		5							
**	Perlodidae indet.	1			1				2	2	6
	Trichoptera										
	<i>Rhyacophila nubila</i>	4	8	4	10	2		1		7	1
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3		1	4						
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		3		1						
	<i>Oxyethira</i> sp.	7									
	<i>Potamophylax cingulatus</i>	1					1				
	<i>Potamophylax latipennis</i>	4				1					
	<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	1									
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>				2						
**	<i>Apatania</i> sp.					1					
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>	6		1	27						
	Chironomidae	228	71	189	170	71	32	65	36	81	160
	Ceratopogonidae		1								
	Simuliidae	11	37	25	55	42	33	42	125	153	167
	Tipuloidea										
	<i>Tipula</i> sp.	1									1
	<i>Dicranota</i> sp.								1	5	5
	Diptera										
	Empididae indet.	10	26	11	8	5	7	1	4	2	1
	Coleoptera										
	<i>Elmis aenea</i>	1									
	Collembola									1	
	Sum	449	403	311	492	304	164	238	435	404	455
	Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	0,82	0,76	1,00	1,00	1,00	0,80	0,81	0,86	0,65	0,60

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

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 06.11.2013.

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Turbellaria										
**	<i>Crenobia alpina</i>								1		
	Nematoda		1	4	1	1		3	3	1	2
	Oligochaeta	4	3	3	3	3		1	4	7	2
	Acari	4		1			4			2	
	Ephemeroptera										
***	<i>Baetis rhodani</i>	17	34	22	50	43	85	71	68	27	7
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>	3		13		4	3				
	Heptagenidae indet.	2					2				
	Plecoptera										
	<i>Amphinemura borealis</i>	19	33	11	16	4	7	4	12	6	11
	<i>Amphinemura sulciollis</i>	10	33	12	5	6	22	16	25	61	35
	<i>Leuctra hippopus</i>	33	53	1	7	1	3	6	23	27	28
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>			8		1		4	7	15	7
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>									2	1
	<i>Brachyptera risi</i>	3	8	3	11	6	14	47	35	51	49
	<i>Protonemura meyeri</i>	5	28		8	1	3	1	4	1	
	<i>Nemoura cinerea</i>								1		1
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	4	1	1					3	
**	<i>Diura nanseni</i>			1		2		2	1	2	
**	<i>Isoperla grammatica</i>	3		2	1		1		5		
	Trichoptera										
	<i>Rhyacophila nubila</i>		6	4	1		3		2	1	
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1	2			7			1	2
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		3								
	<i>Oxyethira</i> sp.	8		10							
	<i>Potamophylax cingulatus</i>			1		1					
	<i>Potamophylax latipennis</i>	1			1				1		
	<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	2									
	Limnephilidae indet.								1	1	
**	<i>Agapetus ochripes</i>	1									
**	<i>Ithytrichia lamellaris</i>			4		1					
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>				4	3	1				
**	<i>Apatania</i> sp.					1					
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>			3							
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>	2	7	4	20						
**	<i>Hydropsyche</i> sp.			4							
	Chironomidae	148	52	99	90	54	43	14	58	19	40
	Ceratopogonidae		1								
	Simuliidae	4	21	3	8	4	3	50	20	34	8
	Tipuloidea										
	<i>Tipula</i> sp.			2						1	1
	<i>Dicranota</i> sp.	1	2					3	2		1
	Diptera										
	Empididae indet.	4	5	2	5		1	1	1		
	Collembola			1					1		
	Crustacea										
	<i>Bosmina</i> sp.		1		1						
	Sum	275	296	221	233	136	202	223	275	262	195
	Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	0,74	0,71	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,66	0,55

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

17. Espedalselva

Koordinator: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Espedalselva	
Vassdragsnr.:	030.4z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	138 km ² (før regulering)
Vassdragsregulering:	Øvre deler av Fossåna er overført til vassdrag i øst.
Spesifikk avrenning:	61,66 l/s/km ²
Middelvannføring:	12,2 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 12 km i Espedalselva (endepunkt Røssdalsvatn) og i underkant av 1 km i Vinddøla.
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen var truet
Tiltaksplan:	Ukjent
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:	En kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. 14 vatn ble kalket i 1995/96, og fortsatt kalkes noen innsjøer. Kalkdoserer i hovedelva ved Løland, nedstrøms utløpet av Espedalsvatn, samt en enkel kalkdoserer i sidevassdraget Vinddøla. Siden 2006 har kalkdoseringen ved Løland gradvis blitt redusert på sommeren/høsten. Dosereren har ikke vært i drift i perioden 1.6-31.12.2013 og det var betydelig reduksjon i kalkdoser fra anlegget i Vinddøla i samme periode.

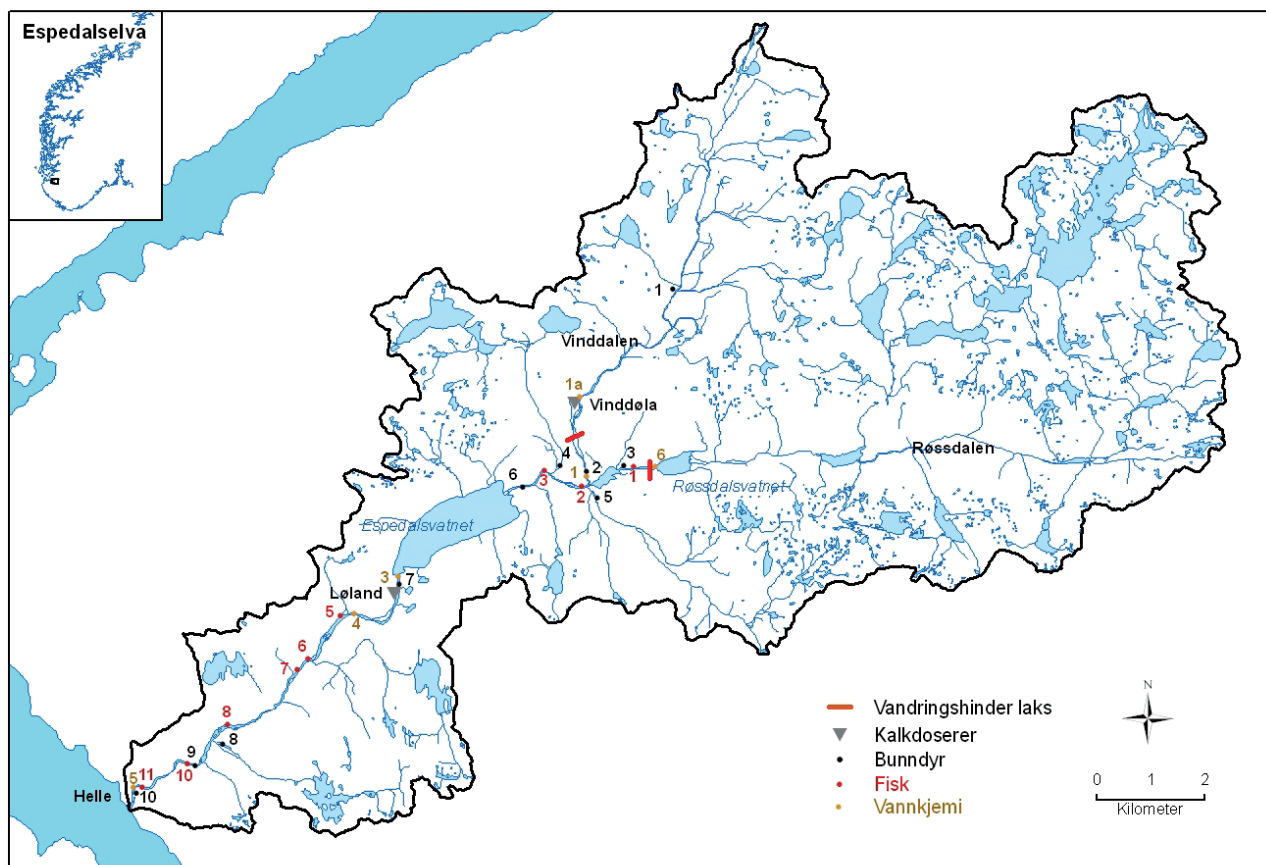
En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Årlig kalkforbruk i Espedalselva har variert mellom 213 og 408 tonn CaCO₃ i siste femårs periode (**tabell 1**). Om lag 90 % av CaCO₃ mengden ble i 2013 spredd via de to dosererne Vinddøla og Løland, mens det resterende var innsjøkalking. Det ble benyttet Biokalk i de åtte innsjøene og VK3 ved de to dosererne (hhv. 69 % og 99 % CaCO₃-innhold).

Det ble registrert 2247 mm nedbør i 2013 på meteorologisk stasjon 43810 Maudal, men månedsnedbør for desember er ikke inkludert (mangler pr februar 2014, met.no 2014). Normalen for årsnedbør på denne stasjonen er 2818 mm nedbør. Februar og mars var langt tørrere enn normalen, men også januar og juli hadde nedbørsmengder under normalen. De øvrige månedene var om lag som normalen eller høyere. I april kom det 248 mm, og det er en dobling i forhold til normalen.

Tabell 1. Kalkforbruk i Espedalselva for perioden 2009-2013 omregnet til tonn CaCO₃. Tallene i parentes er antall kalkede innsjøer. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	208	283	160	354	238
Innsjøkalking	70	58	53 (8)	54 (8)	28 (8)
Sum kalkforbruk	278	341	213	408	265



Figur 1. Espedalselva med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård og Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

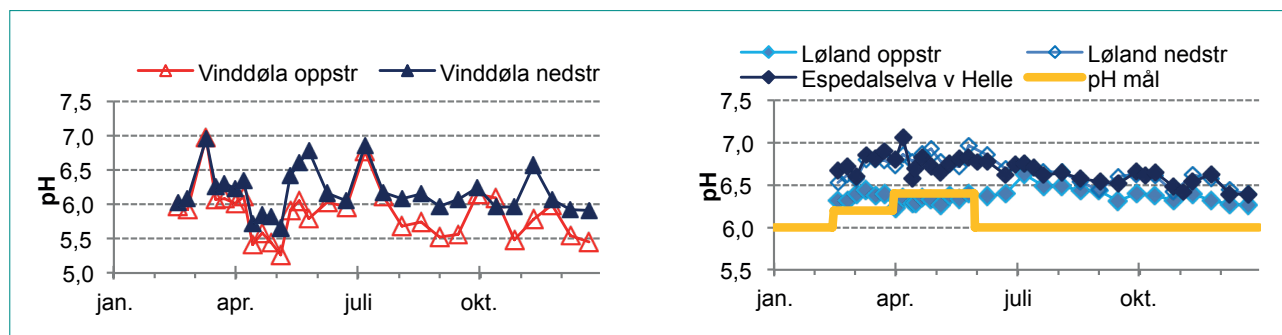
Espedalselva ble i 1972 inkludert i DN/NINAs vannkjemiske overvåkingsprogram "Elveserien" med én målestasjon i vassdragets utløp (nåværende stasjon 5), og ble fra 1995 videreført som en del av kalkingsovervåkingen. I 2013 ble vannkjemien i vassdraget overvåket på totalt seks stasjoner (figur 1).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Vannkvaliteten nederst i vassdraget, ved Helle, og nedstrøms kalkdosereren ved Løland var i 2013 tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget (figur 2, vedlegg B). Det ble også i 2013 målt enkelte svært lave pH-verdier nedenfor kalkdoseringsanlegget i Vinddøla og det er stor variasjon gjennom året (figur 2, tabell 2). Hele 24 % av pH-verdiene var her 0,1-0,7 pH-enheter under vannkvalitetsmålet.

Med enkelte unntak var det marginale forskjeller i pH målt på stasjonen ved Helle og nedstrøms dosereren ved Løland (figur 2, vedlegg B). Ved begge stasjonene varierte pH rundt 6,7 i måleperioden (tabell 2). Innholdet av aluminium var lavt gjennom hele prøvetakingsperioden, men enkelte forhøyede verdier av giftig aluminium i perioden mars-mai (LAI: 9-13 µg/l) indikerer moderat økologisk tilstand for lakseførende vassdrag (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, veileder 02:2013).. Det ble ikke registrert forhøyede verdier av verken klorid (Cl) eller natrium (Na), men disse parameterne er ikke målt ved alle tidspunkt.

Innholdet av nitrogen (Tot-N), fosfor (Tot-P) og organisk karbon (TOC), viser at Espedalselva er et næringsfattig klarvannsvassdrag (vedlegg B). En svært høy verdi av Tot-P (166 µg/l) i juni kan være forårsaket av bunnsubstrat i prøven.



Figur 2. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdoseringsanleggene i Vinddøla (venstre panel) og Løland samt nederst i Espedalselva ved Helle i 2013 sammenholdt med pH-målet (høyre panel). Syv prøver fra Vinddøla er antatt ombyttet (se vedlegg B).

Den øvre delen av Espedalselva er viktig for produksjonen av sjøaure i vassdraget. Vannkjemiske målinger fra utløpet av Røssdalsvatn har tidligere vist at vannkvaliteten her kan være svært dårlig med lav pH og høyt innhold av giftig aluminium

(Saksgård & Schartau 2013). I 2013 var pH over 6,0 og innholdet av giftig aluminium var < 9 µg/l (**tabell 2, vedlegg B**) og indikerer god økologisk tilstand for lakseførende vassdrag (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, veileder 02:2013).

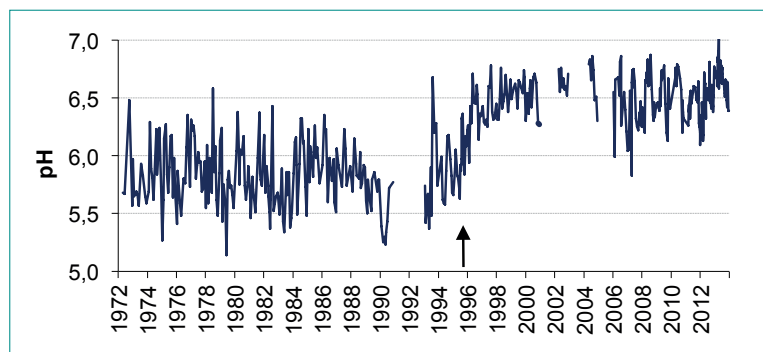
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Espedalselva i 2013. Syv prøver fra Vinddøla er antatt ombyttet (se vedlegg B).

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
1a	Vinddøla oppstr doserer	Mid	5,75	0,40				
		Min	5,26	0,21				
		Maks	6,97	1,38				
		N	29	29				
1	Vinddøla nedstr doserer	Mid	6,08	0,65				
		Min	5,65	0,26				
		Maks	6,95	1,38				
		N	29	29				
3	Løland oppstr doserer	Mid	6,36	0,69				
		Min	6,23	0,59				
		Maks	6,63	0,89				
		N	31	31				
4	Løland nedstr doserer	Mid	6,65	1,46				
		Min	6,39	0,82				
		Maks	6,97	2,32				
		N	30	30				
5	Espedalselva v Helle	Mid	6,65	1,24	53	7	1,3	57
		Min	6,39	0,78	27	3	0,9	37
		Maks	7,06	2,21	95	13	2,1	86
		N	36	36	16	16	10	10
6	Røssdalsvatn utløp	Mid	6,19	0,56	16	5		
		Min	6,06	0,42	0	3		
		Maks	6,36	0,81	26	8		
		N	9	9	9	9		

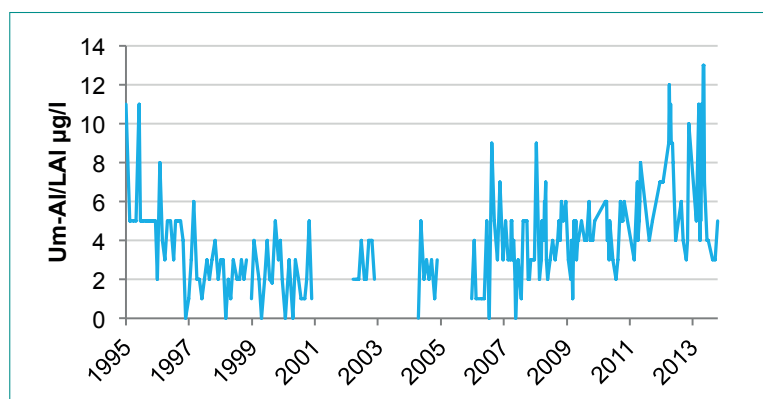
2.2 Langtidstrender

Espedalselva har hatt en positiv utvikling i vannkvaliteten etter at kalkingen kom i gang. Nederst i vassdraget ved Helle var pH før kalking stort sett <6,0, og episoder med svært lav pH ble registrert (**figur 3**). På 1980 tallet ble det målt konsentrasjoner av totalt aluminium (Tr-Al/Tot Al) på over 100 µg/l (Saksgård & Schartau 2011). Utover 1990-tallet og frem til i dag er det sjeldent målt tilsvarende høye konsen-

trasjoner med unntak av en sjøsaltepisode i 2006 da det ble registrert aluminiumsverdier >200 µg/l (Saksgård & Schartau 2011). Konsentrasjonen av giftig aluminium har med unntak av enkelte forhøyede verdier de to siste årene vært lav i hele undersøkelsesperioden med verdier stort sett <6 µg/l (**figur 4**). Det er uklart om periodevis noe høyere verdier de siste årene har sammenheng med skifte av analyselaboratorium og metode for analyse av giftig aluminium fra sommeren 2011.



Figur 3. pH i Espedals-elva ved Helle (st. 5) i perioden 1972-2013. Pil angir tidspunkt for første større innsjøkalking i vassdraget.



Figur 4. Konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al/LAI) i Espedalselva ved Helle (st. 5) i perioden 1995-2013

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeider: Laila Saksgård (NINA)

Lave fangster av laks og sjørøtt ble rapportert på slutten av 1800-tallet, og de holdt seg stort sett under 500 kg fram til 1950-tallet. På 1960-tallet ble det rapportert om større fangster, men fram til 1980-tallet var likevel fangstene generelt lave. Laksen har aldri vært helt borte fra vassdraget. Overvåking av ungfiskbestanden i forhold til forsurening ble gjennomført i perioden 1989-1994 (Persson 1993, Helgøy & Enge 1995, Helgøy 1999). Den årlige overvåkingen av ungfisk av laks og ørret startet i 1995 i forbindelse med kalkingstiltakene i vassdraget (Larsen 1998a). I perioden 1995-2007 ble det årlig satt ut mellom 20 og 95 tusen

laksyngel, hovedsakelig nedenfor Espedalsvatnet (Saltveit mfl. 2011). I 2009 ble det plantet 58 tusen rogn og satt ut 90 tusen plommeseekkyngel, og i de fire siste årene er det plantet mellom 37 og 125 tusen øyerogn (100 tusen i 2013) fordelt på hele lakseførende strekning. Utsettingene er utført på frivillig basis av den lokale jeger og fiskeforeningen

3.1 Ungfisk

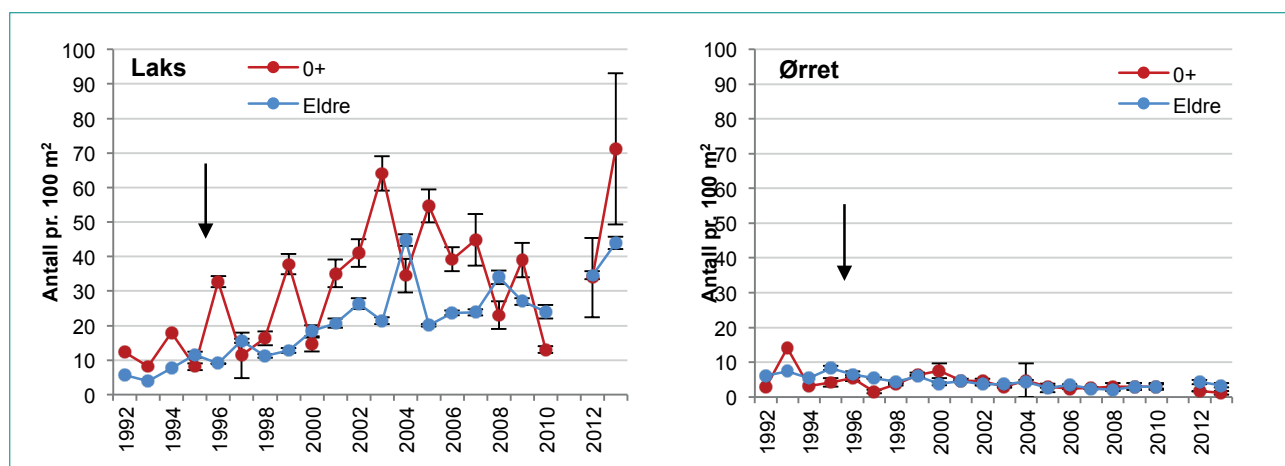
I 2013 ble det fanget laksunger på alle stasjonene i Espedals-elva. Ørret ble funnet på sju av de ni stasjonene, mens ål bare ble registrert på tre av stasjonene (**tabell 3**). Tettheten av laksunger var høy i 2013, og for årsyngel (0+) er det den høyeste som er registrert noen gang (**figur 5**). I likhet med de foregående år var tettheten av ørretunger svært lav for alle årsklasser (**figur 5**). Tettheten av laksyngel har variert en del mellom år, men har på 2000-tallet stort sett vært høyere enn 30 individer pr. 100 m². Det har vært en generell økning i tettheten av eldre laksunger (≥1+) i overvåkings-

perioden, og i 2013 var beregnet tetthet 44 individ pr. 100 m². Antall stasjoner har variert noe mellom år (8-11 stasjoner), og dette kan ha en viss betydning for variasjon i tetthetsestimatene (Saltveit mfl. 2007, 2009). Under gjennomføringen av elfisket i 2013 var vanntemperaturen mellom 7,1 og 12,0 °C (**vedlegg C**). Dette er innenfor det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Ledningsevnen var lav og varierte mellom 0,9 mS/m og 1,3 mS/m (**vedlegg C**). Det ble talt henholdsvis 1170 og 850 laks under dykking høsten 2011 og 2012 i Espedalselva (S.E. Gabrielsen pers. med.), og bestanden må betegnes som stor. Ut fra gytefisktellene og fangst av voksen laks i 2012 er tettheten av årsyngel i 2013 som forventet. Det er imidlertid stor variasjon i tetthet mellom stasjonene og konfidensintervallet er stort i 2013 sammenlignet med tidligere år.

Variasjon i tetthet mellom stasjonene henger sannsynligvis sammen med hvor det har vært gyting høsten før og hvor det har blitt plantet øyerogn. Det høye konfidensintervallet kan også henge sammen med at det i felt ble gjort anmerkninger om stor dekningsgrad (66-100 %) med hensyn til alger og/eller moser på elfiskestasjonene. Alger og moser gjør det vanskeligere å observere og fange fisk, spesielt de minste størrelsesgruppene. Dekningsgraden av alger og moser var mindre i 2012 (0-66 %). Det er imidlertid uvisst hvordan dette har vært tidligere år og hvor mye det kan ha påvirket fangbarheten. Det er uvisst i hvor stor grad utsetting av laksyngel og planting av øyerogn har påvirket tettheten av laksyngel mellom år, men det har med stor sannsynlighet påvirket tetthetsestimatene.

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet pr. 100 m² av laks og ørret på 9 stasjoner i Espedalselva 30.9-1.10.2013.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	120	7	2	0	0,0	9,7	0,0	2,6
2	100	161	12	0	82,0	81,4	7,0	3,0
3	100	132	14	2	33,4	108,8	0,0	15,2
5	105	38	1	0	34,1	36,6	0,0	1,7
6	104	78	1	1	33,0	41,4	0,0	1,0
7	100	55	0	1	33,6	26,1	0,0	0,0
8	126	91	4	0	99,6	16,9	0,0	3,2
10	100	56	0	0	42,6	21,8	0,0	0,0
11	100	63	5	0	28,4	43,4	2,6	2,2
Sum (2-11)	835	674	37	4				
Tetthet 1					71,2±21,9	43,9±1,8	1,2±0,5	3,4±0,6
Tetthet 2					48,3±26,9	45,5±32,8	1,2±2,5	3,2±5,0



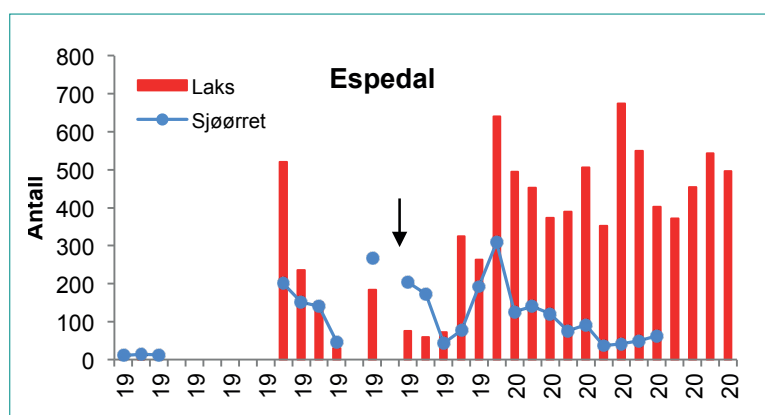
Figur 5. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Espedalselva i perioden 1992-2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006a) og perioden 2006-2010 fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for første større innsjøkalking i vassdraget.

3.2 Fangststatistikk

Det ble ikke rapportert fangster av laks i perioden 1979 til 1987, men i 1988 ble det derimot fanget mer enn 500 laks (**figur 6**). Fangstene var deretter lave helt frem til tre år etter at den første innsjøkalkingen ble satt i verk i 1995. Gjennom hele 2000-tallet har fangstene av laks ligget mellom 350 og 700 individer (tilsvarer mellom 1,4 og 3,2 tonn). Sjørørret-fangstene var svært variable på 1990-tallet, men deretter med en klar nedgang i perioden fra 2001 til 2009. Senere har sjørørreten vært fredet i Espedalselva.

I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er gytebestandsmålet nådd for laksen i Espedalselva i perioden 2010–2012 og bestanden tåler sannsynligvis en høyere beskatning (Anon. 2013). Gjennomsnittlig oppnåelse de siste fire årene

er beregnet til 100 %. Det anbefales derfor at planting av øyeroegn eller utsetting plommeseekkyngel i Espedalselva avvikles. I de nye rettingslinjene for utsetting av anadrom fisk fra Miljødirektoratet sies det klart at i vassdrag med en naturlig stor gytebestand skal det ikke settes ut fisk. Analyserte skjellprøver fra sportsfisket i Espedalselva i perioden 2005–2012 viste en årlig andel på mindre enn 5 % oppdrettslaks, 0 % i 2012 (Urdal 2013). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Enkelte år kan andelen ligge noe høyere enn dette, men estimatene som vitenskapelig råd oppgir er i noen år basert på færre enn 20 skjellprøver (Anon. 2013). Ved gytefisktellingene i 2012 ble ingen av de 850 observerte laksene definert som oppdrettsfisk (S.E. Gabrielsen pers. medd.).



Figur 6. Antall laks og sjørørret fanget (avlivet) i Espedalselva i perioden 1979 til 2012. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

4. Bunndyr

Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Bunndyroversvåkingen i Espedalselva ble startet våren 1998. Det er valgt ut 10 stasjoner hvorav fem er ukalket (**figur 1**). Stasjonsnettet er nærmere beskrevet av Fjellheim & Raddum (1999). Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på forursingsskade og biologisk mangfold. En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

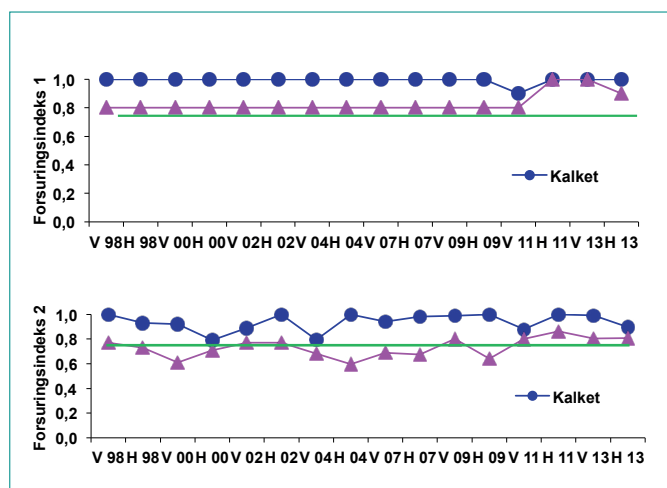
Det ble registrert 3 døgnfluearter, 11 steinfluearter, og 15 arter/slekter av vårfluer i Espedalselva i 2013 (**vedlegg D1** og **D2**). Bunndyrmangfoldet var litt lavere enn det som ble registrert i forrige undersøkelse (Fjellheim m. fl. 2012b). Tolv av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forursing (Fjellheim & Raddum 1990), litt færre enn ved forrige undersøkelse.

Forsuringsindeksene indikerer at økologisk tilstand hele tiden har vært god i kalket del av vassdraget. I 2013 viste bunndyrsamfunnene små tegn på skade i den kalkete delen, indeks 1 = 1,0 (**figur 7**).

De ukalkete stasjonene hadde indeks 1 = 1,0 og 0,9 henholdsvis vår og høst. Den litt lavere indeksverdien om høsten skyldes fravær av den sterkt forursingssensitive døgnfluen *Baetis rhodani* på stasjon 1 (Vinddøla). *B. rhodani* ble ikke registrert på denne lokaliteten i perioden før 2011. Arten ser ut til å være i en etableringsfase i lokaliteten.

Indeks 2 verdiene i den ukalkete delen av vassdraget har vært ustabile gjennom hele måleperioden, men ser ut til å ha stabilisert seg på et akseptabelt nivå i de senere år (**figur 7**). Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres som påvirket av forursing. Indeks 2 var her 0,51 om våren og 0,50 om høsten. Dette viser at det er fortsatt behov for kalking av dette sidevassdraget. Det biologiske mangfoldet i de ukalkete stasjonene er økende, men det blir fremdeles registrert dobbelt så mange sensitive bunndyr i de lokalitetene som blir kalket.

En sammenligning med data fra Espedalselva i forbindelse med Verneplan 4 i august 1989 (Raddum & Fjellheim 1990) viser at vassdraget den gang hadde lavere arts mangfold med færre arter av stein-, døgn- og vårfluer. Innslaget av forursingssensitive dyr var også lavere og gjennomsnittets forsuringsindeks (indeks 1) for alle stasjonene var 0,54 mot 0,98 i 2013. Selv om stasjonsnettet var noe forskjellig, er det sannsynlig at bunndyrsamfunnene i vassdraget er mindre forursingsskadet nå sammenlignet med 1989 og at kalkingen av vassdraget er hovedårsaken til denne bedringen.



Figur 7. Gjenomsnittlig forsøringsindeks for stasjonene i Espedalselva i perioden 1998–2013. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand) jf. vannforskriften.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Det har vært en gradvis positiv utvikling i vannkjemien i Espedalselva etter at kalkingen startet i 1995. Nederst i vassdraget, ved Helle, var vannkvaliteten i 2013 god i hele måleperioden. Vannkvaliteten var også tilfredsstillende for den delen av vassdraget som ligger nedstrøms kalkdosereren ved Løland. Konsentrasjonen av giftig aluminium var noe forhøyet i smoltifiseringsperioden nederst i vassdraget (LAI 9–13 µg/l). Det ble ikke registrert forhøyede verdier av verken klorid eller natrium, men disse parameterne er ikke målt ved alle tidspunkt. Det er fortsatt dype fall i pH nedenfor kalkdoseringsanlegget i Vinddøla og til dels store variasjoner i pH. 24 % av pH-verdiene viste et negativt avvik fra pH-målet med mer enn 0,1 pH-enheter. Fra Vinddøla finnes ingen aluminiumsmålinger. Vannkvaliteten ved utløpet av Røssdalsvatn kan enkelte år være svært ugunstig for fisk og andre vannlevende organismer, men var imidlertid tilfredsstillende i 2013.

5.2 Fisk

Generelt sett har kalkingstiltaket ført til en økt tetthet av laksunger i Espedalselva. I 2013 ble det fanget laksunger på alle stasjonene. Ørret ble funnet på sju av de ni stasjonene, mens ål ble registrert bare på tre av stasjonene i Espedalselva. Tettheten av laksunger var høy, og for årsyngel er det den høyeste som er registrert noen gang. I likhet med de foregående år var tettheten av ørretunger svært lav for alle årsklasser. Ut fra gytefisketellingene og fangst av voksen laks i 2012 er tettheten av årsyngel i 2013 som forventet. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er gytebestandsmålet nådd for laksen i Espedalselva, og bestanden tåler sannsynligvis en høyere beskatning. Det anbefales derfor at planting av øyerogn eller utsetting plommesekeyngel i Espedalselva avvikes.

5.3 Bunndyr

Overvåkingen av Espedalselva i 2013 bekrefter at den kalkete delen elva har hatt små skader på bunndyrsamfunnene i hele overvåkingsperioden. De ukalkete stasjonene hadde noe lavere indeksverdier, men også her er det biologiske mangfoldet økende. Forsøringsindeksene indikerer at miljømålet er nådd. Dette viser at kalkingen har vært vellykket. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må karakteriseres å være sur i 2013, men noe bedre enn tidligere år. Det er fortsatt behov for kalking av denne delen av vassdraget. En sammenligning med data fra undersøkelser i 1989 viser at artsmangfoldet i vassdraget har økt. Selv om stasjonsnettet er endret, er det sannsynlig at forsuringsskadene på bunndyrsamfunnene er redusert i løpet av de senere år og at kalkingen av vassdraget er hovedårsaken til denne bedringen.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

I kalkingsstrategien for vassdraget er det lagt vekt på de vannkemiske forholdene på strekningen nedstrøms Løland. Til tross for svært begrenset kalking av vassdraget i siste halvdel av 2013 var vannkvalitetene tilfredsstillende i denne perioden. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres å være sur basert på vannkjemien og bunndyrindeksen i 2013. Det er derfor fortsatt behov for kalking i denne delen av vassdraget. Med dagens kalkingsstrategi er det imidlertid vanskelig å oppnå en mer stabilt god vannkvalitet i Vinddøla og i øvre del av Espedalselva. Til tross for høye pH-verdier i nedre del av vassdraget var innholdet av giftig noe for høyt i smoltifiseringsperioden. Før pH-målet for vassdraget eventuelt reduseres må årsaken til de forhøyede aluminiumsverdiene undersøkes nærmere.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Espedalselva

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1a	Vinddøla oppstr doserer	344073	6535689	Referanse
Vannkjemi	1	Vinddøla nedstr doserer	344196	6534210	Kalket
Vannkjemi	3	Løland oppstr doserer	340675	6532335	Kalket
Vannkjemi	4	Løland nedstr doserer	339853	6531641	Kalket
Vannkjemi	5	Espedalselva v Helle	335749	6528400	Kalket
Vannkjemi	6	Røssdalsvatn utløp	345476	6534380	Kalket
Bunndyr	1	Vindøla oppstr doserer	345924	6537734	Referanse
Bunndyr	2	Vindøla nedstr doserer	344184	6534246	Kalket
Bunndyr	3	Lona innløp	344905	6534353	Referanse
Bunndyr	4	Kvernaskaret	343650	6534362	Referanse
Bunndyr	5	Tofribekken	344299	6534012	Referanse
Bunndyr	6	Espedalsvatn innløp	342945	6534012	Kalket
Bunndyr	7	Espedalsvatnet utløp	339292	6531183	Kalket
Bunndyr	8	Bekk v Kleppa	337425	6529162	Referanse
Bunndyr	9	Espedalselva v Kleppa	337074	6528939	Kalket
Bunndyr	10	Espedalselva v utløp	335808	6528437	Kalket
Fisk	1	Espedalselva oppstr Lona	345073	6534385	Kalket
Fisk	2	Espedalselva nedstr Vinddøla	344102	6534016	Kalket
Fisk	3	Hestavollen	343409	6534320	Kalket
Fisk	5	Pråmsholen	339600	6531600	Kalket
Fisk	6	Tjelmen	339000	6530800	Kalket
Fisk	7	Bruhølen	338800	6530600	Kalket
Fisk	8	Espedalselva v idrettsplassen	337500	6529573	Kalket
Fisk	10	Kvednamoen	337146	6528701	Kalket
Fisk	11	Espedalselva v Helle	335906	6528405	Kalket

Vedlegg B. Primærdataba - vannkjemi i Espedalsvassdraget i 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Vinddøla nedstr*	18/02/13	5,97	0,39							3,03										
1	Vinddøla nedstr*	25/02/13	5,92	0,43							2,38										
1a	Vinddøla oppstr	11/03/13	6,97	1,38							3,68										
1	Vinddøla nedstr*	18/03/13	6,07	0,38							2,55										
1	Vinddøla nedstr*	25/03/13	6,08	0,49							2,44										
1	Vinddøla nedstr*	02/04/13	6,01	0,44							2,48										
1	Vinddøla nedstr*	08/04/13	6,11	0,50							2,66										
1a	Vinddøla oppstr	15/04/13	5,41	0,37							3,26										
1a	Vinddøla oppstr	22/04/13	5,58	0,34							2,61										
1a	Vinddøla oppstr	29/04/13	5,44	0,39							2,91										
1a	Vinddøla oppstr	06/05/13	5,26	0,36							2,90										
1a	Vinddøla oppstr	13/05/13	5,91	0,33							1,86										
1a	Vinddøla oppstr	20/05/13	6,05	0,36							1,54										
1a	Vinddøla oppstr	27/05/13	5,79	0,27							1,51										
1	Vinddøla nedstr*	10/06/13	6,03	0,27							1,88										
1a	Vinddøla oppstr	24/06/13	5,96	0,23							1,42										
1a	Vinddøla oppstr	08/07/13	6,77	0,76							2,25										
1a	Vinddøla oppstr	22/07/13	6,11	0,37							1,55										
1a	Vinddøla oppstr	05/08/13	5,68	0,26							1,32										
1a	Vinddøla oppstr	19/08/13	5,74	0,24							1,24										
1a	Vinddøla oppstr	02/09/13	5,52	0,21							1,21										
1a	Vinddøla oppstr	16/09/13	5,56	0,21							1,20										
1a	Vinddøla oppstr	30/09/13	6,15	0,40							1,56										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
1a	Vinddøla oppstr	14/10/13	6,09	0,37							1,47										
1a	Vinddøla oppstr	28/10/13	5,48	0,24							1,52										
1a	Vinddøla oppstr	11/11/13	5,78	0,36							1,61										
1a	Vinddøla oppstr	25/11/13	5,99	0,47							1,89										
1a	Vinddøla oppstr	09/12/13	5,54	0,43							2,79										
1a	Vinddøla oppstr	23/12/13	5,45	0,36							2,30										
1a	Vinddøla oppstr*	18/02/13	6,02	1,09							3,31										
1a	Vinddøla oppstr*	25/02/13	6,08	0,88							2,61										
1	Vinddøla nedstr	11/03/13	6,95	1,38							3,65										
1a	Vinddøla oppstr*	18/03/13	6,25	0,94							2,82										
1a	Vinddøla oppstr*	25/03/13	6,30	1,21							2,98										
1a	Vinddøla oppstr*	02/04/13	6,23	1,16							2,92										
1a	Vinddøla oppstr*	08/04/13	6,34	1,00							3,25										
1	Vinddøla nedstr	15/04/13	5,72	0,57							3,73										
1	Vinddøla nedstr	22/04/13	5,84	0,37							2,63										
1	Vinddøla nedstr	29/04/13	5,82	0,47							2,95										
1	Vinddøla nedstr	06/05/13	5,65	0,42							2,88										
1	Vinddøla nedstr	13/05/13	6,42	0,67							2,00										
1	Vinddøla nedstr	20/05/13	6,60	0,94							1,81										
1	Vinddøla nedstr	27/05/13	6,78	1,37							2,20										
1a	Vinddøla oppstr*	10/06/13	6,16	0,37							1,73										
1	Vinddøla nedstr	24/06/13	6,05	0,32							1,81										
1	Vinddøla nedstr	08/07/13	6,86	0,86							2,36										
1	Vinddøla nedstr	22/07/13	6,17	0,35							1,75										
1	Vinddøla nedstr	05/08/13	6,08	0,31							1,59										
1	Vinddøla nedstr	19/08/13	6,15	0,28							1,53										
1	Vinddøla nedstr	02/09/13	5,97	0,26							1,39										
1	Vinddøla nedstr	16/09/13	6,07	0,28							1,41										
1	Vinddøla nedstr	30/09/13	6,24	0,30							1,56										
1	Vinddøla nedstr	14/10/13	5,96	0,67							1,70										
1	Vinddøla nedstr	28/10/13	5,96	0,34							1,70										
1	Vinddøla nedstr	11/11/13	6,57	0,80							1,98										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
1	Vinddøla nedstr	25/11/13	6,07	0,30							1,84										
1	Vinddøla nedstr	09/12/13	5,92	0,63							2,81										
1	Vinddøla nedstr	23/12/13	5,91	0,40							2,32										
3	Løland oppstr	18/02/13	6,32	0,73							2,70										
3	Løland oppstr	25/02/13	6,32	0,77							2,38										
3	Løland oppstr	04/03/13	6,39	0,75							2,36										
3	Løland oppstr	11/03/13	6,44	0,89							2,69										
3	Løland oppstr	18/03/13	6,38	0,66							2,11										
3	Løland oppstr	25/03/13	6,39	0,71							1,98										
3	Løland oppstr	02/04/13	6,23	0,68							1,99										
3	Løland oppstr	08/04/13	6,35	0,66							2,02										
3	Løland oppstr	15/04/13	6,28	0,67							2,03										
3	Løland oppstr	17/04/13	6,29	0,66							2,24										
3	Løland oppstr	22/04/13	6,35	0,64							2,12										
3	Løland oppstr	29/04/13	6,33	0,66							2,24										
3	Løland oppstr	06/05/13	6,26	0,74							2,24										
3	Løland oppstr	13/05/13	6,38	0,62							2,22										
3	Løland oppstr	20/05/13	6,34	0,71							2,10										
3	Løland oppstr	27/05/13	6,40	0,72							2,16										
3	Løland oppstr	10/06/13	6,37	0,59							2,04										
3	Løland oppstr	24/06/13	6,40	0,60							2,06										
3	Løland oppstr	08/07/13	6,63	0,66							2,05										
3	Løland oppstr	22/07/13	6,49	0,67							1,94										
3	Løland oppstr	05/08/13	6,49	0,72							1,89										
3	Løland oppstr	19/08/13	6,43	0,67							1,80										
3	Løland oppstr	02/09/13	6,43	0,72							1,85										
3	Løland oppstr	16/09/13	6,31	0,75							1,81										
3	Løland oppstr	30/09/13	6,40	0,66							1,75										
3	Løland oppstr	14/10/13	6,38	0,72							1,86										
3	Løland oppstr	28/10/13	6,32	0,71							1,89										
3	Løland oppstr	11/11/13	6,39	0,66							1,89										
3	Løland oppstr	25/11/13	6,32	0,63							2,01										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
3	Løland oppstr	09/12/13	6,27	0,70							2,09										
3	Løland oppstr	23/12/13	6,26	0,74							2,21										
4	Løland nedstr	18/02/13	6,53	1,70							3,40										
4	Løland nedstr	25/02/13	6,62	1,40							2,90										
4	Løland nedstr	04/03/13	6,57	1,43							3,04										
4	Løland nedstr	11/03/13	6,80	1,65							2,98										
4	Løland nedstr	18/03/13	6,80	1,62							2,92										
4	Løland nedstr	25/03/13	6,79	2,18							3,28										
4	Løland nedstr	02/04/13	6,73	1,95							2,96										
4	Løland nedstr	08/04/13	6,86	2,32							3,30										
4	Løland nedstr	15/04/13	6,78	1,75							2,93										
4	Løland nedstr	22/04/13	6,87	1,67							2,90										
4	Løland nedstr	29/04/13	6,93	1,92							2,99										
4	Løland nedstr	06/05/13	6,78	1,83							2,79										
4	Løland nedstr	13/05/13	6,74	1,30							2,59										
4	Løland nedstr	20/05/13	6,72	1,38							2,52										
4	Løland nedstr	27/05/13	6,97	2,27							3,01										
4	Løland nedstr	10/06/13	6,85	1,38							2,62										
4	Løland nedstr	24/06/13	6,69	1,31							2,57										
4	Løland nedstr	08/07/13	6,76	1,18							2,43										
4	Løland nedstr	22/07/13	6,66	0,97							2,18										
4	Løland nedstr	05/08/13	6,65	1,00							2,13										
4	Løland nedstr	19/08/13	6,54	0,83							1,93										
4	Løland nedstr	02/09/13	6,44	0,82							1,95										
4	Løland nedstr	16/09/13	6,60	1,12							2,34										
4	Løland nedstr	30/09/13	6,63	1,20							2,32										
4	Løland nedstr	14/10/13	6,61	1,16							2,32										
4	Løland nedstr	28/10/13	6,42	0,88							2,08										
4	Løland nedstr	11/11/13	6,62	1,33							2,63										
4	Løland nedstr	25/11/13	6,58	1,89							3,54										
4	Løland nedstr	09/12/13	6,44	1,26							2,74										
4	Løland nedstr	23/12/13	6,39	1,08							2,59										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
5	Espedalselva v Helle	18/02/13	6,67	1,48							3,26										
5	Espedalselva v Helle	25/02/13	6,72	1,58							3,34										
5	Espedalselva v Helle	04/03/13	6,60	1,28	0,086	59	18	13	5	1,4	3,14	0,51	3,14	0,41	5,22	1,47	265	530	3	2,52	56
5	Espedalselva v Helle	11/03/13	6,85	1,63							3,46										
5	Espedalselva v Helle	18/03/13	6,81	1,76							3,53										
5	Espedalselva v Helle	25/03/13	6,90	2,07							3,38										
5	Espedalselva v Helle	02/04/13	6,80	1,97	0,121	95	20	9	11	0,9	3,44	0,57	2,87	0,42	4,70	1,67	385	460	1	2,87	86
5	Espedalselva v Helle	08/04/13	7,06	2,21							3,65										
5	Espedalselva v Helle	15/04/13	6,58	1,21	0,081	54	25	21	4		3,11										
5	Espedalselva v Helle	17/04/13	6,69	1,31	0,058	29	23	14	9	1,2	2,66	0,38	2,53	0,29	4,13	1,19	180	280	4	1,54	60
5	Espedalselva v Helle	22/04/13	6,83	1,62	0,071	43	23	18	5		2,69										
5	Espedalselva v Helle	29/04/13	6,72	1,44	0,064	36	27	16	11		2,87										
5	Espedalselva v Helle	06/05/13	6,65	1,52	0,087	60	27	17	10	1,1	2,69	0,40	2,55	0,33	4,19	1,20	205	280	3	1,60	70
5	Espedalselva v Helle	13/05/13	6,76	1,31	0,090	63	25	16	9		2,60										
5	Espedalselva v Helle	20/05/13	6,81	1,30	0,089	62	25	12	13		2,53										
5	Espedalselva v Helle	27/05/13	6,82	1,75	0,105	79	25	12	13		2,68										
5	Espedalselva v Helle	03/06/13	6,77	1,57	0,095	68	21	14	7	1,1	2,65	0,37	2,40	0,29	3,82	1,17	220	330	166	1,52	73
5	Espedalselva v Helle	10/06/13	6,78	1,26							2,59										
5	Espedalselva v Helle	24/06/13	6,62	0,97							2,49										
5	Espedalselva v Helle	01/07/13	6,74	0,85	0,069	41	16	12	4	1,0	2,51	0,37	2,30	0,25	3,61	1,16	210	275	2	1,53	38
5	Espedalselva v Helle	08/07/13	6,76	1,00							2,44										
5	Espedalselva v Helle	15/07/13	6,71	1,28	0,080	52	15	11	4	0,9	2,62	0,46	2,48	0,30	3,83	1,31	280	355	4	1,94	62
5	Espedalselva v Helle	22/07/13	6,62	0,85							2,15										
5	Espedalselva v Helle	05/08/13	6,64	0,83							2,07										
5	Espedalselva v Helle	19/08/13	6,58	0,84							1,93										
5	Espedalselva v Helle	03/09/13	6,54	0,80	0,059	30	37	34	3	2,1	1,96	0,29	2,05	0,27	2,96	1,16	195	350	6	1,53	38
5	Espedalselva v Helle	16/09/13	6,51	0,87							2,15										
5	Espedalselva v Helle	30/09/13	6,66	0,91							2,19										
5	Espedalselva v Helle	07/10/13	6,61	0,98	0,070	42	26	23	3	1,7	2,25	0,37	2,24	0,29	3,16	1,29	270	385	1	1,99	49
5	Espedalselva v Helle	14/10/13	6,65	1,00							2,18										
5	Espedalselva v Helle	28/10/13	6,48	0,80							2,00										
5	Espedalselva v Helle	04/11/13	6,42	0,78	0,056	27	34	29	5	1,6	2,03	0,31	2,16	0,24	3,17	1,14	200	285	2	1,69	37
5	Espedalselva v Helle	11/11/13	6,54	0,87							2,14										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/lC	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/lN	Tot-N µg/lN	Tot-P µg/lP	SiO ₂ mg/lSiO ₂	ANC µekv/l
5	Espedalselva v Helle	25/11/13	6,63	1,00							2,60										
5	Espedalselva v Helle	09/12/13	6,39	0,80							2,54										
5	Espedalselva v Helle	23/12/13	6,39	0,88							2,41										
6	Røssdalsvatn utløp	02/04/13	6,24	0,60	0,054	25	8	<5			1,80										
6	Røssdalsvatn utløp	17/04/13	6,06	0,81	0,032	0	17	10	7		2,47										
6	Røssdalsvatn utløp	06/05/13	6,09	0,76	0,043	13	13	<5			2,26										
6	Røssdalsvatn utløp	03/06/13	6,14	0,52	0,047	18	14	6	8		1,74										
6	Røssdalsvatn utløp	05/08/13	6,36	0,52	0,050	21	11	7	4		1,52										
6	Røssdalsvatn utløp	02/09/13	6,21	0,42	0,041	11	40	37	3		1,25										
6	Røssdalsvatn utløp	07/10/13	6,35	0,51	0,055	26	13	5	8		1,48										
6	Røssdalsvatn utløp	04/11/13	6,20	0,44	0,042	12	21	18	3		1,34										
6	Røssdalsvatn utløp	02/12/13	6,15	0,48	0,048	19	16	11	5		1,55										
6	Røssdalsvatn utløp	02/01/12	5,33	0,84	0,027	0	94	19	75		5,60										
6	Røssdalsvatn utløp	06/02/12	5,94	0,88	0,039	9	11	<5			2,87										
6	Røssdalsvatn utløp	02/04/12	5,95	0,57	0,043	13	45	35	10		2,62										
6	Røssdalsvatn utløp	07/05/12	6,04	0,62	0,043	13	16	6	10		2,14										
6	Røssdalsvatn utløp	04/06/12	6,00	0,45	0,040	10	13	7	6		1,63										
6	Røssdalsvatn utløp	02/07/12	6,20	0,47	0,036	5	12	7	5		1,53										
6	Røssdalsvatn utløp	06/08/12	6,49	0,44	0,054	25	13	11	2		1,48										
6	Røssdalsvatn utløp	04/09/12	6,35	0,37	0,045	15	28	25	3		1,17										
6	Røssdalsvatn utløp	02/10/12	6,24	0,43	0,044	14	24	20	4		1,38										
6	Røssdalsvatn utløp	05/11/12	6,32	0,48	0,051	22	11	9	2		1,53										
6	Røssdalsvatn utløp	22/11/12	6,05	0,36	0,046	16	25	21	4		1,25										
6	Røssdalsvatn utløp	04/12/12	6,26	0,46	0,043	13	16	10	6		1,37										

* Prøver er ombyttet oppstrøms og nedstrøms.

Vedlegg C. Primærdata – fisk i Espedalselva 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Espedalselva 30.9-1.10.2013 Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved Løland var 2,5-3,4 m³/s (elfisket på fallende vannføring).

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)				
			1.omg	2.omg	3. omg				Totalt	Snitt	SD	min	max
st. 1**	7,4 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
120 m²	0,88mS/m	>0+	7	2,8	1,1	10,9	2,3	0,60	92,4	30,6	61	131	
st. 2	7,1 °C	0+*	35	29	22	86	30,2	0,36	44,4	3,8	36	51	
100 m²	1,29mS/m	>0+	46	21	8	75	81,4	0,57	88,1	19,9	63	142	
st. 3	8,1 °C	0+*	14	8	13	35	33,4	0,36	44,9	4,8	35	55	
100 m²	1,10mS/m	>0+	56	29	12	97	108,8	13,1	91,9	19,5	65	137	
st. 5**	11,5 °C	0+	11	8	5,1	24,1	34,1	0,31	46,8	4,2	40	54	
105 m²	1,09mS/m	>0+	12	7	2,8	21,8	23,9	0,49	97,9	20,0	73	125	
st. 6	12,0 °C	0+*	11	11	14	36	33,0	0,36	40,6	3,6	34	49	
104 m²	1,09mS/m	>0+	30	10	2	42	41,4	2,5	90,7	16,0	60	135	
st. 7	11,1 °C	0+	15	11	3	29	33,6	0,49	39,8	4,1	33	48	
100 m²	1,20mS/m	>0+	21	5	0	26	26,1	0,83	105,2	18,0	68	134	
st. 8	11,4 °C	0+	31	22	18	71	99,6	0,24	48,0	4,8	37	57	
126 m²	1,25mS/m	>0+	13	5	2	20	16,9	0,61	101,9	18,9	65	130	
st. 10	11,0 °C	0+	18	14	4	36	42,6	0,46	48,1	4,8	38	58	
100 m²	1,28mS/m	>0+	12	6	2	20	21,8	0,57	94,8	21,0	66	132	
st. 11	11,1 °C	0+	10	9	3	22	28,4	0,39	52,4	6,9	37	62	
100 m²	1,26mS/m	>0+	27	10	4	41	43,4	0,62	85,9	18,1	64	132	
Tot (2-11)		0+	145	112	82,1	339,1	71,2	0,25	45,6	5,7	33	62	
835 m²		>0+	217	93	32,8	342,8	43,9	0,60	92,3	19,8	60	142	

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg C2. Fangst,, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Espedalselva 30.9-1.10.2013 Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved Løland var 2,5-3,4 m³/s (elfisket på fallende vannføring).

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)				
			1.omg	2.omg	3. omg				Totalt	Snitt	SD	min	max
st. 1**	7,4 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
120 m²	0,88mS/m	>0+	2	0,7	0,3	2,3	0,5	0,73	124,5	53,0	87	162	162
st. 2	7,1 °C	0+*	3	3	2	7,0	3,8	0,50	51,0	5,5	43	60	60
100 m²	1,29mS/m	>0+*	2	0	2	2,4	0,5	0,73	87,5	12,1	77	102	102
st. 3	8,1 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
100 m²	1,10mS/m	>0+	7	7	0	15,2	3,8	0,57	114,1	21,5	81	155	155
st. 5**	11,5 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
105 m²	1,09mS/m	>0+	1	0	0	1,0	0,0	1,00	136,0	-	136	136	136
st. 6	12,0 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
104 m²	1,09mS/m	>0+	1	0	0	1,0	0,0	1,00	198,0	-	198	198	198
st. 7	11,1 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
100 m²	1,20mS/m	>0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
st. 8	11,4 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
126 m²	1,25mS/m	>0+	3	1	0	3,2	0,4	0,78	107,0	39,3	64	158	158
st. 10	11,0 °C	0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
100 m²	1,28mS/m	>0+	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
st. 11	11,1 °C	0+*	1	2	0	2,6	2,3	0,50	59,0	2,6	57	62	62
100 m²	1,26mS/m	>0+	1	1	0	2,2	1,4	0,57	102,0	12,7	93	111	111
Tot (2-11)		0+*	4	5	2	1,2	0,5	0,50	53,2	6,0	43	62	62
835m²		>0+	15	9	2	3,4	0,6	0,57	113,0	30,5	64	198	198

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg D. Primærdata – bunndyr i Espedalselva 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Espedalselva 27.05.2013.

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nematoda							1			
	Oligochaeta	3	2	12	4		3	2	5	3	8
	Acari	8	4		8	3	5		6	6	5
	Ephemeroptera										
***	<i>Baetis rhodani</i>	1	87	1	95	37	15	45	6	82	86
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>							4		2	2
	Plecoptera										
	<i>Amphinemura borealis</i>		67	1	18	25	10	3	9	12	25
	<i>Amphinemura sulciollis</i>	2	6		1	13	2	7	2	7	4
	<i>Protonemura meyeri</i>		1		3				1		
	Nemouridae indet.			1					1		
	<i>Leuctra hippopus</i>	2	1		1						
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	6	4		2		18	8	1	11	6
	<i>Brachyptera risi</i>	126	18		22	62			9	9	1
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2			1	6	2		11	3	
**	<i>Isoperla grammatica</i>								1	9	2
**	Perlodidae indet.				1	1	1				
	Trichoptera										
	<i>Rhyacophila nubila</i>	9	5	1	2	6	1	10	4	8	5
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3		1	3		2		2		
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	2				1					
	Polycentropodidae indet.			1							
	<i>Oxyethira</i> sp.			3			5			1	
	<i>Potamophylax latipennis</i>				1						
	<i>Potamophylax cingulatus</i>		1		1						
	<i>Halesus radiatus</i>								1		
**	<i>Agapetus ochripes</i>									6	
**	<i>Sericostoma personatum</i>				1	1				5	
**	<i>Ithytricia lamellaris</i>										3
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>		1					1			
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>							6		6	4
	Chironomidae	276	271	43	224	196	257	163	139	186	181
	Ceratopogonidae						1	161	6	1	1
	Simuliidae		11	3	7	27	1		10	30	8
	Tipuloidea										
	<i>Tipula</i> sp.				1						
	<i>Dicranota</i> sp.	6	1			1					
	<i>Antocha vitripennis</i>									1	
	Diptera										
	Empididae indet.	1	12	5	10	1	6	2	3	9	4
	Coleoptera										
	<i>Elmis aenea</i>		9			1	2		1	14	1
	<i>Olimnius tuberculatus</i>										
	<i>Limnius volckmari</i>							2		10	
	Collembola								1		
	Sum	447	501	72	406	381	331	415	219	421	346
	Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	0,51	1,00	1,00	1,00	0,85	0,97	1,00	0,68	1,00	1,00

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

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Espedalselva 07.11.2013.

	Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nematoda			2		1					1
	Oligochaeta	1	2	1	6	1	2	5	2	5	3
	Acari	2	1	1	6			1	1	1	
	Ephemeroptera										
***	<i>Baetis rhodani</i>		50	2	50	51	19	10	33	53	84
**	<i>Heptagenia sulphurea</i>							3		11	1
	<i>Leptophlebia marginata</i>	1	1								
	Plecoptera										
	<i>Amphinemura borealis</i>	22	12	3	10	6		1	1	5	2
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	36	37	1	19	5	18	40	29	47	1
	<i>Protonemura meyeri</i>	5	29		12	19	3	4	44	33	16
	<i>Nemoura cinerea</i>	1									
	<i>Leuctra hippopus</i>	5	15		4		1	11	26	13	14
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1	1	1	2	4	1			4	2
	<i>Brachyptera risi</i>	31	31		8	60	7		55	24	10
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		3						4		
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	4		1							
**	<i>Diura nanseni</i>	2				3		2		4	
**	<i>Isoperla grammatica</i>		4								
	Trichoptera										
	<i>Rhyacophila nubila</i>	6	2		8	1		6	4	9	4
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4	1		1	1	2	1			
	<i>Oxyethira</i> sp.	2		4			9	3			2
**	<i>Hydroptila</i> sp.							1			
	<i>Potamophylax cingulatus</i>		1		1						1
	Limnephilidae indet.	1				1			1		
**	<i>Agapetus ochripes</i>							1		7	1
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>							2		1	
**	<i>Apatania</i> sp.		1								
**	<i>Sericostoma personatum</i>									1	
**	<i>Ithytricia lamellaris</i>		1					9		2	3
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>							13		18	
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>				2			6			
**	<i>Hydropsyche</i> sp.				1						
	Chironomidae	126	45	52	52	36	164	77	39	53	53
	Ceratopogonidae								1	1	
	Simuliidae	3	4	4	4	33	6	1	16	8	3
	Tipuloidea										
	<i>Tipula</i> sp.		1				1				1
	<i>Dicranota</i> sp.	5	5		1	6		1			2
	Limoniidae indet.						1				
	<i>Pedicia rivosia</i>								1		
	Diptera										
	Empididae indet.			5	7	3	9		2	5	
	Ubestemt larve									1	
	Coleoptera										
	<i>Elmis aenea</i>		2				2			2	
	<i>Limnius volckmari</i>									2	
	<i>Elodes</i> sp.								1		
	Collembola										
	Crustacea										
	Harpacticoida			1							
	Sum	258	249	78	194	231	245	198	260	310	204
	Forsuringsindeks 1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	0,50	0,89	0,83	1,00	1,00	1,00	0,68	0,71	0,92	1,00

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

18. Lysevassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Lysevassdraget	
Vassdragsnr.:	031
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	182,2 km ² (før regulering)
Vassdragsregulering:	118,5 km ² overført til andre vassdrag
Spesifikk avrenning:	74 l/s/km ²
Middelvannføring:	13,5 m ³ /s (før regulering)
Lakseførende strekning:	Ca. 5 km i hovedelva, 1 km i Stølsåna
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen ble karakterisert som truet før kalking (Enge og Nordland 1994).
Tiltaksplan:	Kaste m.fl. 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:	Dosererkalking siden 2000. Vassdraget kalkes ved hjelp av en doserer som er plassert oppstrøms Lysegårdene.

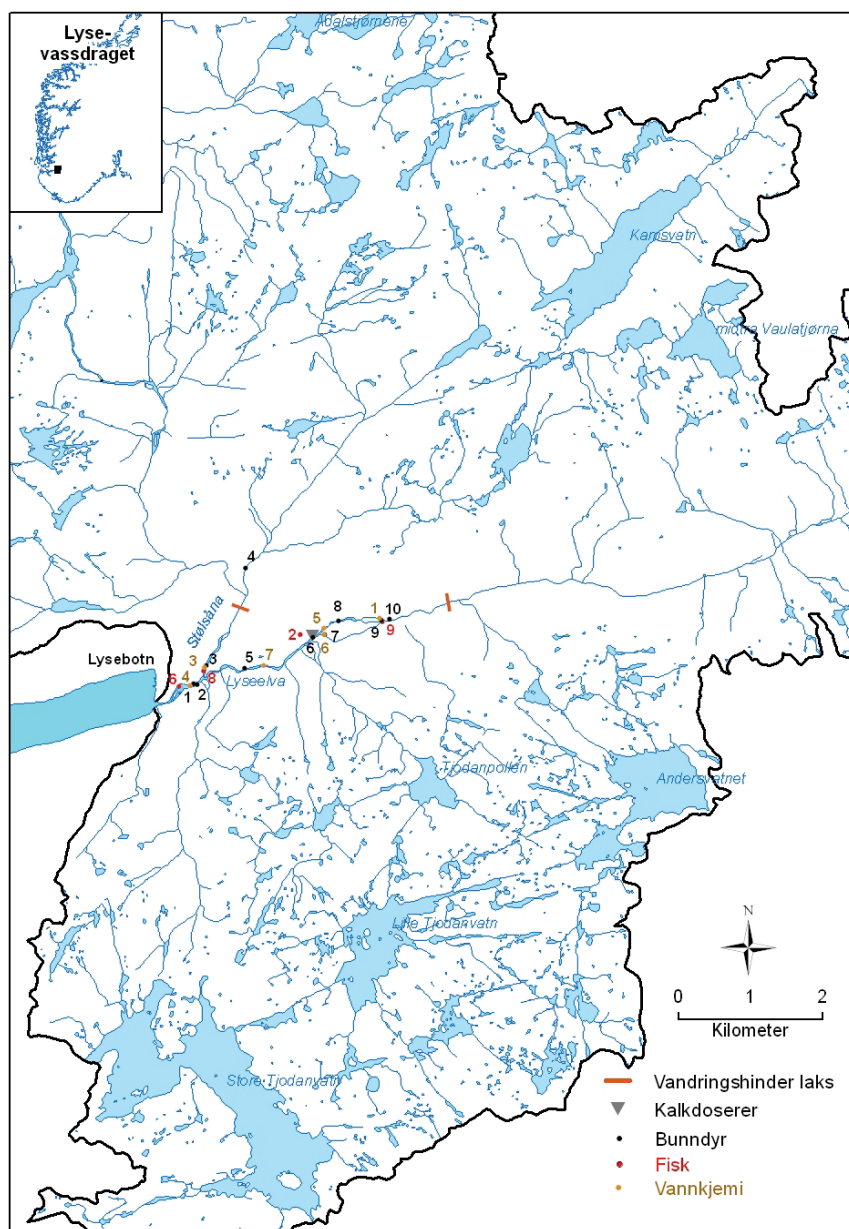
En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

I Lysevassdraget tilføres all kalken via ett doseringsanlegg.

Tabell 1 viser årlig kalkforbruk for de siste fem årene, og i denne perioden ligger årsforbruket i snitt på 139 tonn CaCO₃. I 2013 ble det dosert 129 tonn VK3 (99 % CaCO₃-innhold) i dette vassdraget.

Det falt 2093 mm nedbør på meteorologisk stasjon 45350 Lysebotn i 2013, mens normalen for året er 2078 mm (met. no 2014). Årets tre første måneder samt september var langt tørrere enn normalen, og spesielt i mars kom det lite nedbør (24 mm). Månedene april og desember var derimot svært nedbørrike i forhold til normalen med hhv 226 mm og 520 mm nedbør, noe som utgjør 300 % og 200 % av de respektive månedsnormalene for denne stasjonen.

Tabell 1. Kalkforbruk i Lysevassdraget for perioden 2009–2013 omregnet til tonn CaCO ₃ . Data fra fylkesmannen i Rogaland.					
År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	147	131	54	235	128



Figur 1. Lysevassdraget Lysevassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo (NIVA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

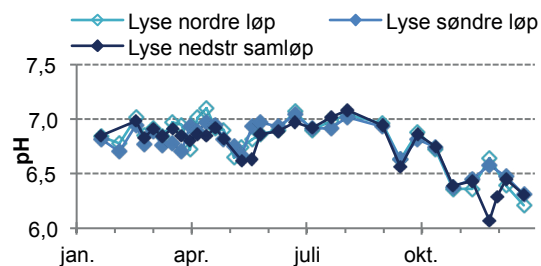
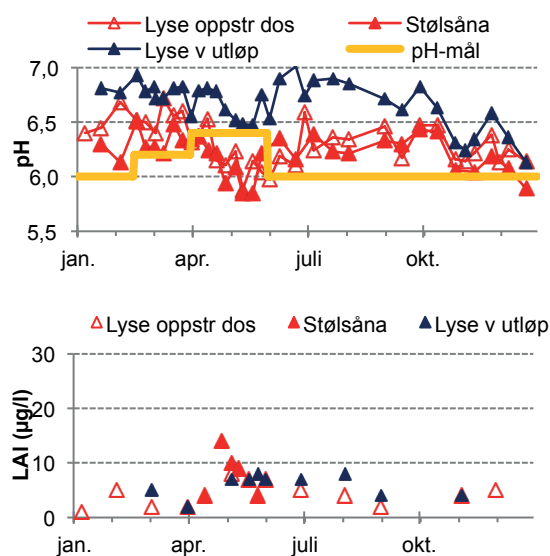
Den vannkjemiske overvåkingen av Lysevassdraget har pågått i varierende omfang siden 1994, og det har vært flere lange avbrudd. Kalkingen av vassdraget startet i 2000. Primærdata er presentert i **vedlegg B**.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Vannet ved stasjon 1 (Lyse oppstrøms doserer) er svært kalkfattig og svært klart. Det har tidligere vært betydelig sesongvariasjon i vannets pH. De laveste verdiene har pleid å forekomme om våren, som også er årstiden da laksen er mest sårbar for surt vann. I 2013 ble den laveste pH-verdien målt i mai (pH 5,9) (**figur 2**). Det ble ikke påvist høyere konsentrasjoner av giftig aluminium (LAI) enn 8 µg/L i 2013 (**tabell 2**).

Vannet fra Stølsåna, et ukalket sidevassdrag, er vanligvis surere enn den kalkede delen av hovedelva og kan medføre en risiko for dannelse av giftige aluminiumsblandsoner i hovedelva (Rosseland et al. 1992). Det pleier å være liten forskjell på pH i Stølsåna og i den ukalkede delen av hovedelva, og det var tilfelle også i år. Minimumsverdien for pH i 2013 var 5,85 og ble målt i mai (**figur 2**). Aluminium måles kun i prøver fra april/mai og den høyeste konsentrasjonen av LAI var 14 µg/L.

Det er svært godt samsvar mellom pH i prøver fra nordre løp (st. 5), søndre løp (st. 6) og etter samløp (st. 7) (**figur 2**). Her var pH over 6,0 i alle prøver. Ved utløpet (st. 4) var pH ofte 0,1–0,2 enheter lavere enn på st. 5, 6 og 7 som følge av tilførsel av surere vann fra restfeltet nedstrøms doseringen. Ingen prøver viste lavere pH enn målsettingen, eller høyere LAI-konsentrasjon enn 10 µg/L.



Figur 2. pH-utvikling i 2013 samt pH-målet er vist for elvestasjoner i Lysevassdraget. Verdier for giftig aluminium (LAI) er vist for tre av stasjonene for samme tidsperiode (nedre venstre panel). Noen prøver fra st. 4 er utelatt fra figurene, se vedlegg B. NB! Ulik skala på y-aksene.

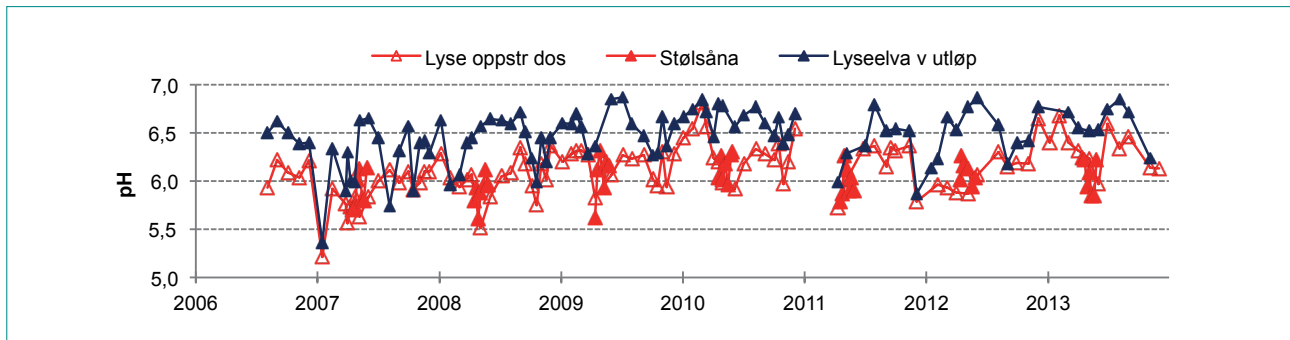
Tabell 2. Middel-, min- og og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Lysevassdraget i 2013. Noen prøver fra st. 4 er utelatt fra tabellen, se vedlegg B.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
1	Lyseelva oppstr doserer	Mid	6,27	0,65	23	4	0,7	24
		Min	5,88	0,24	9	1	0,3	7
		Maks	6,72	1,57	66	8	1,3	71
		N	36	36	11	11	11	11
3	Stølsåna	Mid	6,18	0,59	14	8		
		Min	5,85	0,27	6	4		
		Maks	6,51	0,98	26	14		
		N	31	31	6	6		
5	Lyse nordre løp	Mid	6,74	1,74				
		Min	6,21	0,49				
		Maks	7,10	3,65				
		N	31	31				
6	Lyse søndre løp	Mid	6,74	1,69				
		Min	6,31	0,61				
		Maks	7,04	3,22				
		N	31	31				
7	Lyse nedstr samløp	Mid	6,67	1,77				
		Min	6,07	0,62				
		Maks	7,08	2,74				
		N	30	30				
4	Lyseelva v utløp	Mid	6,61	1,37	52	6	1,2	57
		Min	6,13	0,42	22	2	0,4	22
		Maks	7,01	2,07	86	8	1,9	81
		N	35	35	10	10	8	8

2.2 Langtidstrender

I ukalket del av hovedelva og i Stølsåna var pH i 2013 gjennomgående noe høyere enn i de to foregående år (**figur 3**). Det har ikke blitt målt høye konsentrasjoner av LAI de siste årene, og man må tilbake til 2008 for å finne verdier over 20 µg/L.

Ved utløpet av Lyseelva var pH relativt høy sammenlignet med foregående år, spesielt om våren. Målte konsentrasjoner av LAI har vært lave i flere år og man må tilbake til 2008 for å finne verdier over 10 µg/L (dersom man ser bort fra noen verdier som er uforenlig med høy pH).



Figur 3. pH-utvikling på tre elvestasjoner i Lysevassdraget for perioden 2006-2013. Det var ingen prøvetaking i vassdraget mellom 2002 og 2006. For Stølsåna er det kun tatt med prøver fra smoltifiseringsperioden for årene 2007-2013. For de øvrige stasjonene er prøver kun analysert for noen få variable utelatt.

3. Samlet vurdering

3.1 Vannkjemi

Konsentrasjonen av LAI var lav på ukalkede stasjoner og års-middelverdien for både LAI og ANC oppfyller kravet til god økologisk tilstand for anadrome elvestrekninger som er satt i den nye klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa vann-direktivet 2013).

På kalket lakseførende strekning var målt pH høyere enn mål-settingen. Konsentrasjonene av LAI var lave.

3.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Lysevassdraget i 2013.

3.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Lysevassdraget i 2013.

3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Konsentrasjonen av både total aluminium (RAI) og LAI på referansestasjonen er svært lav, og det kan være grunn til å undersøke om pH-målet kan justeres ned. Resultater fra senere år kan tyde på at det ikke er nødvendig å kalke utenom smoltperioden.

5. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Lysevassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Lyse oppstr doserer	368076	6549377	Referanse
Vannkjemi	3	Stølsåna	365432	6548438	Referanse
Vannkjemi	4	Lyse v utløp	365636	6548694	Kalket
Vannkjemi	5	Lyse nordre løp	367300	6549160	Kalket
Vannkjemi	6	Lyse søndre løp	366464	6548719	Kalket
Vannkjemi	7	Lyse nedstr samløp	367294	6549246	Kalket
Bunndyr	1	Lysebotn	365511	6548491	Kalket
Bunndyr	2	Bekk v Nedrebø	365577	6548502	Referanse
Bunndyr	3	Stølsåna v Lyse	365632	6548608	Referanse
Bunndyr	4	Stølsåna v Tangen	366212	6550097	Referanse
Bunndyr	5	Lyseelva v Nedre Lyse	366185	6548676	Kalket
Bunndyr	6	Lyseelva v Øvre Lyse	367130	6549105	Kalket
Bunndyr	7	Elvedelta sør	367324	6549144	Kalket
Bunndyr	8	Elvedelta nord	367497	6549350	Kalket
Bunndyr	9	Lysedalen nede	368100	6549344	Referanse
Bunndyr	10	Lysedalen oppe	368615	6549504	Referanse
Fisk	1	Lysedalen	367405	6549328	Kalket
Fisk	2	Lyseelva v doserer	367133	6549111	Kalket
Fisk	3	Lyse	366700	6548722	Kalket
Fisk	4	Lyseelva nedstr veibru	366193	6548683	Kalket
Fisk	5	Stølsåna oppstr	365712	6548678	Kalket
Fisk	6	Lyseelva oppstr camping	365317	6548400	Kalket
Fisk	7	Stølsåna oppstr veibru	365763	6548926	Referanse
Fisk	8	Stølsåna nedstr veibru	365637	6548616	Referanse
Fisk	9	Lyseelva opptst doserer	368135	6549371	Referanse
Fisk	10	Lyse sideløp	367412	6549081	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Lysevassdraget i 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdiosyd
Alk-E	Alkalitet i $\mu\text{ekv/l}$	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Al/II $\mu\text{g/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N $\mu\text{g/l N}$	Tot-N $\mu\text{g/l N}$	Tot-P $\mu\text{g/l P}$	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC $\mu\text{ekv/l}$
1	Lyse oppstr doserer	07/01/13	6,40	0,84	0,060	31	7	6	1	0,3	1,89	0,25	1,76	0,12	2,49	1,29	180	215	1	1,69	32
1	Lyse oppstr doserer	20/01/13	6,45	0,78							1,66										
1	Lyse oppstr doserer	04/02/13	6,68	1,57	0,093	66	11	6	5	0,4	2,80	0,36	2,49	0,23	3,53	1,88	180	245	1	2,65	71
1	Lyse oppstr doserer	17/02/13	6,51	0,80							1,83										
1	Lyse oppstr doserer	24/02/13	6,50	0,88							1,82										
1	Lyse oppstr doserer	04/03/13	6,40	0,94	0,056	27	9	7	2	0,4	2,11	0,30	2,06	0,14	3,28	1,42	225	285	1	1,74	27
1	Lyse oppstr doserer	10/03/13	6,72	1,02							2,07										
1	Lyse oppstr doserer	18/03/13	6,56	1,03							1,95										
1	Lyse oppstr doserer	25/03/13	6,60	1,19							2,02										
1	Lyse oppstr doserer	01/04/13	6,32	1,10	0,065	37	10	8	2	0,3	2,09	0,28	2,01	0,13	2,81	1,68	240	275	3	1,93	37
1	Lyse oppstr doserer	07/04/13	6,37	1,08							2,33										
1	Lyse oppstr doserer	14/04/13	6,53	1,06							2,24										
1	Lyse oppstr doserer	21/04/13	6,15	0,74							2,04										
1	Lyse oppstr doserer	28/04/13	6,11	0,91							2,35										
1	Lyse oppstr doserer	06/05/13	6,23	0,84	0,039	9	18	10	8	0,6	2,28	0,35	2,27	0,19	4,16	1,19	225	265	<1	1,35	16
1	Lyse oppstr doserer	12/05/13	5,88	0,49							1,71										
1	Lyse oppstr doserer	20/05/13	6,14	0,30							1,06										
1	Lyse oppstr doserer	27/05/13	6,04	0,31							1,00										
1	Lyse oppstr doserer	02/06/13	5,97	0,24	0,040	10	28	21	7	0,9	0,80	0,11	0,85	0,09	1,09	0,60	93	155	1	0,60	10
1	Lyse oppstr doserer	10/06/13	6,19	0,28							0,88										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
1	Lyse oppstr doserer	23/06/13	6,10	0,28							0,81										
1	Lyse oppstr doserer	30/06/13	6,59	0,25	0,043	13	24	19	5	1,0	0,85	0,10	0,89	0,07	0,89	0,84	61	114	1	0,75	14
1	Lyse oppstr doserer	07/07/13	6,24	0,36							0,99										
1	Lyse oppstr doserer	22/07/13	6,36	0,42							1,08										
1	Lyse oppstr doserer	04/08/13	6,34	0,36	0,042	12	20	16	4	0,9	1,05	0,14	1,06	0,09	0,96	1,07	190	285	2	0,92	15
1	Lyse oppstr doserer	01/09/13	6,46	0,60	0,048	19	12	10	2	0,8	1,30	0,18	1,29	0,11	1,52	1,12	185	245	2	1,26	25
1	Lyse oppstr doserer	15/09/13	6,17	0,35							0,89										
1	Lyse oppstr doserer	29/09/13	6,47	0,51							1,17										
1	Lyse oppstr doserer	13/10/13	6,47	0,49							1,15										
1	Lyse oppstr doserer	27/10/13	6,16	0,33							0,90										
1	Lyse oppstr doserer	04/11/13	6,14	0,32	0,046	16	37	33	4	1,3	1,30	0,15	1,10	0,08	1,62	0,69	57	121	1	1,05	14
1	Lyse oppstr doserer	11/11/13	6,22	0,53							1,18										
1	Lyse oppstr doserer	25/11/13	6,38	0,64							1,46										
1	Lyse oppstr doserer	01/12/13	6,13	0,49	0,042	12	23	18	5	0,8	1,46	0,21	1,49	0,08	2,80	0,77	94	155	3	0,98	7
1	Lyse oppstr doserer	08/12/13	6,25	0,63							1,57										
1	Lyse oppstr doserer	22/12/13	6,14	0,59							1,80										
3	Stølsåna	20/01/13	6,30	0,72							2,19										
3	Stølsåna	04/02/13	6,13	0,70							2,46										
3	Stølsåna	17/02/13	6,51	0,65							2,27										
3	Stølsåna	24/02/13	6,27	0,76							2,30										
3	Stølsåna	03/03/13	6,27	0,81							2,49										
3	Stølsåna	10/03/13	6,21	0,73							2,34										
3	Stølsåna	18/03/13	6,48	0,81							2,34										
3	Stølsåna	25/03/13	6,33	0,88							2,35										
3	Stølsåna	01/04/13	6,34	0,80							2,36										
3	Stølsåna	07/04/13	6,37	0,98							2,67										
3	Stølsåna	15/04/13	6,24	0,77	0,055	26	20	16	4		2,34										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
3	Stølsåna	21/04/13	6,22	0,62							2,18										
3	Stølsåna	28/04/13	5,94	0,77	0,042	12	36	22	14		2,67										
3	Stølsåna	06/05/13	6,09	0,66	0,037	6	40	30	10		2,44										
3	Stølsåna	12/05/13	5,85	0,38	0,037	6	42	33	9		1,59										
3	Stølsåna	20/05/13	5,85	0,27	0,037	6	21	14	7		1,14										
3	Stølsåna	27/05/13	6,22	0,47	0,054	25	28	24	4		1,49										
3	Stølsåna	10/06/13	6,35	0,42							1,59										
3	Stølsåna	23/06/13	6,16	0,35							1,23										
3	Stølsåna	07/07/13	6,39	0,45							1,49										
3	Stølsåna	22/07/13	6,23	0,40							1,34										
3	Stølsåna	04/08/13	6,21	0,37							1,16										
3	Stølsåna	01/09/13	6,33	0,44							1,47										
3	Stølsåna	15/09/13	6,30	0,39							1,30										
3	Stølsåna	29/09/13	6,43	0,52							1,66										
3	Stølsåna	13/10/13	6,41	0,48							1,64										
3	Stølsåna	27/10/13	6,06	0,39							1,29										
3	Stølsåna	11/11/13	6,04	0,48							1,49										
3	Stølsåna	25/11/13	6,19	0,59							1,84										
3	Stølsåna	08/12/13	6,08	0,58							2,06										
3	Stølsåna	22/12/13	5,89	0,58							2,16										
4	Lyse v utløp	20/01/13	6,81	1,71							2,65										
4	Lyse v utløp	04/02/13	6,77	2,07							2,93										
4	Lyse v utløp	17/02/13	6,93	1,58							2,88										
4	Lyse v utløp	24/02/13	6,78	1,79							2,89										
4	Lyse v utløp	03/03/13	6,82	1,58							2,92										
4	Lyse v utløp	04/03/13	6,71	1,65	0,096	69	13	8	5	0,5	2,88	0,39	2,64	0,27	3,89	2,01	220	265	2	2,65	69
4	Lyse v utløp	10/03/13	6,72	1,76							2,94										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Lyse v utløp	18/03/13	6,81	1,85							2,98										
4	Lyse v utløp	25/03/13	6,82	2,02							3,07										
4	Lyse v utløp	01/04/13	6,55	1,78	0,112	86	11	9	2	0,4	3,09	0,41	2,81	0,34	3,51	2,65	260	320	2	3,27	81
4	Lyse v utløp*	01/04/13	6,77	1,92							3,14										
4	Lyse v utløp	07/04/13	6,79	1,78							3,00										
4	Lyse v utløp	14/04/13	6,81	1,89							3,00										
4	Lyse v utløp	21/04/13	6,78	1,51							2,56										
4	Lyse v utløp	28/04/13	6,61	1,63							2,94										
4	Lyse v utløp	06/05/13	6,52	1,21	0,058	29	24	17	7	0,8	2,61	0,38	2,53	0,28	4,62	1,26	180	230	<1	1,76	39
4	Lyse v utløp*	06/05/13	6,55	1,15							2,62										
4	Lyse v utløp	12/05/13	6,48	1,04							2,02										
4	Lyse v utløp	20/05/13	6,47	0,80	0,061	32	19	12	7		1,30										
4	Lyse v utløp	27/05/13	6,75	1,37	0,092	65	19	11	8		1,63										
4	Lyse v utløp	02/06/13	6,53	0,99	0,072	44	32	25	7	1,2	1,22	0,14	1,03	0,12	1,32	0,69	91	170	1	0,81	51
4	Lyse v utløp	10/06/13	6,90	1,57							1,74										
4	Lyse v utløp	23/06/13	7,01	1,93							1,78										
4	Lyse v utløp	30/06/13	6,74	1,11	0,086	59	26	19	7	1,3	1,48	0,14	1,20	0,14	1,26	1,00	62	205	1	0,98	62
4	Lyse v utløp	07/07/13	6,88	1,63							1,90										
4	Lyse v utløp	22/07/13	6,90	1,97							2,13										
4	Lyse v utløp	04/08/13	6,85	1,40	0,095	68	41	33	8	1,9	1,70	0,18	1,35	0,12	1,28	1,11	140	265	2	1,33	77
4	Lyse v utløp	01/09/13	6,71	1,03	0,073	45	24	20	4	1,4	1,76	0,21	1,79	0,15	2,14	1,34	105	195	<1	1,66	55
4	Lyse v utløp*	01/09/13	6,70	0,94							1,77										
4	Lyse v utløp	15/09/13	6,61	0,78							1,23										
4	Lyse v utløp	29/09/13	6,82	1,24							1,94										
4	Lyse v utløp	13/10/13	6,63	1,00							1,88										
4	Lyse v utløp	27/10/13	6,31	0,54							1,21										
4	Lyse v utløp	04/11/13	6,24	0,42	0,051	22	49	45	4	1,9	1,51	0,18	1,38	0,12	1,96	0,83	59	137	1	1,48	22
4	Lyse v utløp	11/11/13	6,34	0,69							1,51										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Lyse v utløp	25/11/13	6,58	1,02							2,02										
4	Lyse v utløp	08/12/13	6,36	0,79							2,01										
4	Lyse v utløp	22/12/13	6,13	0,70							2,05										
5	Lyse nordre løp	20/01/13	6,84	1,76							2,20										
5	Lyse nordre løp	04/02/13	6,78	1,95							2,52										
5	Lyse nordre løp	17/02/13	7,01	1,95							2,56										
5	Lyse nordre løp	24/02/13	6,85	2,17							2,50										
5	Lyse nordre løp	03/03/13	6,92	2,14							2,79										
5	Lyse nordre løp	10/03/13	6,84	2,27							2,67										
5	Lyse nordre løp	18/03/13	6,97	3,00							3,01										
5	Lyse nordre løp	25/03/13	6,95	3,12							3,02										
5	Lyse nordre løp	01/04/13	6,72	1,76							2,92										
5	Lyse nordre løp	07/04/13	7,01	3,57							3,61										
5	Lyse nordre løp	14/04/13	7,10	3,65							3,51										
5	Lyse nordre løp	21/04/13	6,92	1,99							2,66										
5	Lyse nordre løp	28/04/13	6,90	2,35							3,07										
5	Lyse nordre løp	06/05/13	6,65	1,32							2,52										
5	Lyse nordre løp	12/05/13	6,74	1,34							2,12										
5	Lyse nordre løp	20/05/13	6,81	1,32							1,55										
5	Lyse nordre løp	27/05/13	6,86	1,25							1,42										
5	Lyse nordre løp	10/06/13	6,90	1,35							1,39										
5	Lyse nordre løp	23/06/13	7,07	1,55							1,40										
5	Lyse nordre løp	07/07/13	6,90	1,49							1,58										
5	Lyse nordre løp	22/07/13	6,98	2,08							1,93										
5	Lyse nordre løp	04/08/13	7,04	1,68							1,74										
5	Lyse nordre løp	01/09/13	6,96	1,83							1,97										
5	Lyse nordre løp	15/09/13	6,63	0,75							1,07										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
5	Lyse nordre løp	29/09/13	6,88	1,49							1,68										
5	Lyse nordre løp	13/10/13	6,72	1,04							1,50										
5	Lyse nordre løp	27/10/13	6,36	0,49							0,99										
5	Lyse nordre løp	11/11/13	6,36	0,66							1,28										
5	Lyse nordre løp	25/11/13	6,64	1,06							1,70										
5	Lyse nordre løp	08/12/13	6,39	0,81							1,69										
5	Lyse nordre løp	22/12/13	6,21	0,69							1,86										
6	Lyse søndre løp	20/01/13	6,82	1,65							2,46										
6	Lyse søndre løp	04/02/13	6,70	1,78							2,74										
6	Lyse søndre løp	17/02/13	6,95	1,79							2,81										
6	Lyse søndre løp	24/02/13	6,77	1,89							2,82										
6	Lyse søndre løp	03/03/13	6,89	1,85							2,86										
6	Lyse søndre løp	10/03/13	6,76	1,74							2,72										
6	Lyse søndre løp	18/03/13	6,78	1,80							2,88										
6	Lyse søndre løp	25/03/13	6,70	1,85							2,90										
6	Lyse søndre løp	01/04/13	6,93	3,22							3,20										
6	Lyse søndre løp	07/04/13	6,89	2,34							3,21										
6	Lyse søndre løp	14/04/13	6,97	2,80							3,39										
6	Lyse søndre løp	21/04/13	6,94	2,11							2,77										
6	Lyse søndre løp	28/04/13	6,82	2,36							3,09										
6	Lyse søndre løp	06/05/13	6,75	1,55							2,64										
6	Lyse søndre løp	12/05/13	6,67	1,25							2,12										
6	Lyse søndre løp	20/05/13	6,93	1,59							1,68										
6	Lyse søndre løp	27/05/13	6,97	1,64							1,74										
6	Lyse søndre løp	10/06/13	6,93	1,62							1,68										
6	Lyse søndre løp	23/06/13	7,04	1,70							1,56										
6	Lyse søndre løp	07/07/13	6,91	1,75							1,88										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
6	Lyse søndre løp	22/07/13	6,92	2,18							2,25										
6	Lyse søndre løp	04/08/13	7,02	1,92							1,92										
6	Lyse søndre løp	01/09/13	6,93	1,94							2,31										
6	Lyse søndre løp	15/09/13	6,63	0,80							1,16										
6	Lyse søndre løp	29/09/13	6,81	1,55							2,09										
6	Lyse søndre løp	13/10/13	6,74	1,19							1,89										
6	Lyse søndre løp	27/10/13	6,38	0,61							1,14										
6	Lyse søndre løp	11/11/13	6,45	0,84							1,47										
6	Lyse søndre løp	25/11/13	6,58	1,18							2,01										
6	Lyse søndre løp	08/12/13	6,47	0,97							1,88										
6	Lyse søndre løp	22/12/13	6,31	0,78							1,91										
7	Lyse nedstr samløp	20/01/13	6,85	2,01							2,72										
7	Lyse nedstr samløp	17/02/13	6,98	2,12							3,14										
7	Lyse nedstr samløp	24/02/13	6,83	2,32							3,20										
7	Lyse nedstr samløp	03/03/13	6,91	2,28							3,22										
7	Lyse nedstr samløp	10/03/13	6,84	2,38							3,23										
7	Lyse nedstr samløp	18/03/13	6,91	2,40							3,26										
7	Lyse nedstr samløp	25/03/13	6,85	2,45							3,27										
7	Lyse nedstr samløp	01/04/13	6,80	2,50							3,41										
7	Lyse nedstr samløp	07/04/13	6,86	2,74							3,55										
7	Lyse nedstr samløp	14/04/13	6,85	2,67							3,42										
7	Lyse nedstr samløp	21/04/13	6,92	2,14							2,78										
7	Lyse nedstr samløp	28/04/13	6,82	2,42							3,24										
7	Lyse nedstr samløp	12/05/13	6,62	1,23							2,08										
7	Lyse nedstr samløp	20/05/13	6,63	1,03							1,42										
7	Lyse nedstr samløp	27/05/13	6,86	1,50							1,65										
7	Lyse nedstr samløp	10/06/13	6,89	1,73							1,73										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
7	Lyse nedstr samløp	23/06/13	6,97	1,79							1,63										
7	Lyse nedstr samløp	07/07/13	6,92	1,94							1,99										
7	Lyse nedstr samløp	22/07/13	7,02	2,48							2,32										
7	Lyse nedstr samløp	04/08/13	7,08	2,05							2,08										
7	Lyse nedstr samløp	01/09/13	6,94	2,06							2,35										
7	Lyse nedstr samløp	15/09/13	6,56	0,80							1,20										
7	Lyse nedstr samløp	29/09/13	6,86	1,60							2,05										
7	Lyse nedstr samløp	13/10/13	6,75	1,15							1,79										
7	Lyse nedstr samløp	27/10/13	6,39	0,62							1,15										
7	Lyse nedstr samløp	11/11/13	6,43	0,89							1,56										
7	Lyse nedstr samløp	25/11/13	6,07	1,31							2,11										
7	Lyse nedstr samløp	01/12/13	6,29	0,63	0,047	18	33	29	4	1,2	1,68	0,25	1,74	0,11	3,19	0,88	81	119	2	1,33	16
7	Lyse nedstr samløp	08/12/13	6,45	1,04							2,02										
7	Lyse nedstr samløp	22/12/13	6,31	0,85							2,01										

* Prøveresultatene utelatt i figurer og ved beregning av middelværddier.

19. Jørpelandsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Jørpelandsvassdraget	
Vassdragsnr.:	032.Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	79,9 km ²
Vassdragsregulering:	Reguleringsmagasin i Svortingsvatn, Liarvatn og Dalavatn
Spesifikk avrenning:	78,0 l/s/km ²
Middelvannføring:	6,2 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca. 3 km etter bygging av fisketrapp i Jørpelandsfossen
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen ble karakterisert som truet før kalking (Enge og Nordland 1994).
Kalkingsplan:	Kaste m.fl. (1995) inneholder hydrologiske og kjemiske grunnlagsdata, samt oversikt over reguleringer og sentrale referanser. Kalkingsplan for innsjøer er utarbeidet av E. Enge, FM i Rogaland (upublisert).
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:	Ingen pH-mål for vassdraget
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking, deretter dosererkalking med silikat. I 1995–2005 ble 13–19 innsjøer i vassdraget kalket. Etter dette har antall innsjøer med kalkingsaktivitet sunket til ni innsjøer (2006–2009), deretter til fem (2010) for så å bli erstattet med ett vannføringsstyrt silikat-anlegg ved Storåsfossen f.o.m. 2011.

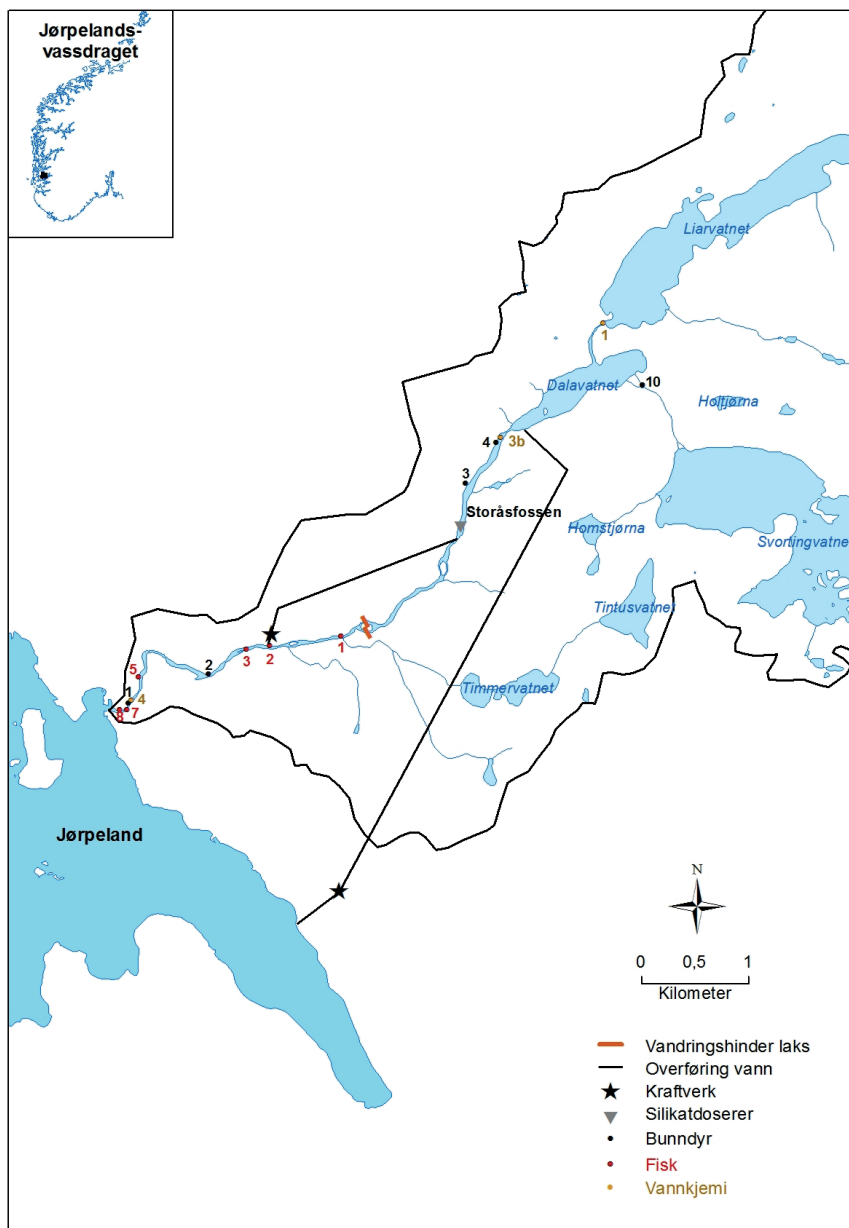
En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Fra 1995 til 2010 var det kun innsjøkalking i Jørpelandsvassdraget. I 2011 ble det satt i drift et silikat-anlegg ved Storåsfossen for å erstatte innsjøkalkingen. Forbruket av silikat har doblet seg mellom 2011 og 2013. Forskjellene reflekterer imidlertid ikke vannkvalitetsendringer, men drifts-

forhold vedrørende reguleringen i vassdraget. **Tabell 1** viser forbruket av kalk og silikat for siste femårsperiode i dette vassdraget.

På meteorologisk stasjon 45600 Bjørheim i Ryfylke falt det 1690 mm nedbør i 2013 (met.no 2014), og dette er om lag som årsnormalen for denne stasjonen. Mars måned var spesielt tørr med bare 13 mm nedbør, mens årets tre siste måneder hadde månedsnedbør på 230–334 mm.

Tabell 1. Kalkforbruk i Jørpelandsvassdraget for perioden 2009–2013 for innsjøene (tonn CaCO ₃) Forbruket ved doseringsanlegget er oppgitt i tonn silikat. I parentes antall innsjøer som ble kalket. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.					
År	2009	2010	2011	2012	2013
Innsjøkalking	166 (9)	36 (5)	-	-	-
Dosering – silikat	-	-	120	186	242



Figur 1. Jørpelandsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo (NIVA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

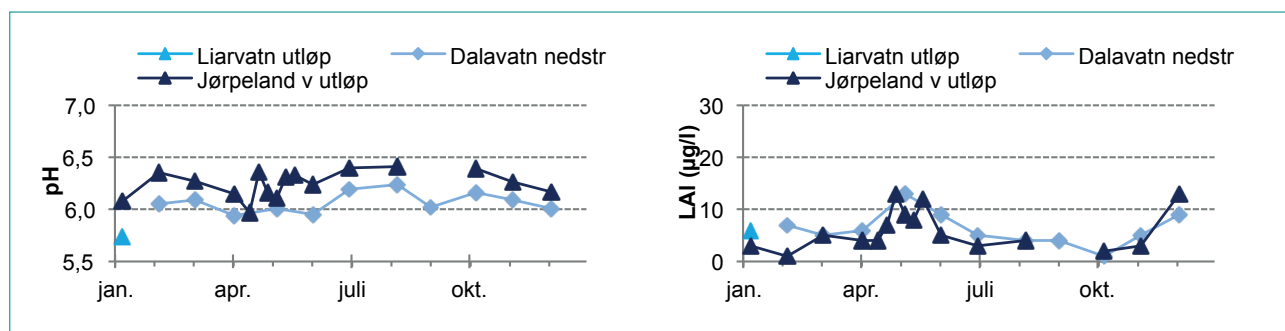
Vannkemisk overvåking samt kalking startet høsten 1995. Sidegrenen fra Svortingsvatn har vært mest påvirket av for-suring, mens hovedgrenen fra Liarvatn, som utgjør omtrent 70 % av vassdraget, har vært noe mindre sur. Avrenningen fra Liarvatn har vanligvis størst betydning for vannkvaliteten i nedre del av hovedvassdraget, men i perioder med overløp eller tapping fra Svortingsvatn kan blandingsforholdet mellom de to vassdragsgrenene endres. Vannkjemien i Jørpelandsvassdraget ble i 2013 overvåket på to stasjoner (figur 1).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Stasjon 1 (Liarvatn utløp) ligger oppstrøms vandringshinder og silikatdoserer. Her ble det kun tatt én prøve i 2013. Den hadde pH 5,7 og lav konsentrasjon av LAL.

Nedstrøms Dalavatn (ny vannprøvestasjon) var årsmiddel-pH 6,06 og svært stabil (tabell 2). Konsentrasjonen av LAL var lav; bare i én prøve overskred den 10 µg/L (figur 2).

Stasjon 4 (Jørpeland ved utløp) ligger i målområdet i lakseførende strekning. I prøvene fra 2013 varierte pH mellom 6,0 og 6,4 (tabell 2, figur 2). Konsentrasjonen av LAL var lavere enn 10 µg/L i 13 av 16 prøver. I april, mai og desember ble LAL-konsentrasjonene målt til 12 og 13 µg/L. Konsentrasjonen av silikat var relativt lav i prøvene fra april og mai sammenlignet med verdiene fra resten av året (vedlegg B), og også fra 2012.



Figur 2. pH-utvikling i 2013 er vist for elvestasjonene i Jørpelandsvassdraget (venstre panel). Labilt aluminium for de samme stasjonene og samme tidsrom, er vist i høyre panel. Det er ingen pH-mål for dette vassdraget. Det er utelatt en prøve for st. 4 (Jørpeland v utløp), mens st. 1 (Liarvatn utløp) bare ble prøvetatt en gang dette året, se vedlegg B.

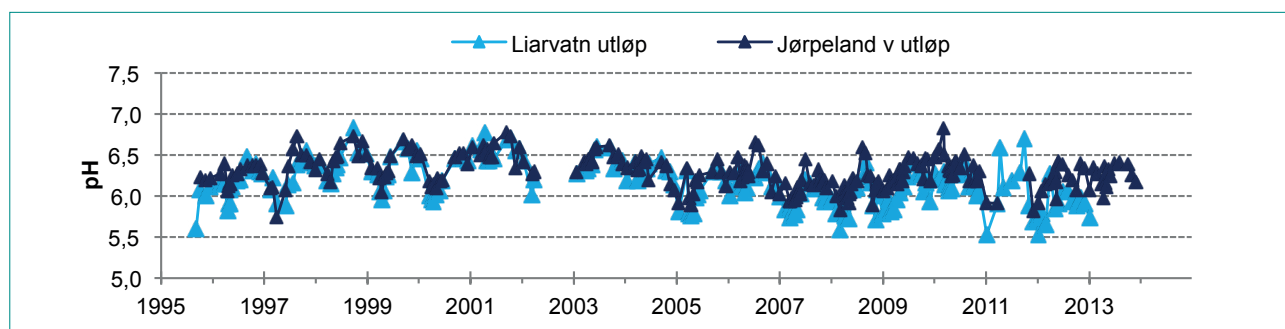
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i 2013. St. 1 ble bare prøvetatt en gang dette året, se for øvrig vedlegg B.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
3 b	Dalavatn nedstr	Mid	6,06	0,64	15	6		
		Min	5,94	0,58	10	1		
		Maks	6,24	0,72	21	13		
		N	11	11	10	11		
4	Jørpeland v utløp	Mid	6,23	0,74	21	6	2,3	32
		Min	5,97	0,64	3	1	1,5	23
		Maks	6,41	0,94	31	13	3,6	42
		N	16	16	15	16	11	11

2.2 Langtidstrender

Som følge av redusert innsjøkalking har årsmiddel-pH ved stasjon 1 falt fra 6,3-6,4 rundt tusenårsskiftet til 5,85 i år 2012 (figur 3). Tilsvarende har middelkonsentrasjonen av kalsium falt fra 1,2-1,5 mg/L til 0,67 i 2012, noe som viser

at effekten av tidligere innsjøkalking har avtatt betydelig. Den nye stasjonen (Dalavatn nedstrøms) viste marginalt lavere kalsiumkonsentrasjon enn den gamle ved utløpet av Liarvatn, men høyere pH. Ved utløpet (stasjon 4) er pH gjennomgående lavere enn rundt årtusenskiftet.



Figur 3. pH-utvikling på de to elvestasjonene i Jørpelandsvassdraget for perioden 1995-2013. Flertallet av prøvene tatt ved utløpet ved fjorden i 2011 var tydelig sjøvannspåvirket og er utelatt i denne figuren. St. 1 (Liarvatn utløp) ble bare prøvetatt en gang i 2013, og det er utelatt en prøve for st. 4 (Jørpeland v utløp), se vedlegg B.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeidere: Gunnar B. Lehmann (LFI, Uni Miljø)

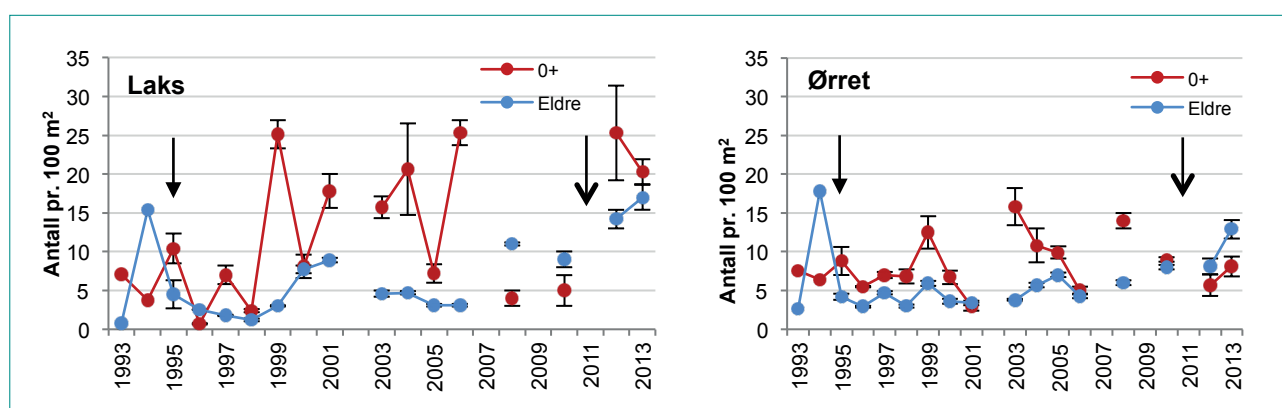
Det ble påvist lave tettheter av ungfisk i Jørpelandselva på slutten av 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet (Persson 1993, Helgøy & Enge 1995, Helgøy 1999). Forsuring og ustabil vannkvalitet ble trukket fram som hovedårsak, og i 1995 ble vassdraget kalket (innsjøer). Gyteområder er imidlertid en begrensende faktor i dette vassdraget (Lund mfl. 2006). Elva er også regulert. Det er tidligere drevet noe kultivering i Jørpelandselva med utsetting av laksyngel, men dette ble stanset fra og med 2008. I 2013 ble det lagt ut gytesubstrat på fire områder på lakseførende strekning (Lehmann mfl. 2013). Elfisket i 2013 ble utført av Uni Miljø i Bergen.

3.1 Ungfiskundersøkelser

I 2013 ble det fanget laks- og ørretunger (både årsyngel og eldre fiskunger) på alle stasjonene som ble elfisket i Jørpelandselva (**tabell 3**). Det ble ikke foretatt registreringer av ål i 2013. Tettheten av laksyngel var forholdsvis høy sammenlignet med tidligere år, og tettheten av eldre laksunger var den høyeste som er registrert i overvåkingsperioden. For ørret var tettheten av årsyngel lav, mens tettheten av eldre ørretunger var i likhet med laks høy sammenlignet med tidligere år (**figur 4**). Lave tettheter av ungfisk har tidligere blitt forklart med dårlig vannkvalitet, reguleringen av elva og dårlige gyteforhold (Lund mfl. 2006). Kartlegging av gyteareal i Jørpelandelva på lakseførende strekning viser at gyteplasser med godt gytesubstrat utgjør mindre enn 0,5 % av elvearealet (Lehmann mfl. 2013). På grunn av dette er det ikke forventet at tettheten av laks og ørret skal være så mye høyere enn det som faktisk ble funnet i 2012 og 2013. Stasjon 8 (nederst) er ikke fisket de to siste årene fordi det ikke har vært vann i sideløpet helt nederst i elva.

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet pr. 100 m² av laks og ørret på 5 stasjoner i Jørpelandselva 24. september 2013.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	33	22		24,0	11,4	5,8	18,7
2	100	32	18		7,8	24,0	3,0	14,8
3	100	33	13		14,8	24,6	3,1	10,1
5	100	25	8		7,1	15,4	4,0	4,0
7	100	51	28		38,4	13,3	22,7	21,2
Sum	500	174	98					
Tetthet 1					20,3±1,6	17,0±1,6	8,1±1,3	12,9±1,2
Tetthet 2					18,4±13,1	17,7±6,2	7,7±8,4	13,8±6,9

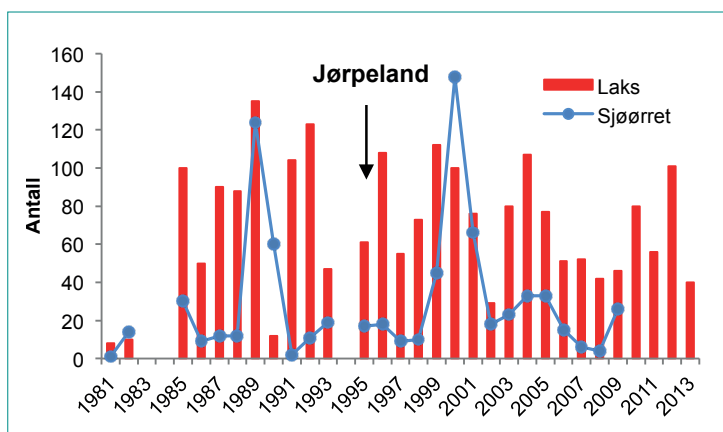


Figur 4. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Jørpelandselva i perioden 1993–2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006) og perioden 2006–2010 fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking (lukket pil) og oppstart av silikatbehandling (åpen pil).

3.2 Fangststatistikk

Det er bare små forskjeller i antall laks som ble fanget i Jørpelandselva i perioden før (1985–1993) og etter kalking (**figur 5**). Sjørøretfangstene har vært små i hele perioden, med noen få unntak (1989 og 2000). Gytefisktellinger og bereg-

ning av gytebestandsmål viser at dette målet har vært nådd de siste to årene (Lehmann mfl. 2013, Anon. 2013), og bestanden tåler sannsynligvis en høyere beskatning (Anon. 2013). Gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse siste fire år er beregnet til 96 %.



Figur 5. Antall laks og sjørørret fanget (avlivet) i Jørpelandselva i perioden 1981 til 2013. Fangstforbud av sjørørret fra 2010. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

I rapport fra Vitenskapelig råd ligger andelen estimert rømt oppdrettsfisk (brukt i simulering av gytebestand) i perioden 2000–2011 mellom 1,2 og 20,7 % (Anon. 2013). I gytefisktellinger utført av Uni Miljø ble det i perioden 2011–2013 registrert mellom 1,0 og 5,3 % oppdrettslaks (Lehmann mfl. 2013). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Jørpelandselva har i enkelte år (2007 og 2010) ligget over dette.

4. Bunndyr

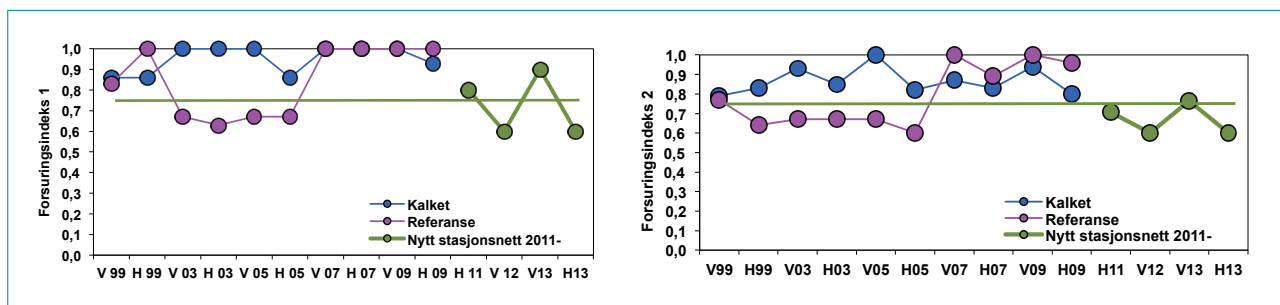
Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannesen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Bunndyroversvåkingen i Jørpelandselva ble startet våren 1999. Det ble den gang valgt ut 10 stasjoner som ble overvåket annet hvert år, vår og høst (Fjellheim & Raddum 2000b). Fem av disse stasjonene var ukalkete stasjoner, resten var kalket. Hensikten med undersøkelsene var å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på forurskingsskade og biologisk mangfold. I forbindelse med nye reguleringsinngrep i vassdraget 2008 – 2010 ble stasjonsnettet avkortet. Kalkingen av vassdraget opphørte i 2009 og det ble installert et silikatdoseringsanlegg ved Storåsfoss. Flere av de ovenforliggende magasiner gir fremdeles en kalkingseffekt på hovedvassdraget. Stasjonsnettet for bunndyrprøvetaking skiller derfor ikke mellom referanse og behandlet del av vassdraget etter 2009. Det ble registrert to døgnfluearter, 11 steinfluearter, og 11 arter/slekter av vårfluer i Jørpelandselva i 2013 (**vedlegg**

D1 og D2). Ti av de registrerte arter/grupper er sensitive overfor forursking (Fjellheim & Raddum 1990). I 2013 ble det registrert langt flere filtrerende bunndyr på stasjonene i vassdraget sammenlignet med årene før. Dette kan være forårsaket av lavere innhold av uorganiske slampartikler i vannet. Den øverste stasjonen i Lågaliåna, utløpselva fra Svortingsvatnet, hadde imidlertid ingen filtrerende bunndyr. Dette kan være forårsaket av silt, eventuelt i kombinasjon med store fluktuasjoner i vannføring som følge av reguleringen.

Forsuringsindeksene (**figur 6**) viser at den økologiske tilstanden i vassdraget ikke er optimal. Det er spesielt de tre øverste stasjonene som viser skader (**vedlegg D1 og D2**).

Undersøkelsene i 1980 (Raddum & Fjellheim 1990) viste at vassdraget den gang var sterkt forsuret. Gjennomsnittet for forsuringsindeks 1 var 0,1. Datamaterialet fra kalkingsovervåkingen 1999 – 2009 viser at bunndyrsamfunnene i denne perioden har hatt en sterk positiv utvikling (Fjellheim 2010). Det var spesielt døgnfluens oppblomstring som hadde vært merkbar. Som eksempel kan nevnes at mens døgnfluen *Baetis rhodani* var fraværende i vassdraget i 1980, var det gjennomsnittlig 72 individer av arten pr. prøve høsten 2007. Senere har tettheten vært lavere. I 2013 var gjennomsnittlig antall *B. rhodani* 30 individer av arten pr. prøve, men det er spesielt på de to nederste stasjonene at tettheten er høy. Indeksverdiene på de tre øverste stasjonene ligger i gjennomsnitt under vannforskriftens miljømål. Fraværet av sterkt forurskingssensitive døgnfluer i denne delen av vassdraget kan være forårsaket av anleggsarbeidet i forbindelse med det nye kraftverket. *B. rhodani* utgjør, der den finnes, en viktig del av næringsgrunnet for aure- og lakseunger.



Figur 6. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Jørpelandsvassdraget i perioden 1999 – 2013. Etter 2009 har det vært for få stasjoner til beregning av separate indekser for behandlet og ubehandlet del av vassdraget. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand) jf. vannforskriften.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Konsentrasjonen av LAI ved utløpet av Jørpelandselva ble målt til å være høyere enn 10 µg/L i to av syv prøver tatt i april og mai ved utløpet. Dette er omtrent samme verdier som ble målt ved utløpet av Dalavatn. Tilsatt mengde silikat var betydelig høyere i 2013 enn i 2012, men målt silikat-konsentrasjon i vårprøvene var lavere. Årsmiddelverdien for ANC ved utløpet tilfredsstiller kravet til god tilstand i følge den nye klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa vann-direktivet 2013).

5.2 Fisk

Tettheten av laksengel var forholdsvis høy sammenlignet med tidligere år, og tettheten av eldre laksunger var den høyeste som er registrert i overvåkingsperioden. For ørret var tettheten av årsengel lav, mens tettheten av eldre ørretunger var i likhet med laks høy sammenlignet med tidligere år. Lave tettheter av ungfisk har tidligere blitt forklart med dårlig vannkvalitet, reguleringen av elva og dårlige gyteforhold. Ny kartlegging av gytearealene i Jørpelandselva viser at disse er så små at det ikke kan forventes vesentlig høyere tetthet av laks

og ørret enn det som faktisk ble funnet i 2013. Det er bare små forskjeller mellom antall laks som ble fanget i Jørpelandselva i perioden før og etter kalking. Sjøørretfangstene har vært små i hele perioden, med noen få unntak (1989 og 2000). I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er gytebestandsmålet nesten nådd for laksen i Jørpelandselva, og bestanden tåler sannsynligvis en høyere beskatning.

5.3 Bunndyr

Jørpelandsvassdraget har hatt større forursingsskader på bunndyrfaunaen i de seneste årene enn det som er registrert i perioden 1999 – 2009. Dette kan være forårsaket av en endring av stasjonsnett og av forstyrrelser i forbindelse med anleggsarbeid på den nye kraftstasjonen. Det er foreløpig vanskelig å gi en vurdering på effekten av det nye silikat-doseringsanlegget som er installert i vassdraget.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Silikatdoseringen ser ikke ut til å gi reduksjon i målt LAI-konsentrasjon, men det kan skyldes at måleusikkerheten er stor ved så lave verdier som i Jørpeland. Silikat bør bestemmes også i prøvene fra Dalavatn nedstrøms slik at økning i silikatkonsentrasjon som følge av dosering kan vurderes.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Jørpelandsvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Liarvatn utløp	334843	6549249	Kalket
Vannkjemi	3b	Dalavatn nedstr	333872	6548155	Si behandlet
Vannkjemi	4	Jørpeland v utløp	330457	6545739	Si behandlet
Bunndyr	1	Jørpeland	330430	6545714	Si behandlet
Bunndyr	2	Fullshamar	331176	6545983	Si behandlet
Bunndyr	3	Heståsen	333566	6547761	Kalket
Bunndyr	4	Furenes	333849	6548140	Kalket
Bunndyr	10	Svortingsvatn utløp	335212	6548674	Kalket
Fisk	1	Fossabekken nedstr	332408	6546334	Si behandlet
Fisk	2	Jørpeland 2	331744	6546249	Si behandlet
Fisk	3	Jørpeland 2 nedstr	331524	6546217	Si behandlet
Fisk	5	Jonsokberget oppstr	330524	6545956	Si behandlet
Fisk	7	Jørpeland 1 oppstr	330414	6545652	Si behandlet
Fisk	8	Jørpeland 1	330351	6545652	Si behandlet

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Jørpelandsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i µekv/l	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	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	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
1	Liarvatn utløp	07/01/13	5,74	0,39	0,031	0	45	39	6		1,69										
3b	Dalavatn nedstrøms	04/02/13	6,05	0,70	0,046	16	44	37	7		2,57										
3b	Dalavatn nedstrøms	04/03/13	6,09	0,65	0,046	16	39	34	5		2,70										
3b	Dalavatn nedstrøms	03/04/13	5,94	0,67	0,041	11	37	31	6		2,47										
3b	Dalavatn nedstrøms	06/05/13	6,01	0,59	0,042	12	45	32	13		2,31										
3b	Dalavatn nedstrøms	03/06/13	5,95	0,58	0,040	10	38	29	9		2,30										
3b	Dalavatn nedstrøms	01/07/13	6,19	0,64	0,046	16	38	33	5		2,24										
3b	Dalavatn nedstrøms	07/08/13	6,24	0,63	0,050	21	40	36	4		2,22										
3b	Dalavatn nedstrøms	02/09/13	6,02	0,65	0,046	16	84	80	4		1,95										
3b	Dalavatn nedstrøms	07/10/13	6,16	0,63	0,047	18	55	54	1		2,04										
3b	Dalavatn nedstrøms	04/11/13	6,09	0,62	0,042	12	62	57	5		2,09										
3b	Dalavatn nedstrøms	04/12/13	6,01	0,72			45	36	9		2,29										
4	Jørpeland v utløp	07/01/13	6,08	0,66	0,046	16	51	48	3	2,2	2,24	0,28	2,61	0,18	3,90	1,16	120	200	4	2,22	32
4	Jørpeland v utløp	04/02/13	6,35	0,94	0,057	28	43	42	1	1,7	3,35	0,42	3,93	0,24	6,57	1,47	135	235	3	2,14	33
4	Jørpeland v utløp	04/03/13	6,27	0,85	0,052	23	40	35	5	1,5	2,94	0,41	3,46	0,21	5,84	1,44	135	220	3	1,91	28
4	Jørpeland v utløp	03/04/13	6,15	0,77	0,052	23	39	35	4	1,5	2,63	0,36	3,10	0,19	5,05	1,34	125	200	2	1,66	28
4	Jørpeland v utløp	15/04/13	5,97	0,79	0,042	12	63	59	4		3,55										
4	Jørpeland v utløp	22/04/13	6,36	0,76	0,052	23	42	35	7		2,64										
4	Jørpeland v utløp	29/04/13	6,16	0,91	0,034	3	65	52	13		3,17										
4	Jørpeland v utløp	06/05/13	6,11	0,65	0,043	13	50	41	9	1,8	2,50	0,35	2,97	0,26	4,86	1,17	130	230	3	1,61	26
4	Jørpeland v utløp	13/05/13	6,31	0,67	0,054	25	49	41	8		2,58										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
4	Jørpeland v utløp	20/05/13	6,33	0,66	0,051	22	46	34	12		2,56										
4	Jørpeland v utløp	03/06/13	6,24	0,65	0,048	19	39	34	5	1,8	2,44	0,33	2,85	0,27	4,53	1,17	112	235	2	1,52	30
4	Jørpeland v utløp	01/07/13	6,40	0,66	0,060	31	40	37	3	2,0	2,53	0,33	2,97	0,30	4,66	1,25	100	225	2	1,48	32
4	Jørpeland v utløp	07/08/13	6,41	0,80	0,057	28	53	49	4	2,7	2,46	0,33	2,95	0,21	4,43	1,33	92	235	4	1,73	42
4	Jørpeland v utløp*	02/09/13	5,01	0,73	<0,01	0	138	138	0	7,8	2,41	0,30	3,06	0,18	4,12	1,36	48	290	5	2,29	51
4	Jørpeland v utløp	07/10/13	6,39	0,64	0,057	28	62	60	2	3,6	2,27	0,30	2,80	0,21	3,91	1,22	88	260	3	2,03	42
4	Jørpeland v utløp	04/11/13	6,26	0,71	0,051	22	76	73	3	3,3	2,65	0,35	3,28	0,27	4,86	1,41	110	220	2	2,46	40
4	Jørpeland v utløp	04/12/13	6,17	0,79			60	47	13	2,7	3,07	0,40	3,52	0,31	6,07	1,46	120	225	2	2,42	23

* Prøveresultatene er ikke tatt med i figurer eller beregning av middelveidier

Vedlegg C. Primærdata – fisk i Jørpelandsvassdraget 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde (kun st 7) for laks pr. stasjon i Jørpelandselva 24. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er ikke målt i 2013. Vannføring under elfisken målt ved utløpet av Liarvatnet var 9,98 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
1	°C	0+	13	7	2	22	24,0	4,8	0,57	-	-	-	-
100 m²		>0+	7	4	0	11	11,4	1,6	0,68	-	-	-	-
2	°C	0+*	4	5	2	11	7,8	1,6	0,66	-	-	-	-
100 m²		>0+	11	8	2	21	24,0	7,0	0,50	-	-	-	-
3	°C	0+	9	4	1	14	14,8	2,6	0,63	-	-	-	-
100 m²		>0+	10	5	4	19	24,6	13,8	0,39	-	-	-	-
5	°C	0+*	4	3	3	10	7,1	1,5	0,66	-	-	-	-
100 m²		>0+	10	5	0	15	15,4	1,6	0,71	-	-	-	-
7	°C	0+	29	9	0	38	38,4	1,3	0,79	52,4	4,1	44	59
8100m²		>0+	9	4	0	13	13,3	1,3	0,73	94,2	15,3	70	122
Totalt		0+	59	28	8	95	20,3	1,6	0,60	-	-	-	-
500 m²		>0+	47	26	6	79	17,0	1,6	0,58	-	-	-	-

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde (kun for st 7) for ørret pr. stasjon i Jørpelandselva 24. september 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er ikke målt i 2013. Vannføring under elfisken målt ved utløpet av Liarvatnet var 9,98 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
1	°C	0+	2	1	1	4	5,8	10,6	0,32	-	-	-	-
100 m²		>0+	12	5	1	18	18,7	2,4	0,66	-	-	-	-
2	°C	0+*	1	0	3	4	3,0	1,2	0,62	-	-	-	-
100 m²		>0+	10	2	2	14	14,8	2,6	0,63	-	-	-	-
3	°C	0+	2	1	0	3	3,1	0,7	0,71	-	-	-	-
100 m²		>0+	8	2	0	10	10,1	0,5	0,82	-	-	-	-
5	°C	0+	3	1	0	4	4,0	0,5	0,78	-	-	-	-
100 m²		>0+	3	1	0	4	4,0	0,5	0,78	-	-	-	-
7	°C	0+	15	6	1	22	22,7	2,3	0,68	58,9	5,8	50	69
100 m²		>0+	7	5	3	15	21,1	17,8	0,34	105,1	15,7	86	144
Totalt		0+	23	9	5	37	8,1	1,3	0,55	-	-	-	-
500 m²		>0+	40	15	6	61	12,9	1,2	0,62	-	-	-	-

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

Vedlegg D. Primærdata – bunndyr i Jørpelandsvassdraget 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Jørpelandsvassdraget 22.05.2013.

* litt sensitiv ** moderat sensitiv ***svært sensitiv

	Stasjon	1	2	3	4	10
	Turbellaria					
**	<i>Crenobia alpina</i>					3
	Nematoda	1	3		1	
	Oligochaeta	17	6	11	4	1
	Acari	2	2	3		1
	Ephemeroptera					
***	<i>Baetis rhodani</i>	159	61	6	3	
	Plecoptera					
	<i>Amphinemura borealis</i>	26	19	2	25	11
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	13	10	3	16	4
	<i>Amphinemura</i> sp.cf.standfussi				1	3
	<i>Leuctra hippopus</i>					1
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	3	11	17	1	4
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	1		2	
	<i>Brachyptera risi</i>	6			9	26
	<i>Nemoura cinerea</i>					1
	<i>Protonemura meyeri</i>	5			2	3
**	<i>Isoperla grammatica</i>	8	7	3	7	1
	Trichoptera					
	<i>Rhyacophila nubila</i>	8	1	1	19	5
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1	7	12	10	
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>			5		
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>			7	21	
	<i>Hydroptila</i> sp.	1	2	1		
	<i>Oxyethira</i> sp.		1	5	1	
**	<i>Ithytricia lamellaris</i>	5	3	1		
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>		4			
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>	62	11			
**	<i>Hydropsyche</i> sp.	2	4	5		
	Chironomidae	207	309	307	210	86
	Ceratopogonidae	1	2			
	Simuliidae	3	3	2	2	1
	Tipuloidea					
	<i>Dicranota</i> sp.		2		1	1
	Diptera					
	Empididae indet.	32	16	14		2
	<i>Antocha vitripennis</i>	9	17			
	Coleoptera					
	<i>Elmis aenea</i>	1				
	Crustacea					
	Chydoridae			2		
	Harpacticoida	1				
	Cyclopoida		1			
	Sum	574	503	407	335	154
	Forsuringsindeks 1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,5
	Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	0,77	0,55	0,50

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Jørpelandsvassdraget 10.09.2013.

* litt sensitiv ** moderat sensitiv ***svært sensitiv

Stasjon	1	2	3	4	10
Nematoda		1			
Oligochaeta	5	9	8	3	47
Acari	1	1	1	3	
Ephemeroptera					
*** <i>Baetis rhodani</i>	39	30			
<i>Heptagenia sulphurea</i>	1	1			
Plecoptera					
<i>Amphinemura borealis</i>	3	2		1	
<i>Amphinemura sulciollis</i>	7	16		1	
<i>Leuctra fusca</i>		1	1	2	
<i>Leuctra hippopus</i>	3	2		1	1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1			
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>				5	
<i>Nemoura</i> sp.					1
<i>Protonemura meyeri</i>	20	3			
** <i>Isoperla grammatica</i>		3	1		
Trichoptera					
<i>Rhyacophila nubila</i>	16	9	1	3	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1	5	18	45	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>					
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			32	95	
<i>Hydroptila</i> sp.	7				
<i>Oxyethira</i> sp.		2	34	1	
** <i>Philopotamus montanus</i>		1			
** <i>Ithytricia lamellaris</i>	1		3	1	
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	6	6	1		
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	48	32			
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>				4	
** <i>Hydropsyche</i> sp.	7	2		1	
Chironomidae	121	143	42	52	54
Ceratopogonidae				1	
Simuliidae	1	2			4
Tipuloidea					
<i>Limonidae</i> indet.					1
<i>Tipula</i> sp.			3		
<i>Pedicia rivosa</i>					1
Diptera					
<i>Empididae</i> indet.	3	14		2	
<i>Antocha vitripennis</i>	6	4			
<i>Stratiomyidae</i> indet.					1
Coleoptera					
<i>Elmis aenea</i>	1	1			
<i>Hydrophilidae</i> indet.					1
Collembola					4
Crustacea					
<i>Calanoidae</i>					65
<i>Bosmina</i> sp.				1	2
Sum	297	291	145	222	182
Forsuringsindeks 1	1	1	0,5	0,5	0
Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	0,50	0,50	0,00

20. Suldalslågen

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Suldalslågen	
Vassdragsnr.:	036.z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	1466 km ² (før regulering), restfelt Suldalslågen 135 km ²
Vassdragsregulering:	Omfattende regulering (Ulla-Førre og Røldal-Suldal kraft)
Spesifikk avrenning:	34,1 l/s/km ² (før regulering)
Middelvannføring:	50 m ³ /s
Lakseførende strekning:	22 km, hele Suldalslågen til utløpet ved Sand
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen er truet, samt tilførsel av mer surt vann gjennom Blåsjømagasinet etter regulering.
Tiltaksplan:	Kalkingsplan fra Kaste m.fl. (1995) med senere modifikasjoner.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for laks i Suldalslågen. 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:	Kun dosereralking. Kalkdoserer i hovedelven ved utløp av Suldalsvatnet og i tre sidevassdrag; Tjøstheimsåna, Tveitlåna og Mosåna. Innsjøkalking i mindre innsjøer ble avsluttet i 2005. Dagens kalkingsaktivitet siden 1998.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

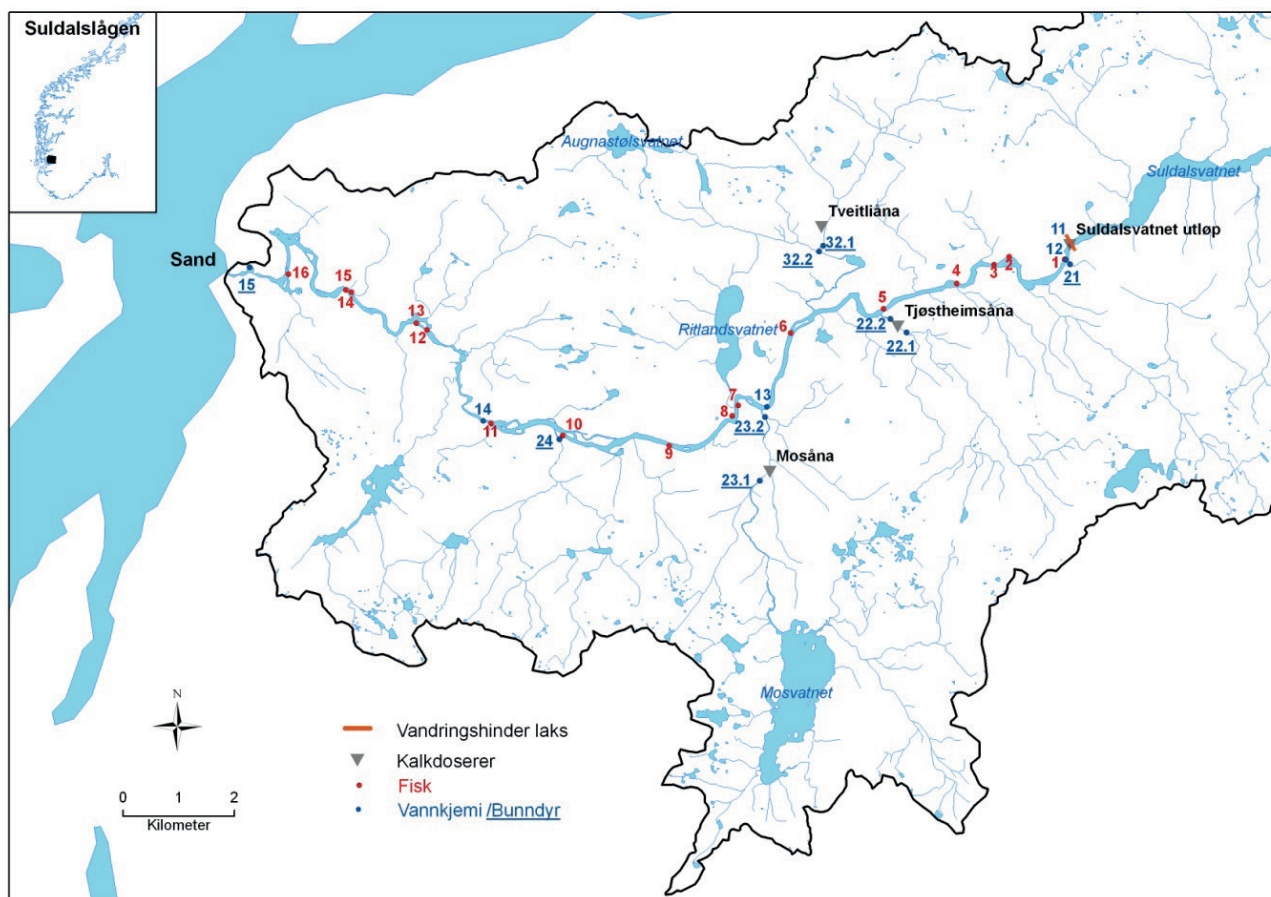
Forbedringen i forsuringsssituasjonen i de senere årene har medført at det ikke har vært innsjøkalking etter 2005.

Doseringen fra Tveitlåna har også vært svært liten de siste årene, og i 2013 var det ingen dosering fra dette anlegget (**tabell 1**). I siste femårs periode har det vært et kalkforbruk på ca 274 tonn CaCO₃ i årsmiddel i dette vassdraget. Det ble tilført totalt 328 tonn VK3 til Suldalslågen i 2013.

Tabell 1. Kalkforbruk i Suldalslågen for perioden 2009–2013, omregnet til tonn CaCO ₃ . VK3 inneholder 99 % CaCO ₃ . Data fra Fylkesmannen i Rogaland.					
År	2009	2010	2011	2012	2013
Osvad doserer	164	190	175	150	239
Tjøstheimsåna doserer	44	16	92	76	72
Tveitlåna doserer		22	5	2	
Mosåna doserer	34		51	22	14
Sum kalkforbruk	242	228	323	250	325

Det falt 1932 mm nedbør på meteorologisk stasjon 46300 Suldalsvatn i 2013, og dette er litt over årsnormalen for denne stasjonen (met.no 2014). Februar, mars, juni, juli og september hadde månedsnedbør under normalen, mens de øvrige månedene lå på eller over normalen. Nedbørs-

mengdene var svært ulikt fordelt. I mars falt det kun 12 mm nedbør, mens det i april og desember kom to til tre ganger mer nedbør enn månedsnormalen (hhv. 209 mm og 474 mm).



Figur 1. Suldalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse for kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Understreket stasjonsnummer: stasjon for vannkjemi og bunndyr er samordnet. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Thomas C. Jensen (NINA)

Medarbeidere: L. B. Skancke og T. Høgåsen (NIVA)

Data for vannkvaliteten i Suldalslågen for denne rapporteringen strekker seg fra oktober 2004 til desember 2013. Tids-seriedata fra tidligere har ikke vært tilgjengelig og vurdering av data fra perioden før 2004 er basert på figurer og konklusjoner fra tidligere rapport (Blakar m.fl. 2004). Vannkjemien i Suldalslågen ble i 2013 overvåket på 13 stasjoner (figur 1).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

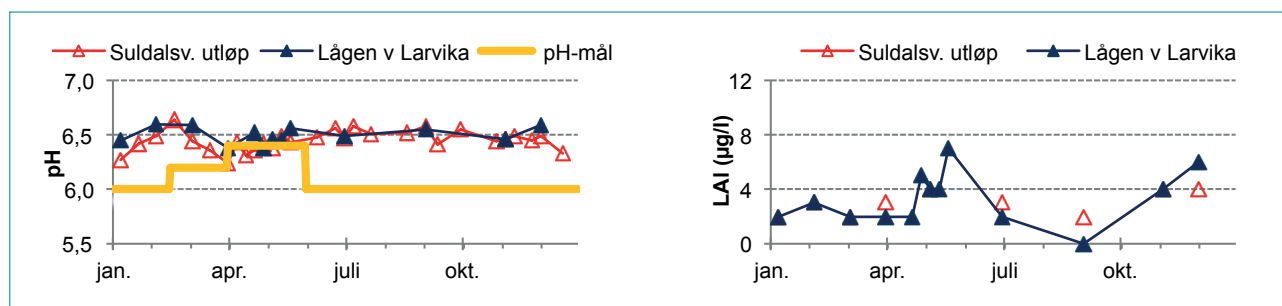
Øverst på den lakseførende strekning av Suldalslågen, nedstrøms Suldalsvatnet (st 11), var vannkvaliteten dårlig i deler av smoltifiseringsperioden i 2013. Flere av målingene lå under vannkvalitetsmålet, men bare en verdi (begynnelsen av april) avvek med mer en 0,1 pH enheter. Resten av året lå pH vesentlig over vannkvalitetsmålet. 90 % av prøvene utenom smoltifiseringsperioden lå mer enn 0,3 pH enheter over pH-målet. Nederst i Suldalslågen ved Larvika fulgte vannkvaliteten samme mønster som nedstrøms Suldalsvatnet, men pH var jevnt over litt høyere enn nedstrøms Suldalsvatnet. To av målingene i smoltifiserings-

perioden var marginalt lavere enn pH-målet. Resten av året lå pH vesentlig over vannkvalitetsmålet (> 0,3 pH enheter, figur 2).

Det kalkes ikke i referansebekken Fossåna (st 24). Sammen med Mosåna oppstrøms kalking har denne stasjonen den sureste vannkvaliteten i Suldalslågen. I 2013 var årsgjennomsnitt for pH 5,9 (tabell 2). I hovedvassdraget var vannkvaliteten vesentlig bedre enn i Fossåna (figur 2). Ved utløpet av Suldalsvatnet var middelerdien for pH 6,4 i 2013 (tabell 2). Middelerdi for pH ved Larvika var 6,5 (tabell 2).

I 2013 er det ikke registrert nivåer av labilt aluminium (LAI) over 10 µg/l på den lakseførende strekningen (figur 2). På referanselokaliteten Fossåna var høyeste konsentrasjon av LAI 23 µg/l. Det må betegnes som noe forhøyet, og indikerer moderat økologisk tilstand for laks (Direktoratsgruppa vann-direktivet, veileder 02:2013).

På bakgrunn av pH-målingene opp- og nedstrøms kalkdoserer ved Osvad ser det ut til at kalkingen i 2013 har fungert bra øverst i vassdraget. I Tjøstheimsåna nedstrøms kalkdosereren var vannkvaliteten jevnt over bedre enn oppstrøms, dog med stor variasjon i pH (tabell 2). Laveste pH ble målt i starten av smoltifiseringsperioden og da med like



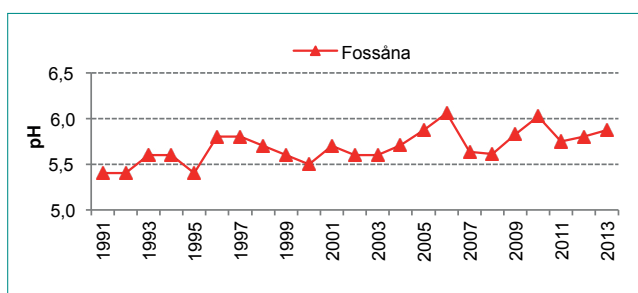
Figur 2. pH i 2013 på referansestasjon (st. 11) og på lakseførende strekning (st. 15) er samholdt med pH-målet for vassdraget i venstre panel, mens verdier for giftig aluminium (LAI) for samme tidsperiode er vist i høyre panel.

verdier på begge stasjoner. Forskjellen mellom oppstrøms og nedstrøms stasjon var størst i slutten av smoltifiseringsperioden men høye verdier gjennom store deler av året kan tyde på en viss overkalking. Vannkvaliteten på de to stasjonene i Tveitlåna opp- og nedstrøms kalkdosereren var svært lik og samvarierer gjennom hele 2013. pH var noe under pH-målet i deler av smoltifiseringsperioden. Spesielt lav pH er målt i starten av smoltifiseringsperioden (**vedlegg B**). I likhet med 2009, var doseren i Tveitlåna heller ikke i drift i 2013 (**tabell 1**). Basert på pH-målingene (**tabell 2**) ser det ut som det hadde vært nødvendig med kalking fra doseren i Tveitlåna i 2013 i smoltifiseringsperioden. Til tross for at vannkvaliteten i Mosåna jevnt over var bedre nedstrøms enn

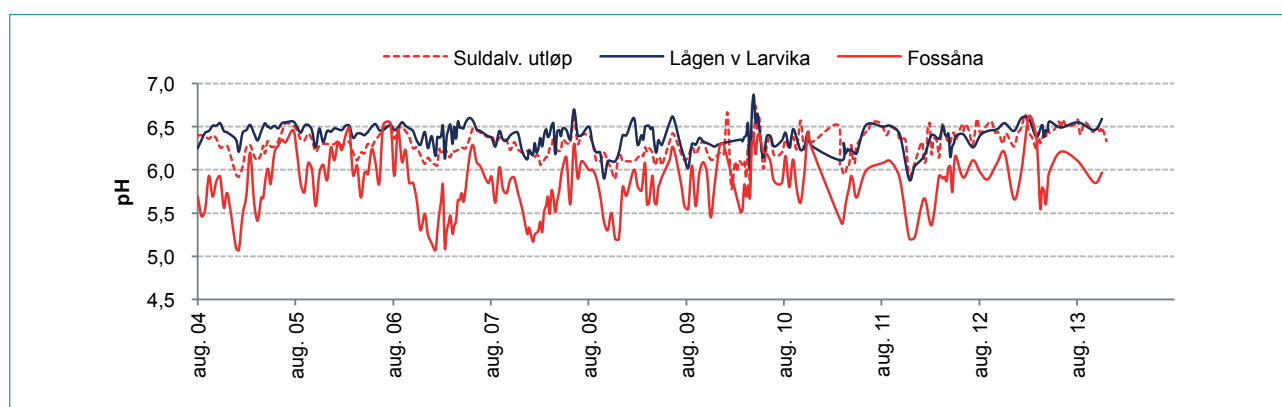
oppstrøms kalkdosereren, var pH under pH-målet i det meste av smoltifiseringsperioden og ved to anledninger på høsten og starten av vinteren (**vedlegg B**). Det ser derfor ut til at kalkingen fra doseren i Mosåna ikke har vært tilstrekkelig i smoltifiseringsperioden i 2013. Innholdet av aluminium blir ikke målt på noen av disse stasjonene.

2.2 Langtidstrender

DDet har blitt kalket siden 1985 i øvre del av Suldalslågen. Fra 1998 har det i tillegg blitt kalket via tre kalkdoserere i sidebekker til Suldalslågen og i flere innsjøer (Blakar m.fl. 2004). Kalkingen har sammen med mindre sur nedbør bidratt til en gradvis forbedring av vannkvaliteten i elven, særlig etter 2000. Naturlig bedring av vannkvaliteten pga. redusert sur nedbør er illustrert ved en økende trend for årsmiddelverdier av pH i perioden 1991–2013 i den ukalkede referansebekken Fossåna (**figur 3**). Ved utløpet av Suldalsvatnet og nederst i Suldalslågen var pH-nivået noe høyere enn i Fossåna for perioden 2004 til 2013, og variasjonene i pH var dessuten mindre (**figur 4**). I selve Suldalslågen ble det også observert en positiv utvikling i vannkvaliteten både øverst og nederst i elven fra 1995 og frem til 2003 (Blakar m.fl. 2004). Fra 2004 og fram har det ikke vært vesentlige endringer i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene i Suldalslågen (**figur 4**).



Figur 3. Årsmiddelverdier for pH i referansefeltet Fossåna (st. 24) i perioden 1991–2013. For perioden 1991–2003 er pH-data hentet fra Blakar m.fl. (2004, avlest grafisk figur 20, s. 31).



Figur 4. pH ved utløp av Suldalsvatn (st. 11) og nederst i Suldalslågen ved Larvika (st. 15) samt i referansebekken Fossåna (st. 24) fra perioden august 2004 – 2013.

Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Suldalslågen i 2013. For prøver som er utelatt eller ombyttet, se vedlegg B.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
11	Suldalsvatn utløp	Mid	6,44	0,79	29	3	0,7	31
		Min	6,24	0,64	19	2	0,4	30
		Maks	6,64	0,85	34	4	1,1	34
		N	29	29	9	9	9	9
12	Osvad nedstr doserer	Mid	6,51	0,99				
		Min	6,40	0,68				
		Maks	7,06	4,55				
		N	26	26				
21	Gjuvet	Mid	6,65	1,94	81	4		
		Min	6,47	1,08	38	2		
		Maks	6,92	4,18	188	7		
		N	9	9	9	9		
22.1	Tjøstheimsåna oppstr doserer	Mid	5,98	0,60				
		Min	5,45	0,29				
		Maks	6,52	1,16				
		N	21	21				
22.2	Tjøstheimsåna nedstr doserer	Mid	6,50	2,32				
		Min	5,42	0,43				
		Maks	8,20	5,09				
		N	20	20				
32.1	Tveitliåna oppstr doserer	Mid	6,38	0,97				
		Min	5,78	0,31				
		Maks	6,95	2,34				
		N	26	26				
32.2	Tveitliåna nedstr doserer	Mid	6,37	1,02				
		Min	5,80	0,44				
		Maks	6,86	2,35				
		N	26	26				
13	Lågen oppstr Mosåna	Mid	6,43	1,07	37	4		
		Min	6,28	0,84	29	2		
		Maks	6,57	1,52	56	6		
		N	9	9	9	9		
23.1	Mosåna oppstr doserer	Mid	5,76	0,64				
		Min	5,23	0,26				
		Maks	6,44	1,43				
		N	23	23				
23.2	Mosåna nedstr doserer	Mid	6,23	1,53				
		Min	5,61	0,55				
		Maks	6,75	3,90				
		N	24	24				
24	Fossåna	Mid	5,87	0,59	12	10	1,6	20
		Min	5,56	0,23	0	2	0,7	-18
		Maks	6,62	1,48	55	23	3,6	54
		N	14	14	14	14	9	9
14	Lågen oppstr Hiimsåna	Mid	6,47	1,05	37	3		
		Min	6,32	0,85	29	1		
		Maks	6,55	1,35	51	6		
		N	8	8	8	8		
15	Lågen v Larvika	Mid	6,49	1,04	35	3	1,0	41
		Min	6,38	0,74	13	0	0,4	28
		Maks	6,60	1,40	46	7	1,5	55
		N	13	13	13	13	9	9

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen, (NINA)

Medarbeider: Laila Saksgård (NINA)

Suldalslågen er et sterkt regulert vassdrag, og er det mest vannrike vassdraget på Vestlandet. Et nytt permanent manøvreringsreglement ble satt i kraft fra 1.11.2012. Det nye reglementet innebærer en minstevannføring på 12 m³/s, spyleflommer vår og høst på 200 m³/s og en høy og varierende sommervannføring (40–80 m³/s). Kalkingen startet allerede i 1985 i øvre deler av vassdraget, mens kalking av sure sideelver startet i 1998. Ungfiskundersøkelser startet i 1978 før kalkingen kom i gang (utført av LFI, Oslo på oppdrag fra Statkraft frem til 2003 og videreført av Rådgivende biologer frem til og med 2010). I perioden 2010–2012 er det satt ut mellom 70 og 80 tusen smolt i fjorden (T. E. Børresen pers. med.), og i 2013 ble det satt ut 40 tusen smolt i fjorden (Suldal Elveigarlag).

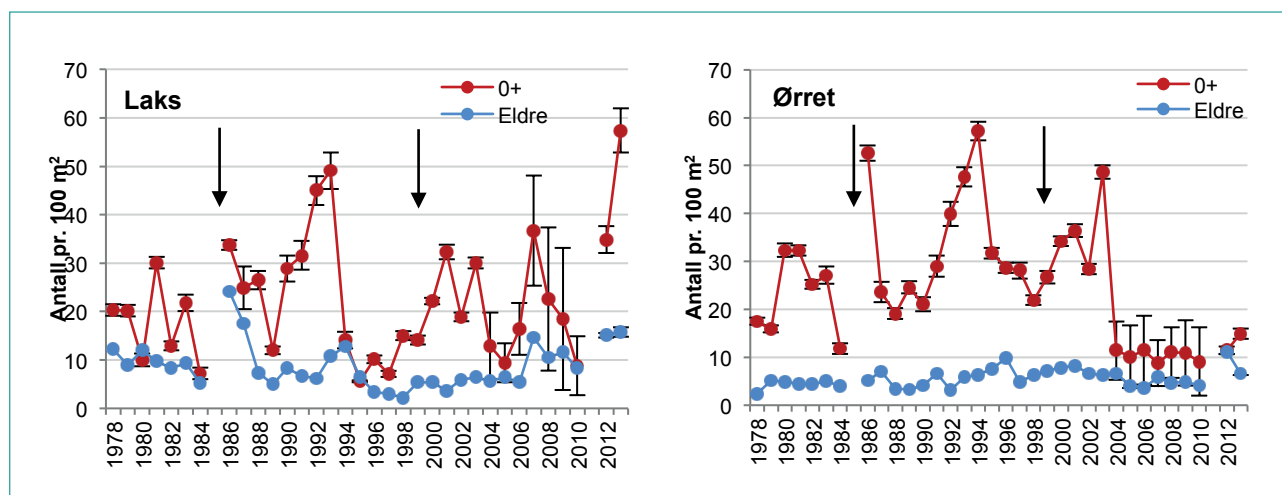
3.1 Ungfiskundersøkelser

I 2013 ble det fanget laks- og ørretunger på alle stasjonene i Suldalslågen (**tabell 3**). Det ble i likhet med året før ikke registrert ål på noen av elfiskestasjonene. Trepigget stingsild ble fanget på fire av stasjonene (stasjon 6, 8, 9, og 16).

Tettheten av laksunger var forholdsvis høy i 2013 sammenlignet med tidligere og for årsyngel (0+) den høyeste som er registrert (**figur 5**). For ørretunger fortsetter trenden fra perioden 2004–2010 med lave tettheter. Det er til dels store variasjoner mellom år i tettheten av årsyngel av begge arter samt for eldre laksunger (**figur 5**). Det har vært relativt liten forskjell i vannføring og temperatur ved elfisket utført på høsten i perioden før 2011, henholdsvis 60–70 m³/s og 8–10 °C (Sægrov og Urdal 2011). Til sammenligning var vannføringen og vanntemperaturen i 2012 henholdsvis rundt 40 m³/s og 7–8 °C (Saksgård & Larsen 2013b). I 2013 var vannføringen mer variabel, (59–85 m³/s i nedre del av vassdraget), og vanntemperaturen var 9–11 °C (**vedlegg C**). På grunn av nedbør steg vannføringen under siste dag av elfisket i 2013, noe som kan ha påvirket fangbarheten og tettheten på stasjonene 11, 14 og 15. Tettheten av laksunger på disse tre stasjonene var likevel høyere i 2013 sammenlignet med 2012, når vannføringen var bare det halve. Vannføring under elfisket er derfor ikke alene noen klar årsak til svingningene i tetthet av laksunger. Vannføringen forklarer heller ikke de lave tetthetene av ørretynge i perioden 2004–2013. Da vi ikke har de eksakte vannføringstallene for de enkelte årene er imidlertid dette vanskelig å sammenligne år for år. Vanntemperaturen under gjennomføringen av elfisket ligger innenfor det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005). Ledningsevnen som ble målt ved de

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet av laks og ørret pr. 100 m² på 16 stasjoner i Suldalslågen 3.–5. oktober 2013. I tillegg ble det fanget trepigget stingsild på stasjon 6, 8, 9 og 16.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	125	89	20	0	77,6	23,4	9,3	7,6
2	150	39	8	0	22,7	8,8	5,2	2,1
3	99	59	17	0	56,3	12,6	11,2	6,5
4	100	30	8	0	36,6	4,7	8,5	1,0
5	125	31	14	0	20,7	8,9	1,6	11,6
6	120	85	13	0	75,0	9,7	9,2	1,2
7	100	86	20	0	63,1	34,2	10,8	8,0
8	102	56	21	0	85,3	0,8	21,4	2,1
9	103,5	70	52	0	72,3	9,3	45,2	19,7
10	100	26	12	0	28,9	5,0	14,1	0,0
11	105	81	4	0	50,6	54,9	1,6	1,3
12	100	86	42	0	50,9	35,2	41,2	3,8
13	125	58	14	0	52,4	0,8	13,6	0,8
14	100	46	3	0	53,5	2,2	2,2	1,0
15	100	36	13	0	9,0	30,0	11,0	2,0
16	99	126	76	0	114,0	34,2	36,0	42,6
Sum	1753,5	1004	338	0				
Tetthet 1					57,4±4,6	15,8±1,0	14,9±1,1	6,6±0,3
Tetthet 2					54,3±27,2	17,2±16,1	15,1±13,8	7,0±6,1



Figur 5. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen i perioden 1978–2013. Data fra før 2004 er fra Saltveit (2004) og 2004–2010 fra Sægvog og Urdal (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking i hhv. hovedelva og sure sidebekker.

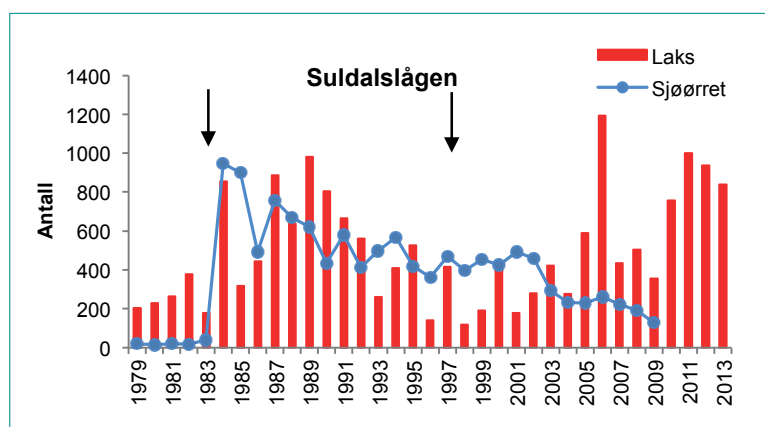
enkelte elfiskestasjoner i 2013 var lav ($<1,0$ mS/m, **vedlegg C**). Undersøkelser fra lakseelver i Midt-Norge tyder på at i elver med lav ledningsevne (<2 mS/m) vil fangbarheten av årsyngel av laks bli redusert (Sandlund mfl. 2011). Ved lav fangbarhet vil også estimatet bli mer usikkert. Noe ulikt antall stasjoner som er fisket kan også forklare noe av forskjellen i tetthetsestimatene mellom år. I perioden 2005–2010 ble det elfisket på 12 stasjoner (stasjon 2, 8, 12 og 15 ute-latt), mens det i perioden før, og i 2012 og 2013, er fisket på 16 stasjoner. Lave tettheter av laksunger i årene 1994–2000 kan ses i sammenheng med lave fangster av voksen-laks i perioden 1993–1999 (**figur 6**). Det samme kan sies om tettheten av ungfisk av ørret og nedgangen i sjørøretfangstene fra 2003.

3.2 Fangststatistikk

Det var små fangster av både laks og sjørøret tidlig på 1980-tallet (**figur 6**). Fangstene økte imidlertid før kalkingen tok til, og var forholdsvis store frem til 1993. For laks fortsatte det med relativt små, men varierende fangster frem til 2005 (100–400 laks). I de fire siste årene har fangstene

av laks vært over 750 individer. I perioden 2009–2013 ble det fanget og gjenutsatt mellom 26 og 328 laks som kommer i tillegg til avlivet fisk. Det var gode sjørøretfangster i andre halvdel av 1980-tallet, og de holdt seg forholdsvis stabile gjennom hele 1990-tallet og frem til 2002. Siden har det vært en generell nedgang i sjørøretfangstene. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er det fare for at forvaltningsmålet for laksebestanden ikke er nådd i Suldalslågen. Gytebestandsmåloppnåelsen var imidlertid god i 2010 og svært god i 2011 og 2012 og gjennomsnittlig prosentvis måloppnåelse de siste fire årene er 94 % (Anon. 2013).

Andelen rømt oppdrettsfisk i sportsfiske i Suldalslågen i perioden 2000–2012 har variert mellom 51 % i 2008 og 8,1 % i 2012 (Urdal 2013). Tendensen var økende i årene 2000–2008, men har avtatt i de siste fire årene. Andel oppdretts-laks estimert i høstfiske er imidlertid lavere (2000–2012); mellom 0 og 14 % (Anon 2013). I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Suldalslågen ligger godt over dette i alle år.



Figur 6. Antall laks og sjørøret fanget (avlivet) i Suldalslågen i perioden 1979 til 2013. Sjørøret er fredet fra og med 2010. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

4. Bunndyr

Forfatter: Terje Bongard (NINA)

Bunndyroversvåkingen i Suldalslågen omfatter 10 stasjoner som overvåkes annet hvert år, vår og høst (**figur 1, vedlegg D**). Fem av stasjonene er ukalkete referansestasjoner i bekker, tre stasjoner er nedenfor kalkdoserere i bekkene, og to stasjoner er i hovedelva, den ene nedenfor doserer. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrmangfoldet i vassdraget med hensyn på forursingsskader. For metodikk ved innsamling og analyse av bunndyr vises det til eget metodekapittel.

Bunndyrundersøkelser

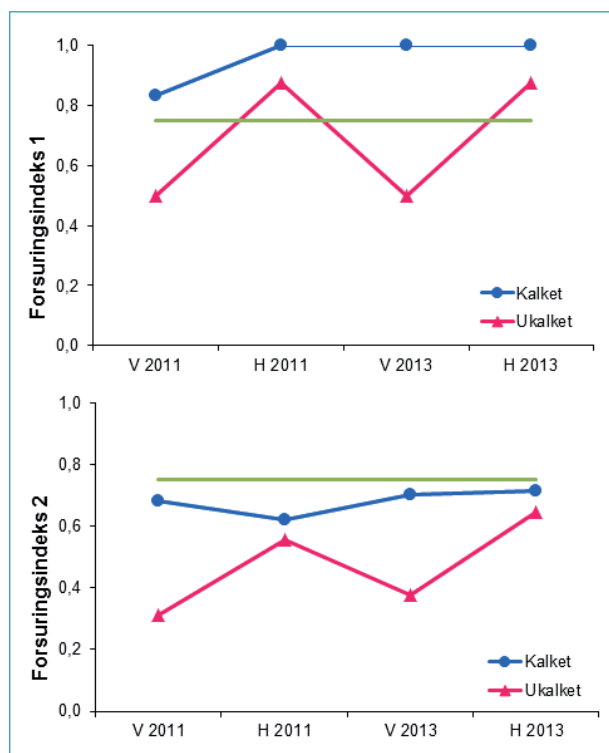
Antall organismer per prøve var gjennomgående lavere enn forventede forekomster, men forekomstene var noe høyere og jevnere fordelt enn i 2011. Tominutters sparkeprøver fra upåvirkede bekker og elver i Norge kan forventes å ha mellom 500 og 1000 organismer. Prøvene fra Suldalslågen lå mellom 21 og 758 dyr per prøve (**vedlegg D**). Det ble registrert 3 døgnfluearter, 11 steinfluearter og 7 arter av vårfluer i Suldalslågen og sidebekker i 2013. Forventet arts- mangfold burde vært høyere i Suldal, og artsinventaret var lavere enn det som ble funnet i 2011 og i tidligere undersøkelser (Saltveit & Bremnes 2004).

Prøvene fra 2013 indikerer at alle stasjoner generelt er mer eller mindre forursingspåvirket. Den sterkt forursings- sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* var til stede på de fleste

stasjonene men i svært lave forekomster. Generelt ble det registrert svært få forursingssensitive arter og grupper. Bare syv av de registrerte bunndyrtaksa er sensitive overfor for- suring (Raddum & Fjellheim, 1990). Igjen ble det funnet snegle bare nedenfor kalkdosereren øverst i vassdraget, ved Osvad. Det er usikkert om denne negative trenden i arts- mangfold er reell eller om den skyldes metodebegrensninger og prøve- takingsforhold.

Bunndyrundersøkelsene gir det samme inntrykket som tid- ligere: Resultatene er usikre og sprikende, men viser en ten- dens til bedre forhold i kalkede lokaliteter. Resultatene kan skyldes varierende og til dels vanskelige prøvetakingsforhold. Mange av bekkene har grovt substrat, noe som vanskeliggjør prøvetakingen. Nedbørsforholdene og derav vannførings- forholdene er i økende grad problematiske og uforutsigbare. Når vannføringen veksler opp og ned med korte mellomrom, tynnes bunndyrforekomstene langs breddene ut. Det kan ha betydning for resultatene.

Forsuringsindeks 1 og 2 for årene 2011 og 2013 viser at miljømålet ikke fullt ut er nådd på kalkede stasjoner (**figur 7**). Samlet er kalket del av vassdraget i moderat økologisk tilstand basert på bunndyrene. Vi kan ikke utelukke at regu- leringen av Suldalslågen har en negativ effekt på bunndyr- samfunnet i vassdraget. Overvåkingen er imidlertid ikke lagt opp på en slik måte at effekten av reguleringen kan evalueres. Forsuringsindeksene indikerer imidlertid en svakt bedre tilstand for både ukalkede og kalkede stasjoner i 2013 sammenlignet med 2011



Figur 7. Gjenomsnittlige forsuringsindekser for bunndyr prøver i Suldalslågen for årene 2011 og 2013. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand jf. vannforskriften).

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Kalking har hatt en positiv effekt på vannkvaliteten i Suldalslågen. Øverst på lakseførende strekning, nedenfor doserereren ved Osvad, var vannkvaliteten tilfredsstillende i forhold til målsettingen i 2013. Det samme var stort sett tilfellet nederst i vassdraget ved Larvika. I den ukalkede referanse- bekken Fossåna, var vannkvaliteten periodevis dårlig i 2013 med lave pH-verdier og enkelte noe forhøyede verdier for giftig aluminium som indikerer moderat økologisk tilstand for laks. Etter en negativ utvikling i vannkjemien i Suldalslågen fra 1986 til 1994, snudde utviklingen i 1995 og det har vært en positiv trend i elven frem til 2003 pga. redusert sur ned- bør og igangsetting av kalking i vassdraget. Etter 2004 er det ingen vesentlige endringer i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene i selve Suldalslågen.

5.2 Fisk

Tettheten av laksunger var forholdsvis høy i 2013 sammen- lignet med tidligere år og for årsyngel den høyeste som er registrert. For ørretunger fortsetter trenden fra perioden 2004–2010 med lave tettheter sammenlignet med årene før 2004. Det er til dels store variasjoner mellom år i yngeltett- heten av begge arter samt for eldre laksunger. Lave tettheter av ungfsk av laks i årene 1994–2000 kan ses i sammenheng

med lave fangster av voksenlaks i perioden 1993–1999. Det samme kan sies om tettheten av ungfisk av ørret og nedgangen i sjøørretfangstene fra 2003. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning er ikke gytebestandsmålet for laksebestanden nådd i Suldalslågen selv om måloppnåelsen var god i 2010 og svært god i 2011 og 2012 (Anon. 2013).

5.3 Bunndyr

Antall bunndyr per prøve var gjennomgående lavt i undersøkelsene i 2013, men likevel noe høyere enn i 2011. Artsantallet var imidlertid lavere enn i 2011 og tidligere (Saltveit & Bremnes, 2004). Det er registrert svært få forursingssensitive arter og grupper av bunndyr, og undersøkelsene indikerer at alle stasjoner generelt er mer eller mindre forursingspåvirket. Det er imidlertid ikke mulig å utelukke at reguleringen av Suldalslågen også har en

effekt på bunndyrsamfunnet. Resultatene viser en tendens til bedre forhold både på kalkede og ukalkede lokaliteter, men er usikre og sprikende, noe som skyldes vanskelige prøvetakingsforhold.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

pH-målingene på de ukalkede stasjonene i Suldalslågen viser at det fremdeles er nødvendig med kalking for å nå vannkvalitetsmålene, spesielt i smoltifiseringsperioden. Ut i fra pH-målingene i 2013 ser det ut til at kalkingen stort sett har fungert bra øverst i vassdraget ved Osvad. Resultatene fra sidevassdraget Tjøstheimsåna indikerer en viss overkalking. I de to andre sidevassdragene Tveitliåna og Mosåna viser resultatene at det fremdeles er behov for kalking i smoltifiseringsperioden.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Suldalslågen

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	11	Suldalsvatnet utløp	359432	6597334	Referanse
Vannkjemi/Bunndyrr	12	Os vad nedstr	359339	6597061	Kalket
Vannkjemi	13	Lågen oppstr Mosåna	353972	6594420	Kalket
Vannkjemi	14	Lågen oppstr Hiimsåna	348877	6594168	Kalket
Vannkjemi/Bunndyr	15	Lågen v Larvika	344680	6596924	Kalket
Vannkjemi/Bunndyr	21	Gjuvet	359412	6596975	Kalket
Vannkjemi/Bunndyr	22.1	Tjøstheimsåna oppstr doserer	356431	6595787	Referanse
Vannkjemi/Bunndyr	22.2	Tjøstheimsåna nedstr doserer	356230	6595967	Kalket
Vannkjemi/Bunndyr	23.1	Mosåna oppstr doserer	353840	6593088	Referanse
Vannkjemi/Bunndyr	23.2	Mosåna nedstr doserer	353938	6594233	Kalket
Vannkjemi/Bunndyr	24	Fossåna	350244	6593836	Referanse
Vannkjemi/Bunndyr	32.1	Tveitliåna oppstr doserer	354979	6597312	Referanse
Vannkjemi/Bunndyr	32.2	Tveitliåna nedstr doserer	354902	6597210	Kalket
Fisk	1	Suldalsvatnet utløp	359310	6597044	Kalket
Fisk	2	Suldal nedenf Notahølen	358296	6597122	Kalket
Fisk	3	Suldal v idrettsplass	358054	6596975	Kalket
Fisk	4	Lunde bro oppstr	357674	6596622	Kalket
Fisk	5	Lindum	356065	6596182	Kalket
Fisk	6	Steinsholmen nedstr	354380	6595625	Kalket
Fisk	7	Klekkeriet	353446	6594465	Kalket
Fisk	8	Mo bru oppstr	353376	6594281	Kalket
Fisk	9	Duøy nedstr	352216	6593715	Kalket
Fisk	10	Fossåna oppstr	350318	6593938	Kalket
Fisk	11	Hiimsfallene oppstr	349062	6594081	Kalket
Fisk	12	Hiimsfallene nedstr	347884	6595823	Kalket
Fisk	13	Hiim	347674	6595928	Kalket
Fisk	14	Litlehaga bro	346508	6596487	Kalket
Fisk	15	Litlehaga bro gamle	346407	6596532	Kalket
Fisk	16	Tjelmane bro	345372	6596812	Kalket

* Den opprinnelige lokalisering av elfiskestasjon 11 er lite egnet for tetthetsfiske. Lokaliseringen av denne stasjonen er derfor endret noen få meter i 2013.

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Suldalslågen i 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdiksyd
Alk-E	Alkalitet i µekv/l	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-løst aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Løst aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
11	Suldalsvatn utløp	07/01/13	6,27	0,74	0,048	19	19	17	2	1,1	1,36	0,18	1,14	0,14	1,81	0,90	76	149	2	0,90	30
11	Suldalsvatn utløp	21/01/13	6,42	0,80							1,40										
11	Suldalsvatn utløp	04/02/13	6,49	0,84	0,062	34	10	7	3	0,8	1,47	0,20	1,19	0,17	1,99	0,97	96	210	2	0,79	31
11	Suldalsvatn utløp	18/02/13	6,64	0,81							1,46										
11	Suldalsvatn utløp	04/03/13	6,44	0,83	0,062	34	8	6	2	0,5	1,37	0,19	1,09	0,15	1,83	0,93	93	160	2	0,71	31
11	Suldalsvatn utløp	18/03/13	6,36	0,83							1,34										
11	Suldalsvatn utløp	01/04/13	6,24	0,84	0,056	27	9	6	3	0,4	1,38	0,19	1,11	0,14	1,85	0,99	97	155	3	0,71	30
11	Suldalsvatn utløp	08/04/13	6,43	0,74							1,31										
11	Suldalsvatn utløp	15/04/13	6,31	0,77							1,66										
11	Suldalsvatn utløp	22/04/13	6,36	0,64							1,50										
11	Suldalsvatn utløp	29/04/13	6,42	0,77							1,33										
11	Suldalsvatn utløp	06/05/13	6,38	0,80	0,054	25	10	6	4	0,6	1,35	0,19	1,11	0,15	1,84	0,90	97	155	2	0,71	30
11	Suldalsvatn utløp	13/05/13	6,49	0,79							1,37										
11	Suldalsvatn utløp	20/05/13	6,43	0,76							1,51										
11	Suldalsvatn utløp	10/06/13	6,48	0,83							1,37										
11	Suldalsvatn utløp	24/06/13	6,56	0,72							1,39										
11	Suldalsvatn utløp	01/07/13	6,47	0,81	0,061	32	10	7	3	0,7	1,35	0,18	1,08	0,17	1,74	0,93	92	170	2	0,66	32
11	Suldalsvatn utløp	08/07/13	6,58	0,74							1,31										
11	Suldalsvatn utløp	22/07/13	6,51	0,77							1,23										
11	Suldalsvatn utløp	19/08/13	6,52	0,81							1,20										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
11	Suldalsvatn utløp	03/09/13	6,58	0,77	0,058	29	12	10	2	0,8	1,17	0,15	0,87	0,15	1,31	0,92	78	146	<1	0,68	31
11	Suldalsvatn utløp	12/09/13	6,41	0,83							1,18										
11	Suldalsvatn utløp	30/09/13	6,55	0,78							1,18										
11	Suldalsvatn utløp	28/10/13	6,44	0,82							1,21										
11	Suldalsvatn utløp	04/11/13	6,46	0,81	0,056	27	13	9	4	0,8	1,24	0,17	0,99	0,15	1,47	0,95	91	149	1	0,77	34
11	Suldalsvatn utløp	11/11/13	6,49	0,80							1,31										
11	Suldalsvatn utløp	25/11/13	6,45	0,77							1,36										
11	Suldalsvatn utløp	02/12/13	6,49	0,85	0,059	30	15	11	4	1,0	1,34	0,18	1,07	0,16	1,77	0,95	94	175	3	0,83	31
11	Suldalsvatn utløp	19/12/13	6,33	0,81							1,45										
12	Osvad nedstr	07/01/13	6,51	1,07							1,48										
12	Osvad nedstr	21/01/13	6,50	0,92							1,43										
12	Osvad nedstr	04/02/13	6,52	0,90							1,43										
12	Osvad nedstr	18/02/13	6,51	0,96							1,37										
12	Osvad nedstr	04/03/13	6,40	0,83							1,36										
12	Osvad nedstr	18/03/13	6,47	0,95							1,35										
12	Osvad nedstr	01/04/13	6,46	0,83							1,33										
12	Osvad nedstr	08/04/13	6,45	0,72							1,31										
12	Osvad nedstr	15/04/13	6,69	1,24							1,60										
12	Osvad nedstr	22/04/13	6,47	0,83							1,54										
12	Osvad nedstr	29/04/13	6,44	0,72							1,33										
12	Osvad nedstr	06/05/13	6,47	0,74							1,36										
12	Osvad nedstr	13/05/13	6,52	0,82							1,36										
12	Osvad nedstr	20/05/13	6,47	0,80							1,33										
12	Osvad nedstr	10/06/13	6,54	0,86							1,38										
12	Osvad nedstr	24/06/13	6,55	0,68							1,36										
12	Osvad nedstr	08/07/13	6,57	0,74							1,27										
12	Osvad nedstr	22/07/13	6,51	0,81							1,23										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
12	Osvad nedstr	19/08/13	6,65	0,89							1,22										
12	Osvad nedstr	02/09/13	6,56	0,82							1,16										
12	Osvad nedstr	12/09/13	6,50	0,88							1,18										
12	Osvad nedstr	30/09/13	6,54	0,81							1,16										
12	Osvad nedstr	28/10/13	6,50	0,91							1,25										
12	Osvad nedstr	11/11/13	6,40	0,89							1,32										
12	Osvad nedstr	25/11/13	6,43	0,69							1,34										
12	Osvad nedstr	19/12/13	7,06	4,55							3,44										
13	Lågen oppstr Mosåna	07/01/13	6,34	1,32	0,066	38	20	18	2		1,87										
13	Lågen oppstr Mosåna	04/02/13	6,50	1,18	0,071	43	8	<5			1,74										
13	Lågen oppstr Mosåna	04/03/13	6,46	1,07	0,070	42	7	<5			1,62										
13	Lågen oppstr Mosåna	01/04/13	6,28	0,94	0,061	32	8	<5			1,48										
13	Lågen oppstr Mosåna	06/05/13	6,47	0,88	0,061	32	12	6	6		1,50										
13	Lågen oppstr Mosåna	01/07/13	6,45	0,84	0,058	29	10	7	3		1,35										
13	Lågen oppstr Mosåna	02/09/13	6,57	0,88	0,058	29	18	14	4		1,23										
13	Lågen oppstr Mosåna	04/11/13	6,46	1,02	0,061	32	18	14	4		1,46										
13	Lågen oppstr Mosåna	02/12/13	6,40	1,52	0,083	56	18	13	5		2,04										
14	Lågen oppstr Himsåna	04/02/13	6,55	1,17	0,072	44	9	5	4		1,85										
14	Lågen oppstr Himsåna	04/03/13	6,51	1,10	0,072	44	7	<5			1,71										
14	Lågen oppstr Himsåna	01/04/13	6,32	1,08	0,065	37	6	<5			1,61										
14	Lågen oppstr Himsåna	06/05/13	6,43	0,94	0,059	30	15	9	6		1,59										
14	Lågen oppstr Himsåna	01/07/13	6,49	0,85	0,060	31	10	6	4		1,38										
14	Lågen oppstr Himsåna	02/09/13	6,54	0,87	0,058	29	22	20	2		1,27										
14	Lågen oppstr Himsåna	04/11/13	6,46	1,03	0,060	31	21	17	4		1,52										
14	Lågen oppstr Himsåna	02/12/13	6,49	1,35	0,079	51	22	18	4		1,99										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
15	Lågen v Larvika	07/01/13	6,45	1,17	0,065	37	24	22	2	1,4	1,96	0,27	1,58	0,23	2,48	1,17	170	260	3	1,33	49
15	Lågen v Larvika	04/02/13	6,60	1,20	0,072	44	10	7	3	0,7	1,93	0,27	1,50	0,23	2,57	1,18	180	255	2	1,03	43
15	Lågen v Larvika	04/03/13	6,59	1,13	0,073	45	7	5	2	0,5	1,82	0,25	1,44	0,21	2,41	1,12	165	225	1	0,88	42
15	Lågen v Larvika	01/04/13	6,38	1,05	0,066	38	7	<5		0,4	1,65	0,23	1,26	0,23	2,19	1,15	165	205	2	0,75	35
15	Lågen v Larvika	22/04/13	6,52	1,23	0,053	24	17	15	2		2,01										
15	Lågen v Larvika	29/04/13	6,38	0,85	0,043	13	15	10	5		1,46										
15	Lågen v Larvika	06/05/13	6,46	1,03	0,060	31	15	11	4	0,8	1,65	0,23	1,37	0,20	2,34	1,00	130	180	4	0,86	39
15	Lågen v Larvika	13/05/13	6,45	0,92	0,062	34	12	8	4		1,48										
15	Lågen v Larvika	20/05/13	6,56	0,95	0,066	38	14	7	7		1,52										
15	Lågen v Larvika	01/07/13	6,49	0,74	0,064	36	9	7	2	0,7	1,43	0,20	1,12	0,17	1,79	0,99	110	175	2	0,71	28
15	Lågen v Larvika	03/09/13	6,55	0,88	0,060	31	21	21	0	1,5	1,32	0,18	1,04	0,16	1,50	0,99	90	175	<1	0,81	39
15	Lågen v Larvika	04/11/13	6,46	0,96	0,061	32	21	17	4	1,2	1,57	0,22	1,27	0,21	1,87	1,11	165	225	1	1,05	39
15	Lågen v Larvika	02/12/13	6,59	1,40	0,074	46	29	23	6	1,5	2,08	0,30	1,65	0,24	2,74	1,22	205	260	3	1,41	55
21	Gjuvet	07/01/13	6,52	1,16	0,069	41	26	24	2		1,87										
21	Gjuvet	04/02/13	6,81	2,35	0,120	94	12	6	6		3,38										
21	Gjuvet	04/03/13	6,90	3,60	0,178	154	12	<5			4,39										
21	Gjuvet	01/04/13	6,92	4,18	0,211	188	8	6	2		4,52										
21	Gjuvet	06/05/13	6,48	1,08	0,067	39	32	25	7		2,22										
21	Gjuvet	01/07/13	6,77	1,40	0,101	74	25	21	4		1,90										
21	Gjuvet	02/09/13	6,66	1,25	0,080	52	64	62	2		1,76										
21	Gjuvet	04/11/13	6,47	1,08	0,066	38	46	43	3		1,75										
21	Gjuvet	02/12/13	6,58	1,37	0,079	51	32	26	6		2,14										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	07/01/13	5,91	0,48							1,43										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	21/01/13	6,52	1,11							2,02										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	04/02/13	6,37	1,16							2,98										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	15/04/13	5,45	0,45							2,12										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	22/04/13	6,06	0,54							1,90										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	29/04/13	5,79	0,74							2,39										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	06/05/13	5,93	0,50							1,92										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	13/05/13	6,00	0,37							1,46										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	20/05/13	6,08	0,29							1,06										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	10/06/13	6,33	0,40							1,04										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	24/06/13	6,35	0,36							1,06										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	08/07/13	6,45	0,49							1,23										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	22/07/13	6,49	0,61							1,30										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr*	19/08/13	7,53	4,54							2,57										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	02/09/13	6,00	0,56							1,25										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	12/09/13	6,07	0,67							1,37										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	30/09/13	6,46	1,07							2,07										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	28/10/13	5,84	0,51							1,21										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	11/11/13	6,14	0,63							1,57										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	25/11/13	5,76	0,71							1,73										
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	19/12/13	5,73	0,51							1,39										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	07/01/13	6,93	2,01							2,07										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	21/01/13	6,82	1,74							2,37										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr**	04/02/13	8,16	82,60							6,38										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr**	18/02/13	8,15	34,10							5,52										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr**	04/03/13	8,54	9,57							4,77										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	15/04/13	5,42	0,43							2,12										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	22/04/13	7,03	2,09							2,74										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	29/04/13	7,02	2,59							3,42										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	06/05/13	7,62	3,52							3,32										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	13/05/13	7,62	3,66							2,85										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	20/05/13	8,20	4,71							2,86										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	10/06/13	6,84	1,13							1,40										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	24/06/13	6,73	1,11							1,43										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	08/07/13	6,71	0,85							1,45										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	22/07/13	6,71	1,03							1,49										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr*	19/08/13	5,89	0,49							1,15										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	02/09/13	7,18	2,80							2,23										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	12/09/13	6,55	1,34							1,66										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	30/09/13	6,82	2,01							2,59										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	28/10/13	7,53	5,09							2,88										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	11/11/13	6,39	1,03							1,71										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	25/11/13	6,48	1,05							1,86										
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	19/12/13	7,36	3,63							2,51										
23.1	Mosåna oppstr	07/01/13	5,66	0,47							1,43										
23.1	Mosåna oppstr	21/01/13	6,24	0,93							3,15										
23.1	Mosåna oppstr	04/02/13	5,98	1,26							4,28										
23.1	Mosåna oppstr	18/02/13	6,33	1,13							2,80										
23.1	Mosåna oppstr	08/04/13	6,43	1,43							3,29										
23.1	Mosåna oppstr	15/04/13	5,29	0,36							2,32										
23.1	Mosåna oppstr	22/04/13	5,85	0,48							2,00										
23.1	Mosåna oppstr	29/04/13	5,52	0,44							2,16										
23.1	Mosåna oppstr	06/05/13	5,67	0,51							2,04										
23.1	Mosåna oppstr	13/05/13	5,77	0,36							1,45										
23.1	Mosåna oppstr	20/05/13	5,97	0,36							1,20										
23.1	Mosåna oppstr	10/06/13	6,41	0,79							2,00										
23.1	Mosåna oppstr	24/06/13	6,07	0,54							1,47										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l	
23.1	Mosåna oppstr	08/07/13	6,31	0,56							1,46											
23.1	Mosåna oppstr	22/07/13	6,38	0,63							1,53											
23.1	Mosåna oppstr	19/08/13	5,41	0,44							1,29											
23.1	Mosåna oppstr	02/09/13	5,79	0,65							1,43											
23.1	Mosåna oppstr	12/09/13	5,87	0,65							1,49											
23.1	Mosåna oppstr	30/09/13	6,44	0,74							1,67											
23.1	Mosåna oppstr	28/10/13	5,48	0,44							1,35											
23.1	Mosåna oppstr	11/11/13	5,87	0,51							1,55											
23.1	Mosåna oppstr	25/11/13	6,20	0,75							1,79											
23.1	Mosåna oppstr	19/12/13	5,23	0,26							1,43											
23.2	Mosåna nedstr	07/01/13	6,20	0,92							1,65											
23.2	Mosåna nedstr	21/01/13	6,32	3,90							4,44											
23.2	Mosåna nedstr	04/02/13	6,59	2,24							4,89											
23.2	Mosåna nedstr	18/02/13	6,33	3,17							4,66											
23.2	Mosåna nedstr	04/03/13	6,64	2,64							4,99											
23.2	Mosåna nedstr	08/04/13	6,71	2,06							3,77											
23.2	Mosåna nedstr	15/04/13	5,61	0,61							2,29											
23.2	Mosåna nedstr	22/04/13	6,19	0,78							2,16											
23.2	Mosåna nedstr	29/04/13	6,53	1,23							2,62											
23.2	Mosåna nedstr	06/05/13	6,19	0,81							2,14											
23.2	Mosåna nedstr	13/05/13	6,11	0,62							1,58											
23.2	Mosåna nedstr	20/05/13	6,29	0,62							1,37											
23.2	Mosåna nedstr	10/06/13	6,31	0,55							1,56											
23.2	Mosåna nedstr	24/06/13	6,62	1,36							1,97											
23.2	Mosåna nedstr	08/07/13	6,75	1,71							2,30											
23.2	Mosåna nedstr	22/07/13	6,46	3,33							3,72											
23.2	Mosåna nedstr	19/08/13	6,27	1,14							1,47											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
23.2	Mosåna nedstr	02/09/13	6,42	1,22							1,67										
23.2	Mosåna nedstr	12/09/13	6,34	1,33							1,89										
23.2	Mosåna nedstr	30/09/13	6,47	1,72							2,59										
23.2	Mosåna nedstr	28/10/13	5,89	0,70							1,40										
23.2	Mosåna nedstr	11/11/13	6,58	1,34							2,13										
23.2	Mosåna nedstr	25/11/13	6,45	2,22							3,16										
23.2	Mosåna nedstr	19/12/13	5,74	0,56							1,44										
24	Fossåna	07/01/13	5,66	0,36	0,029	0	37	30	7	1,4	1,46	0,20	1,52	0,12	3,28	1,02	110	106	3	0,86	-18
24	Fossåna	04/02/13	5,99	0,70	0,042	12	27	18	9	1,0	2,47	0,37	2,62	0,21	5,04	1,19	90	160	<1	1,41	11
24	Fossåna	04/03/13	6,62	1,48	0,082	55	18	13	5	0,8	2,82	0,39	2,66	0,25	4,35	1,65	235	310	2	2,57	54
24	Fossåna	01/04/13	6,36	1,37	0,079	51	15	9	6	0,7	2,77	0,37	2,66	0,34	4,33	1,62	205	310	24	2,29	53
24	Fossåna	15/04/13	5,56	0,41	0,030	0	42	29	13		2,09										
24	Fossåna	22/04/13	5,79	0,56	0,029	0	35	25	10		2,41										
24	Fossåna	29/04/13	5,76	0,68	0,029	0	72	49	23		2,44										
24	Fossåna	06/05/13	5,60	0,54	0,031	0	49	28	21	1,3	2,34	0,33	2,49	0,30	4,57	1,19	145	220	2	0,81	6
24	Fossåna	13/05/13	5,82	0,39	0,038	8	36	24	12		1,57										
24	Fossåna	20/05/13	5,98	0,23	0,037	6	27	20	7		1,12										
24	Fossåna	01/07/13	6,21	0,29	0,047	18	33	31	2	1,9	1,13	0,14	1,28	0,14	1,51	0,89	34	119	2	0,24	21
24	Fossåna	03/09/13	6,10	0,38	0,042	12	64	61	3	3,6	1,09	0,15	1,22	0,09	1,40	0,79	22	155	<1	0,92	29
24	Fossåna	04/11/13	5,85	0,38	0,033	2	51	39	12	2,0	1,38	0,19	1,50	0,14	2,46	0,85	36	108	1	1,05	14
24	Fossåna	02/12/13	5,97	0,49	0,038	8	41	32	9	1,5	1,65	0,24	1,69	0,11	3,18	0,84	53	101	2	1,09	10
32.1	Tveitlåna oppstr	07/01/13	6,15	0,61							1,63										
32.1	Tveitlåna oppstr	21/01/13	6,70	1,52							2,41										
32.1	Tveitlåna oppstr	04/02/13	6,92	1,75							2,95										
32.1	Tveitlåna oppstr	18/02/13	6,95	1,97							2,80										
32.1	Tveitlåna oppstr	04/03/13	6,82	1,93							2,73										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
32.1	Tveitlåna oppstr	18/03/13	6,84	1,96							2,95										
32.1	Tveitlåna oppstr	01/04/13	6,80	2,34							2,93										
32.1	Tveitlåna oppstr	08/04/13	6,65	1,47							2,67										
32.1	Tveitlåna oppstr	15/04/13	5,78	0,60							2,27										
32.1	Tveitlåna oppstr	22/04/13	6,21	0,58							1,87										
32.1	Tveitlåna oppstr	29/04/13	6,30	0,94							2,66										
32.1	Tveitlåna oppstr	06/05/13	6,22	0,80							2,33										
32.1	Tveitlåna oppstr	13/05/13	6,25	0,52							1,67										
32.1	Tveitlåna oppstr	20/05/13	6,31	0,31							1,08										
32.1	Tveitlåna oppstr	10/06/13	6,50	0,54							1,17										
32.1	Tveitlåna oppstr	24/06/13	6,45	0,46							1,25										
32.1	Tveitlåna oppstr	08/07/13	6,65	0,70							1,44										
32.1	Tveitlåna oppstr	22/07/13	6,61	0,94							1,64										
32.1	Tveitlåna oppstr	19/08/13	6,32	0,53							1,13										
32.1	Tveitlåna oppstr	02/09/13	6,38	0,47							1,14										
32.1	Tveitlåna oppstr	12/09/13	6,49	0,71							1,36										
32.1	Tveitlåna oppstr	30/09/13	6,76	0,98							1,79										
32.1	Tveitlåna oppstr	28/10/13	6,29	0,49							1,27										
32.1	Tveitlåna oppstr	11/11/13	6,43	0,64							1,67										
32.1	Tveitlåna oppstr	25/11/13	6,54	0,97							1,95										
32.1	Tveitlåna oppstr	19/12/13	6,02	0,47							1,46										
32.2	Tveitlåna nedstr	07/01/13	6,14	0,64							1,64										
32.2	Tveitlåna nedstr	21/01/13	6,72	1,52							2,45										
32.2	Tveitlåna nedstr	04/02/13	6,82	1,69							2,93										
32.2	Tveitlåna nedstr	18/02/13	6,86	1,96							2,82										
32.2	Tveitlåna nedstr	04/03/13	6,75	2,03							2,79										
32.2	Tveitlåna nedstr	18/03/13	6,82	2,00							2,90										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
32.2	Tveitlåna nedstr	01/04/13	6,80	2,35							2,93										
32.2	Tveitlåna nedstr	08/04/13	6,67	1,54							2,68										
32.2	Tveitlåna nedstr	15/04/13	5,80	0,62							2,26										
32.2	Tveitlåna nedstr	22/04/13	6,20	0,62							1,90										
32.2	Tveitlåna nedstr	29/04/13	6,27	1,00							2,67										
32.2	Tveitlåna nedstr	06/05/13	6,18	0,74							2,36										
32.2	Tveitlåna nedstr	13/05/13	6,20	0,53							1,70										
32.2	Tveitlåna nedstr	20/05/13	6,29	0,44							1,13										
32.2	Tveitlåna nedstr	10/06/13	6,60	0,63							1,24										
32.2	Tveitlåna nedstr	24/06/13	6,47	0,55							1,28										
32.2	Tveitlåna nedstr	08/07/13	6,69	0,76							1,49										
32.2	Tveitlåna nedstr	22/07/13	6,80	1,32							1,83										
32.2	Tveitlåna nedstr	19/08/13	6,33	0,54							1,16										
32.2	Tveitlåna nedstr	02/09/13	6,36	0,54							1,17										
32.2	Tveitlåna nedstr	12/09/13	6,52	0,76							1,40										
32.2	Tveitlåna nedstr	30/09/13	6,78	1,15							1,84										
32.2	Tveitlåna nedstr	28/10/13	6,17	0,50							1,29										
32.2	Tveitlåna nedstr	11/11/13	6,48	0,73							1,70										
32.2	Tveitlåna nedstr	25/11/13	6,55	0,94							1,97										
32.2	Tveitlåna nedstr	19/12/13	6,02	0,49							1,46										

* Prøver antatt ombyttet ved videre presentasjon av dataene

** Prøver utelatt ved beregning av middelveier

Vedlegg C. Primærdata – fisk i Suldalslågen 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Suldalslågen 3.-5. oktober 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføringen under elfisken målt ved Larvika var 58,6–84,7 m³/s og ved Stråpa 52,5–52,7 m³/s..

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m ²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	9,7 °C	0+	25	29	10	64	77,6	38,9	0,30	44,5	3,2	33	53
125 m ²	0,70mS/m	>0+	13	9	3	25	23,4	7,3	0,47	101,3	17,6	73	128
St. 2**	10,3 °C	0+	21	7	3,9	31,9	22,8	3,2	0,60	43,3	2,9	38	49
150 m ²	0,74mS/m	>0+	8	3	1,5	12,5	9,0	2,2	0,58	88,6	16,3	69	115
St. 3**	10,6 °C	0+	21	26	14,6	61,6	56,9	15,5	0,44	44,1	3,0	40	53
99 m ²	0,72mS/m	>0+	11	1	0,5	12,5	12,7	0,4	0,85	89,2	18,5	64	122
St. 4**	10,6 °C	0+	17	9	5,0	31	36,9	11,1	0,46	40,4	4,0	34	54
100 m ²	0,71mS/m	>0+	3	1	0,5	4,5	4,8	1,6	0,61	80,8	6,6	76	90
St. 5**	11,4 °C	0+	13	10	5,6	28,6	20,9	8,4	0,44	46,6	3,5	43	60
125 m ²	0,74mS/m	>0+	5	3	1,5	9,5	9,3	5,6	0,44	100,4	22,3	70	133
St. 6	10,6 °C	0+	45	18	14	77	75,0	13,1	0,48	45,8	3,1	40	56
120 m ²	0,72mS/m	>0+	4	2	2	8	9,7	12,5	0,32	85,5	13,8	73	117
St. 7	10,4 °C	0+	35	11	10	56	63,1	10,4	0,52	45,2	3,5	38	60
100 m ²	0,75mS/m	>0+	14	15	1	30	34,2	8,2	0,50	78,5	11,7	67	114
St. 8	9,7 °C	0+	24	19	12	55	85,3	51,4	0,28	41,4	3,5	33	55
102 m ²	0,77mS/m	>0+	0	1	0	1	0,9	1,4	0,49	78,0	-	78	78
St. 9	9,9 °C	0+	34	17	11	62	72,3	16,6	0,44	43,0	3,1	35	48
103,5 m ²	0,74mS/m	>0+	3	5	0	8	9,3	5,8	0,45	70,4	4,5	67	81
St. 10	9,5 °C	0+	14	7	3,9	24,9	29,1	8,9	0,48	42,8	3,2	37	49
100 m ²	0,78mS/m	>0+	5	0	0	5	5,0	0,0	1,00	76,8	5,8	73	87
St. 11	9,6 °C	0+	17	18	5	40	50,6	21,4	0,37	44,6	2,3	39	50
105 m ²	0,79mS/m	>0+	20	12	9	41	54,9	27,7	0,34	82,0	11,2	62	121
St. 12	9,7 °C	0+*	23	15	18	56	51,2	14,6	0,44	43,7	2,8	38	49
100 m ²	0,75mS/m	>0+	18	6	6	30	35,2	10,0	0,47	80,6	11,9	64	109
St. 13	9,9 °C	0+	33	15	9	57	52,4	9,7	0,49	43,9	2,4	40	48
125 m ²	0,75mS/m	>0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	70,0	-	70	70
St. 14	9,7 °C	0+	22	16	6	44	53,5	15,2	0,44	42,4	3,3	34	48
100 m ²	0,91mS/m	>0+	1	1	0	2	2,2	1,4	0,57	73,5	3,5	71	76
St. 15**	10,2 °C	0+	9	0	0	9	9,0	0,0	1,00	40,7	2,7	36	46
100 m ²	0,84mS/m	>0+	22	5	2,6	29,6	30,3	2,3	0,70	78,4	7,8	67	103
St. 16	10,0 °C	0+	50	27	16	93	114,0	22,0	0,44	41,7	6,1	34	63
99 m ²	0,78mS/m	>0+	23	9	1	33	34,2	2,4	0,71	82,1	16,8	66	133
Totalt		0+	403	244	144	791	57,5	4,7	0,40	43,5	3,8	33	63
1753,5 m ²		>0+	151	73	28	252	15,8	1,0	0,55	83,6	15,2	62	133

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangst-tall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Suldalslågen 3.-5. oktober 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne er oppgitt. Vannføringen under elfisket målt ved Larvika var 58,6–84,7 m³/s og ved Stråpa 52,5–52,7 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr. 100 m ²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	9,7 °C	0+*	4	7	3	14	9,3	2,9	0,55	45,5	3,7	40	53
125 m ²	0,70mS/m	>0+	3	3	1	7	7,6	8,4	0,36	97,4	20,1	78	137
St. 2**	10,3 °C	0+	4	2	0,9	6,9	5,2	2,4	0,52	51,3	3,5	47	55
150 m ²	0,74mS/m	>0+	1	1	0,3	2,3	1,9	3,1	0,39	88,0	11,3	80	96
St. 3**	10,6 °C	0+	6	5	2,3	13,3	11,2	3,6	0,55	52,2	5,1	42	59
99 m ²	0,72mS/m	>0+	5	1	0,3	6,3	6,4	0,6	0,78	99,8	15,0	83	123
St. 4**	10,6 °C	0+	5	2	0,9	7,9	8,5	2,6	0,58	47,1	4,1	39	53
100 m ²	0,71mS/m	>0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	99,0	-	99	99
St. 5**	11,4 °C	0+	2	0	0	2	1,6	0,0	1,00	46,7	6,1	40	52
125 m ²	0,74mS/m	>0+	8	4	1,1	13,1	11,2	2,5	0,59	116,8	21,1	82	156
St. 6	10,6 °C	0+	9	2	0	11	9,2	0,4	0,84	52,2	5,9	45	62
120 m ²	0,72mS/m	>0+*	1	0	1	2	1,0	0,3	0,73	94,0	1,4	93	95
St. 7	10,4 °C	0+*	5	5	3	13	10,8	3,5	0,55	52,5	4,8	45	65
100 m ²	0,75mS/m	>0+	3	4	0	7	8,0	4,1	0,50	86,4	10,8	73	103
St. 8	9,7 °C	0+	11	5	3	19	21,4	6,9	0,49	53,8	4,6	45	60
102 m ²	0,77mS/m	>0+	1	1	0	2	2,1	1,4	0,57	92,5	7,8	87	98
St. 9	9,9 °C	0+	15	10	7	32	45,2	28,9	0,32	53,1	5,1	42	68
103,5 m ²	0,74mS/m	>0+	15	4	1	20	19,7	1,4	0,74	105,3	22,9	75	142
St. 10**	9,5 °C	0+	9	3	1,4	13,4	14,1	2,5	0,63	48,7	6,7	42	67
100 m ²	0,78mS/m	>0+	0	0	0	0	0,0						
St. 11	9,6 °C	0+*	1	0	1	2	1,6	1,3	0,55	53,5	12,0	45	62
105 m ²	0,79mS/m	>0+*	1	0	1	2	1,2	0,4	0,73	113,0	1,4	112	114
St. 12	9,7 °C	0+	25	11	3	39	41,2	4,5	0,62	52,7	5,5	40	64
100 m ²	0,75mS/m	>0+	2	0	1	3	3,8	4,9	0,41	90,0	11,8	77	100
St. 13	9,9 °C	0+	7	3	3	13	13,6	9,7	0,38	48,2	4,2	41	57
125 m ²	0,75mS/m	>0+	1	0	0	1	0,8	0,0	1,00	88,0	-	88	88
St. 14	9,7 °C	0+	1	1	0	2	2,2	1,4	0,57	47,0	4,2	44	50
100 m ²	0,91mS/m	>0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	97,0	-	97	97
St. 15**	10,2 °C	0+	11	0	0	11	11,0	0,0	1,00	51,7	8,2	42	67
100 m ²	0,84mS/m	>0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	86,0	5,7	82	90
St. 16	10,0 °C	0+	25	4	5	34	36,0	3,7	0,64	55,3	7,5	40	63
99 m ²	0,78mS/m	>0+	34	8	0	42	42,6	1,0	0,83	94,5	16,1	77	133
Totalt		0+	140	60	33,4	233,4	14,9	1,1	0,53	51,8	6,1	39	68
1753,5 m ²		>0+	79	26	6,6	111,6	6,6	0,3	0,69	98,8	18,7	73	172

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg D. Primærdata – bunndyr i Suldalslågen 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Suldalslågen 14.05.2013.

LOKALITET	Nedstr. Osvad 12	Lågen v. Larvika 15	Stråpsåna st. 21	Tjøstheimsåna oppstrøms st. 22.1	Tjøstheimsåna nedstrøms st. 22.2	Mosåna oppstr. 23.1	Mosåna nedstr. 23.2	Fossåna 24	Tveitlåna oppstr. 32.1	Tverrlåna nedstr. 32.2
Snegl										
<i>Radix balthica</i>	52									
Ertemuslinger	45									
Fåbørstemark	1	2	3	2	2		3		1	1
Midd	7	10	4	3	4	1	1	5	2	2
Døgnfluer										
<i>Baetis rhodani</i>	3	30	18		3	2	2		36	4
<i>Ephemerella aroni</i>	18	62								
Steinfluer										
<i>Diura nanseni</i>									1	
<i>Isoperla grammatica</i>			2						1	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		5		2	1	2		4	2	
<i>Brachyptera risi</i>	2	13	102	26	86	155	5	109	49	11
<i>Amphinemura borealis</i>	5	21	3	10	4			12		15
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	3	29	125	32	9	52	20	19	4	28
<i>Nemoura cinerea</i>	1			5	1	2				
<i>Protonemura meyeri</i>		8	15	2	2					
<i>Leuctra fusca/digitata</i>		4	4							
<i>Leuctra hippopus</i>		31	2	18	5	25	8	12	4	4
Palpebiller			1							
Klobiller										
<i>Elmis aenea</i>			6							
Vårfluer										
<i>Rhyacophila nubila</i>			2	5	6	4	1	3		
<i>Oxyethira</i> spp.							1			
<i>Plectrocnemia conspersa</i>					1	12				
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	21					10				
<i>Lepidostoma hirtum</i>		1								
<i>Potamophylax cingulatus</i>									1	1
<i>Apatania stigmatella</i>	2									
Stankelbeinmygg	2		2		1	4				
Knott	8		10			3	2	11	13	2
Fjærmygg	190	155	78	74	45	44	10	30	65	21
Sviknott								1		
SUM	263	371	377	179	170	316	53	205	179	89
Forsuringsindeks 1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Forsuringsindeks 2	2,41	1,33	0,57	0,5	0,53	0,51	0,56	0,5	1,11	0,57

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Suldalslågen 18.09.2013.

LOKALITET	Nedstr. Osvad 12	Lågen v. Larvika 15	Stråpsåna st. 21	Tjøstheimsåna oppstrøms st. 22.1	Tjøstheimsåna nedstrøms st. 22.2	Mosåna oppstr. 23.1	Mosåna nedstr. 23.2	Fossåna 24	Tveitlåna oppstr. 32.1	Tverrlåna nedstr. 32.2
Snegl										
<i>Radix balthica</i>	8									
<i>Gyraulus acronicus</i>							1			
Ertemuslinger	4									
Fåbørstemark		4		3	2	2	2	1		
Midd	6	15	12	11	5	3	22	5		3
Døgnfluer										
<i>Baetis rhodani</i>	2	1	124	5	52		3	6	14	20
<i>Ephemerella aroni</i>	3									
<i>Leptophlebia marginata</i>						2				
Steinfluer										
<i>Diura nanseni</i>			2	2	9	9	3	2		
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>						1				
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>						1	4			1
<i>Brachyptera risi</i>								4	1	10
<i>Amphinemura borealis</i>								29		
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	19	10		52	25		46			4
<i>Nemoura cinerea</i>				1						
<i>Protonemura meyeri</i>			210	32	12			9	1	
<i>Leuctra fusca</i>		4								
<i>Leuctra hippopus</i>	15		195	65	35	83		70		88
Vannkalver		6								
Palpebiller			4							
Klobiller										
<i>Elmis aenea</i>			21							
Vårfluer										
<i>Rhyacophila nubila</i>	1		6	3	1	3		4	1	8
<i>Oxyethira spp.</i>		3			1	90	2	3		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>					2	53	9	2		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	2			4	4	70				
<i>Limnephilidae</i>						1	1	1	1	
Stankelbeinmygg		2	1	35	20		1	3		2
Knott	6		3	8	5					2
Fjærmygg	35	175	180	32	36	112	85	53	3	90
SUM	101	220	758	253	209	430	179	192	21	228
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,65	0,57	0,81	0,53	1,22	0,5	0,56	0,55	7,5	0,69

21. Vikedalsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Vikedalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	038
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	118,4 km ²
Vassdragsregulering:	Ingen
Spesifikk avrenning:	86,6 l/s/km ²
Middelvannføring:	10,3 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 10 km til Låkafossen.
Bakgrunn for tiltak:	Tilbakegang i laksefisket. I flere år fra 1981 ble det registrert dødelighet på smolt og presmolt i elva, noe som ble satt i sammenheng med sur avrenning og økning i aluminiumskonsentrasjonen.
Tiltaksplan:	Gradvis utvikling av kalkingstiltakene. Ingen spesifikk plan i forkant av tiltakene.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre 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:	Dosererkalking. Kalking siden 1987. Doseringsanlegget i hovedelva står oppstrøms Låkafossen. Doseringen ble fram til 1. mars 2013 styrt automatisk etter pH nedstrøms. Deretter gikk man over til vannføringsstyrt dosering. Anlegget skal kun avsyre vannet som passerer fossen. Fra og med våren 1999 er det i drift ett vannføringsstyrt doseringsanlegg i Litleelva, som renner inn i hovedelva rett nedstrøms Låkafossen. Doserer ved Låkafoss var ikke i drift i perioden 1.6-31.12.2013, og det var betydelig reduksjon i kalkdoser fra anlegget i Litleåna i samme periode.

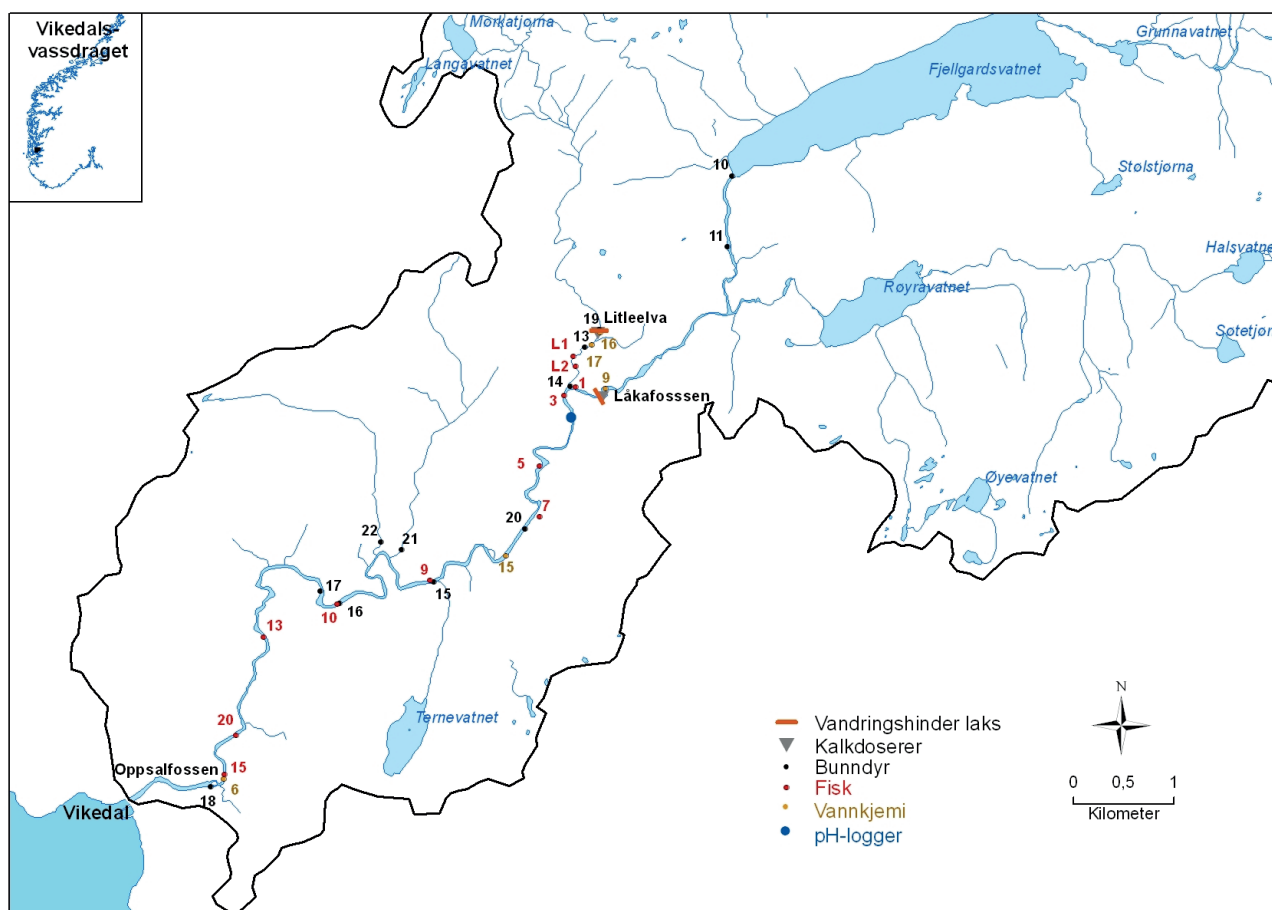
En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

I Vikedalsvassdraget er det kun kalking via kalkdoseringsanlegg. I 2013 tilførte de to anleggene ved Låkafossen og Litleelva hhv. 21 tonn og 75 tonn VK3 (99 % CaCO₃) til vassdraget. Samlet kalkforbruk er noe høyere enn de øvrige årene innen siste femårs periode (**tabell 1**), og doseringen

ved Låkafossen-anlegget i 2013 er det høyeste innen denne perioden.

På nedbørstasjonen 46930 Vats i Vindafjord falt det 2449 mm nedbør i 2013. Dette utgjør 141 % av det som er beregnet årsnormal for denne stasjonen (met.no 2014). Det falt svært lite nedbør i mars (29 mm), men svært mye nedbør i desember måned (544 mm). Resten av året lå nedbøren på eller over månedsnormalen.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn CaCO ₃) i Vikedalsvassdraget for perioden 2009-2013. VK3 inneholder 99 % CaCO ₃ . Data fra Fylkesmannen i Rogaland.					
År	2009	2010	2011	2012	2013
Låkafossen doserer	156	72	119	132	210
Litleelva doserer	69	45	118	103	75
Sum kalkforbruk	225	117	237	235	285



Figur 1. Vikedalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse for kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo (NIVA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

Vannkvaliteten i Vikedalsvassdraget har vært overvåket siden 1982. Overvåkingen ble utvidet i 1987 i forbindelse med oppstart av kalking og omfatter nå fem stasjoner (figur 1).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

Oppstrøms dosereren ved Låkafossen (st. 9) ble det tatt prøver i 2013 (vedlegg B). pH varierte mellom 6,0 (7. januar) og 6,4 (2. desember) (figur 2, tabell 2). Konsentrasjonen av den giftigste formen for aluminium (LAI) var lav (2–11 µg/L) i de 10 prøvene der dette ble målt.

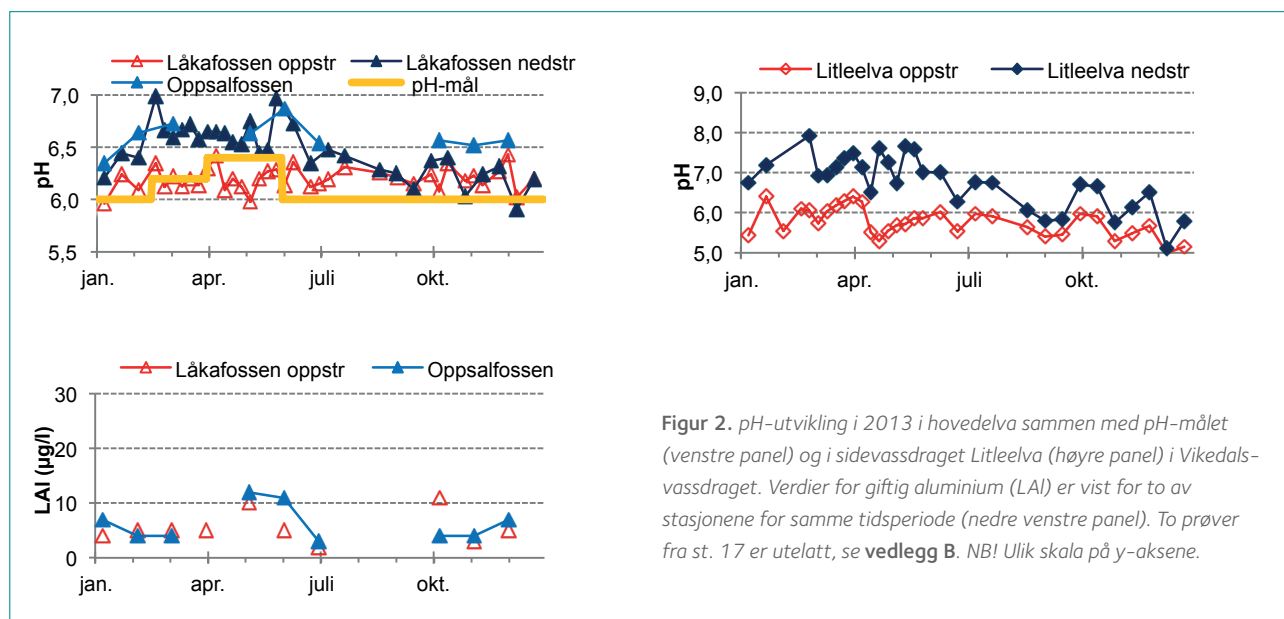
Oppstrøms dosereren i Litleelva (st. 16) var vannet surere enn oppstrøms dosereren ved Låkafossen (st. 9) (figur 2). Det var jevnt høy pH nedstrøms dosereren i Litleelva (st. 17) fram til juni (figur 2). Om høsten ble det i flere prøver målt pH < 6,0 og den 9. desember var pH nede i 5,1. Resultatene fra Låkafossen nedstrøms (st. 15) følger det samme mønsteret, men her ble det ikke registrert pH lavere enn 5,9.

Ved Oppsalfossen (st. 6) nær utløpet til fjorden ble det tatt 9 prøver i 2013. I alle prøvene var pH 0,2–0,5 enheter høyere enn pH-målet. Den høyeste konsentrasjonen av LAI som ble målt var 12 µg/L den 6. mai.

2.2 Langtidstrender

Det er en tydelig økning i pH som følge av redusert svovel-nedfall i Vikedalselva. Økningen var spesielt stor omkring midten av 1990-tallet, men trenden er positiv også etter år 2000 (figur 4). Oppstrøms Låkafoss (st. 15) var årsmiddel-pH 6,2 i 2013 (tabell 2). Dette er blant de høyeste som er registrert ved denne stasjonen. Årsmiddelverdiene for alkalitet og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) på henholdsvis 16 og 13 µekv/L i 2013 er omtrent som i tidsrommet 2008–2012. Konsentrasjonen av LAI har vært lav siden år 2000. Siden 2002 er det kun registrert én verdi over 15 µg/L.

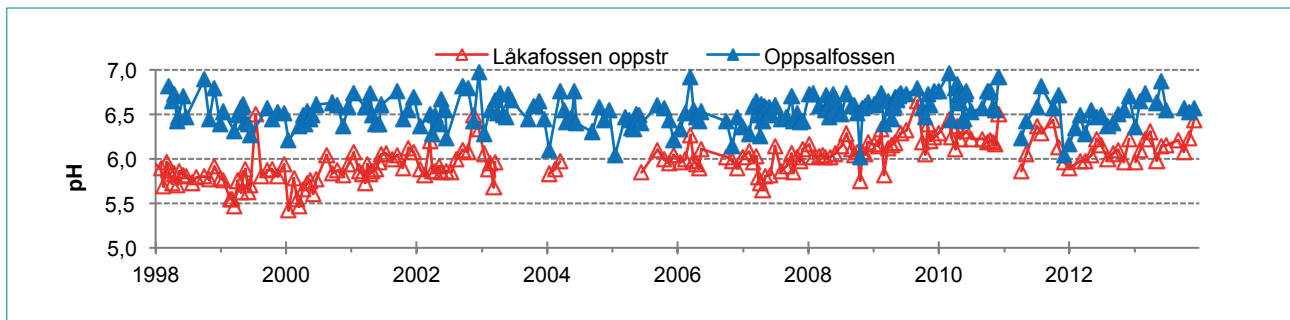
Ved Oppsalfossen nær utløpet har pH vært relativt stabil rundt 6,5 siden 1998, men årsmiddelverdien fra 2013 lå nærmere 6,6. Årsmiddelverdiene av kalsium ved Oppsalfossen i 2013 (1,42 mg/L) er som i 2011 og 2012 til tross for høyere årsforbruk av kalk.



Figur 2. pH-utvikling i 2013 i hovedelva sammen med pH-målet (venstre panel) og i sidevassdraget Litleelva (høyre panel) i Vikedalsvassdraget. Verdier for giftig aluminium (LAI) er vist for to av stasjonene for samme tidsperiode (nedre venstre panel). To prøver fra st. 17 er utelatt, se vedlegg B. NB! Ulik skala på y-aksene.

Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Vikedalsvassdraget i 2013. For utelatte prøver se vedlegg B.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
16	Litleelva oppstr doserer	Mid	5.62	0,57				
		Min	4.99	0,25				
		Maks	6.41	1.13				
		N	32	32				
17	Litleelva nedstr doserer	Mid	6.20	2.16				
		Min	5.11	0,60				
		Maks	7.93	4.43				
		N	30	30				
9	Låkfossen oppstr doserer	Mid	6.19	0,59	16	6	1.3	13
		Min	5.96	0,40	6	2	0,8	-19
		Maks	6.43	0,84	34	11	2.2	22
		N	37	37	11	10	11	11
15	Låkfossen nedstr doserer	Mid	6.40	1.29				
		Min	5.91	0,58				
		Maks	6.99	3.40				
		N	32	32				
6	Oppsalfossen	Mid	6.58	1.42	57	6	1.2	62
		Min	6.35	0,95	30	3	0,9	33
		Maks	6.87	2.19	96	12	2.2	149
		N	9	9	9	9	9	9



Figur 3. pH-utvikling for to av elvestasjonene i hovedelva i Vikedalsvassdraget er vist for perioden 1998–2013.

3. Samlet vurdering

3.1 Vannkjemi

Totalforbruket av kalk var som følge av økt dosering fra Låkafossen, betydelig høyere i 2013 enn i de fire foregående årene. Dette gav gjennomgående høyere pH lenger ned i vassdraget; ved Oppsal var årsmiddel-pH 0,2 enheter høyere enn i 2011 og 2012.

Vannkvaliteten ved den ukalkede referansestasjonen i hovedelva har blitt bedre de siste 15 årene, men er fortsatt så vidt under vannforskriftens krav til god tilstand mht. ANC i smoltifiseringsperioden (Direktoratsgruppa vanndirektivet 2013). Kravet til god tilstand var imidlertid oppfylt mht. LAI.

Litleelva er noe surere, men kalkingen gav høy pH i første halvår. I andre halvår ble det dosert lite kalk og forskjellen mellom pH oppstrøms og nedstrøms doserere var mindre.

3.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i 2013.

3.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i 2013.

3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Konsentrasjonen av både total aluminum (RAI) og LAI på referansestasjonen er svært lav, og det kan være grunn til å undersøke om pH-målet bør justeres ned. Kalkdoseringen ble justert kraftig ned fra mai av.

4. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Vikedalsvassdraget

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	6	Vikedalselva v Oppsalfossen	325310	6599717	Kalket
Vannkjemi	9	Låkafossen oppstr doserer	329103	6603532	Referanse
Vannkjemi	15	Låkafossen nedstr doserer	328121	6601936	Kalket
Vannkjemi	16	Litleelva oppstr doserer	329053	6604151	Referanse
Vannkjemi	17	Litleelva nedstr doserer	328973	6604031	Kalket
Bunndyr	10	Vikedalselva v Fjellgardsvatn utløp	330363	6605705	Referanse
Bunndyr	11	Vikedalselva nedstr Fjellgardsvatn	330323	6605002	Referanse
Bunndyr	13	Litlaelvi nedstr kalking	328870	6603932	Kalket
Bunndyr	14	Vikedalselva v Lokafossen	328772	6603619	Kalket
Bunndyr	15	Bekk fra Ternevatn	327448	6601704	Kalket
Bunndyr	16	Vikedalselva oppstr Ørnes bro	326400	6601434	Kalket
Bunndyr	17	Vikedalselva nedstr Ørnes bro	326555	6601627	Kalket
Bunndyr	18	Vikedalselva v Opsalfossen	325177	6599637	Kalket
Bunndyr	19	Litlaelvi oppstr kalking	329051	6604180	Referanse
Bunndyr	20	Vikedalselva v hengebro	328298	6602198	Kalket
Fisk	L1	Litleelva 1	328789	6603911	Kalket
Fisk	L2	Litleelva 2	328809	6603813	Kalket
Fisk	1	Låkafoss	328810	6603608	Kalket
Fisk	3	Underbakka	328700	6603526	Kalket
Fisk	5	Tongjen	328453	6602822	Kalket
Fisk	7	Nybru	328453	6602319	Kalket
Fisk	9	Skreddarbekken utløp	327367	6601686	Kalket
Fisk	10	Ørnes	326444	6601452	Kalket
Fisk	13	Litlelihølen	325707	6601128	Kalket
Fisk	15	Opsal	325319	6599764	Kalket
Fisk	20	Hallingstad nedre	325434	6600148	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Vikedalsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i µekv/l	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreneutraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	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	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
6	Oppsalfossen	07/01/13	6.35	1.05	0.059	30	21	14	7	0.9	2.23	0.36	1.99	0.23	3.32	1.37	170	250	3	0.92	40
6	Oppsalfossen	04/02/13	6.64	1.60	0.087	60	13	9	4	0.9	3.37	0.55	3.05	0.40	5.57	1.79	220	320	4	1.16	58
6	Oppsalfossen	04/03/13	6.73	2.06	0.110	84	13	9	4	0.9	3.83	0.62	3.30	0.54	5.86	2.12	305	415	6	1.44	80
6	Oppsalfossen	06/05/13	6.63	1.66	0.089	62	27	15	12	1.1	2.84	0.41	2.36	0.42	4.18	1.38	270	390	4	0.77	64
6	Oppsalfossen	03/06/13	6.87	2.19	0.122	96	20	9	11	1.2	2.79	0.43	3.11	0.29	3.42	1.39	185	300	4	0.77	149
6	Oppsalfossen	01/07/13	6.54	1.05	0.086	59	11	8	3	1.4	2.55	0.41	2.24	0.43	3.47	1.55	205	330	4	0.77	50
6	Oppsalfossen	07/10/13	6.57	0.95	0.070	42	23	19	4	2.2	2.11	0.37	1.83	0.32	2.67	1.48	245	395	4	0.86	42
6	Oppsalfossen	04/11/13	6.52	1.07	0.071	43	20	16	4	1.4	2.03	0.33	1.77	0.30	2.67	1.38	230	335	5	0.86	45
6	Oppsalfossen	02/12/13	6.57	1.16	0.068	40	19	12	7	1.0	2.36	0.39	2.02	0.28	3.61	1.60	230	290	3	0.94	33
9	Låka fossen oppstr	07/01/13	5.96	0.56	0.037	6	21	17	4	1.0	1.75	0.28	1.75	0.14	3.01	1.18	130	170	2	0.75	12
9	Låka fossen oppstr	21/01/13	6.24	0.69							1.97										
9	Låka fossen oppstr	04/02/13	6.09	0.68	0.044	14	20	15	5	1.0	2.49	0.43	2.62	0.24	4.90	1.43	100	200	2	0.79	14
9	Låka fossen oppstr	18/02/13	6.35	0.72							2.54										
9	Låka fossen oppstr	25/02/13	6.12	0.77							2.52										
9	Låka fossen oppstr	04/03/13	6.22	0.80	0.051	22	19	14	5	0.8	2.55	0.44	2.61	0.25	4.78	1.63	145	210	2	1.01	17
9	Låka fossen oppstr	11/03/13	6.13	0.67							2.40										
9	Låka fossen oppstr	18/03/13	6.20	0.70							2.42										
9	Låka fossen oppstr	25/03/13	6.14	0.75							2.18										
9	Låka fossen oppstr	01/04/13	6.30	0.84	0.051	22	15	10	5	0.8	2.21	0.36	2.15	0.21	3.86	1.60	130	175	2	0.75	19
9	Låka fossen oppstr	08/04/13	6.42	0.79							2.24										
9	Låka fossen oppstr	15/04/13	6.09	0.50							1.99										
9	Låka fossen oppstr	22/04/13	6.20	0.52							1.94										
9	Låka fossen oppstr	29/04/13	6.12	0.53							2.10										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l	
9	Låka fossen oppstr	06/05/13	5.98	0.55	0.037	6	27	17	10	1.0	2.10	0.34	2.15	0.32	3.81	1.23	155	260	2	0.66	13	
9	Låka fossen oppstr	13/05/13	6.20	0.56							2.08											
9	Låka fossen oppstr	20/05/13	6.27	0.61							1.86											
9	Låka fossen oppstr	27/05/13	6.29	0.64							1.89											
9	Låka fossen oppstr	03/06/13	6.14	0.54	0.043	13	21	16	5	1.2	1.81	0.16	1.25	0.32	3.12	1.20	125	250	2	0.62	-19	
9	Låka fossen oppstr	10/06/13	6.36	0.57							2.05											
9	Låka fossen oppstr	24/06/13	6.12	0.48							1.62											
9	Låka fossen oppstr	01/07/13	6.15	0.47	0.053	24	17	15	2	1.3	2.04	0.31	1.78	0.22	2.83	1.16	89	200	3	0.51	22	
9	Låka fossen oppstr	08/07/13	6.19	0.42							1.85											
9	Låka fossen oppstr	22/07/13	6.31	0.51							1.60											
9	Låka fossen oppstr	19/08/13	6.26	0.47							1.42											
9	Låka fossen oppstr	03/09/13	6.21	0.44	0.040	10				2.0	1.42	0.22	1.48	0.15	2.24	1.10	80	210	5	0.53	16	
9	Låka fossen oppstr	16/09/13	6.15	0.46							1.35											
9	Låka fossen oppstr	30/09/13	6.24	0.48							1.56											
9	Låka fossen oppstr	07/10/13	6.08	0.40	0.040	10	38	27	11	2.2	1.59	0.26	1.68	0.16	2.46	1.24	87	225	2	0.77	17	
9	Låka fossen oppstr	14/10/13	6.35	0.55							1.53											
9	Låka fossen oppstr	28/10/13	6.18	0.52							1.48											
9	Låka fossen oppstr	04/11/13	6.23	0.48	0.047	18	25	22	3	1.4	1.51	0.25	1.54	0.19	2.35	1.16	99	205	2	0.71	19	
9	Låka fossen oppstr	11/11/13	6.14	0.56							1.55											
9	Låka fossen oppstr	25/11/13	6.27	0.60							1.79											
9	Låka fossen oppstr	02/12/13	6.43	0.72	0.062	34	19	14	5	1.2	2.08	0.31	1.86	0.26	3.35	1.47	125	470	50	0.81	15	
9	Låka fossen oppstr	09/12/13	6.02	0.62							2.02											
9	Låka fossen oppstr	23/12/13	6.20	0.66							1.93											
15	Låka fossen nedstr	07/01/13	6.21	0.81							1.90											
15	Låka fossen nedstr	21/01/13	6.44	1.41							2.81											
15	Låka fossen nedstr	04/02/13	6.40	1.27							3.32											
15	Låka fossen nedstr	18/02/13	6.99	3.40							4.28											
15	Låka fossen nedstr	25/02/13	6.66	2.34							3.66											
15	Låka fossen nedstr	04/03/13	6.60	1.59							3.22											
15	Låka fossen nedstr	11/03/13	6.67	1.87							3.45											
15	Låka fossen nedstr	18/03/13	6.72	1.87							3.38											
15	Låka fossen nedstr	25/03/13	6.58	1.91							3.38											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
15	Låkfossen nedstr	01/04/13	6.65	2.51							4.06										
15	Låkfossen nedstr	08/04/13	6.65	1.99							3.61										
15	Låkfossen nedstr	15/04/13	6.63	1.27							2.52										
15	Låkfossen nedstr	22/04/13	6.55	1.01							2.49										
15	Låkfossen nedstr	29/04/13	6.53	1.34							3.27										
15	Låkfossen nedstr	06/05/13	6.75	1.71							2.72										
15	Låkfossen nedstr	13/05/13	6.45	0.88							2.18										
15	Låkfossen nedstr	20/05/13	6.48	0.90							2.05										
15	Låkfossen nedstr	27/05/13	6.97	2.29							2.85										
15	Låkfossen nedstr	10/06/13	6.73	0.58							2.40										
15	Låkfossen nedstr	24/06/13	6.35	0.87							2.04										
15	Låkfossen nedstr	08/07/13	6.48	0.86							2.24										
15	Låkfossen nedstr	22/07/13	6.42	0.87							2.05										
15	Låkfossen nedstr	19/08/13	6.29	0.66							1.60										
15	Låkfossen nedstr	02/09/13	6.25	0.66							1.62										
15	Låkfossen nedstr	16/09/13	6.10	0.64							1.70										
15	Låkfossen nedstr	30/09/13	6.37	0.90							2.25										
15	Låkfossen nedstr	14/10/13	6.40	0.90							2.19										
15	Låkfossen nedstr	28/10/13	6.03	0.70							2.02										
15	Låkfossen nedstr	11/11/13	6.24	0.80							1.84										
15	Låkfossen nedstr	25/11/13	6.32	0.89							2.46										
15	Låkfossen nedstr	09/12/13	5.91	0.88							2.55										
15	Låkfossen nedstr	23/12/13	6.19	0.81							2.26										
16	Litleelva oppstr	07/01/13	5.44	0.33							1.63										
16	Litleelva oppstr	21/01/13	6.41	0.60							2.14										
16	Litleelva oppstr	04/02/13	5.55	0.76							3.13										
16	Litleelva oppstr	18/02/13	6.11	0.78							2.49										
16	Litleelva oppstr	25/02/13	6.06	0.84							2.51										
16	Litleelva oppstr	04/03/13	5.74	0.90							3.49										
16	Litleelva oppstr	11/03/13	6.04	0.79							2.80										
16	Litleelva oppstr	18/03/13	6.19	0.87							2.54										
16	Litleelva oppstr	25/03/13	6.29	1.10							2.68										
16	Litleelva oppstr	01/04/13	6.40	1.13							2.77										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
16	Litleelva oppstr	08/04/13	6.28	1.07							3.09										
16	Litleelva oppstr	15/04/13	5.52	0.25							1.98										
16	Litleelva oppstr	22/04/13	5.30	0.48							2.78										
16	Litleelva oppstr	29/04/13	5.55	0.45							2.94										
16	Litleelva oppstr	06/05/13	5.69	0.37							2.19										
16	Litleelva oppstr	13/05/13	5.72	0.31							2.02										
16	Litleelva oppstr	20/05/13	5.86	0.45							1.83										
16	Litleelva oppstr	27/05/13	5.86	0.54							1.90										
16	Litleelva oppstr	10/06/13	6.03	0.51							1.93										
16	Litleelva oppstr	24/06/13	5.54	0.46							1.55										
16	Litleelva oppstr	08/07/13	5.97	0.42							1.62										
16	Litleelva oppstr	22/07/13	5.91	0.48							1.63										
16	Litleelva oppstr	19/08/13	5.65	0.34							1.40										
16	Litleelva oppstr	02/09/13	5.40	0.43							1.51										
16	Litleelva oppstr	16/09/13	5.46	0.39							1.33										
16	Litleelva oppstr	30/09/13	5.98	0.41							1.49										
16	Litleelva oppstr	14/10/13	5.92	0.50							1.57										
16	Litleelva oppstr	28/10/13	5.29	0.38							1.71										
16	Litleelva oppstr	11/11/13	5.48	0.39							1.65										
16	Litleelva oppstr	25/11/13	5.67	0.52							1.79										
16	Litleelva oppstr	09/12/13	4.99	0.55							3.26										
16	Litleelva oppstr	23/12/13	5.16	0.46							2.66										
17	Litleelva nedstr	07/01/13	6.76	1.64							2.18										
17	Litleelva nedstr	21/01/13	7.19	3.42							3.95										
17	Litleelva nedstr*	04/02/13	8.38	11.10							5.75										
17	Litleelva nedstr*	18/02/13	9.00	22.10							5.67										
17	Litleelva nedstr	25/02/13	7.93	3.98							4.33										
17	Litleelva nedstr	04/03/13	6.92	2.44							4.06										
17	Litleelva nedstr	11/03/13	6.95	2.90							4.08										
17	Litleelva nedstr	18/03/13	7.13	3.49							4.11										
17	Litleelva nedstr	25/03/13	7.35	3.94							4.36										
17	Litleelva nedstr	01/04/13	7.49	4.43							4.68										
17	Litleelva nedstr	08/04/13	7.13	3.07							4.35										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
17	Litleelva nedstr	15/04/13	6.52	1.04							2.27										
17	Litleelva nedstr	22/04/13	7.61	4.00							4.57										
17	Litleelva nedstr	29/04/13	7.26	3.61							4.19										
17	Litleelva nedstr	06/05/13	6.74	1.58							2.65										
17	Litleelva nedstr	13/05/13	7.66	3.47							3.42										
17	Litleelva nedstr	20/05/13	7.59	3.76							3.39										
17	Litleelva nedstr	27/05/13	7.03	2.83							3.18										
17	Litleelva nedstr	10/06/13	7.01	2.45							3.43										
17	Litleelva nedstr	24/06/13	6.27	1.00							1.71										
17	Litleelva nedstr	08/07/13	6.77	1.46							2.24										
17	Litleelva nedstr	22/07/13	6.76	1.85							2.28										
17	Litleelva nedstr	19/08/13	6.07	0.60							1.39										
17	Litleelva nedstr	02/09/13	5.80	0.63							1.48										
17	Litleelva nedstr	16/09/13	5.83	0.63							1.35										
17	Litleelva nedstr	30/09/13	6.70	1.39							2.20										
17	Litleelva nedstr	14/10/13	6.66	1.25							2.13										
17	Litleelva nedstr	28/10/13	5.75	0.62							1.68										
17	Litleelva nedstr	11/11/13	6.14	0.79							1.85										
17	Litleelva nedstr	25/11/13	6.51	1.11							2.30										
17	Litleelva nedstr	09/12/13	5.11	0.60							3.13										
17	Litleelva nedstr	23/12/13	5.78	0.78							2.66										

* Prøveresultater er ikke med i figurer eller beregning av middelverdier

22. Rødneelva

Koordinator: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Randi Saksgård (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Fakta om Rødneelva	
Vassdragsnr.:	038.3Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	61,2 km ²
Vassdragsregulering:	Elvekraftverk etablert i 2006 (uten betydning for vannføringen på lakseførende strekning).
Spesifikk avrenning:	70-80 l/s/km ²
Middelvannføring:	4,9 m ³ /s
Lakseførende strekning:	3,6 km, til like ovenfor samløpet mellom Rødneelva og Fjellstøbekken. Fisk kan også vandre et stykke opp i Hålandselva.
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen var truet.
Tiltaksplan:	Kalkingsplan fra Kaste m.fl. (1996c).
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurelsfølsomme 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:	En kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. Holmavatn, Furevatn og Lysevatn, øverst i hovedstrengens nedbørfelt, er kalket fra 1996. Auklandsvatn i sidefeltet Fjellstøbekken har vært kalket siden 1989. Kalkdosering siden 1997 fra en doserer ved Neset i øvre del av lakseførende strekning. De siste årene har kun én innsjø (Lysevatn) blitt kalket. Ingen utdosering av kalk i perioden 1.6-31.12.2013.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

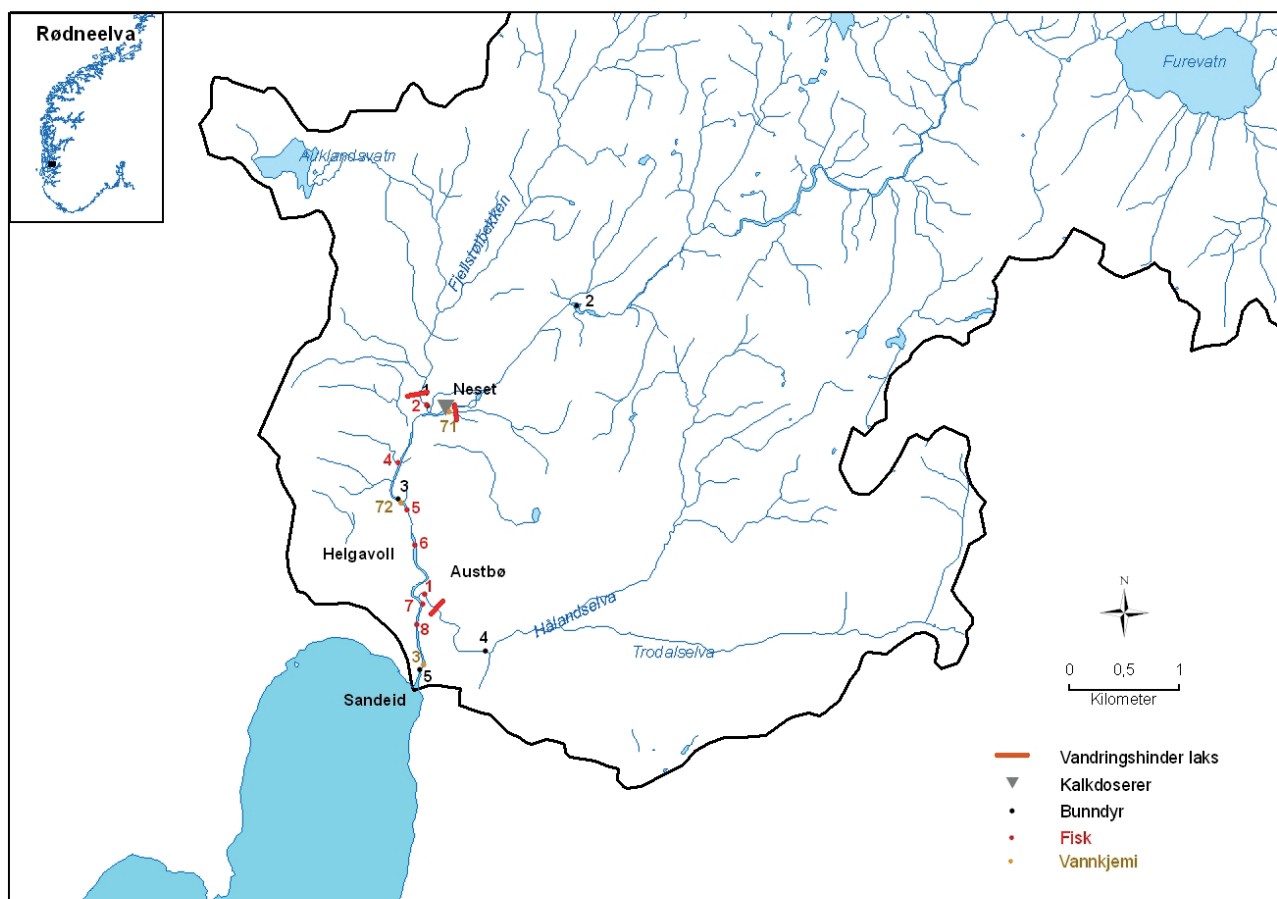
Kalkmengden tilført vassdraget ved innsjøkalking har vært relativt stabil de siste årene. Store variasjoner i årlig forbruk ved doseringsanlegget (**tabell 1**) har sannsynligvis primært sammenheng med tidspunkt for påfylling av kalk til doseren og gjenspeiler ikke reelle variasjoner. I 2013 doserte Rødneanlegget bare om lag 27 % av CaCO₃-mengden tilført de to

foregående år. Det ble dosert 37 tonn VK3 ved doseringsanlegget og spredd 45 tonn Biokalk i én innsjø i 2013.

Det kom noe mindre nedbør i 2013 enn året før ved meteorologisk stasjon 46850 Hunseid i Vikedal (met.no 2014), men dette tilsvarte likevel 113 % av normalen på 2816 mm. De tre første månedene samt juli var tørrere enn normalen, og spesielt i mars kom det lite nedbør (31 mm). April og årets fem siste måneder var derimot preget av mye nedbør, og i desember kom det 676 mm.

Tabell 1. Kalkforbruk i Rødneelva for perioden 2009-2013 omregnet til tonn CaCO₃. Tallene i parentes viser antall innsjøer. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2009	2010	2011	2012	2013
Dosererkalking	139	75	174	89	37
Innsjøkalking	40	37	30 (1)	31 (1)	31 (1)
Sum kalkforbruk	179	112	204	120	68



Figur 1. Rødneelva med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2. Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård og Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Medarbeidere: Liv Bente Skancke og Tore Høgåsen (NIVA)

Rødneelva ble i 1976 inkludert i DN/NINAs vannkjemiske overvåkingsprogram «Elveserien». Under dette programmet ble det tatt prøver fra en stasjon i hovedløpet (v/ Helgavoll) før samløp med Hålandselva. Det vannkjemiske overvåkingsprogrammet omfatter i dag tre stasjoner (figur 1).

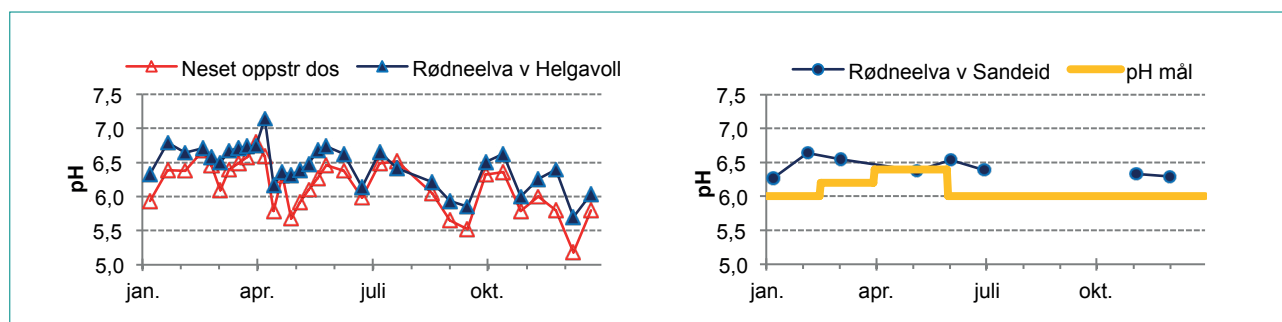
2.1 Vannkvaliteten i 2013

Med bakgrunn i de vannkjemiske dataene for 2013 er ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget (figur 2, vedlegg B). Ved Helgavoll lå tre (9 %) av pH-verdiene under vannkvalitetsmålet med mer enn 0,1 pH-enheter, og likeledes var fire prøver marginale i forhold til pH-målet. Ved Sandeid var ingen pH-verdier under vannkvalitetsmålet, men én verdi var marginal i forhold til målet (figur 2, vedlegg B). Forhøyede verdier av sjøsalter (klorid og natrium) ble målt i februar og mars, men pH var høy (> 6,5) og giftig aluminium lav (LAI < 6 µg/l) (vedlegg B).

Det er god samvariasjon i vannkvaliteten i Rødneelva ved Helgavoll (nedstrøms Neset) og på stasjonen nederst i vassdraget ved Sandeid (figur 2, tabell 2). Det var imidlertid et fåtall målinger fra stasjonen ved Sandeid i 2013. Både oppstrøms kalkdosereren ved Neset og ved Helgavoll var det til dels stor variasjon i vannkvaliteten, og pH lå mellom hhv. 5,2 og 6,8 (årgjennomsnittet 6,0) og 5,7 og 7,1 (årgjennomsnitt 6,3) (tabell 2).

Konsentrasjonen av reaktivt aluminium (Al/R) var i 2013 ≤ 37 µg/l, og giftig aluminium var ≤ 6 µg/l (tabell 2, vedlegg B). Dette er verdier som tilsier god økologisk tilstand for lakseførende vassdrag med hensyn til giftig aluminium.

Innholdet av organisk karbon (TOC < 4,2 mg C/l) viser at Rødneelva er et klart vassdrag med noe tilførsler av humus. Målinger av næringssaltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) viser at vassdraget er næringsfattig. Gjennomsnittet i måleperioden for Tot-P og Tot-N var henholdsvis 4 og 325 µg/l og indikerer svært god tilstand.



Figur 2. pH i 2013 oppstrøms kalkdoseringsanlegget på Neset og stasjonen nedstrøms ved Helgavoll (venstre panel), og stasjonen ved Sandeid sammenholdt med pH-målet (høyre panel).

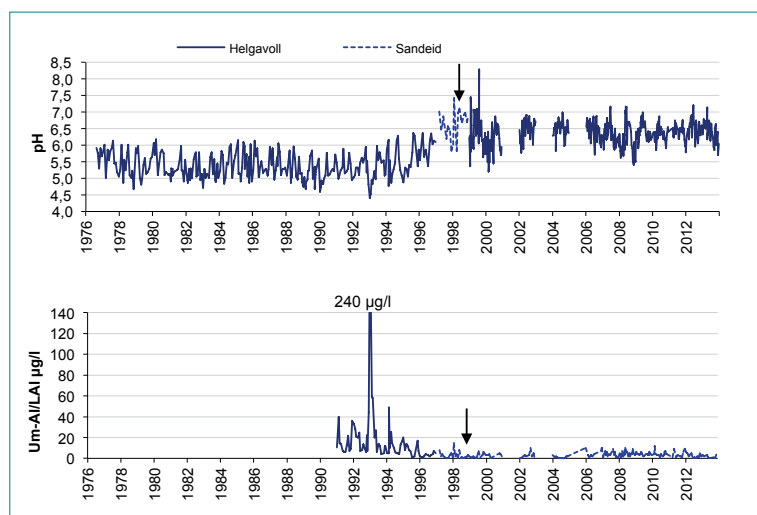
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) i Rødneelva i 2013. Info om verdier som ikke er tatt med i tabellen er gitt i vedlegg B.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
71	Neset oppstr doserer	Mid	5,98	0,88				
		Min	5,18	0,39				
		Maks	6,80	1,67				
		N	32	32				
72	Rødneelva v Helgavoll	Mid	6,32	1,50				
		Min	5,70	0,69				
		Maks	7,14	3,45				
		N	32	32				
3	Rødneelva v Sandeid	Mid	6,41	1,11	36	2	2,6	45
		Min	6,27	0,71	21	0	1,3	25
		Maks	6,64	1,77	59	4	4,2	68
		N	8	9	8	9	9	9

2.2 Langtidstrender

Den nedre delen av vassdraget har fått en langt gunstigere vannkvalitet over året etter at kalkdosereren ved Neset kom i drift i løpet av våren 1997 (figur 3). Etter kalking har pH ved Helgavoll blitt høyere og mer stabil med verdier mellom 6,0 og 7,0. Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tr-Al) viste store variasjoner med verdier opp mot 300 µg/l i årene før kalking.

Etter kalking er slike verdier sjeldent målt (Saksgård & Schartau 2011). Før oppstart av kalkdosereren varierte konsentrasjonen av giftig aluminium mellom <6 og 240 µg/l (målinger fra Helgavoll), men de fleste verdiene lå under 40 µg/l (figur 3). Etter kalking har konsentrasjonen stort sett vært mindre enn 6 µg/l, men disse målingene er fra Sandeid og er derfor ikke direkte sammenlignbare med de tidligere målingene.



Figur 3. pH og konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al/LAI) i nedre deler av Rødneelva i perioden 1976-2013. Pil angir tidspunkt for driftsstart av kalkdoserer.

3. Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn M. Larsen (NINA)

Medarbeider: Laila Saksgård (NINA)

Rødneelva var påvirket av forsurening, og laksestammen ble ansett som truet på 1980-tallet (Sivertsen 1989). I perioden 1985–1995 ble det gjennomført undersøkelser av ungfish i elva for å overvåke forurensingssituasjonen. Disse undersøkelsene ble videreført fra 1996 i forbindelse med kalkingstiltakene, men med et redusert antall stasjoner i forhold til tidligere (Larsen 1997).

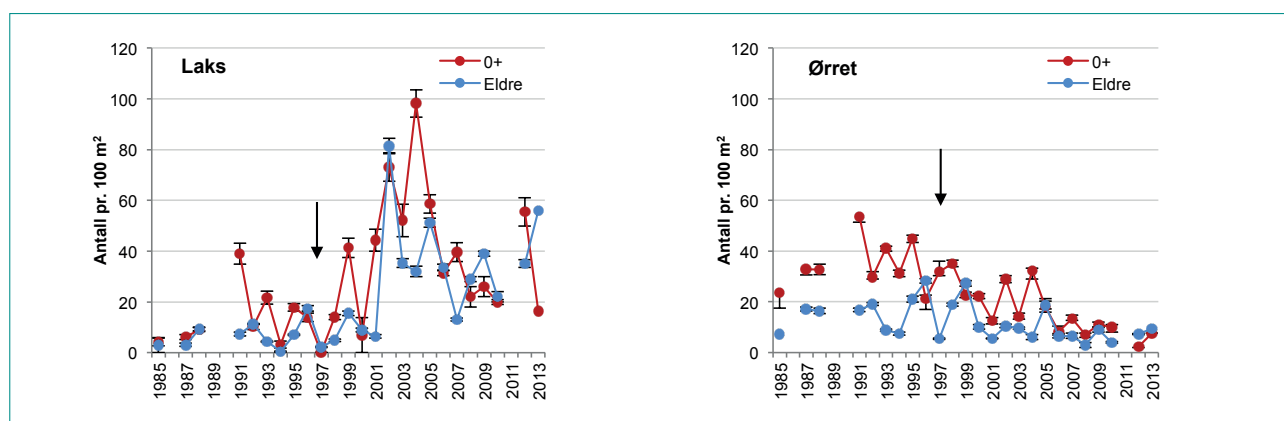
3.1 Ungfishundersøkelser

I 2013 ble det fanget laks- og ørretunger på alle stasjonene i Rødneelva (**tabell 3**). Det ble registrert ål på tre av stasjonene, og det ble fanget skrubbe på den nederste stasjonen. Tettheten av laksyngel (0+) var svært lav i 2013, og en av de laveste etter at kalkingen kom i gang (**figur 4**). Det ble observert noe færre laks ved gytefisktellningene i 2012 (145 fisk) sammenlignet med 2011 (196 fisk). Registrering av gytefisk ved dykking gir imidlertid en indikasjon på at det

har vært en meget bra gytebestand av villaks siden 2010 (S. E. Gabrielsen pers. med.). Den lave tettheten av årsyngel i 2013 kan derfor ikke forklares ut fra antall gytefisk. Tettheten av eldre laksunger ($\geq 1+$) har vært gjennomgående høy i de siste ti årene sammenlignet med perioden før 2002, og i 2013 den nest høyeste som er registrert. Dette svarer også godt med at det ble beregnet en forholdsvis høy tetthet av laksyngel i 2012. For ørret fortsatte imidlertid den negative utviklingen i tetthet (**figur 4**), selv om sjørørreten ble fredet og ulovlig å fiske fra 2009. Vanntemperaturen under gjennomføringen av elfisket i 2013 var innenfor det som er anbefalt i henhold til norsk standard (NS 9455:2005) (6,4–8,9 °C; **vedlegg C**). Ledningsevnen var 1,3–2,3 mS/m (**vedlegg B**). Elfiskeforholdene (temperatur og ledningsevne) var de samme i 2012 og 2013. Det var også fin vannføring under elfisket (Ca 2,0 m³/s i 2013). Likevel var tettheten av laksyngel i 2012 mer enn tre ganger så høy som i 2013. Forholdene under elfiske kan derfor ikke forklare de lave tetthetene av laksyngel i 2013. Vannkvaliteten på anadrom strekning i Rødneelva kan være noe ustabil (jf. Kapittel 2.1), men de vannkemiske målingene for 2013 kan imidlertid ikke forklare den lave tettheten av årsyngel.

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet av laks og ørret pr. 100 m² på 7 stasjoner i Rødneelva 2. oktober 2013. Det ble i tillegg fanget én skrubbe på stasjon 8.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100m ²		Ørret N/100m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	108	45	0	21,8	97,1	11,2	32,6
2	100	61	13	1	16,0	53,0	4,0	10,2
4	100	54	20	1	20,0	35,7	15,2	6,1
5	100	48	7	1	3,1	50,8	4,0	2,4
6	100	51	8	0	2,1	51,1	1,0	10,6
7	100	80	6	0	30,3	58,0	6,1	0,0
8	100	69	5	0	22,8	53,2	1,0	4,0
Sum	700	471	104	3				
Tetthet 1					16,3±2,2	56,0±1,8	7,4±1,3	9,5±1,5
Tetthet 2					16,6±10,5	57,0±19,0	6,1±5,3	9,4±10,9

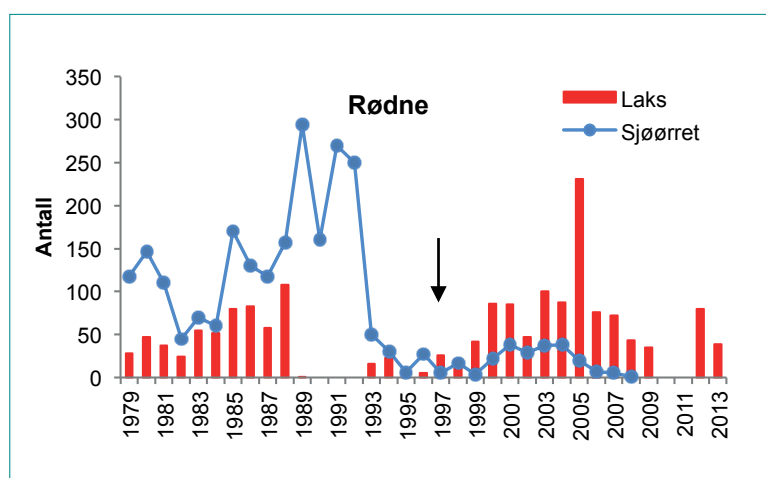


Figur 4. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Rødneelva i perioden 1985–2013. Data før 2006 er fra Larsen mfl. (2006) og perioden 2006–2010 er fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

3.2 Fangststatistikk

I perioden 1979 til 1988 økte laksefangstene fra 28 til 108 laks (**figur 5**). Vassdraget ble deretter fredet mot fangst frem til 1993. Bare et fåtall laks ble fanget i Rødneelva i perioden 1993–1999. Det var spesielt god fangst i 2005 (231 laks), men fangsten gikk tilbake igjen allerede året etter og ble ytterligere redusert fram til og med 2009. Ny fredning av laksen ble derfor innført i 2010 og 2011. I 2013 ble det bare fanget 39 laks. Sjørretfangstene økte utover 1980- og begynnelsen av 1990-tallet. Fangsten falt kraftig i 1993, og det ble ikke noe år fanget mer enn 38 individ fram til fredningen i 2009. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning var forvaltnings- og gytebestandsmålet nådd for laksen i Rødneelva i 2012 (Anon. 2013). Gjennomsnittlig oppnåelse siste fire år er beregnet til 85 %.

Andel estimert rømt oppdrettsfisk (andel brukt i simulering av gytebestand) i Rødneelva har i perioden 2000–2010 ligget på mellom 3,4 og 7,6 % (Anon. 2013). Ved gytefisktellningene i 2011 og 2012 ble det registrert henholdsvis 3,5 % og 4,6 % oppdrettslaks (S. E. Gabrielsen pers. med.). Ved dykking er det imidlertid ikke mulig å skille villaks og oppdrettslaks entydig fra hverandre, og andelen oppdrettslaks kan derfor være høyere enn det som ble observert. I sårbarhetsvurderinger som er gjort av ville laksebestander med hensyn til rømt oppdrettslaks bør denne andelen være mindre enn 5 % (Hindar & Diserud 2007). Rødneelva ser hovedsakelig ut til å ligge under dette.



Figur 5. Antall laks og sjørret fanget (avlivet) i Rødneelva i perioden 1979 til 2013. Pil angir tidspunkt for start av kalking.

4. Bunndyr

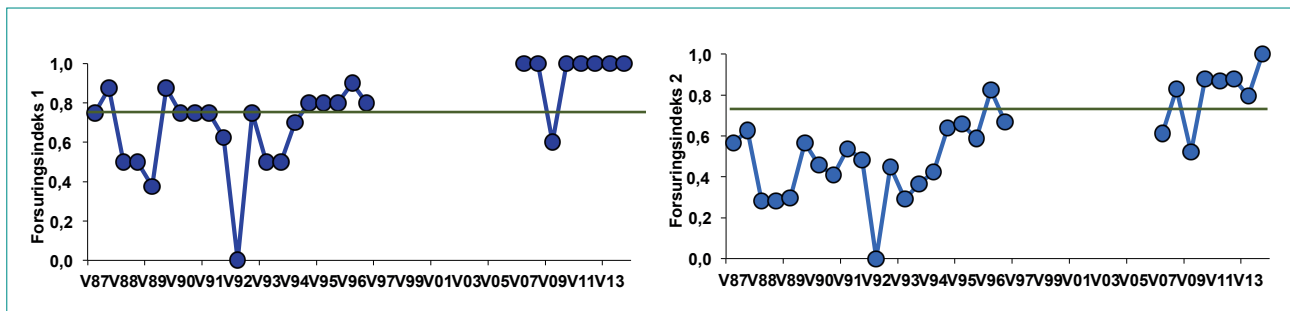
Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Rødneelva ble overvåket i perioden 1987 – 1996 i forbindelse med programmet "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" (Fjellheim & Raddum 1988, 1997). I tiårsperioden 1997 – 2006 ble det ikke utført bunndyrstudier i vassdraget, men fra 2007 har bunndyr vært inkludert i kalkingsovervåkingen i Rødneelva (Fjellheim, 2008). Stasjonsnett er imidlertid endret (beskrevet av Fjellheim, 2008). Det er bare en av stasjonene, (st. 4, Hålandselva), som er ukalket. Denne har en naturlig god vannkvalitet.

Det ble registrert 3 døgnfluearter, 11 steinfluearter, og 6 arter/slekter av vårflyer i Rødneelva i 2013 (**vedlegg D1 og D2**). Bunndyrmangfoldet var omtrent det som er registrert i tidligere undersøkelser. Syv av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forsurening (Fjellheim & Raddum 1990).

Det biologiske mangfoldet i vassdraget må karakteriseres som lavt. I det tilgrensende Vikedalsvassdraget ble det til sammenligning i 2010 og 2012 registrert henholdsvis 29 og 27 EPT-taksa (Fjellheim, m. fl. 2011, 2013). Dette kan forklares med at antall innsamlingslokaliteter var færre og med at den halvparten så store Rødneelva har færre biotop-typer enn Vikedalsvassdraget.

Forsuringsindeksene (**figur 6**) er, grunnet det lave antallet av prøvetakingslokaliteter etter oppstart av kalkingen, framstilt uten å skille ukalkete stasjoner (kun en lite forsuret stasjon) og kalkete stasjoner. I 2013 var Indeks 1 = 1,0 både vår og høst. Indeks 2-verdiene var 0,79 (vår) og 1,0 (høst). Den laveste indeks 2-verdien, 0,60, ble registrert i den øverste lokaliteten, ovenfor inntaket til kraftstasjonen (st. 2) om våren. Denne lokaliteten representerer tilstanden oppstrøms elvekalkingen. Forsuringsindeksene i den kalkete delen av elva ligger alle over miljømålet (**figur 6**). Indeksene i perioden før kalkingen av vassdraget ble startet var svært variable. Dette kan dels forklares med et lavt antall prøvetakingsstasjoner og dels med at vassdragene var mer forsuret rundt 1990.



Figur 6. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Rødneelva i perioden 1987 – 2013. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand jf. vannforskriften). Resultatene fra 1987–1997 representerer en ukalket situasjon, mens resultatene fom. 2007 representerer vassdraget etter kalking.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Etter at kalkdosereren kom i drift våren 1997 har den nedre delen av vassdraget fått en mer gunstig vannkvalitet over året, med høyere pH og lavere aluminiumkonsentrasjoner. Med bakgrunn i de vannkemiske dataene fra 2013 er likevel ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet. Tre av pH-verdiene ved Helgavoll, hovedstasjonen på anadrom strekning, var 0,1–0,3 pH-enheter under vannkvalitetsmålet, og fire var marginale. Lenger ned i vassdraget, ved Sandeid, var kun én pH-verdi marginal i forhold til vannkvalitetsmålet, men her er det tatt færre prøver. Stikkprøver viste lave verdier av giftig aluminium i den nedre delen av vassdraget. Få vannkemiske prøver fra den nederste stasjonen i Rødneelva gir imidlertid et for dårlig grunnlag til å vurdere vannkvaliteten i denne delen av vassdraget i 2013.

5.2 Fisk

Tettheten av laksyngel var svært lav i 2013 sammenlignet med tidligere år. Verken gytefisktellinger, forhold under elfisket eller vannkvaliteten kan gi noen god forklaring på den lave tettheten. Tettheten av eldre laksunger har vært gjennomgående høy i de siste ti årene sammenlignet med perioden før 2002. For ørret fortsatte imidlertid den negative utviklingen i tetthet, selv om sjørreten ble fredet og ulovlig å fiske fra 2009. I følge Vitenskapelig råd for lakseforvaltning var forvaltnings- og gytebestandsmålet nådd for laksen i Rødneelva i 2012.

5.3 Bunndyr

Effektkontrollen av bunndyrsamfunnene i Rødneelva ble startet i 2007, ti år etter oppstart av kalkingen. Det ble registrert subletale skader på den øverste, ukalkete stasjonen i hovedelva i 2013. Dette viser at kalking av vassdraget er nødvendig. En sammenligning med data fra overvåking av vassdraget før det ble kalket viser at faunaen i vassdraget nå bærer mindre preg av å være forsuringsskadet.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten på den anadrome strekningen kan være noe ustabil. I 2013 var ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende, og var i korte perioder på våren og utover høsten under vannkvalitetsmålet. Det ble ikke dosert ut kalk ved Neset i perioden juni – desember 2013. Det vurderes ikke som aktuelt å gjennomføre noen større endringer i kalkingsstrategien i Rødneelva ut over dette.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Rødneelva

Tema	St.kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	3	Rødneelva v Sandeid	323050	6605050	Kalket
Vannkjemi	71	Neset oppstr doserer	323082	6607125	?
Vannkjemi	72	Rødneelva v Helgavoll	322909	6606114	Kalket
Bunndyr	1	Fjellstøbekken	323146	6606993	Kalket
Bunndyr	2	Rødneelv oppstr doserer	324490	6607897	Referanse
Bunndyr	3	Rødneelva v Helgavoll	322881	6606152	Kalket
Bunndyr	4	Trodalselva	323666	6604774	Kalket
Bunndyr	5	Rødneelva v Sandeid	323077	6604604	Kalket
Fisk	1	Hålandselva	323116	6605288	Kalket
Fisk	2	Fjellstøbekken	323136	6606995	Kalket
Fisk	4	Store Rødne	322880	6606477	Kalket
Fisk	5	Helgevoll 2	322956	6606052	Kalket
Fisk	6	Østbø øvre	323119	6605476	Kalket
Fisk	7	Hålandselva utløp	323100	6605200	Kalket
Fisk	8	Østbø nedre	323050	6605012	Kalket
Fisk	1	Hålandselva	323116	6605288	Kalket

Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi i Rødneelva 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet i µekv/l	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	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	LAI µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	SiO ₂ mg/l SiO ₂	ANC µekv/l
3	Rødneelva v Sandeid	07/01/13	6,27	0,93	0,050	21	18	16	2	1,5	2,00	0,28	1,93	0,14	3,28	1,02	100	195	3	0,79	36
3	Rødneelva v Sandeid	04/02/13	6,64	1,77	0,086	59	12	9	3	1,3	3,64	0,55	3,33	0,48	6,16	1,81	290	510	4	1,37	59
3	Rødneelva v Sandeid	04/03/13	6,55	1,76	0,078	50	19	17	2	1,7	4,14	0,63	4,11	0,45	7,87	1,93	245	375	5	1,72	50
3	Rødneelva v Sandeid	06/05/13	6,38	1,04	0,060	31	24	21	3	2,1	2,56	0,34	2,36	0,66	4,28	1,23	215	400	5	0,60	38
3	Rødneelva v Sandeid	03/06/13	6,54	1,23	0,070	42	37	36	1	4,2	2,38	0,32	2,10	0,38	3,08	1,15	135	350	4	0,86	68
3	Rødneelva v Sandeid	01/07/13	6,39	0,71	0,064	36	32	32	0	3,8	2,01	0,32	2,08	0,28	2,83	1,20	115	290	3	0,43	47
3	Rødneelva v Sandeid	07/10/13	5,59*	0,84	0,013*	0*	34	33	1	4,2	1,86	0,31	1,81	0,22	2,59	1,14	115	300	2	0,92	47
3	Rødneelva v Sandeid	04/11/13	6,33	0,86	0,056	27	26	26	0	2,3	1,88	0,30	1,83	0,23	2,96	1,13	150	270	3	0,83	35
3	Rødneelva v Sandeid	02/12/13	6,29	0,87	0,051	22	25	21	4	1,9	2,18	0,35	2,10	0,19	3,85	1,13	155	235	3	0,88	25

* Prøveresultat ikke med i beregning av middelerverdier eller i figur

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Kond mS/m
71	Neset oppstr dos	07/01/13	5,94	0,85	2,16
71	Neset oppstr dos	21/01/13	6,39	0,81	2,03
71	Neset oppstr dos	04/02/13	6,38	1,67	4,24
71	Neset oppstr dos	18/02/13	6,67	1,00	2,65
71	Neset oppstr dos	25/02/13	6,45	1,11	2,76
71	Neset oppstr dos	04/03/13	6,09	1,09	3,38
71	Neset oppstr dos	11/03/13	6,40	0,99	3,03
71	Neset oppstr dos	18/03/13	6,49	1,08	2,81
71	Neset oppstr dos	25/03/13	6,58	1,32	2,94
71	Neset oppstr dos	01/04/13	6,80	1,35	3,09
71	Neset oppstr dos	08/04/13	6,59	1,11	3,15
71	Neset oppstr dos	15/04/13	5,79	0,39	1,97
71	Neset oppstr dos	22/04/13	6,31	1,00	3,17
71	Neset oppstr dos	29/04/13	5,68	0,56	2,82
71	Neset oppstr dos	06/05/13	5,92	0,44	2,22
71	Neset oppstr dos	13/05/13	6,10	0,79	2,49
71	Neset oppstr dos	20/05/13	6,27	1,02	2,71
71	Neset oppstr dos	27/05/13	6,46	1,19	2,83
71	Neset oppstr dos	10/06/13	6,38	0,59	1,84
71	Neset oppstr dos	24/06/13	5,98	0,78	1,96
71	Neset oppstr dos	08/07/13	6,49	1,11	2,53
71	Neset oppstr dos	22/07/13	6,52	1,23	2,53
71	Neset oppstr dos	19/08/13	6,05	0,54	1,27
71	Neset oppstr dos	02/09/13	5,65	0,55	1,45
71	Neset oppstr dos	16/09/13	5,52	0,47	1,29
71	Neset oppstr dos	30/09/13	6,32	0,68	1,51
71	Neset oppstr dos	14/10/13	6,36	0,71	1,59
71	Neset oppstr dos	28/10/13	5,79	0,50	1,43
71	Neset oppstr dos	11/11/13	6,00	0,87	2,14
71	Neset oppstr dos	25/11/13	5,80	0,87	2,93
71	Neset oppstr dos	09/12/13	5,18	0,70	3,04
71	Neset oppstr dos	23/12/13	5,80	0,65	2,24

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Kond mS/m
72	Rødneelva v Helgavoll	07/01/13	6,33	0,95	1,97
72	Rødneelva v Helgavoll	21/01/13	6,79	3,13	3,91
72	Rødneelva v Helgavoll	04/02/13	6,64	1,77	3,62
72	Rødneelva v Helgavoll	18/02/13	6,71	2,50	4,66
72	Rødneelva v Helgavoll	25/02/13	6,58	3,07	4,95
72	Rødneelva v Helgavoll	04/03/13	6,50	1,74	4,12
72	Rødneelva v Helgavoll	11/03/13	6,67	2,23	4,46
72	Rødneelva v Helgavoll	18/03/13	6,71	2,49	4,55
72	Rødneelva v Helgavoll	25/03/13	6,74	3,45	5,40
72	Rødneelva v Helgavoll	01/04/13	6,75	3,34	5,33
72	Rødneelva v Helgavoll	08/04/13	7,14	2,17	5,19
72	Rødneelva v Helgavoll	15/04/13	6,17	0,75	2,23
72	Rødneelva v Helgavoll	22/04/13	6,36	0,96	2,78
72	Rødneelva v Helgavoll	29/04/13	6,31	1,23	3,24
72	Rødneelva v Helgavoll	06/05/13	6,39	0,86	2,48
72	Rødneelva v Helgavoll	13/05/13	6,48	1,03	2,39
72	Rødneelva v Helgavoll	20/05/13	6,68	1,53	2,48
72	Rødneelva v Helgavoll	27/05/13	6,74	1,61	2,50
72	Rødneelva v Helgavoll	10/06/13	6,63	1,31	2,53
72	Rødneelva v Helgavoll	24/06/13	6,14	0,90	1,93
72	Rødneelva v Helgavoll	08/07/13	6,65	0,88	2,15
72	Rødneelva v Helgavoll	22/07/13	6,41	1,05	2,14
72	Rødneelva v Helgavoll	19/08/13	6,21	0,86	1,63
72	Rødneelva v Helgavoll	02/09/13	5,94	0,73	1,60
72	Rødneelva v Helgavoll	16/09/13	5,85	0,70	1,57
72	Rødneelva v Helgavoll	30/09/13	6,51	1,08	2,04
72	Rødneelva v Helgavoll	14/10/13	6,63	1,42	2,45
72	Rødneelva v Helgavoll	28/10/13	6,00	0,69	1,61
72	Rødneelva v Helgavoll	11/11/13	6,26	0,86	1,86
72	Rødneelva v Helgavoll	25/11/13	6,40	0,95	2,24
72	Rødneelva v Helgavoll	09/12/13	5,70	0,96	3,16
72	Rødneelva v Helgavoll	23/12/13	6,04	0,91	2,55

Vedlegg C. Primærdata – fisk i Rødneelva 2013

Vedlegg C1. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for laks pr. stasjon i Rødneelva 2. oktober 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved kalkdosereren i Rødneelva var ca. 2,0 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg				Snitt	SD	min	max
1	7,6°C	0+	12	6	2	20	4,6	0,57	56,0	4,5	48	64
100 m²	2,27m/Sm	>0+	51	28	9	88	10,9	0,55	113,5	20,5	78	150
2	7,2°C	0+	8	4	2	14	5,8	0,50	54,5	3,1	49	58
100 m²	1,74m/Sm	>0+	29	10	8	47	9,5	0,52	105,9	18,5	81	152
4	8,9°C	0+	13	4	2	19	2,9	0,64	52,3	4,0	44	59
100 m²	1,23mS/m	>0+	25	9	1	35	2,1	0,73	113,5	20,4	82	164
5	8,2°C	0+	2	1	0	3	0,7	0,71	47,3	2,1	45	49
100 m²	1,29mS/m	>0+	26	13	6	45	9,4	0,51	93,9	15,6	73	136
6**	7,4°C	0+	1	1	0,5	2,5	9,6	0,26	52,0	4,2	49	55
100 m²	1,41m/Sm	>0+	44	5	2	51	1,0	0,84	92,9	14,4	77	141
7	6,4°C	0+	12	8	4	24	13,7	0,41	49,0	3,5	43	56
100 m²	1,88mS/m	>0+	39	13	4	56	3,8	0,67	92,2	17,3	73	131
8	6,4°C	0+	8	6	3	17	15,3	0,37	53,1	3,4	47	58
100 m²	1,72m/Sm	>0+	37	13	2	52	2,8	0,72	95,4	15,2	74	132
Totalt		0+	56	30	13,5	99,5	2,2	0,51	52,6	4,5	43	64
700m²		>0+	251	91	32	374	1,8	0,64	101,7	19,9	73	164

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg C2. Fangst, beregnet tetthet, 95 % konfidensintervall, fangbarhet og lengde for ørret pr. stasjon i Rødneelva 2. oktober 2013. Vanntemperatur (Temp) og ledningsevne (Kond.) er oppgitt. Vannføring under elfisket målt ved kalkdosereren i Rødneelva var ca. 2,0 m³/s.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)			Tetthet pr. 100 m²	95 % konf. int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3. omg				Snitt	SD	min	max
1	7,6°C	0+*	6	6	4	16	1,7	0,67	69,2	6,3	59	82
100 m²	2,27m/Sm	>0+	17	8	4	29	7,4	0,52	139,6	29,7	107	227
2	7,2°C	0+	3	1	0	4	0,5	0,78	61,5	3,0	57	63
100 m²	1,74m/Sm	>0+	4	5	0	9	4,2	0,51	142,2	34,0	102	194
4	8,9°C	0+	9	3	2	14	3,8	0,57	67,9	5,8	54	75
100 m²	1,23mS/m	>0+	5	0	1	6	1,0	0,71	116,2	6,8	108	124
5	8,2°C	0+	3	1	0	4	0,5	0,78	57,8	6,6	53	67
100 m²	1,29mS/m	>0+*	1	1	1	3	0,0	0,63	104,3	13,6	90	117
6**	7,4°C	0+	1	0	0	1	0,0	1,00	56,0	-	56	56
100 m²	1,41m/Sm	>0+	4	3	1,3	8,3	8,4	0,40	109,1	17,0	82	126
7	6,4°C	0+	4	2	0	6	1,0	0,71	59,5	6,3	48	66
100 m²	1,88mS/m	>0+	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
8	6,4°C	0+	1	0	0	1	0,0	1,00	63,0	-	63	63
100 m²	1,72m/Sm	>0+	3	1	0	4	0,5	0,78	106,0	8,3	97	117
Totalt		0+	27	13	6	46	1,3	0,53	65,4	7,1	48	82
700m²		>0+	34	18	7,3	59,3	1,5	0,52	129,7	29,3	82	227

* Lav fangbarhet ($p < 0,3$) og samtidig høyt konfidensintervall (> 75 % av estimert tetthet), eller ikke mulig å beregne tetthet ut fra fangsttall. Tetthet er da beregnet ut fra total fangst på stasjonen og sum fangbarhet for de stasjonene som er fisket 3 omganger.

** Fisket én eller to omganger og tetthet er beregnet ut fra estimert fangst i 2. og/eller 3. omgang.

Vedlegg D. Primærdata - bunndyr i Rødneelva 2013

Vedlegg D1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Rødneelva 22.05.2013.

	Stasjon	1	2	3	4	5
	Nematoda	1	1			
	Oligochaeta	5	56		1	1
	Acari	9	1	4	2	1
	Ephemeroptera					
***	<i>Baetis rhodani</i>	161	5	33	48	18
**	<i>Siphonurus</i> sp.			1		
	Plecoptera					
	<i>Amphinemura borealis</i>	21	3	34	13	20
	<i>Amphinemura sulciollis</i>	4	4	5		
	<i>Leuctra hippopus</i>	4	1	18	8	4
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>		5	7		4
	<i>Protonemura meyeri</i>	2				
	Nemouridae indet.	4	1	1	2	1
	<i>Brachyptera risi</i>	89	30	41	121	40
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2	8	6	3	3
**	<i>Diura</i> sp.					1
**	<i>Isoperla grammatica</i>	1	1		1	
	Trichoptera					
	<i>Rhyacophila nubila</i>	6	1		4	2
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			2		
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>				1	
	<i>Potamophylax cingulatus</i>			2		
	Chironomidae	73	33	117	193	207
	Ceratopogonidae					1
	Simuliidae	18	64	8	7	10
	Tipuloidea					
	<i>Dicranota</i> sp.		3		1	1
	<i>Tipula</i> sp.		2			
	Diptera					
	Empididae indet.	5	4	2	5	1
	Coleoptera					
	<i>Elmis aenea</i>	3			1	
	<i>Limnius volckmari</i>	1				
	<i>Elodes</i> sp.	1		2	1	
	Sum	410	223	283	412	315
	Forsuringsindeks 2	1,00	0,60	0,79	0,83	0,75

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

Vedlegg D2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Rødneelva 10.09.2013.

	Stasjon	1	2	3	4	5
	Nematoda					1
	Oligochaeta	1	29		2	2
	Acari	7	8	8	1	6
	Ephemeroptera					
***	<i>Baetis rhodani</i>	130	32	43	70	14
**	<i>Alainites muticus</i>	1				
	Plecoptera					
	<i>Amphinemura borealis</i>	3	9	16	3	1
	<i>Amphinemura sulciollis</i>	1	16	2	2	
	<i>Leuctra hippopus</i>	3	8	15	2	3
	<i>Leuctra fusca</i>				1	
	<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1	4			1
	<i>Protonemura meyeri</i>	15		2	2	
	<i>Nemoura cinerea</i>			2		
	<i>Brachyptera risi</i>	9	7	3	13	1
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1			
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		7		1	
**	<i>Diura nanseni</i>		3		1	
	Trichoptera					
	<i>Rhyacophila nubila</i>	6	8	3	5	7
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1			
	Polycentropodidae indet.		1			
**	<i>Lepidostoma hirtum</i>		2			
**	<i>Philapotamus montanus</i>	1				
	Limnephilidae indet.	2		1		
	Chironomidae	59	25	56	66	74
	Simuliidae	11	3	2	12	
	Tipuloidea					
	<i>Dicranota</i> sp.	1	17	2	5	2
	<i>Tipula</i> sp.		3			
	Diptera					
	Empididae indet.	2				1
	Coleoptera					
	<i>Elmis aenea</i>	1				
	<i>Limnius volckmari</i>	1				
	Crustacea					
	<i>Bosmina</i> sp.			8		
	Sum	255	184	163	186	113
	Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

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

23. Uskedalselva

Koordinator og ansvarlig for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Uskedalselva ligger sentralt i Kvinnherad kommune, og bergartene i nedbørsfeltet består hovedsakelig av granitt og gneis. Elven er uregulert og har en anadrom elvestrekning på totalt 13 km, hvorav 11 km opp til Fjellandsbøvatnet og omtrent 2 km opp i sideelven Børsdalselva. I tillegg kan anadrom fisk benytte to tilløpselver til Fjellandsbøvatnet (**figur 1**). Det ble nesten ikke fanget ungfisk av laks i elven på midten av nittitallet. Siden 2002 har produksjonen av laks økt, og det fiskes både laks og aure ved sportsfisket.

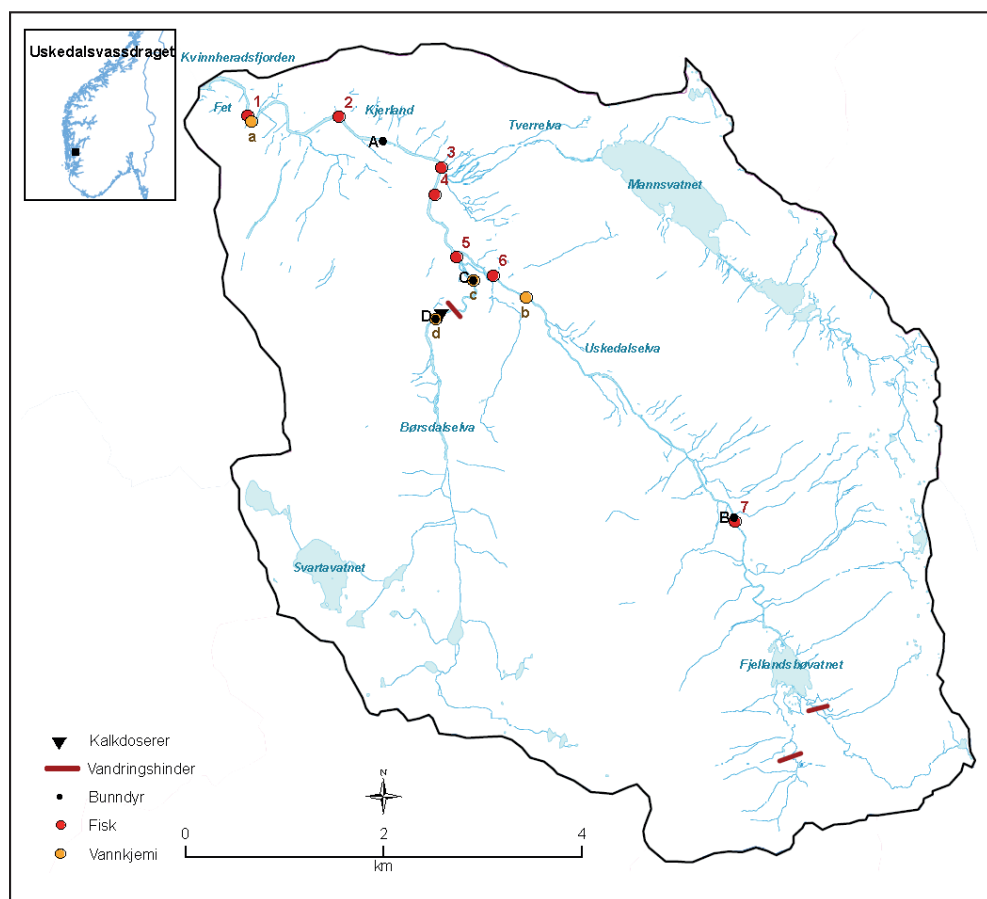
En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Mengdene med kalk tilført vassdraget har variert mellom 42 og 220 tonn i perioden 2002 til 2012. I 2013 ble det ikke kalket fra dosereren i Børsdalselva i perioden 1. juli til 31. desember. Tilførslene i 2013 var på 80 tonn (**tabell 1**).

Månedlige nedbørmengder for 2013 er hentet fra meteorologisk stasjon i Rosendal. Samlet nedbørmengde i 2013 var 2058 mm, som er 14 % mer enn normalen for perioden 1961 – 1990. Februar og mars var de tørreste månedene dette året, med henholdsvis 45 og 15 % av normalnedbøren. I april og desember falt det mer enn 200 % av normalnedbøren.

Fakta om Uskedalselva	
Fakta om Uskedalselva	045.2Z
Vassdragsnummer	045.2Z
Fylke, kommune	Hordaland, Kvinnherad
Nedbørfeltareal	45 km ²
Vassdragsregulering	Det er ingen regulering i vassdraget
Spesifikk avrenning	102,6 l/s/km ² (NVE- Atlas)
Middelvannføring	4,7 m ³ /s (NVE- Atlas)
Kalket siden	1990 (grovkalk). Doserer i Børsdalselva siden 2002
Lakseførende strekning	Totalt 13 km; 11 km opp til Fjellandsbøvatnet og ca. 2 km opp Børsdalselva, samt to tilløpsbekker til Fjellandsbøvatnet
Bakgrunn for tiltak	Forsuring av anadrom strekning, spesielt som følge av tilrenning fra Børsdalselva
Tiltaksplan	Bjerknes mfl. 1998
Biologisk mål	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av sjøaure. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål	pH ≥ 6,2 i perioden 15. februar – 31. mai, pH ≥ 6,0 resten av året
Kalkingsstrategi	Doserer i Børsdalselva siden 2002. Grovkalk i hovedelven ovenfor samløp med Børsdalselva hvert år siden 2002. Grovkalk i Børsdalselva oppstrøms doserer de seinere år.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Uskedalselva de ti siste årene. Fra juli 2004 er det brukt VK3-kalk, tidligere NK3-kalk. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO ₃ .										
År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Doserer	72	69	51	32	36	68	108	145	210	70
Utlagt grovkalk	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Totalt	82	79	61	42	46	78	118	155	220	80



Figur 1. Uskedalselvas nedbørsfelt med stedsangivelse for kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Se vedleggs- tabell 1 for detaljer.

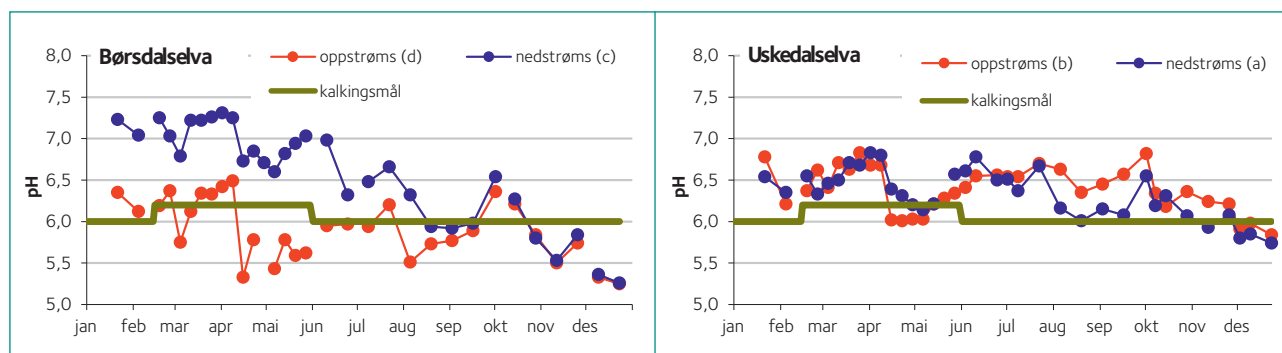
2. Vannkjemi

Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)

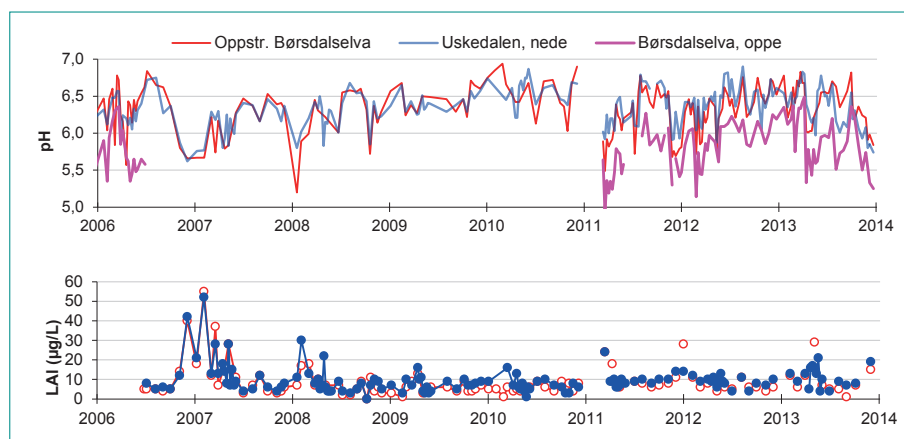
Den vannkemiske overvåkingen i vassdraget har pågått siden 1999. Stasjonsplasseringen og navnsettingen er endret flere ganger, men det har hele tiden vært to stasjoner i Uskedalselva, en oppstrøms og en nedstrøms samløp med Børsdalselva. I Børsdalselva har det vært to stasjoner siden 2002, en oppstrøms og en nedstrøms kalkdosereren. Navnsettingen følger navnsetting fra 2004 (DN 2004) (**figur 1, vedlegg A**).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

pH i øvre del av Uskedalselva (st. b) varierte i 2013 mellom 5,8 og 6,8 med en middsverdi på 6,4 (**vedlegg B1**). I kalket del (nedstrøms Børsdalselva) varierte pH mellom 5,7 og 6,8, og middsverdien var 6,3. Labilt aluminium varierte mellom 1 og 29 µg/l i øvre del og mellom 4 og 21 µg/l nede i Uskedalselva. Middsverdiene var 10 og 12 µg/l på hhv. øvre og nedre stasjon. Det ble registrert sjøsaltepisoder i februar, mars, mai og desember oppe og nede i Uskedalselva. Siden det bare blir registrert tilstrekkelig mange parametere til å registrere sjøsaltepisoder en gang per måned, er det sannsynlig at episodene har hatt noe lenger varighet. pH gikk under kalkingsmålet i forbindelse med sjøsaltepisoden i mai, og det ble registrert konsentrasjo-



Figur 2. pH i Uskedalsvassdraget i 2013, målt oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren i Børsdalselva (Lok (c) og (d) (**venstre**) og i Uskedalselva oppstrøms (b) og nedstrøms (a) samløp med Børsdalselva (**høyre**).



Figur 3. Utvikling i pH og giftig aluminium (LAI) siden 2006 ved de to stasjonene i Uskedalselva; oppstrøms Børsdalselva (ukalket –(b)) og utløp v/Fet (kalket (a)) samt oppe i Børsdalselva (bare pH).

ner av giftig aluminium på 29 µg/l oppe i Uskedalselva i forbindelse med denne sjøsaltepisoden. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) varierte mellom 8 og 74 µekv/l i øvre del og mellom 8 og 117 µekv/l i nedre del. Middel ANC for 2013 var 36 og 46 µekv/l i hhv. øvre og nedre del av hovedelven (**vedlegg B1**). Stans i kalkingen i Børsdalselva førte til at vannkvaliteten kom under pH-målet mot slutten av året. I forbindelse med sjøsaltepisoden i desember ble det også målt noe høye konsentrasjoner av giftig aluminium.

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

Oppstrøms kalkdosereren i Børsdalselva (Lok. d), varierte pH mellom 5,3 og 6,4 med et årsgjennomsnitt på 5,9. Nedstrøms kalkdosereren (Lok. c) varierte pH mellom 5,3 og 7,0 med et årsgjennomsnitt på 6,2 (**figur 2, vedlegg B1**). Kalsiumkonsentrasjonen varierte her mellom 0,2 og 1,8 mg/l (**vedlegg B1**). Fra oktober til desember var pH under pH-målet i Børsdalselva. Etter at kalkingen stanset 1. juli var det en avtakende forskjell i vannkvaliteten ovenfor og nedenfor kalkdosereren fram til slutten av september, deretter var all effekt av kalkrester i elven borte og vannkvaliteten var lik oppstrøms og nedstrøms dosereren.

Nede i Uskedalselva ble det målt pH under målsettingen en gang i slutten mai, da pH var 6,0. I desember gikk pH også under kalkingsmålet og ble målt til 5,7 i slutten av måneden (**figur 2, Vedlegg B1**). Som tidligere år, ser doseringen i Børsdalselva i 2013 også ut til å ha vært tilstrekkelig til å avsyre sideelva. I motsetning til tidligere år var kalkmengdene også tilstrekkelig til å holde målsettingen på pH 6,2 i hovedelven gjennom hele våren.

2.2 Langtidstrender

Fram til og med 2001, før oppstart av kalkdosereren, var pH i gjennomsnitt mellom 6,1 og 6,3 oppe i Uskedalselva sammenlignet med nedenfor samløp med den surere Børsdalselva der den var mellom 6,0 og 6,1. I denne perioden var laveste målte pH oppstrøms og nedstrøms hhv. 5,4 og 5,0. Etter at kalkdosereren kom i drift, har årlig gjennomsnittlig pH vært mellom 6,1 og 6,6 både oppstrøms og nedstrøms samløp med Børsdalselva. Laveste registrerte pH hvert enkeltår varierte i perioden 1999 til og med 2002 mellom 5,0 og 5,5 oppstrøms samløp og mellom 5,4 og 5,6 nedstrøms samløp med Børsdalselva. Etter 2002 har laveste pH alle år, med unntak av i 2008, vært over 5,5 opp-

strøms samløp. Nedstrøms samløp har minimums-pH i samme periode, med ett unntak, vært over 5,6 (**figur 3**).

Bortsett fra to målinger med pH på 5,3 ovenfor dosereren i Børsdalselva i slutten av 2013, var pH på denne stasjonen aldri under 5,5 i 2013. Gjennomsnittlig pH ovenfor doserer i Børsdalselva var 5,9, som er likt med 2012 og er det høyeste årssnittet som er registrert.

Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium oppe i Uskedalselva var 29 µg/l i 2013, og dette er den høyeste målingen som er registrert siden 2007. Bortsett fra denne enkeltmålingen i mai, var konsentrasjonen av giftig aluminium aldri over 12 µg/l oppe i Uskedalselva. Nede i Uskedalselva var konsentrasjonen av giftig aluminium mellom 13 og 21 µg/l i april og fram til slutten av mai. Gjennomsnittlig konsentrasjon av giftig aluminium var 10 og 12 µg/l hhv. oppe og nede i Uskedalselva, og dette er litt over gjennomsnittet siden 2006.

3. Fisk

Forfattere: Bjart Are Hellen og Marius Kambestad (Rådgivende Biologer AS)

3.1 Ungfiskundersøkelser

Totalt sju stasjoner på den lakseførende strekningen ble undersøkt 30. september 2013 (**figur 1**). En av stasjonene ligger i sideelven Børsdalselva. De fiskebiologiske undersøkelsene i forbindelse med kalkingen av Uskedalselva har vært utført årlig fra 2002 til 2011, og annethvert år etter det, men vassdraget er også tidligere undersøkt (se referanser i DN 2010). Detaljer om fangsten på de ulike stasjonene finnes i **vedlegg C1 og C2**.

3.1.1 Ungfisktettheter i hovedvassdraget

Laks

Den gjennomsnittlige estimerte tettheten av ensomrig og eldre laks var henholdsvis 43 og 45 individer per 100 m² på de 6 stasjonene i hovedløpet i Uskedalselva høsten 2013. Dette er den klart høyeste tettheten av laksunger som er registrert i elven siden undersøkelsene startet i 2001, og en mangedobling av tettheten fra undersøkelsen i 2011 (**figur 4**).

Stasjon 7, lengst oppe i hovedelven, hadde noe overraskende den høyeste estimerte tettheten av både ensomrige og eldre

laksunger (**tabell 2**). Det har aldri tidligere blitt fanget mer enn 16 lakseunger ved elektrofiske på denne stasjonen, men i 2013 ble det fanget 100 individer. Stasjon 4 i hovedelven nedenfor Børsdalselva hadde lavest tetthet av laksunger, med 23 ensomrige og 22 eldre individer per 100 m². For alle de øvrige stasjonene ble det estimert tettheter på mer enn 30 individer av begge aldersgruppene per 100 m² (**tabell 2**).

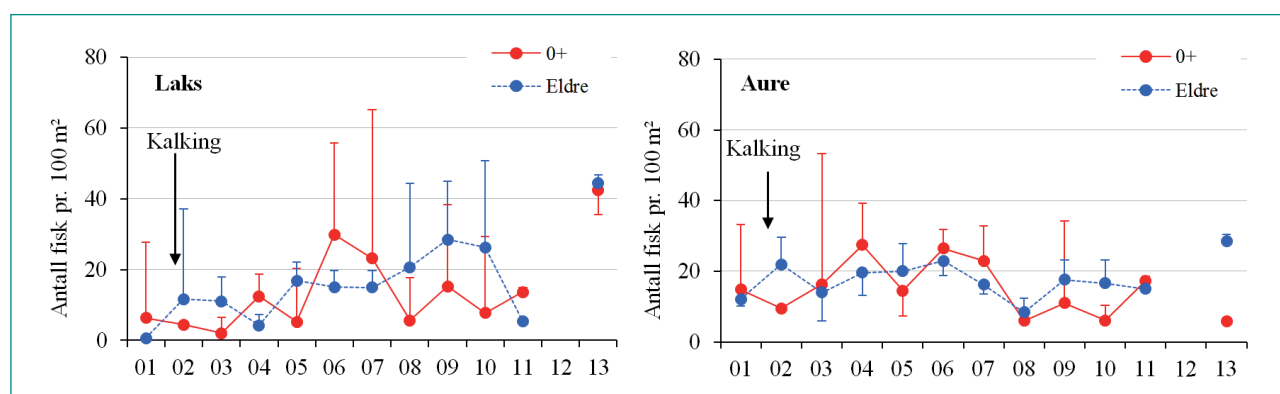
Aure

Gjennomsnittlig estimert tetthet av ensomrig og eldre aure i hovedelven var henholdsvis 6 og 29 individer per 100 m². Tettheten av aure ≥ 1 år var dermed den høyeste som har vært registrert siden undersøkelsene startet i 2001, men ser man bort fra stasjon 7, lå tettheten av denne aldersgruppen omtrent på samme nivå som tidligere år (**figur 4**). Tettheten av ensomrig aure var den laveste som er registrert i hele perioden siden 2001.

Estimert tetthet av aure ≥ 1 år lå mellom 13 og 29 på de fem nederste stasjonene i hovedelven (**tabell 2**). På den øverste stasjonen (stasjon 7) ble det imidlertid estimert langt høyere (87,2 individer per 100 m²) tetthet av denne aldersgruppen av aure. Tettheten av ensomrig aure var høyest nederst i elven, og det ble ikke funnet noen 0+ aure på stasjon 4 eller 6.

3.1.2 Ungfisktettheter i Børsdalselva

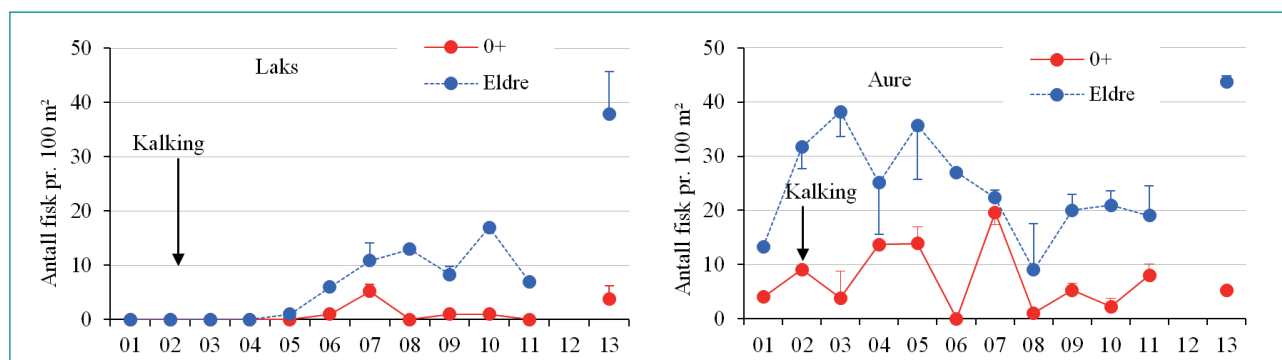
Tettheten av ensomrig og eldre laks på stasjonen i Børsdalselva ble estimert til henholdsvis 4 og 38 individer per 100 m² (**tabell 2**). Undersøkelsene viser en positiv utvikling for tettheten av laks i Børsdalselva siden 2005, spesielt for eldre laks (**figur 5**). I 2013 var tettheten av laks eldre enn 0+ mer enn dobbelt så høy som den høyeste tettheten som tidligere har blitt registrert ved denne stasjonen. Estimert tetthet av ensomrig og eldre aure var henholdsvis 5 og 44 individer per 100 m², og dette er den høyeste tettheten av eldre aure som er registrert i elven i undersøkelsesperioden.



Figur 4. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på de seks stasjonene i hovedvassdraget i Uskedalselva i perioden 2001 til 2013. Det ble ikke fisket i 2012.

Tabell 2. Antall fisk av ulike arter fanget per stasjon og estimert tetthet ($\pm$ konfidensintervall) av laks og aure på ulike stasjoner i Uskedalselva høsten 2013.

Stasjon	Areal	Antall fisk			Laks N/100 m ²		Aure N/100 m ²	
	m ²	Laks	Aure	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	70	58	28	2	31,1	54,8	21,1	21,1
2	90	83	27		38,9	58,4	14,9	17,8
3	100	99	30		78,7	52,1	3,0	29,1
4	100	29	17		22,8	21,8	0,0	17,3
6	100	90	12		60,6	44,0	0,0	12,6
7	100	100	50		97,6	58,7	3,0	87,2
Sum	560	459	164	2				
Tetthet 1					42,5 (7,0)	44,5 (2,2)	5,9 (1,0)	28,6 (1,8)
Tetthet 2					47,6 (24,4)	46,8 (9,9)	6,7 (6,0)	32,7 (19,4)
5	100	33	48		3,8	37,9	5,2	43,8



Figur 5. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for stasjonen fisket i Børsdalselva i perioden 2001–2013.

Resultatene indikerer at laks og aure i omtrent like stor grad bruker Børsdalselva som oppvekstområde. Denne elven var tidligere regnet som for sur for laks, men funn av ensomrig laks de fleste år siden 2006 viser at denne arten nå har relativt regelmessig gytesuksess i Børsdalselva. Tettheten av aure har variert mye fra år til år, og det er vanskelig å se en generell trend i dataserien.

3.2 Fangststatistikk

Den offisielle fangststatistikken for Uskedalselva går tilbake til 1914, men før 1969 ble det ikke skilt på sjøaure og laks i fangstene. Fangstene har siden 1969 stort sett vært dominert av sjøaure, men siden 2005 har det i kilo blitt fanget mer laks enn aure hvert år bortsett fra 2009. De fire siste årene har det også i antall blitt fanget mer laks enn aure i elven (figur 6). Den høyeste samlede fangsten som har vært innrapportert var på 1314 kg (hvorav 1175 kg laks) i 2011. Gjennomsnittlig samlet fangst i perioden 1969 til 2013 var 302 kg. Det er grunn til å tro at den offisielle fangststatistikken var preget av underreportering i perioden før 1980.

3.2.1 Laks

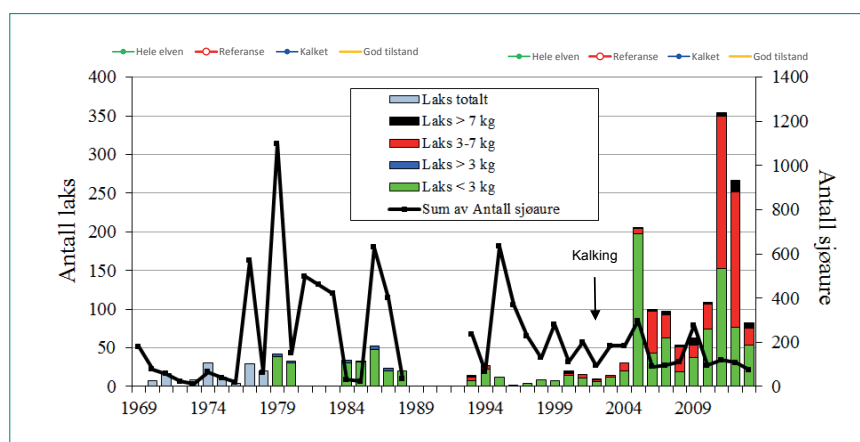
I følge den offisielle fangststatistikken for Uskedalselva ble det i

gjennomsnitt fanget 34 kg laks per år ved sportsfiske i perioden før kalkingen fikk effekt (1969–2004), mens det i perioden etter 2004 i gjennomsnitt er blitt fanget 455 kg. Den desidert største fangsten av laks kom i 2011 med 1175 kg, tre ganger mer enn det noen gang tidligere er fanget. Også i 2012 var laksefangstene store, før de i 2013 ble redusert til 247 kg, fordelt på 53 smålaks, 22 mellomlaks og 7 storlaks.

3.2.2 Sjøaure

Av sjøaure ble det i gjennomsnitt fanget 193 kg per år ved sportsfiske i perioden fram til 2004, mens det etter 2004 er fanget i snitt 148 kg. Både på 70-, 80- og 90-tallet ble det i de beste årene fanget mer enn 600 sjøaure, men det har ikke blitt fanget mer enn 300 individer på ett år siden 1996 (figur 6). Den høyeste fangsten av sjøaure ble innrapportert i 1979 med 855 kg, mens fangsten i 2013 var på 79 kg (76 individer).

Ved gytefisketellinger i Uskedalselva i 2013 ble det talt 97 laks og 164 sjøaure, og 3 av laksene var klare oppdrettslaks. Villaksene fordelte seg på 60 % små-, 36 % mellom- og 4 % storlaks (Sven Erik Gabrielsen, pers. medd.). Samlet innsig av laks og sjøaure i 2013 var henholdsvis 179 og 240 stk. Dette gir en fangst-effektivitet på 46 % for laksen, og 32 % for aure.



Figur 6. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Uskedalselva i perioden 1969–2013. (<http://www.laksereg.no/>). Fangstdata mangler for perioden 1989–1992.

4. Bunndyr

Forfattere: Bjart Are Hellen og Marius Kambestad (Rådgivende Biologer AS)
Medarbeidere: Kurt Urdal (Rådgivende Biologer AS), Mats Uppman (Pelagia Miljøkonsult AB)

Det har vært gjort bunndyrundersøkelser i Uskedalselva siden 1996. De fleste prøvene er samlet inn om våren (**figur 7**). Med unntak av høsten 1997 og våren 1998 er Børsdalselva inkludert i prøvene. Fra 2003 til 2009 ble det tatt prøver årlig, etter dette vår og høst annethvert år. I 2013 ble det samlet inn bunndyr på de fire prøvepunktene 30. mai og 30. september. To prøver ble tatt i Børsdalselva, en ovenfor og en nedenfor kalkdoserer, og to prøver ble tatt i hovedelven (**figur 1, vedlegg D1**).

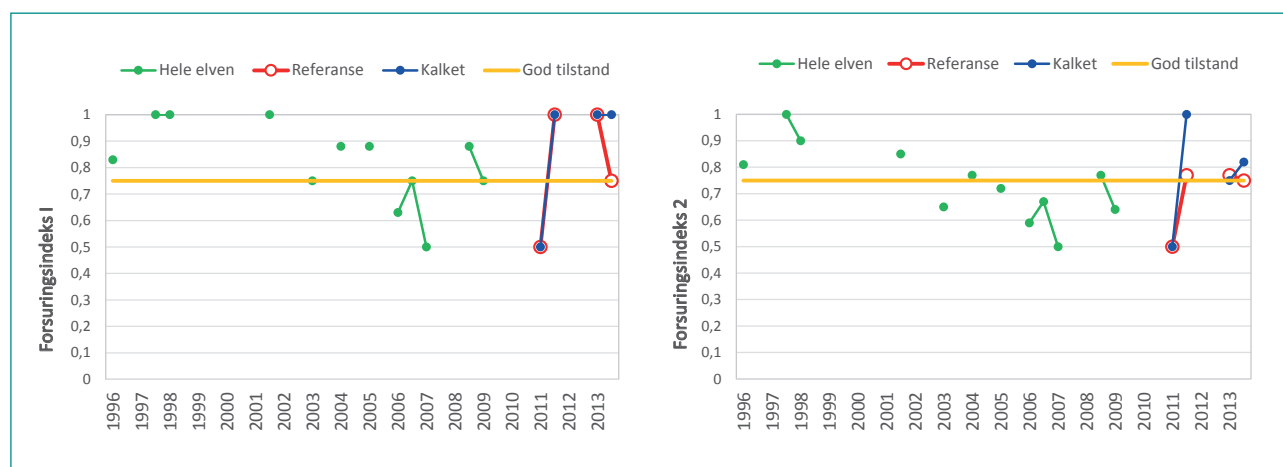
Det ble registrert én art av døgnfluer, to arter steinfluer og ni arter vårfluer i 2013. Av disse er døgnfluen *Baetis rhodani* svært følsom for forsurening, mens det blant steinfluene og vårfluene var tre arter som er moderat følsomme for forsurening (**Vedlegg D1**).

Baetis rhodani ble funnet på alle stasjonene både vår og høst, med unntak av i høstprøven fra stasjonen ovenfor kalkdosereren i Børsdalselven (st. D). Arten var imidlertid til stede i betydelig lavere antall i Børsdalselva enn i hovedelven, og spesielt om høsten var det klart flere *B. rhodani* ved den øverste stasjonen i hovedelven enn ved den nederste (**Vedlegg D1**). *B. rhodani* har i tidligere undersøkelser bare sporadisk blitt registrert i vårprøvene nedenfor dosereren i Børsdalselva (Kålås 2003; 2004; 2005; 2006, DN 2010). Høsten 2011 ble den for første gang registrert ovenfor dosereren. Ett eksemplar av arten ble imidlertid registrert nede i Børsdalselva høsten 2001, før dosereren kom i drift.

Moderat forsuringssensitive steinfluer i familien Perlodidae (*Diura nanseni* og *Isoperla* sp.) ble i 2013 registrert på stasjon B (vår og høst), stasjon C (høst) og stasjon D (vår og høst), men var aldri representert med mer enn to individer i hver enkelt prøve. Forsuringsfølsomme bunndyr ble første gang registrert ovenfor kalkdosereren i Børsdalselva i 2009, og har siden blitt funnet hvert år det er tatt prøver ved denne stasjonen. Moderat forsuringfølsomme vårfluer (*Apatania* sp.) ble i 2013 registrert både vår og høst ved begge stasjonene i hovedelven, men ble ikke påvist i Børsdalselva.

Forsuringsindeks 1 hadde verdien 1 på begge stasjonene i hovedelven (stasjon A og B) både vår og høst. Om våren hadde også forsuringsindeks 2 verdien 1,00 i hovedelven, hvilket indikerer ingen forsuringbelastning på bunnsfaunaen. I høstprøvene hadde indeks 2 verdien 0,79 på stasjon A og 1,0 på stasjon B. I Børsdalselva hadde indeks 1 verdien 1 ved den nederste stasjonen (stasjon C) både vår og høst, mens stasjonen ovenfor kalkdosereren (stasjon D) hadde verdien 1 om våren og 0,5 om høsten. Forsuringsindeks 2 hadde verdien 0,50 nederst i Børsdalselva om våren, men dette var bedret til 1,00 om høsten. Ovenfor kalkdosereren hadde indeks 2 verdien 0,53 om våren, og ble satt til 0,5 om høsten. Resultatene indikerer noe forsuringpåvirkning i løpet av sommeren 2013 i nedbørfeltet ovenfor kalkdosereren i Børsdalselva.

Utviklingen i forsuringsindeksene er vist i **figur 7**. Fra og med 2003 er verdiene basert på alle fire lokalitetene i Uskedals- og Børsdalselva. Gjennomsnittene fra våren 1996 og høsten 2001 baserer seg på kun 3 lokaliteter (St. A, B og C), og er antagelig derfor noe for høye sammenlignet med de seinere verdiene, mens høsten 1998 og våren 1997 bare er fra hovedelven (A og B). Indeksverdiene fra 2013 indikerer god eller bedre tilstand i både kalkede og ukalkede deler av elven, både vår og høst.



Figur 7. Gjennomsnittlig av forsuringsindeks 1 og 2 for kalkede (blå) og ukalkede lokaliteter (rød) i overvåkingen. Fram til 2010 ble det ikke skilt mellom kalkede og ukalkede lokaliteter (grønn).

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Det ble registrert sjøsaltepisoder i februar, mars, mai og desember 2013 på øvre og nedre stasjon i Uskedalen. Det ble ikke målt spesielt lave pH-verdier i forbindelse med sjøsaltepisoden om våren, men konsentrasjonen av giftig aluminium var midlertidig over hhv. 29 og 21 µg/l oppe og nede i Uskedalselva. Oppe i Uskedalselva har det ikke vært målt høyere konsentrasjoner av giftig aluminium siden 2007. Bortsett fra to målinger på slutten av året med pH på 5,3 oppe i Børsdalselva, var pH på denne stasjonen aldri under 5,5 i 2013, og gjennomsnittlig pH ovenfor dosereren i Børsdalselva var 5,9, som er likt med 2012 og er det høyeste årssnittet som er registrert.

Etter at kalkingen stanset 1. juli var det en avtakende forskjell i vannkvaliteten ovenfor og nedenfor kalkdosereren fram til slutten av september. Deretter var all effekt av kalkrester i elven borte, og vannkvaliteten var lik oppstrøms og nedstrøms dosereren. Stans i kalkingen i Børsdalselva førte til at vannkvaliteten kom litt under pH-målet utover høsten nede i Uskedalselva.

5.2 Fisk

Det var generelt høye tettheter av ungfisk av både laks og aure i vassdraget i 2013. Årsklassene av laks fra 2012 og 2013 er meget sterke i hovedelven, og fra 2012 også i Børsdalselva. Det er også mye ≥ 1 år gammel ungfisk av aure både i hovedelven og i Børsdalselva, men aure-årsklassen fra 2013 er generelt svak. Det ble for første gang funnet høye tettheter av laks også i de ukalkede områdene lengst oppe i Uskedalselva, og laks er nå sannsynligvis den dominerende fiskearten i hele hovedelven. I Børsdalselva ser det ut til å være omtrent like mye aure som laks.

Hovedårsaken til at lakse-årsklassene fra 2012 og 2013 er så sterke, er sannsynligvis det rekordhøye innsiget av gytelaks i 2011 og 2012. Høye tettheter av laks ved samtlige stasjoner tyder samtidig på at vannkvaliteten de siste to-tre årene generelt har vært god i hele vassdraget. Det har tidligere sett ut til at tettheten av eldre aureunger i Børsdalselva har falt noe etter at laks etablerte seg der, men i 2013 var det rekordhøy tetthet av begge arter i denne elven.

5.3 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene indikerer at vannkjemien i Uskedalselva generelt er god. Bunndyrsamfunnet i Børsdalselva varierer noe mer gjennom året, og viste i 2013 tegn til moderat forsuringskade. Det er generelt langt færre individer av forsuringsfølsomme døgnfluer både ovenfor og nedenfor kalkdosereren i Børsdalselva enn i hovedelven, noe som tyder på at kalkingen fremdeles ikke klarer å forebygge skader på bunndyrsamfunnet i denne elven. I hovedelven antyder sammensetningen av bunndyrsamfunnet noe bedre vannkvalitet ovenfor enn nedenfor samløpet med Børsdalselva.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Med unntak av en episode med relativt høy konsentrasjon av giftig aluminium i begynnelsen av mai 2013, har vannkvaliteten vært brukbar. Gjennomsnittlig pH oppe i Børsdalselva var like høy som i 2012, som var den høyeste som er registrert.

Stans i kalkingen i Børsdalselva 1. juli førte til at vannkvaliteten kom litt under pH-målet utover høsten nede i Uskedalselva.

Målsetningen med kalkingen i vassdraget er å bevare sjøaurebestanden. Med unntak av i 2011 har det vært en økning i tettheten av eldre lakseunger i vassdraget siden begynnelsen på 2000-tallet. Tettheten av eldre aureunger har vært relativt stabil, men er trolig litt under nivået som ble registrert i 1995 og 1997 (Kålås mfl 1995, 1999). Laksen i vassdraget er sannsynligvis i stor grad etablert med basis i rømt oppdrettslaks. Bra gytebestand også i 2013 indikerer at laks vil dominere i de neste årene, og dette vil gi fortsatt stor konkurranse for sjøauren og redusert tetthet av aure i vassdraget (Fiske og Jensen 2004).

Det har generelt vært en bedring i vannkjemien med hensyn på forsuring og giftig aluminium, og det er høyst sannsynlig at sjøaurebestanden i Uskedalselva vil klare seg godt uten kalking. Kalkingsmålet med pH 6,2 på våren, synes tilpasset laks.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsbeskrivelse

Undersøkte lokaliteter i Uskedalsvassdraget med UTM-referanser.

Stasjonsnavn	St. nr	Type	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Uskedalselva , nede	a	Vannkjemi	324 754	6 647 378	Kalket
Uskedalselva, oppe	b	Vannkjemi	327 519	6 645 601	Referanse
Børsdalselva, nedenfor doserer	c	Vannkjemi	326 993	6 645 779	Kalket
Børsdalselva, over doserer	d	Vannkjemi	326 614	6 645 390	Referanse
Fet	1	Fisk	324 709	6 647 438	Kalket
Kjerland	2	Fisk	325 629	6 647 429	Kalket
v/ Tverrelva	3	Fisk	326 671	6 646 917	Kalket
	4	Fisk	326 597	6 646 643	Kalket
Børsdalselva	5	Fisk	326 823	6 646 014	Kalket
Uskedalselva over samløp	6	Fisk	327 192	6 645 826	Referanse
Oppe i Uskedalselva	7	Fisk	329 627	6 643 345	Referanse
Uskedalselva, nede	A	Bunndyr	326 080	6 647 178	Kalket
Uskedalselva, oppe	B	Bunndyr	329 623	6 643 389	Referanse
Børsdalselva, nedenfor doserer	C	Bunndyr	326 993	6 645 779	Kalket
Børsdalselva, over doserer	D	Bunndyr	326 614	6 645 390	Referanse

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Uskedalselva 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

Vedlegg B1. Uskedalselva 2013, vannkjemiske analyseresultat. Prøvene er analysert av NIVA.

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	Al/R	Al/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Uskedal st d	02.01.2012	3,72	5,47		0,665													
	st d	3,26	5,84		0,777													
Børsdals-elva oppom doserer	21.01.2013	2,08	6,35		0,862													
	04.02.2013	2,88	6,12		0,921													
	18.02.2013	2,62	6,19		1,07													
	25.02.2013	2,64	6,37		1,08													
	04.03.2013	2,52	5,75		0,642													
	11.03.2013	2,38	6,12		0,947													
	18.03.2013	2,49	6,34		1,14													
	25.03.2013	2,59	6,33		1,31													
	01.04.2013	2,61	6,42		1,35													
	08.04.2013	2,58	6,49		1,19													
	15.04.2013	2,62	5,33		0,402													
	22.04.2013	2,83	5,78		0,695													
	29.04.2013																	
	06.05.2013	2,58	5,43		0,484													
	13.05.2013	1,93	5,78		0,316													
	20.05.2013	1,33	5,59		0,21													
	27.05.2013	1,16	5,62		0,2													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	10.06.2013	0,94	5,95		0,22													
	24.06.2013	0,87	5,97		0,2													
	08.07.2013	1,24	5,94		0,26													
	22.07.2013	1,12	6,2		0,348													
	05.08.2013	0,76	5,51		0,14													
	19.08.2013	0,98	5,73		0,22													
	02.09.2013	1,01	5,77		0,25													
	16.09.2013	0,96	5,89		0,25													
	01.10.2013	1,4	6,36		0,542													
	14.10.2013	1,29	6,21		0,438													
	28.10.2013	1,13	5,84		0,28													
	11.11.2013	1,55	5,5		0,33													
	25.11.2013	1,54	5,74		0,334													
	09.12.2013	2,39	5,33		0,391													
	23.12.2013	2,44	5,25		0,426													
	Snitt	1,9	5,9		0,6													
	Min	0,76	5,25		0,14													
	Maks	2,88	6,49		1,35													
	Antall	31	31		31													
Uskedal st c Børstdals-elva nedom doserer	21.01.2013	3,95	7,23		4,37													
	04.02.2013	4,07	7,04		3,25													
	18.02.2013	4,77	7,25		5,55													
	25.02.2013	3,97	7,03		3,52													
	04.03.2013	3,28	6,79		2,21													
	11.03.2013	3,89	7,22		3,96													
	18.03.2013	4,38	7,22		4,86													
	25.03.2013	4,72	7,26		5,52													
	01.04.2013	4,91	7,31		6,01													
	08.04.2013	4,77	7,25		5,45													
	15.04.2013	2,92	6,73		1,49													
	22.04.2013	3,24	6,85		1,88													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	29.04.2013	2,68	6,71		1,8													
	06.05.2013	2,75	6,6		1,28													
	13.05.2013	2,46	6,82		1,71													
	20.05.2013	1,79	6,94		1,48													
	27.05.2013	1,74	7,03		1,61													
	10.06.2013	1,65	6,98		1,8													
	24.06.2013	0,95	6,32		0,544													
	08.07.2013	1,13	6,48		0,642													
	22.07.2013	1,49	6,66		0,83													
	05.08.2013	0,62	6,32		0,22													
	19.08.2013	0,99	5,94		0,32													
	02.09.2013	1,02	5,92		0,3													
	16.09.2013	0,92	5,98		0,32													
	01.10.2013	1,47	6,54		0,732													
	14.10.2013	1,33	6,27		0,59													
	28.10.2013	1,07	5,8		0,27													
	11.11.2013	1,54	5,53		0,353													
	25.11.2013	1,53	5,84		0,389													
	09.12.2013	2,36	5,36		0,405													
	23.12.2013	2,44	5,26		0,415													
	Snitt	2,5	6,2		0,7													
	Min	0,62	5,26		0,22													
	Maks	4,91	7,03		1,8													
	Antall	32	19		19													
Uskedal st b ovenfor samløp med Børsdals-elva	21.01.2013	2,85	6,78		1,49													
	04.02.2013	3,69	6,21	0,053	1,15	0,61	3,76	0,54	1,35	7,52	245	31	19	12	0,71	27,2	2	330
	18.02.2013	3,24	6,37		1,27													
	25.02.2013	3,3	6,62		1,45													
	04.03.2013	3,32	6,41	0,062	1,24	0,51	3,3	0,54	1,41	6,2	310	24	18	6	0,73	34,8	6	390
	11.03.2013	3,24	6,71		1,54													
	18.03.2013	3,08	6,63		1,45													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	25.03.2013	3,32	6,83		1,83													
	01.04.2013	3,35	6,68	0,1	1,74	0,55	2,85	0,67	1,7	4,96	335	19	7	12	0,65	73,9	3	405
	08.04.2013	3,1	6,68		1,44													
	15.04.2013	2,48	6,02		0,652													
	22.04.2013	2,93	6,01		0,846													
	29.04.2013	2,71	6,03		0,903													
	06.05.2013	2,28	6,03	0,043	0,604	0,34	2,43	0,35	1,01	4,44	245	47	18	29	0,71	9,0	3	300
	13.05.2013	2,14	6,21		0,706													
	20.05.2013	1,57	6,28		0,487													
	27.05.2013	1,49	6,34		0,515													
	03.06.2013	1,68	6,41	0,064	0,601	0,23	1,76	0,42	0,95	2,42	130	24	17	7	1,1	38,9	2	365
	10.06.2013	1,51	6,55		0,648													
	24.06.2013	1,5	6,56		0,609													
	01.07.2013	1,5	6,54	0,063	0,632	0,22	1,56	0,25	0,99	1,9	125	34	29	5	1,6	40,8	5	225
	08.07.2013	1,86	6,54		0,822													
	22.07.2013	1,67	6,7		0,791													
	05.08.2013	1,06	6,63	0,062	0,483	0,19	1,17	0,21	0,73	0,95	0	44	39	5	3,5	53,9	9	365
	19.08.2013	1,56	6,35		0,701													
	02.09.2013	1,55	6,45	0,061	0,659	0,22	1,56	0,23	0,89	2,05	160	40	39	1	2	36,9	3	260
	16.09.2013	1,56	6,57		0,761													
	01.10.2013	2,12	6,82		1,13													
	07.10.2013	1,39	6,34	0,054	0,526	0,2	1,44	0,25	0,92	1,72	145	46	39	7	2,3	33,7	4	270
	14.10.2013	2,01	6,18		0,972													
	28.10.2013	1,45	6,36		0,571													
	11.11.2013	1,75	6,24		0,671													
	25.11.2013	2,03	6,21		0,766													
	02.12.2013	1,99	5,91	0,035	0,553	0,31	2,06	0,28	0,74	4,12	140	38	23	15	1	8,2	10	230
	09.12.2013	2,31	5,98		0,694													
	23.12.2013	2,5	5,84		0,645													
	Snitt	2,3	6,4	0,1	0,9	0,3	2,2	0,4	1,1	3,6	183,5	34,7	24,8	9,9	1,4	35,7	4,7	314,0
	Min	1,06	5,84	0,035	0,483	0,19	1,17	0,21	0,73	0,95	0	19	7	1	0,65	8,2	2	225
	Maks	3,69	6,83	0,1	1,83	0,61	3,76	0,67	1,7	7,52	335	47	39	29	3,5	73,9	10	405
	Antall	36	36	10	36	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Uskedal st a Nederst ved utløp til sjø	21.01.2013	3,24	6,54		2,03													
	04.02.2013	3,94	6,35	0,073	1,66	0,66	3,56	0,7	1,5	7,07	410	38	25	13	1	49,9	6	500
	18.02.2013	3,62	6,55		2,08													
	25.02.2013	3,8	6,33		2,04													
	04.03.2013	4,38	6,46	0,079	1,33	0,56	4,3	1,31	1,78	7,92	415	59	50	9	2,1	42,9	36	835
	11.03.2013	3,65	6,5		2,36													
	18.03.2013	4,03	6,71		2,74													
	25.03.2013	4,05	6,68		3,03													
	01.04.2013	3,79	6,83	0,137	2,58	0,61	2,74	0,75	1,9	4,69	405	18	0	13	0,8	116,5	82	495
	08.04.2013	3,7	6,8		2,36													
	15.04.2013	2,65	6,39	0,056	1,1							25	20	5				
	22.04.2013	3,09	6,31	0,055	1,15							48	32	16				
	29.04.2013	3,05	6,2	0,06	1,37							52	35	17				
	06.05.2013	2,52	6,14	0,048	0,756	0,38	2,59	0,41	1,12	4,72	285	33	17	16	0,73	15,3	3	395
	13.05.2013	2,83	6,21	0,074	1,4							42	29	13				
	*20.05.2013	3,27	5,97	0,094	1,85	Sannsynlig feilmåling				45	24	21					8	300
	27.05.2013	1,74	6,57	0,08	1,14							18	14	4				
	03.06.2013	1,91	6,61	0,088	1,26	0,23	1,61	0,37	0,89	2,35	155	27	17	10	0,9	65,4	2	275
	10.06.2013	1,72	6,78		1,34													
	24.06.2013	1,5	6,5		0,712													
	01.07.2013	1,55	6,51	0,063	0,76	0,23	1,46	0,3	0,95	1,87	175	28	24	4	1,4	43,0	6	260
	08.07.2013	1,91	6,37		1,02													
	22.07.2013	1,87	6,67		1													
	05.08.2013	1,29	6,16	0,051	0,536	0,24	1,14	0,27	0,87	1,11	215	65	56	9	3	38,2	18	470
	19.08.2013	2,25	6,01		1,1													
	02.09.2013	2,18	6,15	0,074	1,02	0,37	1,79	0,49	1,17	2,61	355	44	37	7	1,9	48,4	7	495
	16.09.2013	2,33	6,08		1,2													
	01.10.2013	2,6	6,55		1,49													
	07.10.2013	1,55	6,19	0,057	0,634	0,25	1,43	0,36	0,96	1,82	225	42	34	8	2	36,2	5	375
	14.10.2013	2,4	6,31		1,34													
	28.10.2013	1,96	6,07		0,906													
	11.11.2013	1,96	5,93		0,848													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	25.11.2013	2,71	6,08		1,39													
	02.12.2013	2	5,8	0,033	0,502	0,29	1,99	0,26	0,72	3,92	115	41	22	19	0,99	8,3	10	210
	09.12.2013	2,36	5,85		0,678													
	23.12.2013	2,73	5,74		0,703													
	Snitt	2,7	6,3	0,1	1,4	0,4	2,3	0,5	1,2	3,8	275,5	39,1	27,3	11,5	1,5	46,4	17,5	431,0
	Min	1,29	5,74	0,033	0,502	0,23	1,14	0,26	0,72	1,11	115	18	0	4	0,73	8,3	2	210
	Maks	4,38	6,83	0,137	3,03	0,66	4,3	1,31	1,9	7,92	415	65	56	21	3	116,5	82	835
	Antall	36	36	16	36	10	10	10	10	10	10	16	16	16	10	10	10	10

Vedlegg C1. Fangst, tetthet (tetthet 1) og lengde for laks per stasjon i Uskedalsvassdraget 2013.

Stasjon/ Areal	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr 100m ²	95 % konf int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
		1.omg	2.omg	konf.	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	0+	12	6	2	20	31,1	6,7	0,57	49,3	2,9	44,0	54,0
70 m ²	>0+	30	7	1	38	54,8	2,0	0,79	98,2	19,1	73,0	149,0
	Sum	42	13	3	58	84,8	4,3	0,71	81,3	28,1	44,0	149,0
St. 2	0+	24	8	2	34	38,9	3,0	0,69	49,4	3,6	43,0	58,0
90 m ²	>0+	31	13	5	49	58,4	6,9	0,59	97,1	19,4	71,0	134,0
	Sum	55	21	7	83	96,9	6,9	0,63	77,6	28,0	43,0	134,0
St. 3	0+	24	13	13	50	78,7	50,1	0,29	48,9	3,0	42,0	57,0
100 m ²	>0+	33	10	6	49	52,1	5,5	0,61	100,3	17,2	73,0	141,0
	Sum	57	23	19	99	117,9	20,5	0,46	74,4	28,6	42,0	141,0
St. 4	0+	4	2	3	9	22,8	87,0	0,15	47,0	4,3	42,0	53,0
100 m ²	>0+	12	6	2	20	21,8	4,7	0,57	97,4	18,9	78,0	134,0
	Sum	16	8	5	29	34,7	11,4	0,45	81,7	28,5	42,0	134,0
St. 5	0+	2	0	1	3	3,8	5,0	0,41	44,3	1,5	43,0	46,0
100 m ²	>0+	16	8	6	30	37,9	15,7	0,41	106,5	22,8	77,0	152,0
	Sum	18	8	7	33	41,7	16,4	0,41	100,8	28,3	43,0	152,0
St. 6	0+	27	8	12	47	60,6	21,6	0,39	48,5	4,5	41,0	59,0
100 m ²	>0+	31	10	2	43	44,0	2,6	0,72	102,8	16,1	83,0	140,0
	Sum	58	18	14	90	98,7	10,5	0,56	74,4	29,6	41,0	140,0
St. 7	0+	25	15	15	55	97,6	78,4	0,24	50,1	3,4	42,0	58,0
100 m ²	>0+	20	19	6	45	58,7	22,4	0,38	99,9	10,8	79,0	122,0
	Sum	45	34	21	100	149,6	58,9	0,31	72,5	26,1	42,0	122,0
Totalt	0+	118	52	48	218	42,5	7,0	0,39	49,1	3,7	41,0	59,0
660 m ²	>0+	173	73	28	274	44,5	2,2	0,59	99,5	16,9	71,0	149,0
	Sum	291	125	76	492	84,6	5,0	0,51	75,9	28,1	41,0	149,0

Vedlegg C2. Fangst, tetthet (tetthet 1) og lengde for aure per stasjon i Uskedalsvassdraget 2013.

Stasjon/ Areal	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr 100m ²	95 % konf int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
		1.omg	2.omg	konf.	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	0+	9	4	1	14	21,1	3,8	0,63	54,9	4,0	45,0	62,0
70 m ²	>0+	10	2	2	14	21,1	3,8	0,63	105,8	22,0	83,0	146,0
	Sum	19	6	3	28	42,2	5,3	0,63	80,4	30,2	45,0	146,0
St. 2	0+	5	5	1	11	14,9	8,6	0,44	56,2	6,6	47,0	65,0
90 m ²	>0+	14	2	0	16	17,8	0,4	0,89	131,5	43,1	89,0	248,0
	Sum	19	7	1	27	30,7	2,4	0,71	100,8	50,1	47,0	248,0
St. 3	0+	3	0	0	3	3,0	0,0	1,00	52,7	6,0	47,0	59,0
100 m ²	>0+	18	5	4	27	29,1	4,9	0,58	111,0	17,2	79,0	149,0
	Sum	21	5	4	30	31,7	4,0	0,62	105,2	24,2	47,0	149,0
St. 4	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
100 m ²	>0+	14	1	2	17	17,3	1,3	0,74	130,8	24,5	102,0	195,0
	Sum	14	1	2	17	17,3	1,3	0,74	130,8	24,5	102,0	195,0
St. 5	0+	4	0	1	5	5,2	1,3	0,65	48,6	2,2	46,0	52,0
100 m ²	>0+	33	7	3	43	43,8	2,3	0,74	124,1	25,9	81,0	202,0
	Sum	37	7	4	48	49,0	2,5	0,73	116,2	33,8	46,0	202,0
St. 6	0+	0	0	0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
100 m ²	>0+	8	3	1	12	12,6	2,3	0,64	142,1	41,7	93,0	229,0
	Sum	8	3	1	12	12,6	2,3	0,64	142,1	41,7	93,0	229,0
St. 7	0+	1	1	1	3	3,0	-	-	58,7	4,7	55,0	64,0
100 m ²	>0+	20	15	12	47	87,2	83,1	0,23	129,3	33,2	84,0	225,0
	Sum	21	16	13	50	96,8	97,3	0,22	125,0	36,3	55,0	225,0
Totalt	0+	22	10	4	36	5,9	1,0	0,57	55,5	5,2	45,0	65,0
660 m ²	>0+	117	35	24	176	28,6	1,8	0,59	124,7	32,2	79,0	248,0
	Sum	139	45	28	212	34,6	2,0	0,59	111,6	39,8	45,0	248,0

Vedlegg D1. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Uskedalsvassdraget 30. mai og 30. september 2013. Detaljer om stasjonene finnes i figur 1 og vedlegg 1.

		Vår				Høst			
	Indeks	Uskedal		Børsdal		Uskedal		Børsdal	
Taxa		A	B	C	D	A	B	C	D
Fåbørstemark									
Oligochaeta		14	12	22	90	49	1	1	3
Vannmidd									
Hydracarina		67	66	9	9	16			
Døgnfluer									
Baetis rhodani	1	323	452	1	8	62	561	17	
Steinfluer									
Brachyptera risi	0		8	1	16		56		18
Taeniopteryx nebulosa	0						9		2
Amphinemura borealis	0	270	297	149	143				
Amphinemura sulcicollis	0	52	22	44	10	192	227	1	9
Protonemura meyeri	0	3	14	4		6	35	1	1
Nemoura sp.									1
Leuctra digitata	0	260	85	47	51				
Leuctra hippopus	0	22	1	45	13		112	4	37
Leuctra nigra	0	1							
Leuctra sp.	0					16	2		
Diura nanseni	0,5				1		1	1	2
Isoperla sp.	0,5		1						
Biller									
Elmis aenea			51			1	49		
Vårfluer									
Rhyacophila nubila	0	5	11	5	11	1		4	6
Plectrocnemia sp.	0		1		1				
Polycentropus flavomaculatus	0		3				34		
Polycentropodidae									1
Apatania sp.	0,5	8	3			1	8		
Potamophylax cingulatus	0				1				
Halesus sp.		1							
Limnephilidae							16	1	3
Oxyethira sp.	0								1
Tovinger									
Dicranota sp.		16	5	2	52	65	17	12	38
Tipula sp.							1		
Simuliidae		1		13	20		90		5
Chironomidae		1022	338	108	643	548	693	4	36
Ceratopogonidae		1							
Empididae		24	1		4	16			
Sum		2090	1371	450	1073	973	1912	46	163
Forsuringsindeks I		1	1	1	1	1	1	1	0,5
Forsuringsindeks II		1,00	1,00	0,50	0,53	0,79	1,00	1,00	-
Antall arter		17	18	13	16	12	17	10	15
Referanse/kalket		Kalk	Ref	Kalk	Ref	Kalk	Ref	Kalk	Ref

24. Vossovassdraget

Koordinator og ansvarlig for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

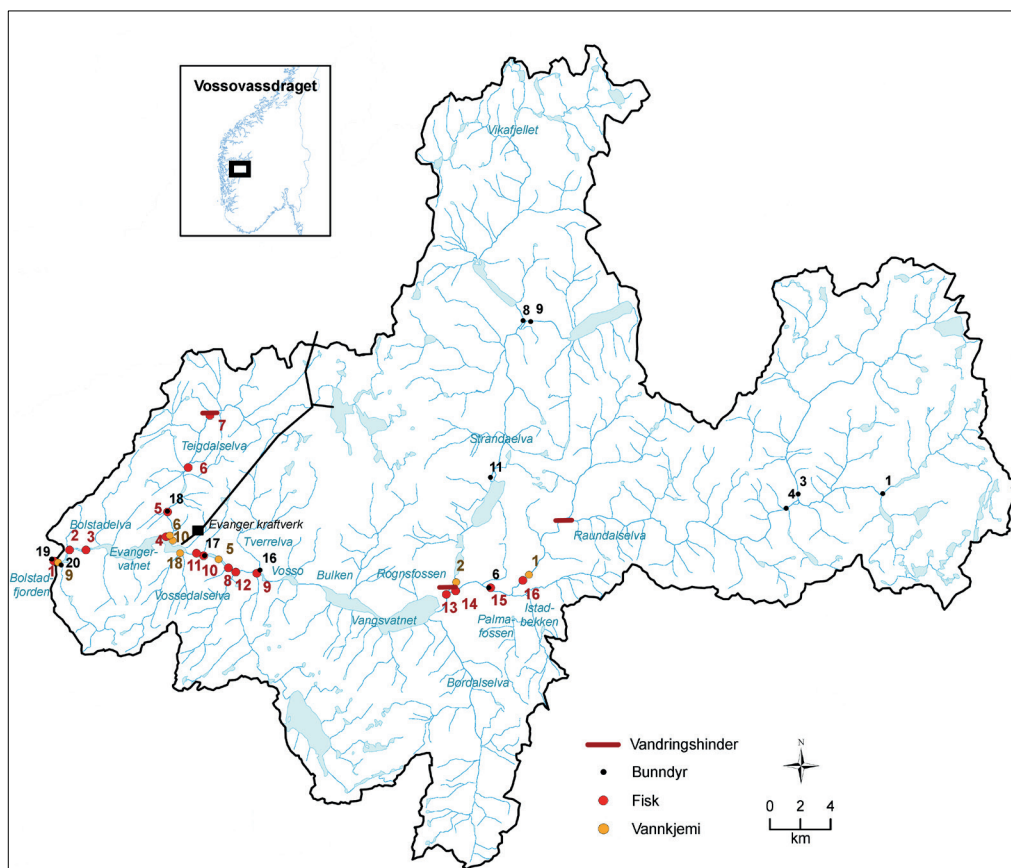
Vossovassdraget er det største vassdraget i Hordaland. Den største innsjøen i vassdraget er det 8 km² store Vangsvatnet (figur 1). Ovenfor dette består vassdraget av tre markerte forgreininger. Fra nord kommer Strandaelva, Raundalselva drenerer de mer østlige områdene mens Bordalselva drenerer de sørlige fjellområdene mot Hardangerfjorden. Fra Vangsvatnet renner Vosso via Evangervatnet ut i Bolstadfjorden. På strekningen nedstrøms Vangsvatnet har Vossovassdraget en rekke sidevassdrag. Teigdalselva (147,5 km²) er det største av disse og munner ut i Evangervatnet.

Den naturlige lakseførende strekningen i vassdraget er ca. 44 km, hvorav innsjøene utgjør omtrent 16 km. Bolstadalva opp til Evangervatnet utgjør 3,5 km og Teigdalselva utgjør 10 km. Fra Evangervatnet til Vangsvatnet er Vosso 10 km og videre er det en 1,5 km elvestrekning fra Vangsvatnet og opp til samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva. Rognsfossen er oppgangshinder for laksefisk ca. 0,5 km opp i Strandaelva, mens Palmafossen er naturlig vandringshinder ca. 2 km opp i Raundalselva. I Palmafossen ble det på slutten av 1950-tallet bygd laksetrapp som ble restaurert på slutten av 1980-tallet. Fossen Sarpen, ca. 7 km opp i Raundalselva er sannsynlig vandringshinder for anadrom fisk, men det kan ikke utelukkes at fisk kan vandre helt opp til Skiple (16 km) (Hellen mfl. 2011).

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Fakta om Vossovassdraget	
Vassdragsnummer	062.Z
Fylke, kommune	Hordaland, Voss
Nedbørfeltareal	1497 km ² (NVE Atlas)
Vassdragsregulering	Tilført 254 km ² fra øvre del av Eksingedalen og Modalen, vannet ledes til Evanger kraftstasjon og slippes ut i Evangervatnet. Et felt (47 km ²) ved Torfinnsvatnet er fraført til Bergsdalen.
Spesifikk avrenning	72,25 l/s/km ² (NVE-Atlas)
Middelvannføring	104 m ³ /s
Lakseførende strekning	44 km med flere innsjøer og sideelver (Barlaup 2004). I tillegg kommer en strekning på 7 km ovenfor fisketrapp i Palmafossen til Sarpenfossen
Bakgrunn for tiltak	Laksebestanden i vassdraget har vist en kraftig tilbakegang.
Tiltaksplan	Hindar & Kroglund 2000, Hindar & Schartau 2004.
Biologisk mål	Å sikre en vannkvalitet som muliggjør reproduksjon av laks og overlevelse av andre surhetsfølsomme organismer. Et langsiktig mål er at fiskebestandene skal opp på et nivå som er naturlig for vassdraget uten forurensing.
Kalkingsstrategi	Kalking med et doseringsanlegg (Evanger kraftstasjon) fra 1994 til 2005. Fra 2001 t.o.m. 2005 var dosereren i drift kun i årets første 5-6 mnd. I tillegg ble det blitt lagt ut skjellsand i flere sideelver i perioden 1994-2003. Flere innsjøer i nedbørfeltet har vært kalket, men antallet er gradvis redusert og i 2013 ble det kalket i to innsjøer.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Vossovassdraget de ti siste årene. Fra juli 2004 er det brukt K3-kalk, tidligere NK3-kalk. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO ₃										
År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Doserer	500	610	0	0	0	0	0	0	0	0
Innsjø(er)/bekker	53	27	48	60	65	43	49	50	27	27
Totalt	553	637	48	60	65	43	49	50	27	27



Figur 1. Vossovassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse, vandringshinder for laksefisk, Evanger kraftverk med vannveier og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Bare vannkjemi ble undersøkt i 2013.

Mengdene med kalk tilført vassdraget vært rundt 50–60 tonn per år i perioden 2006 til 2011. De to siste årene ble det kalket med 27 tonn årlig i to innsjøer som drenerer til hovedelven (**tabell 1**). Dosererkalking i utløpet av Evanger kraftverk opphørte i 2005.

Månedlige nedbørmengder for 2013 er hentet fra meteorologisk stasjon ved Vossevangen. Samlet nedbørsmengde i 2013 var 1334 mm, som er 4 % mer enn normalen. Februar og desember hadde mest nedbør i forhold til normalen, med 232 % og 199 %. Det kom minst nedbør i mars med 17 mm som er 17 % av normalen.

2. Vannkjemi

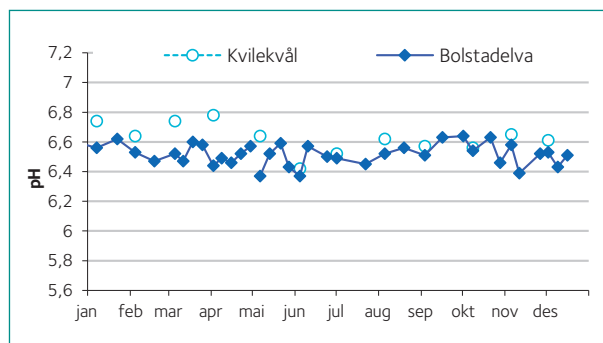
Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)

Den vannkemiske overvåkingen i vassdraget har pågått siden slutten av 1980-tallet, men flere av målestasjonene ble opprettet i perioden 1993–1994, og en del av disse ble tatt ut igjen av overvåkingsprogrammet rundt 2002. Siden 2002 har overvåkingsnettet med få unntak vært som nå (**figur 1**). Overvåkingen i 2013 dokumenterer vannkvaliteten i den anadrome delen av vassdraget. De vannkemiske analysene i 2013 er utført av NIVA.

2.1 Vannkvaliteten i 2013

I hovedløpet i Vosso (st. 5, Kvilekvål) lå pH-verdiene stabilt mellom 6,4 og 6,8, og gjennomsnittlig pH var 6,6 i 2013 (**figur 2, vedlegg B**). Største konsentrasjonen av giftig aluminium ble målt til 8 µg/l, og ANC var alltid over 30 µekv/l.

Vannkvaliteten i Bolstadelva ble registrert hyppigere gjennom 2013-sesongen. Verdiene ligger stort sett på samme nivå som ved Kvilekvål, men pH var litt lavere i mars, april og mai. Største konsentrasjon av giftig aluminium var 6 µg/l, og ANC var alltid over 30 µekv/l (**figur 2, vedlegg B**). Det ble ikke registrert sjøsaltepisoder i Vossovassdraget i 2013.



Figur 2. Variasjon i pH på lokaliteter som representerer lakseførende strekning i Vosso, Hordaland, i 2013.

Øverst i vassdraget, Raundalselva (1) og Strandaelva (2), viser månedlige prøver stort sett god vannkvalitet, og ingen pH målinger var under 6,3. Gjennomsnittlig pH var 6,5 og 6,6 i de to elvene. Høyeste konsentrasjon av giftig aluminium var 7 µg/l i Raundalselva og 8 µg/l i Strandaelva (**vedlegg B**).

Målt vannkvalitet i Teigdalselva var relativt god i 2013, med gjennomsnittlig pH på 6,5. pH var alltid over pH 6,2 og høyeste måling med giftig aluminium var 8 µg/l. I Vossedalselva var vannkvaliteten dårligst, og pH varierte mellom 5,9 og 6,2, mens største konsentrasjonen av giftig aluminium var 10 µg/l (**vedlegg B**). Avløpsvannet fra Evanger Kraftverk hadde pH mellom 6,2 og 6,6.

2.2 Langtidstrender

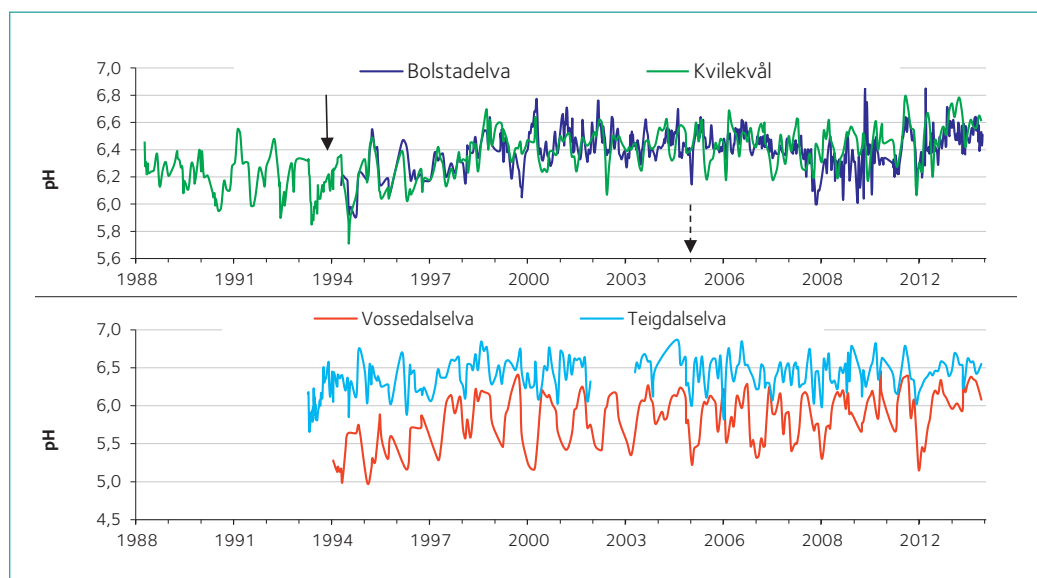
Resultatene viser at pH ved Kvilekvål er mer stabil og gjennomgående høyere etter 1997 sammenlignet med første halvdel av 1990-tallet (**figur 3**). Det er bare et fåtall målinger av pH lavere enn 6,2 etter 1997. Laveste pH i 2013 på 6,4 er den høyeste minimumsmålingen som er registrert på denne stasjonen.

Bolstadelta fanger opp variasjonen i pH for hele vassdraget med bidrag av sure sideelver, og målingene viser at det har vært en forbedring i vannkvaliteten for vassdraget samlet til tross for gradvis nedtrapping av kalkingen fra 2001. Det var en klar økning i pH fra midt på 1990-tallet til 2000, da det ble kalket med doserer i utløpet av Evanger kraftverk. Dette opphørte i 2005, og i perioden 2008 til 2011 var både gjennomsnittspH og laveste målte pH igjen lavere. I denne peri-

oden var det enkeltmålinger av pH på nivå med lave enkeltmålinger fra 1994-95 (**figur 3**). De to siste årene har pH igjen vært mer som i perioden før 2008, og i 2011 - 2013 var det ingen perioder med spesielt lav pH, og laveste måling var pH 6,2. I 2013 var laveste pH som ble registrert 6,4, dette er den høyeste minimumsmålingen som er registrert på denne stasjonen.

Det har vært målt lave konsentrasjoner av giftig aluminium gjennom hele måleperioden både i Bolstadelta og ved Kvilekvål. I 2013 var konsentrasjonen på nivå med de siste årene, med høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium på 8 µg/l. Bedring i vannkvaliteten i Vosso gjelder ikke bare de tidligere kalkede delene av hovedløpet. Økt pH fra 1995/96 og redusert innhold av giftig aluminium er registrert også i sure sideelver. Flere av sideelvene kan imidlertid være påvirket av innsjøkalking. Dette gjelder bl.a. Raundalselva og Rasdalselva. Hvilken betydning innsjøkalking har i forhold til vannkvaliteten lenger ned i vassdraget er uklart (Hindar & Kroglund 2000).

Utviklingen i den ukalkede Vossedalselva indikerer likevel at det også har skjedd en naturlig reduksjon i forsurening av Vosso fram til om lag 2000, men at denne utviklingen stanset opp fram til 2008, hvorefter det igjen har vært en liten positiv utvikling. I 2012 ble det imidlertid registrert pH på 5,15, som er den laveste målingen siden 1995, i 2013 var imidlertid laveste pH i sidebekken på 5,9, som er den høyeste minimumsverdien som er registrert (**figur 3**).



Figur 3. Langtidsserier (1988-2013) for pH på utvalgte stasjoner i Vosso, Hordaland. Merk: ulik skala på y-aksen. Pilene viser oppstart og avslutning av dosererkalking i utløpet av Evanger kraftverk, og dette påvirker bare vannkvaliteten i den nedenforliggende Bolstadelta.

3. Samlet vurdering

3.1 Vannkjemi

Fordi vannkvaliteten oppstrøms kalkingsanlegget i Evanger var forholdsvis god med pH høyere enn 6,0 hele året, ble driften av dosereren stanset fra og med 2006, og Vosso-vassdraget kalkes nå ved spredt innsjøkalking i nedbørfeltet.

De vannkjemiske resultatene fra 2013 viser at vannkvaliteten for Vosso er tilfredsstillende, også i de sureste sidebekken var nivået bra i 2013. Innholdet av giftig aluminium er generelt lavt, og ingen prøver fra hele vassdraget hadde mer enn 10 µg/l i 2013.

Vannkvaliteten viser en positiv utvikling og viser en naturlig bedring av forsureningssituasjonen fra 1995/96. Fra 2000 har imidlertid forbedringen flatet ut, og i 2011 var det enkeltmålinger med lavere pH enn normalt øverst i vassdraget. I 2012 var det god vannkvalitet i hele vassdraget, med unntak av første halvdel av året i Vossedalselva. I 2013 var vannkvaliteten den beste som er målt.

3.2 Fisk

Det var ikke fiskeundersøkelser i Vossovassdraget i 2013.

3.3 Bunndyr

Det var ikke bunndyrundersøkelser i Vossovassdraget i 2013.

3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

De vannkjemiske målingene viser at vannkvaliteten i Vosso er god for laksefisk, også i årene etter at dosererkalkingen ble avsluttet. Vannkvaliteten har vist en positiv utvikling både på diffust kalkede og ukalkede strekninger og viser en generell bedring av forsureningssituasjonen. Det var svake sjøsaltepisoder i 2012, uten at dette fikk merkbart utslag på vannkvaliteten i hovedelven. Sjøsaltepisodenes biologiske betydning svekkes i takt med endringen i den generelle forsureningssituasjonen som er registrert de siste årene (Hindar mfl. 2002). Om det ikke skjer en forverring av de vannkjemiske forholdene vurderes det som lite sannsynlig at de vannkjemiske forholdene i ferskvannsfasen har noen negativ påvirkning på laksebestanden (Barlaup 2013). Vannkvaliteten i Vossovassdraget har de siste årene vært så god at det kun har vært en begrenset innsjøkalking i nedbørfeltet. Kalking med grovkalk i Rasdalen var ikke tilstrekkelig til å forhindre betydelige påvirkninger på bunndyrene i elven lokalt, men hadde ingen virkning på miljøet i Bolstadelva. Det er sannsynlig at avslutning av innsjøkalkingen ikke vil få negative virkninger for laksen i vassdraget.

4. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsbeskrivelse

Undersøkte lokaliteter i Vossovassdraget med UTM referanser.

Tema	St. kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	1	Raundalselva (1)	364 710	6 725 531	
Vannkjemi	2	Strandaelva (2)	359 920	6 725 047	
Vannkjemi	5	Kvilekvål (5)	344 260	6 726 539	
Vannkjemi	6	Teigdalselva (6)	341 039	6 728 112	
Vannkjemi	18	Vossedalselva (18)	341 707	6 726 954	
Vannkjemi	10	Evanger kr.st. nedstr.	341 222	6 727 796	
Vannkjemi	9	Bolstadelva (9)	333 660	6 726 355	
Fisk	1	Bolstad - Bolstadhølen	333 399	6 726 433	
Fisk	2	Bolstad - Rongen	334 441	6 727 161	
Fisk	3	Bolstad - Horvei	335 507	6 727 151	
Fisk	4	Teigdalen - Fadnes	340 787	6 728 034	
Fisk	5	Teigdalen - Forvoren	340 892	6 729 667	
Fisk	6	Teigdalen - Fasteland	342 262	6 732 576	
Fisk	7	Teigdalen - Kråkefoss	343 711	6 736 009	
Fisk	8	Vosso - Kvilekvål	344 908	6 725 976	
Fisk	9	Vosso v Tverrelva	346 792	6 725 624	
Fisk	10	Vosso v Skorve, oppe	343 268	6 726 781	
Fisk	11	Vosso v Skorve, nede	342 804	6 726 938	
Fisk	12	Vosso v Geitle	345 389	6 725 687	
Fisk	13	Vosso - Langabrua	359 294	6 724 226	
Fisk	14	Raundalen - Tvidemoen	359 888	6 724 456	
Fisk	15	Raundalen - Bømoen	362 221	6 724 654	
Fisk	16	Raundalen - Bjørke	364 332	6 725 142	
Bunndyr	1	Kleiveelvi	388 079	6 730 852	
Bunndyr	3	Rjoanåni	382 501	6 730 829	
Bunndyr	4	Raundalselvi nedsdtr. Mjølfjell	381 695	6 729 899	
Bunndyr	6	Raundalsdelvi v/ Bømoen	362 082	6 724 662	
Bunndyr	8	Myrkdalselvi nedstr. Myrkdalsvatn	364 376	6 742 252	
Bunndyr	9	Oppheimselvi	364 864	6 742 187	
Bunndyr	11	Strandaelvi v/innløp Lønnavatn	362 217	6 731 939	
Bunndyr	16	Tverrelvi	347 021	6 725 814	
Bunndyr	17	Skorve	343 356	6 726 773	
Bunndyr	18	Teigdalselva ved Forvoren	340 894	6 729 702	
Bunndyr	19	Bolstadelvi	333 260	6 726 464	
Bunndyr	20	Rasdalselvi	333 908	6 726 240	

Vedlegg B. Primærdata Vossovassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

Vedlegg B1. Vossovassdraget 2013, vannkjemiske analyseresultat, prøvene er analysert av NIVA.

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	Al/R	Al/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Raundalselva (1)	07.01.2013	1,28	6,51	0,059	0,832							17	15	2				
	04.02.2013	2,02	6,65	0,081	1,35							9	0	4				
	05.03.2013	2,23	6,7	0,089	1,65							7	0	2				
	02.04.2013	2,79	6,75	0,11	2,27							7	9	-2				
	06.05.2013	1,88	6,39	0,06	1,05							36	29	7				
	04.06.2013	0,65	6,28	0,047	0,367							10	6	4				
	01.07.2013	0,62	6,35	0,048	0,375							7	6	1				
	05.08.2013	0,86	6,55	0,06	0,635							14	9	5				
	03.09.2013	0,76	6,52	0,058	0,576							13	6	7				
	08.10.2013	0,74	6,44	0,053	0,526							17	15	2				
	04.11.2013	1,11	6,62	0,071	0,671							18	14	4				
	02.12.2013	1,33	6,5	0,064	0,998							16	12	4				
	Snitt	1,4	6,5	0,1	0,9							14,3	10,1	3,3				
	Min	0,6	6,3	0,0	0,4							7,0	0,0	-2,0				
	Maks	2,8	6,8	0,1	2,3							36,0	29,0	7,0				
	Antall	12	12	12	12							12	12	12				

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Strandaelva (2)		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	07.01.2013	2,04	6,57	0,082	1,26							14	12	2				
	04.02.2013	2,3	6,63	0,095	1,34							13	12	1				
	05.03.2013	2,54	6,62	0,094	1,42							12	9	3				
	02.04.2013	2,74	6,51	0,098	1,64							12	0	7				
	06.05.2013	2,52	6,6	0,098	1,41							15	10	5				
	11.05.2013	1,75	6,47	0,084	1,35													
	04.06.2013	1,06	6,37	0,058	0,55							11	9	2				
	01.07.2013	0,86	6,52	0,06	0,505							9	8	1				
	05.08.2013	1	6,59	0,066	0,651							13	5	8				
	03.09.2013	1,38	6,6	0,086	1,06							11	8	3				
	08.10.2013	1,47	6,58	0,086	1,09							13	8	5				
	05.11.2013											16	13	3				
	02.12.2013	3,74	6,78	0,12	3,14							16	12	4				
	Snitt	2,0	6,6	0,1	1,3							12,9	8,8	3,7				
	Min	0,9	6,4	0,1	0,5							9,0	0,0	1,0				
	Maks	3,7	6,8	0,1	3,1							16,0	13,0	8,0				
	Antall	12	12	12	12							12	12	12				
Kvilekvål (5)																		
	07.01.2013	1,86	6,74	0,082	1,25	0,35	1,24	0,4	1,15	1,85	180	14	12	2	1,5	66,4	8	285
	04.02.2013	2,13	6,64	0,092	1,36	0,35	1,49	0,47	1,26	2,36	200	15	13	2	1,6	66,4	6	325
	05.03.2013	3,27	6,74	0,1	1,74	0,43	3,02	0,61	1,49	5,09	235	14	10	4	1,6	77,8	14	340
	02.04.2013	3,38	6,78	0,102	1,79	0,44	3,15	0,59	1,58	5,28	230	12	6	6	1,3	79,4	6	350
	06.05.2013	2,43	6,64	0,086	1,48	0,42	1,84	0,66	1,25	3,22	240	18	13	5	1,8	71,3	10	380
	04.06.2013	1,2	6,42	0,062	0,805	0,19	0,89	0,33	0,72	1,41	115	11	8	3	0,99	40,0	4	220
	01.07.2013	0,91	6,52	0,058	0,559	0,14	0,67	0,23	0,67	0,9	53	9	7	2	0,9	31,3	3	119
	05.08.2013	1,03	6,62	0,065	0,703	0,16	0,69	0,23	0,78	0,8	53	14	6	8	1,1	41,5	4	185
	03.09.2013	1,19	6,57	0,073	0,887	0,18	0,77	0,25	0,87	0,93	85	14	10	4	1,4	48,5	3	170
	08.10.2013	1,26	6,56	0,072	0,885	0,22	0,82	0,28	0,87	0,97	99	8	6	2	1,4	52,5	5	215
	05.11.2013	1,44	6,65	0,076	1,02	0,24	0,9	0,31	0,95	1,2	170	14	12	2	1,5	51,9	1	290
	02.12.2013	1,73	6,61	0,078	1,23	0,31	1,16	0,37	1,18	1,73	215	17	14	3	1,6	58,1	5	310
	Snitt	1,8	6,6	0,1	1,1	0,3	1,4	0,4	1,1	2,1	156,3	13,3	9,8	3,6	1,4	57,1	5,8	265,8
	Min	0,9	6,4	0,1	0,6	0,1	0,7	0,2	0,7	0,8	53,0	8,0	6,0	2,0	0,9	31,3	1,0	119,0
	Maks	3,4	6,8	0,1	1,8	0,4	3,2	0,7	1,6	5,3	240,0	18,0	14,0	8,0	1,8	79,4	14,0	380,0
	Antall	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Teigdals-elva (6)	07.01.2013	2,19	6,47	0,072	1,24							17	14	3				
	04.02.2013	2,84	6,69	0,092	1,64							12	9	3				
	05.03.2013	2,93	6,66	0,098	1,85							12	6	6				
	02.04.2013	3,26	6,54	0,112	2,29							8	0	3				
	06.05.2013	2,82	6,53	0,076	1,56							24	16	8				
	11.05.2013	2,4	6,23	0,097	1,71													
	04.06.2013	1	6,37	0,059	0,535							16	10	6				
	01.07.2013	1,2	6,62	0,072	0,793							15	13	2				
	05.08.2013	1,2	6,57	0,069	0,745							30	26	4				
	03.09.2013	1,58	6,58	0,082	1,06							21	17	4				
	08.10.2013	1,23	6,42	0,064	0,784							26	22	4				
	05.11.2013											20	15	5				
	02.12.2013	2,5	6,55	0,075	1,44							19	14	5				
	Snitt	2,1	6,5	0,1	1,3							18,3	13,5	4,4				
	Min	1,0	6,2	0,1	0,5							8,0	0,0	2,0				
	Maks	3,3	6,7	0,1	2,3							30,0	26,0	8,0				
	Antall	12	12	12	12							12	12	12				
Evanger kr.st. nedstr	06.01.2013	1,09	6,53		0,631													
	07.01.2013	1,19	6,39		0,586													
	22.01.2013	1,25	6,42		0,576													
	04.02.2013	1,27	6,46		0,599													
	18.02.2013	1,28	6,45		0,61													
	05.03.2013	1,2	6,43		0,737													
	11.03.2013	1,27	6,32		0,852													
	18.03.2013	2,24	6,61		1,24													
	25.03.2013	1,11	6,33		0,752													
	02.04.2013	1,26	6,27		0,925													
	08.04.2013	1,06	6,27		0,604													
	15.04.2013	1,58	6,51		0,84													
	22.04.2013	1,54	6,51		0,833													
	29.04.2013	1,47	6,49		0,741													
	06.05.2013	1,5	6,5		0,696													
	13.05.2013	1,62	6,49		0,757													

Stasjon	Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ µgN/l	AL/R µg/l	AL/II µg/l	LAL µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l	Tot P µg/l	Tot N µg/l
	21.05.2013	0,95	6,22		0,421													
	27.05.2013	0,98	6,17		0,452													
	04.06.2013	0,91	6,21		0,434													
	10.06.2013	0,91	6,4		0,483													
	24.06.2013	0,7	6,4		0,356													
	01.07.2013	0,82	6,31	0,048	0,413							6	5	1				
	22.07.2013	0,91	6,32		0,461													
	05.08.2013	0,82	6,45		0,448													
	19.08.2013	0,65	6,33		0,31													
	03.09.2013	0,83	6,34		0,537													
	16.09.2013	0,72	6,41		0,435													
	01.10.2013	0,93	6,46		0,616													
	08.10.2013	0,61	6,22		0,372													
	21.10.2013	0,83	6,49		0,52													
	28.10.2013	0,68	6,3		0,454													
	11.11.2013	0,7	6,19		0,479													
	26.11.2013	1,18	6,5		0,875													
	09.12.2013	0,98	6,41		0,587													
	16.12.2013	1,05	6,5		0,617													
	Snitt	1,1	6,4		0,6													
	Min	0,6	6,2		0,3													
	Maks	2,2	6,6		1,2													
	Antall	35	35		35													
Vossedals-elva (18)	07.01.2013	1,92	5,96	0,035	0,351							27	19	8				
	05.03.2013	1,91	6,03	0,041	0,352							27	20	7				
	06.05.2013	2,41	5,94	0,036	0,494							34	24	10				
	11.05.2013	1	6,38	0,048	0,26													
	04.06.2013	0,78	6,18	0,045	0,21							21	16	5				
	01.07.2013	0,84	6,29	0,046	0,18							30	26	4				
	05.08.2013	0,88	6,38	0,05	0,18							42	38	4				
	03.09.2013	0,95	6,35	0,045	0,22							32	30	2				
	08.10.2013	0,93	6,31	0,049	0,24							39	34	5				

Stasjon	Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ µgN/l	AL/R µg/l	AL/II µg/l	LAL µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l	Tot P µg/l	Tot N µg/l
	05.11.2013											29	28	1				
	02.12.2013	1,76	6,08	0,039	0,403							27	20	7				
	Snitt	1,3	6,2	0,04	0,3							30,8	25,5	5,3				
	Min	0,8	5,9	0,04	0,2							21,0	16,0	1,0				
	Maks	2,4	6,4	0,05	0,5							42,0	38,0	10,0				
	Antall	10	10	10	10							10	10	10				
Bolstadelva (9)	07.01.2013	1,5	6,56	0,06	0,829	0,29	1,16	0,26	0,92	1,84	115	12	9	3	0,99	43,1	4	180
	22.01.2013	1,58	6,62		0,874													
	04.02.2013	1,53	6,53	0,07	0,729	0,26	1,19	0,24	0,94	1,97	99	10	9	1	0,83	33,5	2	175
	18.02.2013	1,57	6,47		0,781													
	05.03.2013	1,73	6,52	0,068	0,886	0,29	1,46	0,28	0,99	2,53	100	12	8	4	0,78	39,6	2	175
	11.03.2013	2,03	6,47		1,05													
	18.03.2013	2,06	6,6		1,04													
	25.03.2013	2,11	6,58		1,21													
	02.04.2013	1,86	6,44	0,073	1,02	0,3	1,5	0,32	1,05	2,58	110	8	0	3	0,77	46,5	3	195
	08.04.2013	1,73	6,49		0,935													
	15.04.2013	1,73	6,46	0,061	0,873							10	10	0				
	22.04.2013	2	6,52	0,075	1,14							15	14	1				
	29.04.2013	2,04	6,57	0,054	1,11													
	30.04.2013											17	14	3				
	06.05.2013	2,07	6,37	0,073	1,16	0,35	1,65	0,51	1,13	2,84	185	19	13	6	1,4	54,6	7	290
	13.05.2013	2,05	6,52	0,08	1,15							15	10	5				
	21.05.2013	1,93	6,59	0,075	1,11							13	8	5				
	27.05.2013	1,65	6,43	0,071	0,942							13	8	5				
	04.06.2013	1,26	6,37	0,061	0,85	0,2	0,97	0,34	0,76	1,55	120	12	9	3	1,1	41,6	4	225
	10.06.2013	1,16	6,57		0,641													
	24.06.2013	0,98	6,5		0,491													
	01.07.2013	0,91	6,49	0,057	0,536	0,14	0,69	0,22	0,66	0,93	55	12	9	3	0,94	30,0	3	119
	22.07.2013	0,96	6,45		0,544													
	05.08.2013	0,97	6,52	0,058	0,569	0,15	0,71	0,21	0,76	0,84	55	14	10	4	1,2	33,5	6	240
	19.08.2013	1,01	6,56		0,609													
	03.09.2013	1,1	6,51	0,064	0,719	0,17	0,78	0,21	0,83	1,02	83	10	9	1	1,1	37,2	3	155
	16.09.2013	1,15	6,63		0,781													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	01.10.2013	1,22	6,64		0,84													
	08.10.2013	1,24	6,54	0,069	0,808	0,21	0,88	0,28	0,9	1,13	98	11	8	3	1,4	45,4	4	210
	21.10.2013	1,25	6,63		0,878													
	28.10.2013	1,25	6,46		0,867													
	05.11.2013	1,32	6,58	0,069	0,87	0,21	0,9	0,29	0,9	1,2	140	15	13	2	1,5	44,7	2	230
	11.11.2013	1,35	6,39		0,949													
	26.11.2013	1,53	6,52		0,998													
	02.12.2013	1,56	6,53	0,068	0,972	0,26	1,12	0,33	1,02	1,71	175	17	13	4	1,4	45,1	4	245
	09.12.2013	1,59	6,43		1													
	16.12.2013	1,66	6,51		1,03													
	Snitt	1,5	6,5	0,1	0,9	0,2	1,1	0,3	0,9	1,7	111,3	13,1	9,7	3,1	1,1	41,2	3,7	203,3
	Min	0,9	6,4	0,1	0,5	0,1	0,7	0,2	0,7	0,8	55,0	8,0	0,0	0,0	0,8	30,0	2,0	119,0
	Maks	2,1	6,6	0,1	1,2	0,4	1,7	0,5	1,1	2,8	185,0	19,0	14,0	6,0	1,5	54,6	7,0	290,0
	Antall	36	36	18	36	12	12	12	12	12	12	18	18	18	12	12	12	12

25. Eksingedalsvassdraget

Koordinator og ansvarlig overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Eksingedalsvassdraget drenerer store fjellområder i kommunene Vaksdal, Voss og Modalen og har sitt utspring i Skjerjevatnet, Askjellalsvatnet og Grøndalsvatnet øverst i Eksingedalen.

Vassdraget er utbygget til vannkraftformål av BKK fra begynnelsen av 1970-årene med regulering av Skjerjevatnet, Askjellalsvatnet og Grøndalsvatnet som ble overført til Evanger kraftverk i tunnel. Ekso får bare bare tilført vann fra disse magasinene ved overløp. Nedre del av Eksingedals vassdraget ble bygget ut på slutten av 1980 tallet ved oppdemming av Nesevatnet og overføring fra Leirovatnet til Myster Kraft-

verk. Fra Nesevatnet er det en minstevannføring på 2 m³/s fra mai til oktober og 1 m³/s resten av året. Forsuringsbelastningen i vassdraget øker nedstrøms Nesevatn (Johnsen mfl. 1996, Kaste mfl. 1996). Utviklingen i laks- og sjøaurebestandene i Ekso er påvirket av de hydrologiske og vannkjemiske endringene som fulgte med Myster kraftverk som kom i drift i 1987 (Barlaup mfl. 2003). Store områder langs Ekso er benyttet til jordbruksformål, og det er en del bosetting i dalen. Det pågår et kultiveringsarbeid, med omfattende utplanting av lakseegg oppstrøms anadrom strekning. I 2011 ble den anadrome strekningen økt med ca. 1 km med fisketrapp i Raudfossen.

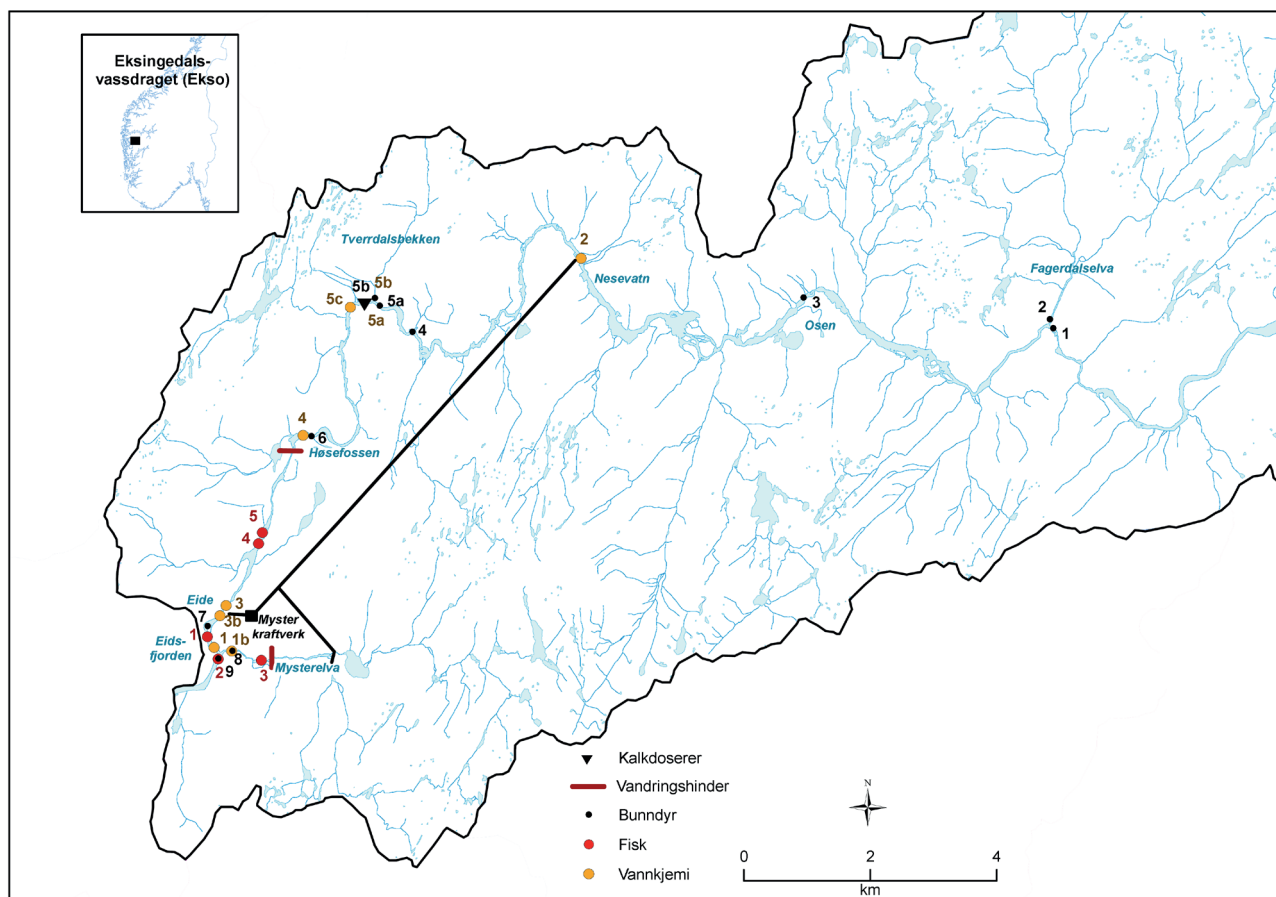
En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Mengdene med kalk tilført vassdraget har variert mellom 239 og 1050 tonn i perioden 2001 til 2012. I 2013 ble det kalket med 440 tonn (**tabell 1**).

Fakta om Eksingedalsvassdraget	
Vassdragsnummer	063.Z
Fylke, kommune	Hordaland, Vaksdal og Voss
Nedbørfeltareal	414 km ² før regulering, 254 km ² etter regulering
Vassdragsregulering	Ca. 160 km ² overført til Evanger kraftverk (Vosso). 189 km ² ned til Nesevatn og 16 km ² av Mysterelvas nedbørfelt overført til Myster kraftverk, med avløp til Ekso ca. 1 km oppstrøms utløpet i sjøen
Spesifikk avrenning	82,8 l/s/km ² (NVE- Atlas)
Middelvannføring	3,2 m ³ /s (etter regulering) ned til Myster kraftverk. 20,2 m ³ /s nedstrøms Myster kraftverk
Lakseførende strekning	Ca. 4,5 km (til Høsefossen). Ny laksetrapp anlagt i Raudfossen i 2011
Bakgrunn for tiltak	Forsuring av lakseførende strekning som forsterkes av vassdragsregulering. Det best bufrede vannet ledes utenom øvre del av lakseførende strekning
Tiltaksplan	Kaste mfl. 1996
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, ved Eide: 6,4 i perioden 15/2-15/6, pH 6,0 fra 1/7 til 31/12, 6,2 resten av året
Kalkingsstrategi	En doserer i restfeltet nedstrøms Nesevatn. Dosering startet for fullt 15. april 1997

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Eksingedalsvassdraget de ti siste årene. Fram til juli 2004 ble det brukt NK3-kalk, deretter VK3-kalk. For 2004 er det anslått halvparten av hver kalktype ved omregningen.

År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Doserer	656	516	590	792	662	633	533	1020	1150	440



Figur 1. Eksingedalsvassdraget med kalkdoserere og vandringshinder for laks, Myster kraftverk med vannveier og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Bare vannkjemi ble undersøkt i 2013.

Månedlige nedbørmengder for 2013 er hentet fra meteorologisk stasjon ved Eksingedal. Samlet nedbørmengde i 2013 var 2541 mm, som er 3 % mer enn normalen for perioden 1961–1990. Størst avvik fra normalen var det i mars og april med hhv. 14 og 289 % av normalen.

2. Vannkjemi

**Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)**

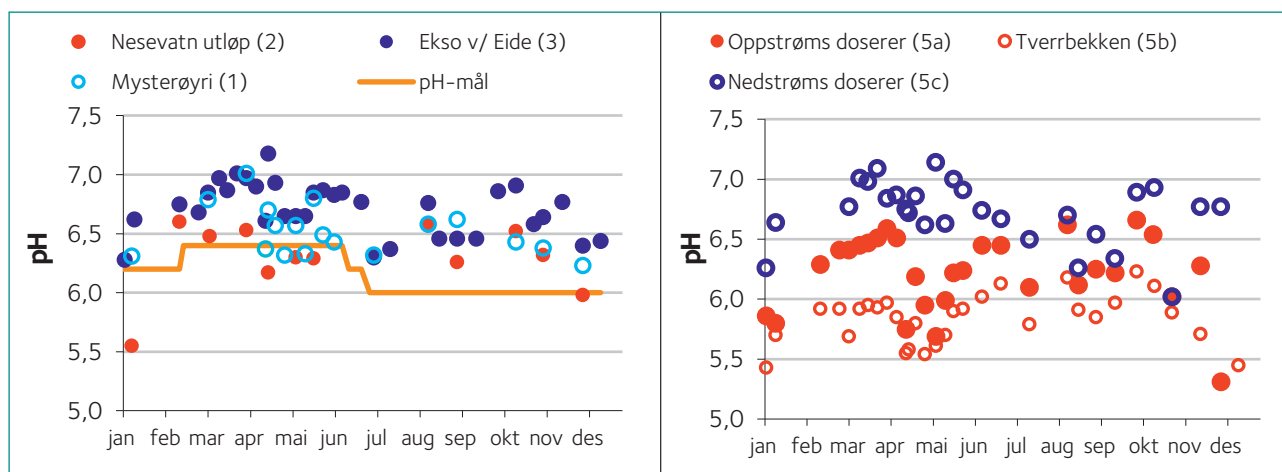
Vannkvaliteten i utløpet av Ekso før og etter kalking er godt dokumentert ved Klif's overvåkingsstasjon ved Mysterøyri, ved utløpet til Eidsfjorden (**figur 1**), hvor det er blitt tatt månedlige prøver siden 1980. Foruten Klif-stasjonen ved Mysterøyri, omfatter analyseserien i 2013, flakseprøver fra sju stasjoner. Mysterelva kom til i 2013 (**vedlegg A, figur 1**). Det var også kontinuerlig måling av pH Eide oppstrøms avløpet fra Myster kraftverk (lok 3) ved avløp fra Myster kraftstasjon (3b) og oppstrøms dosereren (5a), loggerne fungerte dårlig i 2013 og disse resultatene er ikke tatt med. Prøvefrekvensen i 2013 var som tidligere (**Vedlegg B1**).

2.1 Vannkvaliteten i 2013

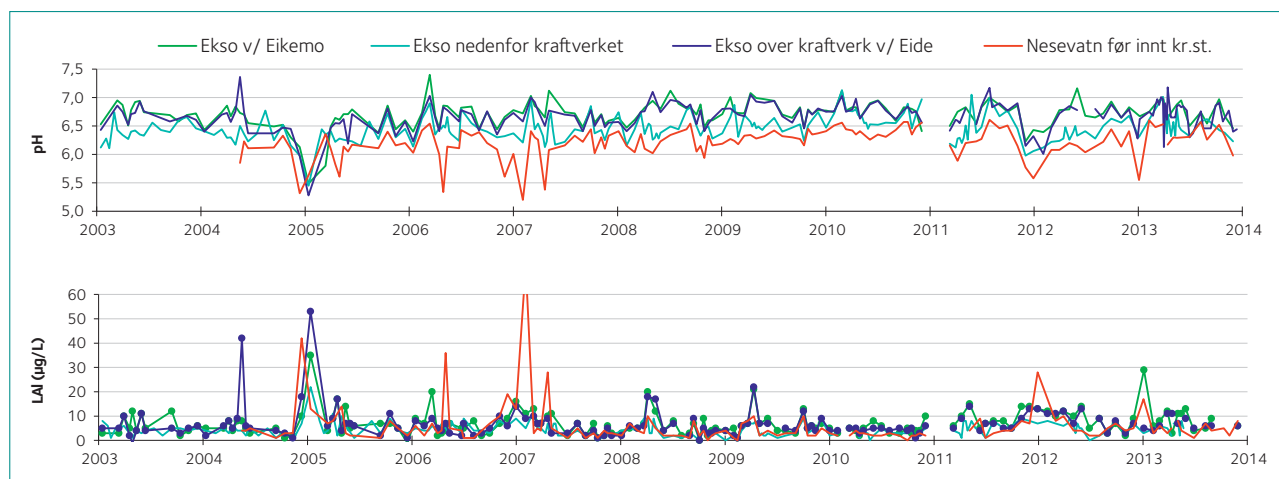
Utløpet av Nesevatnet ligger ovenfor anadrom strekning og er ukalket referansestasjon. Der var gjennomsnittlig pH 6,3 i 2013 (**figur 2, vedlegg B1**). Høyeste målte konsentrasjon av giftig aluminium ble målt til 17 µg/l den 7. januar, resten av året var konsentrasjonen av giftig aluminium ikke over 8 µg/l, og årsgjennomsnitt var 6 µg/l. Gjennomsnittlig ANC var 28 µekv/l. Laveste registrerte ANC-verdi faller sammen med den lave pH målingen 7. januar. Det ble registrert sjøsaltepisoder ved Mysterøyri og Nesevatnet i mai og desember, ved Mysterøyri ble det også registrert sjøsaltepisode i april.

Ekso ved Eide og Mysterøyri, som ligger hhv. oppstrøms og nedstrøms avløpet fra Myster kraftverk, nede i vassdraget, hadde gjennomsnittlig pH på hhv. 6,7 og 6,5 (**figur 2, vedlegg B1**). Laveste målte pH var 6,3 ved Eide og 6,2 ved Mysterøyri. Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium ved Eide og Mysterøyri var hhv. 11 µg/l og 8 µg/l i 2013.

I Mysterelva varierte pH fra 5,7 til 6,2, og giftig aluminium var mellom 1 og 20 µg/l. Ved ett av måletidspunktene så det ut til å være overløp mot elven fra den kalkede innsjøen oppstrøms, og kalsiumkonsentrasjonen var da 1,8 mg/l, mens ved fire av prøvene var kalsiumkonsentrasjonen under 0,55 mg/l, og siste prøve hadde en konsentrasjon på 1,1 mg Ca/l (**Vedlegg B1**).



Figur 2. Venstre: pH målt ved Nesevatnet (2), Ekso v/ Eide (3) og ved Mysteryøri (1). Høyre: pH målinger ved Oppstrøms doserer, i Tverrbekken og Nedstrøms dosereren. Rød er upåvirket av kalking, mens blå og lyseblå er kalkpåvirket.



Figur 3. Utvikling i pH og giftig aluminium (LAL) for perioden 2003–2013 ved Nesevatnet (ukalket), Eikemo (kalket), Eide (kalket) og Mysteryøri (kalket).

2.2 Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

Oppstrøms dosereren i hovedelven varierte pH mellom 5,3 og 6,7, med et snitt på 6,2 i 2013. I Tverrbekken ved dosereren var gjennomsnittlig pH i 2013 på 5,8, variasjonen var noe mindre enn i hovedelven. Nedstrøms dosereren varierte pH mellom 6,0 og 7,1, og årssnittet var 6,7 (**figur 2**). Kalsiumkonsentrasjonen i den laveste pH målingen nedstrøms dosereren, indikerer at dette er en feilmåling. Dosereren hadde en betydelig avsyrende effekt, men fra midt i januar til midt i april er pH i målområdet "unødvendig" høy.

2.3 Langtidstrender

Figur 3 viser utviklingen i pH og labilt aluminium ved Nesevatn (referanse) og i kalket del av vassdraget for de siste 11 år (2003–2013). Fra 2008 til 2011 har pH-variasjonene generelt vært mindre enn tidligere. Vinteren 2011/12 var det sjøsaltepisoder i vassdraget og det ble målt lavere pH og høyere konsentrasjon av giftig aluminium ved Nesevatnet enn det er gjort siden 2007. Episoden påvirket også vannkvaliteten

ved Eide og Mysteryøri, men pH kom aldri under 6,0 og labilt aluminium bare så vidt over 10 µg/l ved disse kalkede stedene. Det var også en lav pH måling i januar 2013, prøven har imidlertid flere sterkt avvikende parametere og det er knyttet usikkerhet til denne målingen.

Selv om pH var noe lavere i 2011 og 2012 enn de tre foregående årene, var det likevel ikke like markerte forurensningsepisoder, som det ble registrert i perioden 2004 til 2007. Den gangen var det også år med betydelig høyere konsentrasjoner av giftig aluminium. Ved Eikemo ble det målt høy konsentrasjon av giftig aluminium i januar 2013, faktisk betydelig høyere enn ved ukalket Nesevatnet oppstrøms og Eide nedstrøms, og verdien synes å være avvikende.

Gjennomsnittlig pH i 2013 var den nest høyeste som er målt ved Nesevatnet og den tredje høyeste som er registrert ved Mysteryøri. Ved Eide var pH mer gjennomsnittlig i 2013.

3 Samlet vurdering

3.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i den kalkete delen av Eksingedalsvassdraget i 2013 var stort sett tilfredsstillende ved Eide og ved Mysterøyri i 2013. Det ble registrert sjøsaltepisoder ved Nesevatnet og ved Mysterøyri uten av dette gav utslag på pH eller konsentrasjonen av giftig aluminium.

3.2 Fisk

Det var ikke fiskeundersøkelser i Eksingedalsvassdraget i 2013.

3.3 Bunndyr

Det var ikke bunndyrundersøkelser i Ekso i 2013.

3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkjemidata, bunndyrindekser og ungfisktetthet av laks, indikerer alle at forsuring var et relativt stort problem i nedre del av vassdraget fram til midten på 1990-tallet. Mange år med forsuringsproblemer og sannsynligvis sterk påvirkning fra lakselus på den utvandrende fisken i fjordene utenfor vassdraget, hadde bl.a. ført til sterkt redusert laksebestand.

Kalkingen fungerte brukbart i 2013, men pH var noe høy vinteren 2013. Pga. lave konsentrasjoner av giftig aluminium i vassdraget ble kalkingsmålet senket fra 6,2 til 6,0 i perioden fra 1. juli til 31. desember, det er sannsynligvis også rom for å redusere pH-målet noe i smoltutvandringsperioden.

4. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt

Undersøkte lokaliteter i Eksingedalsvassdraget med UTM referanser.

Stasjonsnavn	St. nr	Type	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	2	Nesevatn utløp (2)	331596	6743691	Referanse
Vannkjemi	5a	Oppstrøms doserer	328393	6742957	Referanse
Vannkjemi	5b	Tverrbekken	328347	6743049	Referanse
Vannkjemi	5c	Nedstrøms doserer	327952	6742923	Kalket
Vannkjemi	4	Ekso v/Eikemo (4)	327203	6740894	Kalket
Vannkjemi	3	Ekso v/Eide (3)	325930	6738083	Kalket
Vannkjemi	3b	Utløp kraftstasjon	325929	6738115	Referanse
Vannkjemi	1b	Mysterelva	326 056	6737492	Referanse (ny 2013)
Vannkjemi	1	Mysterøyri (1)	325747	6737576	Kalket
Fisk	1	Larbakken	325 744	6 737 638	Kalket
Fisk	2	Rundhølen	325 860	6 737 360	Kalket
Fisk	3	Myster	326 547	6 737 338	Kalket
Fisk	4	Eikefet nedre	326 547	6 739 223	Kalket
Fisk	5	Eikefet Øvre	326 560	6 739 356	Kalket
Bunndyr	1	Oppstr. Fagerdalselva	339 027	6 742 607	Referanse
Bunndyr	2	Fagerdalselva	339 016	6 742 640	Referanse
Bunndyr	3	Osen	335 115	6 743 073	Referanse
Bunndyr	4	Pøylefossen	328 929	6 742 535	Referanse
Bunndyr	5a	Oppstr doserer	328 342	6 743 007	Referanse
Bunndyr	5b	Langahølen	328 336	6 743 019	Referanse
Bunndyr	6	Eikemo	327 335	6 740 885	Kalket
Bunndyr	7	Myster	325 691	6 737 885	Kalket
Bunndyr	8	Mysterelvi	326 056	6 737 492	Referanse
Bunndyr	9	Nedstrøms Mysterelvi	325 862	6 737 368	Kalket

Vedlegg B. Primærdata for Eksingedalsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

Vedlegg B1. Uskedalselva 2012, vannkjemiske analyseresultat, prøvene er analysert av NIVA.

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	Al/R	Al/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Nesevatn utløp (2)	07.01.2013	1,39	5,55	0,028	0,188	0,19	1,51	0,12	0,62	2,58	110	26	9	17	0,36	0,2	2	142
	11.02.2013	2,07	6,6	0,023	0,92	0,31	1,81	0,46	1,12	3,21	175	13	10	3	0,84	35,5	1	235
	05.03.2013	2,11	6,48	0,064	1,04	0,32	1,83	0,45	1,21	3,11	210	14	8	6	0,75	41,4	<1	255
	01.04.2013	2,26	6,53	0,072	1,19	0,33	1,77	0,45	1,32	3,17	255	9	6	3	0,61	39,9	3	325
	15.04.2013					0,22	1,29	0,38	0,86	2,23	115	19	14	5	1,4		11	240
	17.04.2013	1,44	6,17	0,047	0,564													
	07.05.2013	1,99	6,3	0,048	0,682	0,3	1,89	0,47	1,03	3,4	145	24	16	8	1	25,2	7	270
	20.05.2013	1,24	6,29	0,049	0,366	0,16	1,22	0,34	0,6	2,04	55	16	12	4	0,92	19,2	9	200
	03.07.2013	0,8	6,31	0,048	0,371	0,11	0,73	0,17	0,57	0,83	19	16	15	1	1,1	27,0	5	102
	12.08.2013	1,15	6,57	0,066	0,706	0,17	0,9	0,26	0,8	0,88	99	26	19	7	2	46,5	8	275
	02.09.2013	1,13	6,26	0,045	0,36	0,17	1,13	0,18	0,61	1,77	73	28	24	4	1,4	17,9	3	180
	15.10.2013	1,31	6,52	0,07	0,766	0,2	0,95	0,32	0,81	1,21	135	20	15	5	1,6	43,5	4	235
	04.11.2013	1,3	6,32	0,053	0,541	0,17	0,98	0,24	0,74	1,34	77	29	27	2	1,7	31,0	5	180
	03.12.2013	2,44	5,98	0,036	0,734	0,42	2,45	0,28	0,96	5,34	69	32	24	8	1	9,4	4	132
	Snitt	1,59	6,30	0,05	0,65	0,24	1,42	0,32	0,87	2,39	118,2	20,9	15,3	5,6	1,1	28,1	5,2	213,2
	Min	0,8	5,55	0,023	0,188	0,11	0,73	0,12	0,57	0,83	19	9	6	1	0,36	0,2	1	102
	Maks	2,44	6,6	0,072	1,19	0,42	2,45	0,47	1,32	5,34	255	32	27	17	2	46,5	11	325
	Antall	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	13

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Tverrdals-bekken (5a)	02.01.2013	1,99	5,43		0,24													
	09.01.2013	1,14	5,7		0,19													
	11.02.2013	1,89	5,92		0,354													
	25.02.2013	1,97	5,92		0,395													
	04.03.2013	2,46	5,69		0,424													
	12.03.2013	2,07	5,92		0,393													
	18.03.2013	1,98	5,95		0,44													
	25.03.2013	1,93	5,93		0,448													
	01.04.2013	2,27	5,97		0,493													
	08.04.2013	2,24	5,85		0,492													
	15.04.2013	2,11	5,55		0,28													
	17.04.2013	1,39	5,58		0,15													
	22.04.2013	1,62	5,8		0,23													
	29.04.2013	2,35	5,54		0,359													
	07.05.2013	2,17	5,61		0,27													
	14.05.2013	1,46	5,7		0,212													
	20.05.2013	1	5,9		0,11													
	27.05.2013	1,06	5,92		0,17													
	10.06.2013	1,04	6,02		0,18													
	24.06.2013	1,06	6,13		0,13													
	15.07.2013	0,82	5,79		0,16													
	12.08.2013	0,96	6,18		0,15													
	20.08.2013	0,78	5,91		0,18													
	02.09.2013	1,03	5,85		0,13													
	16.09.2013	0,9	5,97		0,16													
	02.10.2013	1,18	6,23		0,19													
	15.10.2013	1,05	6,11		0,14													
	28.10.2013	0,77	5,89		0,12													
	18.11.2013	1,32	5,71		0,17													
	03.12.2013	2,76	5,32		0,347													
	16.12.2013	1,57	5,45		0,18													
	Snitt	1,56	5,82		0,25													
	Min	0,77	5,32		0,11													
	Maks	2,76	6,23		0,493													
	Antall	31	31		31													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Oppstrøms doserer (5b)	02.01.2013	1,88	5,86		0,451													
	09.01.2013	1,33	5,8		0,33													
	11.02.2013	2,09	6,29		0,902													
	25.02.2013	2,13	6,41		1,06													
	04.03.2013	2,24	6,41		0,864													
	12.03.2013	2,39	6,45		1,08													
	18.03.2013	2,27	6,47		1,13													
	25.03.2013	2,29	6,51		1,22													
	01.04.2013	2,4	6,59		1,16													
	08.04.2013	2,41	6,51		1,01													
	15.04.2013	1,98	5,75		0,342													
	22.04.2013	1,59	6,19		0,489													
	29.04.2013	2,37	5,95		0,648													
	07.05.2013	2,07	5,69		0,346													
	14.05.2013	1,59	5,99		0,449													
	20.05.2013	1,27	6,22		0,418													
	27.05.2013	1,05	6,24		0,32													
	10.06.2013	0,83	6,45		0,32													
	24.06.2013	0,8	6,45		0,27													
	15.07.2013	0,89	6,1		0,348													
	12.08.2013	1,13	6,62		0,717													
	20.08.2013	0,86	6,12		0,353													
	02.09.2013	1,16	6,25		0,467													
	16.09.2013	1	6,22		0,427													
	02.10.2013	1,33	6,66		0,819													
	14.10.2013	1,3	6,54		0,77													
	28.10.2013	0,94	6,02		0,333													
	18.11.2013	1,43	6,28		0,556													
	03.12.2013	3	5,31		0,53													
	16.12.2013	1,75	5,56		0,375													
	Snitt	1,66	6,20		0,62													
	Min	0,8	5,31		0,27													
	Maks	3	6,66		1,22													
	Antall	30	30		30													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Nedstrøms doserer (5c)	02.01.2013	1,96	6,26		0,706													
	09.01.2013	1,63	6,64		1,13													
	04.03.2013	2,76	6,77		1,59													
	12.03.2013	2,85	7,01		2,29													
	18.03.2013	2,8	6,98		2,16													
	25.03.2013	3,02	7,09		2,7													
	01.04.2013	2,85	6,84		2,03													
	08.04.2013	2,94	6,87		1,98													
	15.04.2013	2,58	6,75		1,4													
	17.04.2013	1,81	6,72		1,4													
	22.04.2013	2,11	6,86		1,57													
	29.04.2013	2,83	6,62		1,58													
	07.05.2013	3,32	7,14		2,92													
	14.05.2013	2,01	6,63		1,44													
	20.05.2013	1,63	7		1,4													
	27.05.2013	1,56	6,91		1,35													
	10.06.2013	1,15	6,74		0,89													
	24.06.2013	1,03	6,67		0,675													
	15.07.2013	1,06	6,5		0,826													
	12.08.2013	1,21	6,7		0,883													
	20.08.2013	0,92	6,26		0,509													
	02.09.2013	1,24	6,54		0,687													
	16.09.2013	0,99	6,34		0,532													
	02.10.2013	1,58	6,89		1,31													
	15.10.2013	1,75	6,93		1,59													
	28.10.2013	1,1	6,02		1													
	18.11.2013	1,77	6,77		1,3													
	03.12.2013	3,16	6,77		1,64													
	16.12.2013	2,01	6,56		1,21													
	Snitt	1,99	6,72		1,40													
	Min	0,92	6,02		0,509													
	Maks	3,32	7,14		2,92													
	Antall	29	29		29													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
Ekso v/ Eikemo (4)	09.01.2013	1,81	6,67	0,084	1,41							85	56	29				
	11.02.2013	2,74	6,75	0,122	2,2							15	9	6				
	04.03.2013	3,14	6,88	0,127	2,3							21	13	8				
	01.04.2013	3,41	7,01	0,15	2,76							17	<5	12				
	17.04.2013	2,31	6,64	0,088	1,44							23	20	3				
	07.05.2013	2,99	6,79	0,116	2							37	26	11				
	20.05.2013	1,75	6,88	0,104	1,57							21	10	11				
	04.06.2013	1,87	6,95	0,128	2							35	22	13				
	03.07.2013	1,22	6,5	0,074	0,889							29	25	4				
	12.08.2013	1,24	6,74	0,076	0,983							23	18	5				
	02.09.2013	1,3	6,54	0,062	0,802							48	39	9				
	15.10.2013	1,77	6,97		1,78													
	04.11.2013	1,39	6,67		0,957													
	03.12.2013	2,92	6,46	0,056	1,22							39	33	6				
	Snitt	2,13	6,75	0,10	1,59							32,8	24,6	9,8				
	Min	1,22	6,46	0,056	0,802							15	9	3				
	Maks	3,41	7,01	0,15	2,76							85	56	29				
	Antall	14	14	12	14							12	11	12				
Mysterøyri (1)	07.01.2013	1,55	6,31	0,057	0,82	0,2	1,39	0,23	0,77	2,28	71	26	23	3	1,2	38,3	3	142
	04.03.2013	3,23	6,79	0,114	2,18	0,36	2,74	0,41	1,28	4,87	200	24	18	6	1	89,8	32	280
	01.04.2013	3,52	7,01	0,157	3,02	0,35	2,35	0,47	1,45	4,25	255	10	<5	5	0,74	125,5	5	350
	15.04.2013	2,23	6,37	0,06	0,961	0,22	1,37	0,37	0,79	2,37	100	28	26	2	1,6	44,7	15	235
	17.04.2013	1,76	6,7	0,08	1,29													
	22.04.2013	1,88	6,57	0,078	1,07							20	13	7				
	29.04.2013	2,5	6,32	0,068	1,18							23	16	7				
	07.05.2013	2,37	6,57	0,066	1,16	0,31	2,16	0,5	0,97	4,04	130	31	23	8	1,3	46,7	6	235
	14.05.2013	1,86	6,33	0,055	0,857							25	23	2				
	20.05.2013	1,51	6,8	0,077	0,979							19	11	8				
	27.05.2013	1,11	6,49	0,058	0,582							17	12	5				
	04.06.2013	1,04	6,43	0,06	0,545	0,13	0,86	0,27	0,54	1,22	57	15	12	3	1,1	32,5	3	180
	03.07.2013	0,92	6,32	0,053	0,465	0,11	0,77	0,16	0,58	0,86	24	20	18	2	1,3	31,8	4	104

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	12.08.2013	1,15	6,58	0,067	0,789	0,17	0,87	0,22	0,8	0,81	110	28	21	7	2	49,5	7	240
	02.09.2013	1,21	6,62	0,059	0,564	0,16	1,12	0,19	0,67	1,46	57	38	37	1	2,2	35,7	2	170
	15.10.2013	2,69	6,43	0,14	2,04	0,42	1,52	0,62	1,84	1,82	365	21	13	8	1,5	102,6	3	480
	04.11.2013	3,2	6,38	0,133	2,4	0,52	1,74	0,78	2,6	2,05	465	23	17	6	1,3	113,0	3	550
	03.12.2013	2,58	6,23	0,044	0,914	0,44	2,56	0,23	0,91	5,64	57	32	25	7	0,96	16,9	3	124
	Snitt	2,02	6,51	0,08	1,21	0,28	1,62	0,37	1,10	2,64	157,6	23,5	19,3	5,1	1,4	60,6	7,2	257,5
	Min	0,92	6,23	0,044	0,465	0,11	0,77	0,16	0,54	0,81	24	10	11	1	0,74	16,9	2	104
	Maks	3,52	7,01	0,157	3,02	0,52	2,74	0,78	2,6	5,64	465	38	37	8	2,2	125,5	32	550
	Antall	18	18	18	18	12	12	12	12	12	12	17	16	17	12	12	12	12
Ekso v/ Eide (3)	02.01.2013	2,04	6,28		0,75													
	09.01.2013	1,81	6,62	0,084	1,45							34	29	5				
	11.02.2013	2,95	6,75	0,126	2,29							15	11	4				
	25.02.2013	3,05	6,68		2,51													
	04.03.2013	3,4	6,85	0,118	2,14							26	20	6				
	12.03.2013	3,4	6,97		2,76													
	18.03.2013	3,26	6,87		2,85													
	25.03.2013	3,34	7,01		3,12													
	01.04.2013	3,53	6,97	0,152	2,93							17	6	11				
	*04.04.2013	7,54	6,13		1,95	Samsynlig feilmåling												
	08.04.2013	3,59	6,9		2,44													
	15.04.2013	2,52	6,61		1,28													
	17.04.2013	2,5	7,18	0,154	2,35							31	20	11				
	22.04.2013	2,36	6,93		1,93													
	29.04.2013	3	6,65		1,68													
	07.05.2013	2,59	6,65	0,082	1,4							40	33	7				
	14.05.2013	2,06	6,65		1,42													
	20.05.2013	1,78	6,85		1,5													
	27.05.2013	1,88	6,87		1,88													
	04.06.2013	1,69	6,83	0,108	1,63							32	23	9				
	10.06.2013	1,39	6,85		1,29													
	24.06.2013	1,3	6,77		1,04													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	03.07.2013	1,61	6,3	0,067	0,947							33	28	5				
	15.07.2013	1,1	6,37		0,692													
	12.08.2013	1,33	6,76	0,081	1,09							25	19	6				
	20.08.2013	0,99	6,46		0,676													
	02.09.2013	1,29	6,46	0,057	0,721							56	50	6				
	16.09.2013	1,11	6,46		0,631													
	02.10.2013	1,62	6,86		1,31													
	15.10.2013	1,89	6,91		1,88													
	28.10.2013	1,21	6,58		0,979													
	04.11.2013	1,46	6,64		0,89													
	18.11.2013	1,75	6,77		1,26													
	03.12.2013	2,89	6,4	0,049	1,11							38	32	6				
	16.12.2013	1,95	6,44		0,941													
	Snitt	2,32	6,69		1,59							31,55	24,64	6,91				
	Min	0,99	6,13		0,631							15	6	4				
	Maks	7,54	7,18		3,12							56	50	11				
	Antall	35	35		35							11	11	11				
Mysterelvi (1b)	04.04.2013	5,6	6,24	0,153	1,76							11	10	1				
	17.06.2013	0,88	6,07	0,042	0,33													
	20.06.2013											23	21	2				
	08.08.2013	1,29	6,12	0,053	0,543							49	42	7				
	02.09.2013	1,22	6,14	0,049	0,439							40	39	1				
	09.10.2013	1,11	6,1	0,048	0,457							62	56	6				
	11.12.2013	3,15	5,67	0,054	1,08							59	39	20				
	Snitt	2,21	6,06	0,07	0,77							40,67	34,50	6,17				
	Min	0,88	5,67	0,042	0,33							11	10	1				
	Maks	5,6	6,24	0,153	1,76							62	56	20				
	Antall	6	6	6	6							6	6	6				

26. Yndesdalsvassdraget

Koordinator og ansvarlig overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Yndesdalsvassdraget (**figur 1**) har sitt utspring i Gulen kommune i Sogn & Fjordane, og renner ut i Masfjorden kommune i Hordaland. Nedslagsfeltet består av et relativt homogent grunnfjellsmassiv med en svært oppbrutt topografi. Vassdraget har en rekke lavtliggende større innsjøbassenger i hoveddalføret. I denne delen av vassdraget er det flere gårdsbruk. Det har vært dokumentert forsuring i vassdraget siden midt på 1970-tallet.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Kalkforbruket de siste ti år er vist i **tabell 1**. I 2013 ble det levert 660 tonn VK3 kalk til dosereren. Dette var nær en halvering i forhold til i 2011 og 2012, og er det minste som er brukt de siste 11 årene. Det ble installert ny doserer i 2012.

Nedbøren i nedre del av nedbørfeltet (Frøyset) var i 2013 på 2846 mm, i øvre del av nedbørfeltet (Brekke) kom det 3507 mm i 2013. For de to stedene var dette hhv. 128 % og 98 % av normalen. Størst avvik fra normalen var det i april med hhv. 247 og 205 % av normalen og i mars med hhv. 30 og 20 % av normalen.

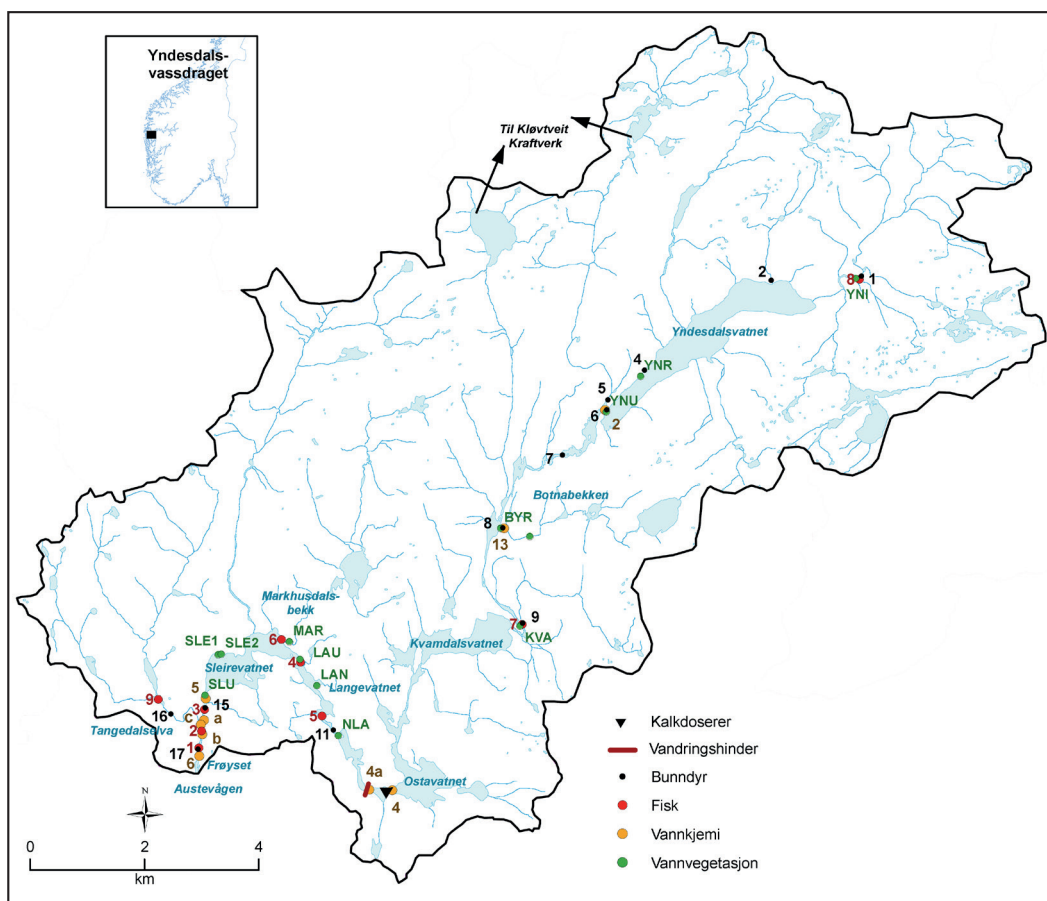
2. Vannkjemi

**Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)**

Stasjonsnettet i 2013 omfattet seks stasjoner med flaskeprøver. Referanselokaliteten i Kvamsdalsbekken er ikke prøvetatt siden 2011. I tillegg var det fire stasjoner med kontinuerlig måling av pH. Stasjonene i hovedelven var plassert ovenfor doserer (4), i målområdet ved Frøyset ovenfor samløp med Tangedalselva (a), i målområdet nedenfor samløpet med Tangedalselva (b), og nederst i Tangedalselva (c). Logger (c) har ikke fungert i 2013, de andre loggerne har fungert i store deler av året. De undersøkte stasjonene er de samme som tidligere (**figur 2, vedlegg 1**). Prøveintervallene

Fakta om Yndesdalsvassdraget	
Vassdragsnummer	067.6z
Fylke, kommuner	Hordaland, Gulen og Masfjorden
Nedbørfeltareal	125,5 km ² (naturlig) – 119,4 etter overføring (NVE Atlas)
Vassdragsregulering	To innsjøer i ukalket del oppstrøms og nedstrøms Yndesdalsvatnet er overført til Kløvtveit Kraftverk, Austgulen. Resten av feltet er vernet i verneplan III
Spesifikk avrenning	110 l/s/km ² (naturlig) – 108 l/s/km ² etter overføring (NVE Atlas)
Middelvannføring	13,8 m ³ /s (naturlig) – 12,9 m ³ /s etter overføring (NVE Atlas)
Lakseførende strekning	6 km, opp til Ostavatnet
Bakgrunn for tiltak	Forsuring av lakseførende strekning, forsterket ved tilførsler fra sideelver.
Tiltaksplan	Hindar 1990, Enge 1992, Bjerknes mfl. 2004
Biologisk mål	Sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for naturlig reproduksjon av laks. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for andre forsurningsfølsomme organismer
Vannkvalitetsmål	Lakseførende strekning; pH ≥ 6,2 fra 1. jan til 30. juni, ≥ 6,0 resten av året (justert i 2013)
Kalkingsstrategi	1991–2003: Årlig fullkalking av Yndesdalsvatnet. Dosering av kalk ved Ostavatnet fra og med høsten 1994. Fra 2004 bare dosering ved Ostavatnet

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Yndesdalsvassdraget de 10 siste årene, uttrykt som 100% CaCO ₃ .										
År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kalkforbruk doserer	679	1212	668	898	1396	792	657	1325	1260	660



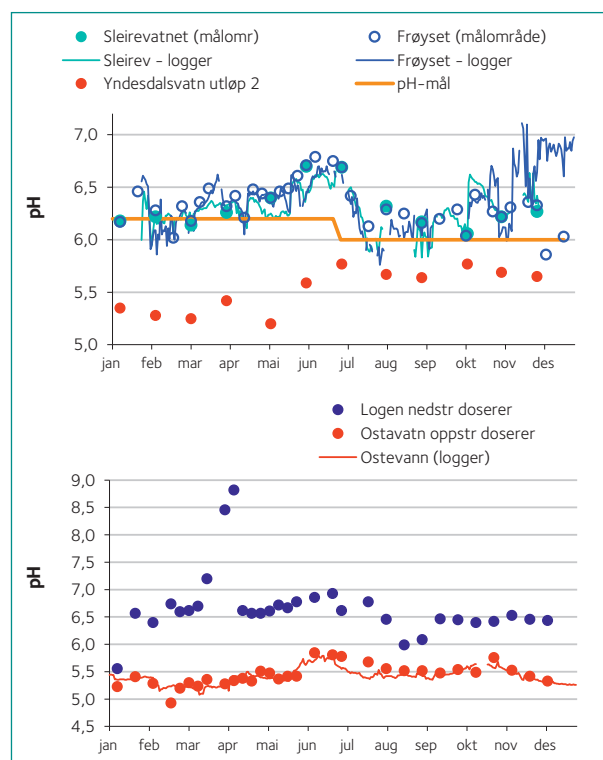
Figur 1. Yndesdalsvassdraget med nedbørsfelt og stedsangivelse for kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk, innsjøer overført ut av nebfeltet og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og vannvegetasjon.

og parameterne varierer noe mellom stasjonene (**vedlegg B1**). Overvåkingen i 2013 dokumenterer vannkvaliteten i vassdraget generelt, og driften av kalkdosereren spesielt. De vannkjemiske analysene i 2013 er utført av NIVA.

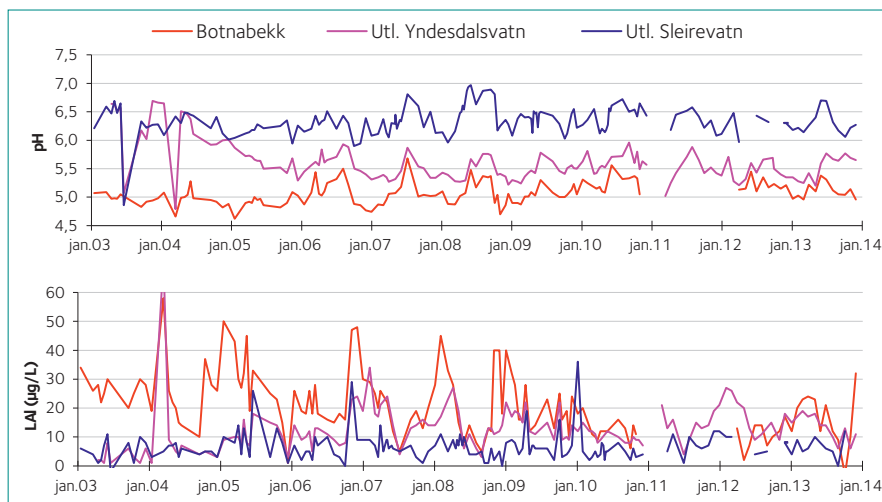
2.1 Vannkvaliteten i 2013

Utløpet av Yndesdalsvatnet (2) øverst i vassdraget har tjent som ukalket referanse siden 2005, og her var gjennomsnittlig pH på 5,52 i 2013 (**figur 2, vedlegg B1**). Høyeste målte konsentrasjon av giftig, labilt aluminium var 19 µg/l, med et årsgjennomsnitt på 13 µg/l. Gjennomsnittlig ANC var 6,5 µekv/l. Lavest pH ble registrert i april, mens høyest konsentrasjon av giftig aluminium ble registrert i februar. Det var en sjøsaltepisode fra februar til mai.

Utløpet av Sleirevatnet (5) og Frøyset (6) ligger begge nede i vassdraget og på anadrom strekning, begge hadde gjennomsnittlig pH på 6,3 i 2013 (**figur 2, vedlegg B1**). Laveste målte pH var 6,1 i Sleirevatnet og 5,9 ved Frøyset. Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium på disse to stasjonene var 13 µg/l i 2013, som er litt lavere enn de tre foregående årene. Gjennomsnittlig ANC var hhv. 42 og 43, alle målingene hadde ANC over 26 µekv/l. Med unntak av i slutten av året følger de kontinuerlige pH målingene stort sett resultatene fra flaskeprøvene. I perioder var pH-verdiene høyere ovenfor den sure Tangedalselva enn nedenfor, noe som indikerer at loggerne ikke alltid er så godt kalibrert. Dataene fra loggerne ser ikke ut til å ha så stor sikkerhet at de gir noen tilleggsmåling i forhold til flaskeprøvene.



Figur 2. Oppe: pH målt ved Yndesdalsvatnet (2), utløp Sleirevatnet (5) og ved Frøyset (6). Nede: vannkjemiske målinger oppstrøms og nedstrøms dosereren. Rød er upåvirket av kalking, mens blå og lyseblå er kalkpåvirket. Data fra flaskeprøvinger er presentert som punkt, resultat fra loggerne er vist som linjer.



Figur 3. Utvikling i vannkjemi (pH og giftig (labilt) aluminium) siden 2003 ved Botnabekk (ukalket), utløpet av Yndesdalsvatnet (kalket til 2003) og utløpet av Sleirevatnet (kalket).

Driftskontroll av kalkdoserer

Målingene fra Logen (like nedenfor doseren) viste større variasjon enn prøvene fra Frøyset lengre nede. Det var en episode med lavt doseringsnivå tidlig i januar, med pH 5,6 og 0,4 mg Ca/l og en episode med høy kalkdosering i begynnelsen av april, pH ble da registrert til mellom 8,5 og 8,8 og det var mer enn 5 mg Ca/l nedstrøms dosereren. Fra midten av mai og fram til begynnelsen av juli ligger pH "unødvendig" høyt ved målområdet, det er mulig dette har med de høye kalkdoseringene i begynnelsen av april (**figur 2**).

2.2 Langtidstrender

I utløpet av Yndesdalsvatnet øverst i vassdraget, som har vært ukalket referanse siden 2005, var gjennomsnittlig pH på 5,5 i 2013. Dette er litt høyere enn i 2012, men litt lavere enn i 2010 som var største så langt (**figur 3, vedlegg B1**). Gjennomsnittlig og høyeste målte verdi av giftig aluminium sank gradvis fra 2007 og til 2010. I 2011 og 2012 var det en økning, snittverdien sank imidlertid noe igjen i 2013, men høyeste målte konsentrasjon av giftig aluminium var 19 µg/l, som er nest laveste maksverdi siden 2005. Gjennomsnittlig ANC var 6 µekv/l, som er litt opp fra 2011 og 2012 som hadde de laveste ANC-verdiene som er registrert siden 2003.

I Botnabekken (13) var gjennomsnittlig pH på 5,1 i 2013, som er litt lavere enn 2010 og 2012, men likevel tredje største årssnittet som er registrert (**figur 3, vedlegg B1**). Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium var 32 µg/l i 2013, noe som er høyeste registrering siden 2009. Gjennomsnittlig ANC var 4 µekv/l og dette er laveste verdi siden 2008.

I utløpet av Sleirevatnet (5), på kalket strekning nede i vassdraget, var gjennomsnittlig pH på 6,3, som er likt med 2012, men litt under de tre foregående årene (**figur 3, vedlegg B1**). Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium var 12 µg/l i 2013. Dette er blant de laveste maksverdiene av giftig aluminium som er målt for enkeltår. Gjennomsnittlig ANC var 43 µekv/l, som er litt under snittet for perioden fra 2003.

3. Fisk

Forfatter: Bjart Are Hellen (Rådgivende Biologer AS)

Medarbeidere: Steinar Kålås, Marius Kambestad og Thomas Tveit Furset (Rådgivende Biologer AS)

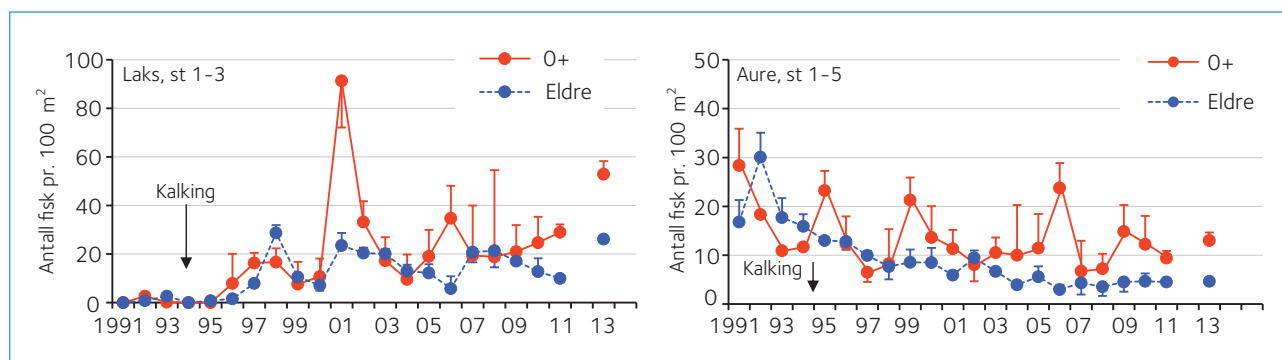
Ungfiskbestandene i Yndesdalsvassdraget har vært undersøkt hver høst siden 1991. Undersøkelsene omfatter lakseførende og oppstrøms lakseførende strekninger. Ungfisktetthetene har i hovedsak vært undersøkt på ni faste stasjoner i perioden. Stasjon 1–5 er i hovedelven, stasjon 6 i anadrom sidebekk, mens stasjon 7–9 er ovenfor anadrom strekning (**figur 1, vedlegg A**). I 2013 ble ungfiskundersøkelsen utført 14. (sidebekker) og 21. oktober.

3.1 Ungfiskundersøkelser

3.1.1 Ungfisktettheter i hovedvassdraget (st 1–5)

I perioden 1991–1995 ble det bare sporadisk påtruffet ungfisk av laks på stasjonsnettet for elektrisk fiske. I perioden 1996 – 1998 økte tettheten av laks betydelig og, siden har tettheten av årsyngel med noen få unntak vært mellom 10 og 30 årsyngel per 100 m². Tettheten av eldre lakseunger har stort sett vært mellom 12 og 24 per 100 m², siden 1997. I 2013 var tettheten av ensomrig laks 53 individer pr. 100 m², mens tilsvarende for eldre laks var 26 individer pr. 100 m². For begge aldersgruppene er dette den nest høyeste tettheten som er registrert. Det er ingen tendens til at høy tetthet av årsyngel gir høy tetthet av eldre lakseunger i de påfølgende årene (**figur 4**). Siden 1996 er det registrert laks på samtlige stasjoner i den lakseførende delen av hovedvassdraget (**vedleggstabell B1**).

På den lakseførende strekningen har tettheten av ensomrig aure variert mye i hele perioden. Det har ikke vært noen markerte trender mot økt eller redusert tetthet. I 2013 ble det i gjennomsnitt fanget 26 ensomrig aure pr. 100 m², mens det ble fanget 9 eldre aure per 100 m² (**figur 4**). Det har vært en reduksjon i tetthetene av eldre aure i perioden



Figur 4. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med 95 % konfidensintervall) for de 5 elektrofiskestasjonene i hovedløpet i Yndesdalsvassdraget siden 1991.

1992–1997. Fra 1997 til 2002 var tettheten av eldre aure rundt 15 per 100 m², deretter avtok tettheten noe igjen og har vært rundt 10 eldre aureunger per 100 m² siden 2003 (**figur 4**). Siden laks og aure er konkurrenter, er det å forvente at tettheten av eldre aure reduseres, når tettheten av eldre laks har økt.

Den samlede tettheten av eldre fiskeunger var noe høyere før kalking enn etter, dette kan indikere at aurens produksjon i vassdraget ikke var begrenset av vannkvaliteten før kalkingen startet.

Det har vært en redusert tetthet av eldre aureunger etter avsluttet kalking i Yndesdalsvatnet i 2003, uten at tettheten av eldre lakseunger har økt. Tettheten av eldre aure er på et nivå som sikrer rekrutteringen til en livskraftig bestand av sjøaure.

3.1.2 Ungfisktettheter i anadrom sideelv

På stasjon 6 nederst i Markusdalselva er det før 2011 bare rapportert fangst av aure. I 2011 ble det for første gang rapportert fanget tre eldre lakseunger. I 2013 ble det fanget en årsyngel og 16 eldre lakseunger. Fangsten av aureunger har normalt variert mye mellom år, i 2013 var tettheten av årsyngel og eldre aureunger hhv. 63 og 8 per 100 m². Av årsyngel er dette en av de høyeste registrerte tetthetene, mens det for eldre aureunger er mer som gjennomsnittet.

3.1.3 Tettheter av aure oppstrøms lakseførende strekning (st. 7–9)

Tetthetene av ungfisk på stasjonene 7 – 9 i perioden 1991 til 2013 har variert mye mellom år. I 2013 var tettheten av ensomrig aure lav på stasjon 7, i innløp til Kvamsdalsvatnet, men for eldre aureunger var tettheten høy. I innløp

Tabell 2. Antall fisk av ulike arter fanget per stasjon og bestandstetthet ($\pm$ 95 % konfidensintervall) av laks og aure på ulike stasjoner i Yndesdalsvassdraget høsten 2013.

Stasjon	Areal	Antall fisk					Laks N/100 m ²		Aure N/100 m ²	
	m ²	Laks	Aure	Ål	Røye	St.sild	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	68	57	1	15	4	30,0	40,6	45,3	21,3
2	98	75	26				56,2	31,8	22,2	6,7
3	100	111	21	2			103,8	22,7	17,8	4,0
4	100	57	18	4			56,0	10,1	17,1	5,2
5	69	23	25	2			8,7	25,8	30,9	11,6
Sum	467	334	147							
Tetthet 1							52,9 (5,3)	26,1 (0,7)	26,0 (3,3)	9,3 (1,4)
Tetthet 2							50,9 (31,2)	26,2 (9,9)	26,7 (10,3)	9,8 (6,2)
6	100	17	38				1	23,4	63,0	7,6
7	100	0	32				-	-	6,5	36,5
8	100	0	62				-	-	20,8	47,9
9	100	0	61				-	-	98,0	31,2

Yndesdalsvatnet (st. 8) var tettheten av årsyngel noe over gjennomsnittet, mens tettheten av eldre aureunger var den nest høyeste som er registrert. (tabell 2). I Tangedalselva (st.9) ble det ikke fanget aure i 1991 – 1993, i 2013 var tettheten av årsyngel 98 per 100 m², som er den høyeste tettheten som er registrert siden 1994. Tettheten av eldre aure var 31,2 per 100 m², som er tredje høyeste registrering. Samlet viser resultatene at alle de undersøkte elvepartiene har livskraftige aurebestander (tabell 2).

3.2 Fangststatistikk

Den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget går tilbake til 1897. Det er ikke blitt skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1999. Statistikken før 1993 er svært mangelfull, men viser at de innrapporterte fangstene var relativt lave. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert før 1993, var på 894 kilo i 1954. For år med innrapporterte fangster var gjennomsnittlig fangst i perioden 1897–1992 på 187 kilo. Tilsvarende var gjennomsnittlig fangst av aure og laks på 340 kilo i perioden 1993–2013. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert i vassdraget var 1053 kilo i 2005.

Det finnes ingen data på fangster av laks i den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1999. I 1999 ble det åpnet for et fiske etter oppdrettslaks, mens det fra og med høsten 2003 også har vært tillatt å fiske etter villaks. I 2013 ble det fanget 35 laks og 144 aure. For laks er dette ca. halvparten av snittet siden 2000, mens det for aure er ca. 70 % av snittet siden 1993.

Av totalt 522 laks undersøkt i perioden hvor det både har vært fiske etter oppdrettslaks og villaks (2003–2013), var 72 av laksene rømt oppdrettslaks, dvs. et innslag på ca. 14 %. Det laveste innslaget ble registrert i 2013 med 0 % oppdrettslaks (Kurt Urdal pers. medd.).

4. Bunndyr

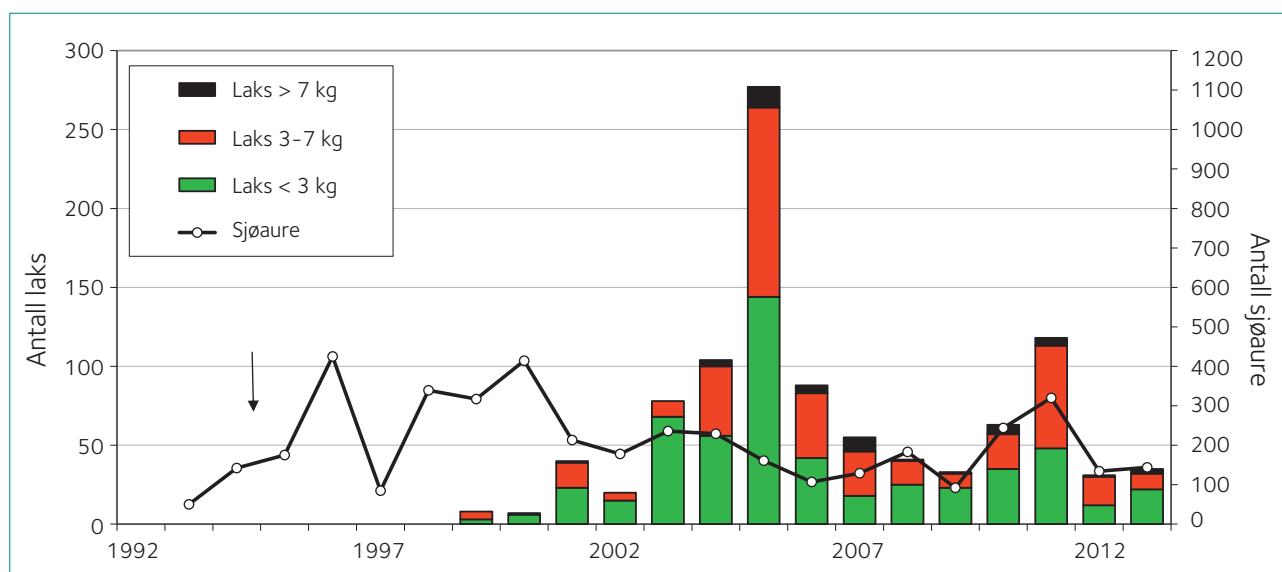
Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)

Medarbeidere: Steinar Kålås (Rådgivende Biologer AS) og Mats Uppman, Pelagia Miljøkonsult AB

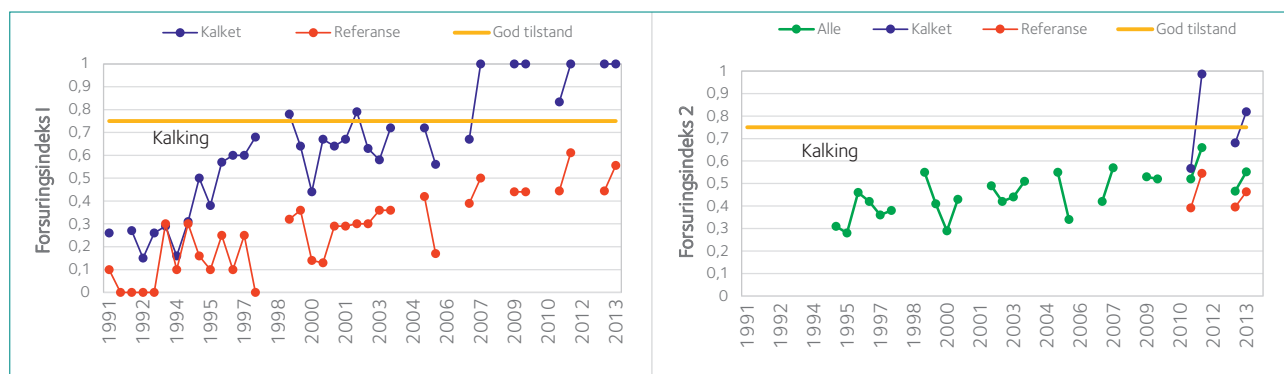
Yndesdalsvassdraget har vært overvåket med hensyn på bunndyr siden våren/sommeren 1991. Vassdraget ble undersøkt under SNSF-prosjektet i perioden 1975 – 1980 og senere i forbindelse med 10-års vernede vassdrag, 1000-sjøersundersøkelsene og tålegrenseprosjektet (Haaland og Raddum 1981, Henriksen mfl. 1989, Lien mfl. 1991). Stasjonsnettet opprettet for overvåking av kalkingen inkluderer flere av de tidligere undersøkte lokalitetene (figur 1). Innsamlingen av prøver har foregått hovedsakelig hvert år frem til 2003, med unntak av 1998. Etter 2003 er prøvene samlet inn annen hvert år. Fra og med 2007 er lokaliteter i littoralen i Yndesdalsvatnet (st. 3) og Sleirevatnet (st. 14) tatt ut av overvåkingen.

Totalt ble det registrert 14 forsureningsensitive arter, en mer enn i 2011. Av de sensitive døgnfluene ble den svært sensitive arten *Caenis horaria* registrert på stasjon 11 (kalket) våren 2013. Den sensitive døgnfluene *Baetis rhodani* ble funnet i den ukalkede innløpselven til Yndesdalsvatnet (st. 1), og i bekk fra Steinsdalen (st 5) og i de tre kalkpåvirkede lokalitetene (st 11, 15 og 17) om høsten. Om våren ble *Baetis rhodani* påvist på st. 1, 11, 15 og 17, også ett individ av den moderat sensitive døgnfluen *Siphonurus* sp. ble påvist i Yndesdalsvatnet (st. 4).

Med unntak av ovenfor nevnte st. 1 er bunndyrsamfunnet på alle de ukalkede elvestasjonene påvirket av sur nedbør, og indeks 1 har verdien 0 eller 0,5 på alle de andre ukalkede stasjonene om våren.



Figur 5. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Yndesdalsvassdraget i siden 1992 fangsten inkluderer både avlivet og gjenutsatt fisk (<http://www.ssb.no/>).



Figur 6. Gjennomsnittet av forsuringsindeks 1 og 2 for kalkede (blå) og ukalkede lokaliteter (rød) i overvåkingen. Fram til 2010 ble det ikke skilt mellom kalkede og ukalkede lokaliteter for forsuringsindeks 2 (grønn).

Det har vært en generell økning i forsuringsindeks i både på kalkete og ukalkete stasjoner siden begynnelsen på 1990-tallet. For både vår og høstprøvene var forsuringsindeks 1 i 2013 blant de høyeste som er målt for ukalkede lokaliteter siden målingene startet opp.

Gjenforsuringen etter at kalkingen av Yndesdalsvatnet ble stoppet, har ført til at *Baetis rhodani* har forsvunnet fra elvestrekningen mellom vannet og kalkdosereren. Arten var sporadisk tilstede på to av lokalitetene, da Yndesdalsvatnet ble kalket. Den gjennomsnittlige verdien av Indeks 1 fra høstprøvene på de tre kalkpåvirkede lokalitetene (st. 6, 7 og 9) i Yndesdalselva falt markert fra 2003 til 2005, økte til 2007, men ble noe redusert til 2009 og holdt nivået i 2011 og 2013.

5. Vannvegetasjon

Forfattere: Per G. Ihlen og Bjart Are Hellen (RB)
Medarbeider Øivind Løvstad (Limno-Consult)

Vannvegetasjon ble inkorporert i den første ordinære runden med kalkingsovervåking som fant sted i 2001, da det endelige stasjonsnettet ble etablert. Deretter ble begroingsalger undersøkt i 2006, 2008 og 2010, 2011 og i 2013. Totalt 8 elvelokaliteter er undersøkt for begroingsalger og 5 innsjølokaliteter er undersøkt for makrovegetasjon (figur 1).

5.1 Begroingsalger

Undersøkelsen av begroingsalger i ble utført etter samme metode som i 2011, noe som avviker noe fra tidligere år, og det er fokusert på økologisk status og inkludert virkning av forhold som eutrofiering på sammensetning av begroingsalger. Både blågrønnbakterier, kiselalger og også grønnalger inngår i materialet for 2013.

Typisk for alle stedene var at det ble funnet alger som kjennetegner lett sure lokaliteter, mens den mest vanlige forekommende arten, blågrønnbakterien *Stigonema mamillosum*, forekommer over et vidt spekter av pH-verdier, selv om den også er en typisk art for mer næringsfattige forhold. Arten er lett å identifisere, og det er generelt god sammenheng mellom forekomstene i 2011 og 2013. Mens den i 2010

bare var vanlig i innløpet til Kvanndalsvatnet (KVA), samt at den ble observert i utløpet av Langavatnet (LAU). I 2011 var denne arten vanlig på fire av stasjonene, og observert på ytterligere to stasjoner, i 2013 ble den observert på de samme stasjonene som i 2011 (Vedlegg E1). *Stigonema mamillosum* har en PIT indeks på 6,25, noe som indikerer moderat tilstand i forhold til forsuring.

Av kiselalger ble bare *Eunotia* spp. og *Tabellaria flocculosa* påvist, dette er svært forskjellig fra 2011, men er relativt likt 2010, da *Tabellaria flocculosa* var den eneste kiselalgen som ble påvist.

Grønnalgen, *Oedogonium* (<20 µm) har en PIT indeks på 7,09, som gir god tilstand, arten ble påvist i innløpet til Yndesdalsvatnet (YNI) og i utløpet av Sleirevatnet (SLU).

Både i Markhusdalsbekken (MAR) og i utløp Sleirsvatnet (SLU) ble det, som i 2011, funnet flere ulike blågrønnbakterier i 2013. Sammensetning er noe forskjellig mellom 2011 og 2013, men forekomsten er svært forskjellig fra 2010, da det bl.a. ikke ble funnet blågrønnalger i Markhusdalsbekken.

5.2 Makrovegetasjon

Makrovegetasjonssammfunnet var i 2013 noe forandret fra undersøkelsen i 2011. Elvetrappemose *Nardia compressa* er en art som trives i surt vann og den dominerte i 2013, som i 2011, både i Botnabekken (BOT) og i Markusdalsbekken (MAR), mens den ikke ble påvist i Kvanndalsvatnet (KVA) der den dominerte i 2011. I Kvanndalsvatnet hadde Buttråmose og Vrangklomose kommet til som nye arter, den første som vanlig. Også i utløpet av Yndesdalsvatnet (YNU) utgjorde den en betydelig del av mosesamfunnet (vedlegg E2). I Markusdalsbekken hadde Mattehutre (*Marsupella emarginata*) blitt mer vanlig og Buttgråmose (*Racomitrium aciculare*) og Bekketvebladmose (*Scapania undulata*) hadde kommet til siden 2010. I utløpselven fra Markusdalsbekken hadde Rødmesigmose dukket opp fra i 2010 til 2011, men denne var borte igjen i 2013. På den øverste stasjonen (YNI) var Duskelvmose (*Fontinalis dalecarlica*), Klobekkmose (*Hygrohypnum ochraceum*) og Bekketvebladmose (*Scapania undulata*) de eneste moseartene, alle i hyppige forekomster. Bjørnemose

(*Polytrichum* sp.), som kom inn som ny art i 2011 var ikke lenger å finne. Det var generelt en liten nedgang i variasjonen i mosesamfunnet i elvelokalitetene, og ti artsforekomster fra 2011 ble ikke påvist samme sted i 2013.

I Yndesdalsvatn (YNR) hadde Kjølélvmose (*Fontinalis anti-pyretica*) holdt seg på samme nivå som i perioden 2008 til 2011, noe som betyr at de svært tette bestandene som fantes i 2001 og 2006 er redusert. Tettheten til de typiske artene for lett sure innsjøer (Stivt brasmegrass (*Isoetes lacustris*), Botnegras (*Lobelia dortmanna*) og Flotgras (*Sparganium angustifolium*)) var stabil i forhold til i 2010 og 2011.

Bjørnemose som sammenlignet med i 2010 hadde dukket opp i utløpet av Yndesdalsvatnet (YNU) og i Birklandsvatnet (BYR) i 2011, var borte i Birklandsvatnet i 2013. Mattehutre hadde også forsvunnet fra Birklandsvatnet i 2013. Elvetrapmose (*Nardia compressa*) som har vært i Yndesdalsvatnet i 2010 og 2011 var borte i 2013. I Sleirevatnet (SLE1) ble tre arter som var vanlig i 2011 ikke påvist i 2013 (Tjønngress (*Littorella uniflora*), Dikevasshår (*Callitriche stagnalis*) og Gul nøkkerose (*Nuphar lutea*). Gul nøkkerose forsvant fra den andre stasjonen i Sleirevatnet i 2011. Klovasshår som var vanlig i Birklandsvatnet (BYR) i 2011, ble ikke påvist i 2013. I Innsjølokalitetene hadde det forsvunnet ti enkeltforekomster av arter, mens det var bare tre som var kommet til fra 2011 til 2013. Av de forsuringsfølsomme artene Klovasshår, Tusenblad, Storblererot, Kjølélvmose, Duskelvmose, Klobekkmose var det bare ubetydelige endringer i forhold til i 2011.

6. Samlet vurdering

6.1 Vannkjemi

Tidligere kalking av Yndesdalsvatnet fram til 2004 har ikke lenger noen merkbar effekt på vannkvaliteten i vassdraget nedenfor. Det ble registrert sjøsaltepisode ved alle målingene i februar, mars og april ved Yndesdalsvatnet, Botnabekken, Sleirevatnet og Frøyset. I tillegg var det registrert sjøsaltepisode i mai ved Yndesdalsvatnet og Botnabekken. I en kort periode i mars og i desember var pH under pH-målet ved Frøyset. Konsentrasjonen av labilt aluminium var stort sett over 10 µg/l i perioden 20. april til slutten av juni ved Frøyset, men aldri høyere enn 13 µg/l. I utløpet av Sleirevatnet var konsentrasjonen av giftig aluminium ikke over 10 µg/l i smoltutvandringssperioden. Det var en episode med lav kalkdosering i januar, pH ble da registrert til 5,6 nedstrøms doseringen og kalsiumkonsentrasjonen falt til 0,4 mg/l.

I de ukalkete delene av vassdraget synes vannkvaliteten i Yndesdalsvatnet å ha stabilisert seg siden 2007, og var i 2013 på samme pH-nivå som i 2011 og 2012, men litt lavere enn i 2010. Den sure Botnabekken hadde gjennomsnittlig pH på 5,1, som er litt lavere enn i 2010 og 2012, men likevel tredje største årssnittet som er registrert. Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium var 32 µg/l i 2013, noe som er høyeste registrering siden 2009. Gjennomsnittlig ANC var 4 µekv/l. Dette er laveste verdi siden 2008 i Botnabekken.

6.2 Fisk

I perioden 1991–1995 ble det bare sporadisk påvist ungfisk av laks. I årene 1996–1998 var det markert økning i ungfiskbestanden av laks, og siden 1996 er det registrert laks på samtlige stasjoner i den lakseførende delen av hovedvassdraget. Tettheten av eldre lakseunger har stort sett vært mellom 12 og 24 per 100 m² siden 1997, men var 26 per 100 m² i 2013 som er nest høyeste registrering. I motsetning til tetthetene av laks har tetthetene av aure vist en nedgang i overvåkingsperioden. I perioden 1997–2002 var tetthetene av eldre aure relativt stabile rundt 15 individer pr. 100 m², mens tettheten siden 2003 har vært rundt 10 per 100 m².

Resultatene tyder på en redusert rekruttering av sjøaure i overvåkingsperioden, mens rekrutteringen av laks har økt. Fangststatistikken i Yndesdalsvassdraget viser at fangstene av sjøaure gikk noe ned fra perioden 1993–2001 til perioden 2002–2009, da den har vært svært stabil. I 2010 og 2012 økte fangstene, men de to siste årene var sjøaurefangstene tilbake på nivået fra perioden fram til 2009. Det har vært tilfått med fiske etter oppdrettslaks fra 1999, og fiske etter villaks fra og med høsten 2003. I 2013 ble det fanget 35 laks og 144 aure. For laks er dette ca. halvparten av snittet siden 2000. Fangsten inkluderer også oppdrettslaks, og innslaget i perioden 2003–2013 har vært på ca. 14 % i sportsfiskefangstene. Andelen har vært avtagende de siste årene, og det ble ikke registrert rømt oppdrettslaks i skjellmaterialet i sportsfiskefangstene i 2013 (Urdal 2014).

Det har vært en gjennomsnittlig sannsynlighet på 58 % for at gytebestandsmålet har vært oppnådd i perioden 2009–2012, mens gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse av gytebestandsmålet har vært 81 % i samme periode. I 2011 og 2012 var det god gytebestandsoppnåelse (Anon 2013). Tidligere undersøkelser har vist at laksen bruker alle de tre innsjøene på lakseførende strekning (Sleirevatnet, Langa- vatnet og Lauveidvatnet) som oppvekstområder. Innsjøene utgjør et relativt stort areal på den lakseførende strekningen i Yndesdalsvassdraget, og det er derfor trolig at laks som vokser opp i innsjøene gir et betydelig bidrag til den totale smoltproduksjonen i vassdraget. Samlet viser resultatene fra overvåkingen at det var en betydelig økt utgang av laksesmolt fra Yndesdalsvassdraget fra og med 1998–1999. Dette gav en økning i fangstene fra begynnelsen av 2000-tallet, siden har fangstene variert mye, og har med unntak av i 2005 og 2011 vært på samme nivå som i 2001, da det bare ble fisket etter oppdrettslaks.

Det ble for første gang rapportert årsyngel av laks nederst i Markusdalselva i 2013, tettheten av eldre fiskeunger var også høyere enn det som er rapportert tidligere. På stasjonene for elektrisk fiske oppstrøms den lakseførende strekningen har tetthetene av aure variert mye mellom år, men ved de fleste registreringene har det vært relativt høye tettheter. Samlet viser resultatene at alle de undersøkte elvepartiene per i dag har livskraftige aurebestander. I Tangedalselva er det mulig for laks å vandre opp, men vannkvaliteten er for dårlig for produksjon av laks.

6.3 Bunndyr

Utviklingen i bunndyrsamfunnet har vært positiv på de kalkede og ukalkede lokalitetene fram til 2009, siden har forsuringssindeks 1 flatet ut på et høyt nivå. Gjennomsnittsverdien av indeks 2 fra vårprøvene i 2013 hadde indeks 0,68, også høstprøvene viste en liten forsuringsskade og lå på 0,8 på de kalkede lokalitetene. For hele vassdraget var forsuringssindeks 2 litt ned om våren i forhold til de siste årene, men hadde den tredje høyeste verdien som er målt om høsten.

For de ukalkede lokalitetene var indeks 1 den høyeste som er registrert om våren og nest høyest om høsten, men indeksen er som vanlig noe lavere om våren enn om høsten. Bunndyrene indikerer fortsatt forsuringsskade på disse lokalitetene.

6.4 Vannvegetasjon

Undersøkelsen av begroingsalger er sammenlignbare med 2011, og det er fokusert på økologisk tilstand og inkludert virkning av forhold som eutrofiering på sammensetning av begroingsalgene. Både blågrønnbakterier, kiselalger og også grønnalger inngår i materialet for 2013.

Den mest vanlige forekommende arten var blågrønnbakterien *Stigonema mammosum*, som gir moderat tilstand i forhold til forsuring. I de lokalitetene denne arten ikke ble påvist var Grønnalgen, *Oedogonium* til stede, arten tilsvarer god tilstand.

Det var generelt en liten nedgang i variasjonen i mosesamfunnet på elvelokalitetene, og ti artsforekomster fra 2011 ble ikke påvist samme sted i 2013. Av de forsuringfølsomme artene Kjølelmose, Duskelvmose, Klobekkmose var det bare ubetydelige endringer i forhold til i 2011.

I innsjølokalitetene var det størst endring i Sleirevatnet (SLE1) der tre arter som var vanlig i 2011 ikke påvist i 2013, den ene arten, gul nøkkerose, forsvant fra den andre stasjonen i Sleirevatnet i 2011. Klovasshår som var vanlig i Birklandsvatnet (BYR) i 2011, ble ikke påvist i 2011. I innsjølokalitetene hadde det forsvunnet ti enkeltforekomster av arter, mens det var bare tre som var kommet til fra 2011 til 2013. Av de forsuringfølsomme artene Klovasshår, Tusenblad, Storblærerot, var det bare ubetydelige endringer i forhold til i 2011.

6.5 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkjemidata indikerer at forsuring fortsatt er et relativt stort problem i vassdraget, selv om vannkvaliteten har blitt litt bedre de siste 10 årene. Kalkingen greide stort sett å holde pH-målet nederst i vassdraget, selv om konsentrasjonen av giftig aluminium var litt over grensen i det meste av smoltutvandringsperioden. Det var en episode med markert lav kalkdosering i januar, og en episode med høy kalkdosering i begynnelsen av april, som så ut til å gi «unødvendig» høy pH i målområdet på forsommeren. Utover dette så kalkingen ut til å ha fungert stort sett godt i 2013. Fortsatt kalking er nødvendig for å sikre god vannkvalitet for laks i vassdraget.

7. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt

Undersøkte lokaliteter i Yndesdalsvassdraget med UTM referanser.

Type	St. kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	5	Utløp Sleirvatnet	294 304	6 754 751	
Vannkjemi	6	Frøyset (målomr)	294 186	6 753 746	
Vannkjemi	4a	Logen nedstr dos	297 131	6 753 148	
Vannkjemi	4	Ostavatn oppstr dos	297 539	6 753 150	Flaskepr./pH-logger
Vannkjemi	2	Yndesdalsvatn utløp	301 313	6 759 788	Referanse
Vannkjemi	13	Botnabekken	299 512	6 757 722	Referanse
Vannkjemi	a	Målområde, over Tangedal	294 271	6 754 374	pH-logger
Vannkjemi	b	Målområde, ned Tangedal	294 242	6 754 173	pH-logger
Vannkjemi	c	Tangedalsbekken	294 194	6 754 333	Referanse- logger

Type	St. kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Fisk	1	Ved utløp til sjø	294 180	6 753 892	
Fisk	2	Nedstrøms fisketrapp	294 232	6 754 188	
Fisk	3	Utløp Sleirvatnet	294 289	6 754 576	
Fisk	4	Utløp Langevatnet	295 962	6 755 390	
Fisk	5	Innløp Langevatnet	296 338	6 754 450	
Fisk	6	Markhusdalsbekken	295 630	6 755 784	
Fisk	7	Kvamsdalsbekken	299 842	6 756 052	
Fisk	8	Yndesdalsbekken	305 753	6 762 114	
Fisk	9	Tangedalsbekken	293 470	6 754 736	
Bunndyr	1	Øyrelva	305 764	6 762 127	
Bunndyr	2	Kvernhuselva	304 201	6 762 066	
Bunndyr	4	Yndesdalsvatn	301 983	6 760 492	
Bunndyr	5	Bekk fra Steinsdalen	301 339	6 759 973	
Bunndyr	6	Utløp Yndesdalsvatn	301 320	6 759 798	
Bunndyr	7	Yndesdalselva v. fiskebu	300 569	6 758 991	
Bunndyr	8	Bekk fra Botnatjønn	299 500	6 757 737	
Bunndyr	9	Yndesdalselva v. Kvamsdalen	299 849	6 756 064	
Bunndyr	11	Yndesdalselva v. Lauveid	296 533	6 754 195	
Bunndyr	15	Yndesdalselva v. utløp Sleirevatn	294 294	6 754 584	
Bunndyr	16	Tangedalselva	293 693	6 754 477	
Bunndyr	17	Yndesdalselva v. utløp	294 198	6 753 882	
Vannvegetasjon	BOT	Botnabekken	299 974	6 757 590	
Vannvegetasjon	BYR	Byrkelandsvatn v innløp	299468	6757734	
Vannvegetasjon	KVA	Kvamdalsvatn, innløp	299801	6756022	
Vannvegetasjon	LAN	Langevatn	296246	6754979	
Vannvegetasjon	LAU	Utløp Lngavatnet	295971	6755438	
Vannvegetasjon	MAR	Markhusdalsbekke	295766	6755746	
Vannvegetasjon	NLA	Nedstrøms Lauveidvatnet	296623	6754107	
Vannvegetasjon	SLE1	Sleirevatn 1	294514	6755521	
Vannvegetasjon	SLE2	Sleirevatn 2	294577	6755532	
Vannvegetasjon	SLU	Utløp Sleirvatnet	294285	6754811	
Vannvegetasjon	YNI	Innløp Yndesdalsvatnet	305695	6762091	
Vannvegetasjon	YNR	Yndesdalsvatn ved Rophaug	301911	6760388	
Vannvegetasjon	YNU	Yndesdalsvatn ved utløp Straume	301303	6759772	

7.1 Vedlegg B. Primærdata Yndesdalsvassdraget 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

Vedlegg B1. Yndesdalsvassdraget 2013, vannkjemiske analyseresultat, prøvene er analysert av NIVA.

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	Al/R	Al/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Yndesdals-vatn utløp (5)	07.01.2013	2,13	5,35	0,026	0,26	0,29	2,4	0,16	0,94	4,26	45	43	28	15	1,6	2,4	6	150
	04.02.2013	2,67	5,28	0,03	0,28	0,37	2,94	0,25	1,1	5,41	58	43	26	17	1,6	-1,0	6	170
	04.03.2013	2,82	5,25	0,027	0,309	0,4	3,19	0,28	1,21	5,89	95	42	23	19	1,5	-3,9	9	260
	01.04.2013	2,91	5,42	0,028	0,374	0,43	3,45	0,3	1,38	6,28	69	41	24	17	1,3	1,0	6	185
	06.05.2013	2,69	5,2	0,024	0,256	0,36	2,91	0,44	1,16	5,33	71	51	33	18	1,8	0,7	3	170
	03.06.2013	2,15	5,59	0,03	0,258	0,3	2,39	0,27	0,98	4,11	75	37	23	14	1,4	6,7	5	195
	01.07.2013	1,85	5,77	0,036	0,254	0,26	2,18	0,26	0,96	3,57	58	45	31	14	2,1	10,7	5	200
	05.08.2013	1,64	5,67	0,032	0,208	0,23	1,91	0,2	0,95	2,9	59	58	48	10	2,9	11,7	5	215
	02.09.2013	1,45	5,64	0,04	0,215	0,19	1,7	0,16	0,9	2,4	44	60	54	6	3,2	14,8	5	220
	08.10.2013	1,66	5,77	0,039	0,248	0,24	1,92	0,21	0,9	2,98	59	51	38	13	2,8	14,0	6	295
	04.11.2013	1,49	5,69	0,032	0,209	0,21	1,71	0,23	0,82	2,61	49	51	45	6	2,5	13,8	9	210
	02.12.2013	1,91	5,65	0,03	0,258	0,26	2,18	0,24	0,9	3,72	64	42	31	11	1,7	7,0	7	175
	Snitt	2,11	5,52	0,03	0,26	0,30	2,41	0,25	1,02	4,12	62,2	47,0	33,7	13,3	2,0	6,5	6,0	203,8
	Min	1,45	5,2	0,024	0,208	0,19	1,7	0,16	0,82	2,4	44	37	23	6	1,3	-3,9	3	150
	Maks	2,91	5,77	0,04	0,374	0,43	3,45	0,44	1,38	6,28	95	60	54	19	3,2	14,8	9	295
	Antall	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Botnane (ref) (13)	07.01.2013	2,27	4,97	0,017	0,16	0,27	2,3	0,14	0,94	4,05	41	51	39	12	2,3	-2,9	4	170
	04.02.2013	3,37	5,03	0,024	0,247	0,47	3,62	0,25	1,24	6,91	65	42	22	20	1,3	-10,5	1	139
	04.03.2013	3,33	4,96	0,02	0,289	0,45	3,58	0,24	1,4	6,69	67	62	39	23	2,2	-9,3	6	165
	01.04.2013	3,1	5,22	0,025	0,346	0,44	3,54	0,27	1,47	6,42	115	51	27	24	1,6	-5,6	2	185
	06.05.2013	2,68	5,1	0,022	0,186	0,34	2,85	0,4	1,1	5,2	63	60	37	23	2,1	-2,6	2	160
	03.06.2013	1,99	5,38	0,03	0,17	0,25	2,32	0,25	1,01	3,6	35	50	38	12	2,5	11,3	3	185
	01.07.2013	1,66	5,31	0,032	0,15	0,21	2,01	0,08	0,89	2,4	21	108	87	21	6,4	26,5	3	225
	05.08.2013	1,54	5,12	0,024	0,12	0,17	1,69	0,06	0,83	1,82	26	122	110	12	7,7	24,5	3	255
	02.09.2013	1,9	5,05	0,02	0,16	0,24	2,05	0,06	0,83	3,11	16	99	90	9	5,9	12,3	0	200
	07.10.2013	1,67	5,04	0,022	0,13	0,19	1,68	0,14	0,78	2,34	20	81	84	-3	6,5	15,1	4	255
	04.11.2013	1,81	5,14	0,022	0,15	0,23	1,91	0,13	0,89	3,16	44	57	47	10	2,6	2,0	1	142
	02.12.2013	2,94	4,96	0,017	0,259	0,44	2,9	0,16	1,04	5,92	67	62	30	32	1,7	-14,1	2	132
	Snitt	2,36	5,11	0,02	0,20	0,31	2,54	0,18	1,04	4,30	48,3	70,4	54,2	16,3	3,6	3,9	2,6	184,4
	Min	1,54	4,96	0,017	0,12	0,17	1,68	0,06	0,78	1,82	16	42	22	-3	1,3	-14,1	0	132
	Maks	3,37	5,38	0,032	0,346	0,47	3,62	0,4	1,47	6,91	115	122	110	32	7,7	26,5	6	255
	Antall	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Sleirevatn utl. (5)	07.01.2013	2,24	6,18	0,048	0,829	0,29	2,48	0,16	0,99	4,25	43	44	40	4	2,4	33,6	5	155
	04.02.2013	2,82	6,22	0,058	0,949	0,39	3,11	0,23	1,14	5,63	57	43	34	9	2	34,0	5	200
	04.03.2013	3,07	6,14	0,052	0,993	0,44	3,46	0,26	1,32	6,49	82	46	41	5	1,8	26,5	8	175
	01.04.2013	3,19	6,26	0,064	1,29	0,43	3,48	0,25	1,35	6,71	76	43	37	6	1,9	34,7	4	180
	06.05.2013	2,66	6,4	0,062	1,03	0,35	2,89	0,29	1,09	5,06	71	47	37	10	2	42,8	4	210
	03.06.2013	2,66	6,7	0,084	1,41	0,32	2,68	0,31	1,09	4,64	57	41	33	8	2	63,5	3	205
	01.07.2013	2,47	6,69	0,083	1,35	0,29	2,51	0,26	1,06	4,12	35	37	31	6	2,4	66,3	3	180
	05.08.2013	1,85	6,32	0,058	0,821	0,22	2,04	0,16	1,07	2,73	45	85	80	5	5	49,4	6	260
	02.09.2013	1,74	6,17	0,057	0,712	0,2	1,95	0,15	0,99	2,63	46	77	77	0	4,9	42,6	5	230
	08.10.2013	1,75	6,06	0,052	0,661	0,23	2,04	0,16	0,99	2,7	43	88	76	12	5	44,9	6	245
	04.11.2013	1,7	6,22	0,05	0,73	0,22	1,83	0,19	0,88	2,71	43	64	59	5	3,6	41,2	3	205
	02.12.2013	2,14	6,27	0,05	0,825	0,28	2,32	0,22	0,95	4,12	61	49	43	6	2,4	30,4	6	165
	Snitt	2,36	6,30	0,06	0,97	0,31	2,57	0,22	1,08	4,32	54,9	55,3	49,0	6,3	3,0	42,5	4,8	200,8
	Min	1,7	6,06	0,048	0,661	0,2	1,83	0,15	0,88	2,63	35	37	31	0	1,8	26,5	3	155
	Maks	3,19	6,7	0,084	1,41	0,44	3,48	0,31	1,35	6,71	82	88	80	12	5	66,3	8	260
	Antall	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Ostavatn oppstr dos (4)	07.01.2013	2,15	5,23		0,26													
	21.01.2013	2,33	5,41		0,28													
	04.02.2013	2,98	5,29		0,33													
	18.02.2013	2,46	4,93		0,19													
	25.02.2013	3,29	5,2		0,32													
	04.03.2013	3,15	5,3		0,392													
	11.03.2013	3,13	5,24		0,384													
	18.03.2013	3,09	5,36		0,413													
	01.04.2013	2,59	5,28		0,32													
	08.04.2013	2,58	5,34		0,32													
	15.04.2013	2,67	5,38		0,368													
	22.04.2013	2,46	5,33		0,31													
	29.04.2013	2,44	5,51		0,341													
	06.05.2013	2,4	5,48		0,32													
	13.05.2013	2,4	5,37		0,28													
	20.05.2013	2,32	5,42		0,28													
	27.05.2013	2,25	5,42		0,29													
	10.06.2013	2,17	5,85		0,29													
	24.06.2013	5,16	5,81		0,29													
	01.07.2013	2,05	5,78		0,3													
	22.07.2013	1,71	5,68		0,24													
	05.08.2013	1,68	5,56		0,23													
	19.08.2013	1,63	5,52		0,27													
	02.09.2013	1,59	5,52		0,25													
	16.09.2013	1,65	5,48		0,25													
	30.09.2013	1,61	5,54		0,23													
	14.10.2013	1,55	5,49		0,23													
	28.10.2013	1,68	5,76		0,466													
	11.11.2013	1,68	5,53		0,22													
	25.11.2013	1,99	5,42		0,24													
	09.12.2013	2,2	5,33		0,29													
	23.12.2013	2,6	5,34		0,406													
	Snitt	2,36	5,44		0,30													
	Min	1,55	4,93		0,19													
	Maks	5,16	5,85		0,466													
	Antall	32	32		32													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Logen nedstr dos (4a)	07.01.2013	2,08	5,56		0,396													
	21.01.2013	2,48	6,57		1,32													
	04.02.2013	2,91	6,4		1,03													
	18.02.2013	3,55	6,74		1,78													
	25.02.2013	3,4	6,6		1,52													
	04.03.2013	3,35	6,62		1,64													
	11.03.2013	3,39	6,7		1,7													
	18.03.2013	4,15	7,2		3,02													
	01.04.2013	5,09	8,46		5,73													
	08.04.2013	5,28	8,82		6,67													
	15.04.2013	2,98	6,62		1,57													
	22.04.2013	2,69	6,57		1,28													
	29.04.2013	2,67	6,57		1,17													
	06.05.2013	2,7	6,61		1,32													
	13.05.2013	2,75	6,72		1,55													
	20.05.2013	2,7	6,67		1,49													
	27.05.2013	2,64	6,78		1,49													
	10.06.2013	2,68	6,86		1,62													
	24.06.2013	2,68	6,93		1,68													
	01.07.2013	2,33	6,62		1,21													
	22.07.2013	2,2	6,78		1,51													
	05.08.2013	1,92	6,46		0,933													
	19.08.2013	1,65	5,99		0,552													
	02.09.2013	1,69	6,09		0,715													
	16.09.2013	1,79	6,47		0,954													
	30.09.2013	1,79	6,45		0,969													
	14.10.2013	1,72	6,4		0,956													
	28.10.2013	1,77	6,42		1													
	11.11.2013	1,86	6,53		1,05													
	25.11.2013	2,15	6,46		1,08													
	09.12.2013	2,44	6,44		1,22													
	23.12.2013	2,59	6,18		0,92													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	Snitt	2,69	6,67		1,60													
	Min	1,65	5,56		0,396													
	Maks	5,28	8,82		6,67													
	Antall	32	32		32													
Frøyset (målomr (6))	07.01.2013	2,29	6,17	0,049	0,829	0,29	2,53	0,17	1,03	4,34	49	47	44	3	2,3	32,3	7	170
	21.01.2013	2,42	6,46		0,89													
	04.02.2013	3,01	6,28	0,06	1,02	0,41	3,3	0,24	1,21	6,05	64	48	43	5	2,1	33,9	4	190
	18.02.2013	3,46	6,02		0,84													
	25.02.2013	3,2	6,32		1,03													
	04.03.2013	3,12	6,18	0,055	1,03	0,45	3,48	0,26	1,34	6,52	82	47	40	7	1,9	28,8	7	170
	11.03.2013	3,14	6,36		1,13													
	18.03.2013	3,24	6,49		1,26													
	01.04.2013	3,44	6,32	0,063	1,23	0,48	3,86	0,27	1,43	7,03	79	41	34	7	1,8	42,0	4	165
	08.04.2013	3,18	6,42		1,17													
	15.04.2013	2,84	6,21	0,055	0,97							39	36	3				
	22.04.2013	2,82	6,48	0,056	1,19							40	30	10				
	29.04.2013	2,77	6,44	0,049	1,11							49	38	11				
	06.05.2013	2,69	6,4	0,06	0,93	0,35	2,92	0,29	1,11	5,13	74	49	36	13	2	36,5	4	185
	13.05.2013	2,59	6,46	0,068	1,11							48	38	10				
	20.05.2013	2,61	6,49	0,072	1,2							44	33	11				
	27.05.2013	2,65	6,61	0,077	1,33							46	36	10				
	03.06.2013	2,79	6,71	0,081	1,35	0,33	2,69	0,29	1,1	4,6	61	40	33	7	1,8	61,9	4	190
	10.06.2013	2,69	6,79		1,44													
	24.06.2013	2,65	6,75		1,49													
	01.07.2013	2,44	6,69	0,079	1,29	0,29	2,53	0,25	1,08	4,08	37	46	36	10	2,8	64,5	8	175
	08.07.2013	2,3	6,42		1,11													
	22.07.2013	2,07	6,13		0,647													
	05.08.2013	1,85	6,29	0,056	0,772	0,23	2,05	0,16	1,07	2,71	48	87	79	8	5,1	48,6	6	260
	19.08.2013	1,77	6,25		0,909													
	02.09.2013	1,79	6,16	0,049	0,727	0,23	2,06	0,15	1,04	2,74	48	83	82	1	5,2	46,3	7	250
	16.09.2013	1,76	6,2		0,784													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	30.09.2013	1,76	6,29		0,8													
	07.10.2013	1,8	6,04	0,051	0,725	0,24	2,01	0,24	0,99	2,74	63	82	84	-2	5,6	47,1	14	300
	14.10.2013	1,92	6,43		1,13													
	28.10.2013	1,76	6,27		0,859													
	04.11.2013	1,73	6,22	0,052	0,705	0,22	1,89	0,2	0,89	2,78	45	66	58	8	3,6	40,4	4	200
	11.11.2013	1,8	6,31		0,801													
	25.11.2013	2,08	6,36		0,868													
	02.12.2013	2,22	6,33	0,051	0,832	0,29	2,37	0,22	0,98	4,22	67	49	49	0	2,4	29,9	5	160
	09.12.2013	3,45	5,86		1,07													
	23.12.2013	2,72	6,03		0,856													
	Snitt	2,51	6,34	0,06	1,01	0,32	2,64	0,23	1,11	4,41	59,75	52,83	46,06	6,78	3,05	42,67	6,17	201,25
	Min	1,73	5,86	0,049	0,647	0,22	1,89	0,15	0,89	2,71	37	39	30	-2	1,8	28,8	4	160
	Maks	3,46	6,79	0,081	1,49	0,48	3,86	0,29	1,43	7,03	82	87	84	13	5,6	64,5	14	300
	Antall	37	37	18	37	12	12	12	12	12	12	18	18	18	12	12	12	12

Vedlegg C1. Fangst, tetthet og lengde for laks per stasjon i Yndesdalsvassdraget 14. og 21. oktober 2013.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr 100m ²	95 % konf int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3.omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	8,9	0+	16	11	1	28	30,0	4,5	0,60	57,7	5,2	50,0	69,0
100 m ²	17,2 µs/cm	>0+	31	7	2	40	40,6	1,8	0,76	104,4	13,2	85,0	142,0
		Sum	47	18	3	68	70,0	3,8	0,69	85,2	25,5	50,0	142,0
St. 2	9	0+	22	15	7	44	56,2	18,4	0,41	59,9	5,3	47,0	71,0
98 m ²	17,9 µs/cm	>0+	26	4	1	31	31,8	0,9	0,83	114,2	14,8	92,0	150,0
		Sum	48	19	8	75	82,0	7,7	0,60	82,3	28,8	47,0	150,0
St. 3	8,9 °C	0+	48	29	12	89	103,8	17,1	0,48	55,3	6,5	42,0	72,0
100 m ²	17,4 µs/cm	>0+	15	6	1	22	22,7	2,3	0,68	119,7	13,3	93,0	137,0
		Sum	63	35	13	111	124,8	14,6	0,52	68,1	27,1	42,0	137,0
St. 4	8,6	0+	27	11	9	47	56,0	14,2	0,46	64,4	5,3	53,0	74,0
100 m ²	17,9 µs/cm	>0+	8	2	0	10	10,1	0,5	0,82	136,6	6,1	129,0	147,0
		Sum	35	13	9	57	63,8	10,1	0,53	77,0	28,2	53,0	147,0
St. 5	8,4	0+	5	1	0	6	8,7	0,4	0,85	65,5	2,6	61,0	68,0
69 m ²	19,6 µs/cm	>0+	10	7	0	17	25,8	3,8	0,64	127,6	9,7	108,0	141,0
		Sum	15	8	0	23	34,3	3,1	0,70	111,4	29,1	61,0	141,0
St. 6	7,7	0+	0	1	0	1	1,0		0,00	42,0			
100 m ²	13 µs/cm	>0+	7	6	3	16	23,4	21,6	0,32	104,4	17,9	77,0	137,0
		Sum	7	7	3	17	25,7	25,3	0,30	100,8	23,0	42,0	137,0
St. 7	9,2	0+	0	0	0	0	0,0						
100 m ²	14,2 µs/cm	>0+	0	0	0	0	0,0						
St. 8	6,6	0+	0	0	0	0	0,0						
100 m ²	16,5 µs/cm	>0+	0	0	0	0	0,0						
St. 9	6,9	0+	0	0	0	0	0,0						
100 m ²	16,8 µs/cm	>0+	0	0	0	0	0,0						
Totalt		0+	118	68	29	215	28,7	2,9	0,49	58,8	6,9	42,0	74,0
867 m ²		>0+	97	32	7	136	16,1	0,6	0,71	114,4	16,8	77,0	150,0
		Sum	215	100	36	351	43,9	2,1	0,57	80,3	29,6	42,0	150,0

Vedlegg C2. Fangst, tetthet og lengde for aure per stasjon i Yndesdalsvassdraget 14. og 21. oktober 2013.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr 100m ²	95 % konf int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3.omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	8,9	0+	22	11	6	39	45,3	10,9	0,48	58,3	5,8	46,0	73,0
100 m ²	17,2 µs/cm	>0+	10	5	3	18	21,3	8,5	0,46	104,9	14,9	86,0	135,0
		Sum	32	16	9	57	66,6	13,8	0,48	73,0	23,8	46,0	135,0
St. 2	9	0+	12	6	2	20	22,2	4,8	0,57	62,1	6,2	50,0	73,0
98 m ²	17,9 µs/cm	>0+	4	1	1	6	6,7	2,6	0,57	132,2	32,5	102,0	186,0
		Sum	16	7	3	26	28,9	5,4	0,57	78,2	33,9	50,0	186,0
St. 3	8,9 °C	0+	10	7	0	17	17,8	2,7	0,64	66,8	6,1	56,0	77,0
100 m ²	17,4 µs/cm	>0+	4	0	0	4	4,0	0,0	1,00	123,5	49,8	82,0	192,0
		Sum	14	7	0	21	21,5	1,9	0,71	77,6	30,4	56,0	192,0
St. 4	8,6	0+	7	3	3	13	17,1	12,4	0,38	62,9	5,7	56,0	73,0
100 m ²	17,9 µs/cm	>0+	4	0	1	5	5,2	1,3	0,65	105,0	18,9	78,0	122,0
		Sum	11	3	4	18	21,3	8,5	0,46	74,6	22,0	56,0	122,0
St. 5	8,4	0+	11	3	4	18	30,9	12,3	0,46	69,4	6,1	57,0	81,0
69 m ²	19,6 µs/cm	>0+	4	2	1	7	11,6	6,0	0,50	127,7	6,1	119,0	135,0
		Sum	15	5	5	25	42,5	13,5	0,47	85,8	27,4	57,0	135,0
St. 6	7,7	0+	14	9	9	32	63,0	81,8	0,21	49,9	6,2	39,0	60,0
100 m ²	13 µs/cm	>0+	3	2	1	6	7,6	7,0	0,41	82,8	13,0	71,0	103,0
		Sum	17	11	10	38	66,9	63,4	0,24	55,1	14,3	39,0	103,0
St. 7	9,2	0+	4	1	1	6	6,5	2,6	0,57	45,7	3,1	43,0	51,0
100 m ²	14,2 µs/cm	>0+	11	11	4	26	36,5	23,4	0,34	108,5	19,1	87,0	158,0
		Sum	15	12	5	32	41,7	18,7	0,39	96,7	30,3	43,0	158,0
St. 8	6,6	0+	7	7	2	16	20,8	13,2	0,39	57,9	3,6	51,0	64,0
100 m ²	16,5 µs/cm	>0+	33	8	5	46	47,9	3,9	0,66	125,3	35,0	76,0	201,0
		Sum	40	15	7	62	66,4	6,9	0,59	107,9	42,4	51,0	201,0
St. 9	6,9	0+	15	6	12	33	98,0	249,9	0,13	53,6	6,9	41,0	67,0
100 m ²	16,8 µs/cm	>0+	16	9	3	28	31,2	6,8	0,53	143,4	43,3	80,0	263,0
		Sum	31	15	15	61	86,8	38,0	0,33	94,8	53,9	41,0	263,0
Totalt		0+	102	53	39	194	28,6	4,9	0,40	58,2	8,7	39,0	81,0
867 m ²		>0+	89	38	19	146	18,6	1,6	0,55	121,2	34,1	71,0	263,0
		Sum	191	91	58	340	46,3	4,2	0,46	85,2	38,9	39,0	263,0

Vedlegg D1. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Yndesdalsvassdraget 30.05.2013. Detaljer om stasjonene finnes i figur 1 og vedlegg 1.

Stasjon Taxa	Indeks	1	2	4	5	6	7	8	9	11	15	16	17
Nematoder – Nematoda									4				
Muslinger – <i>Pisidium</i> sp.	0,25	8		1						7	11		2
Fåbørstemark – <i>Oligochaeta</i>		8	2	11	10			1	11		6	8	
Igler – <i>Helobdella stagnalis</i>	0,5			1									
Vannmidd – <i>Hydracarina</i>		24		5					4	2			
Døgnfluer													
<i>Siphonurus</i> sp.	0,5			1									
<i>Baetis rhodani</i>	1	19								9	1		12
<i>Caenis horaria</i>	1									2			
<i>Leptophlebia marginata</i>	0					8	4						
<i>Leptophlebia vespertina</i>	0			13		10							
Steinfluer													
<i>Brachyptera risi</i>	0	54	23									2	
<i>Amphinemura</i> sp.	0		5										
<i>Amphinemura borealis</i>	0	221	4		2	2	4	55	250	69	5	18	55
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	38	43			1	16	5	10			5	1
<i>Nemoura cinerea</i>	0		8			10							
<i>Protonemura meyeri</i>	0	1	1						4				
<i>Leuctra digitata</i>	0	24	4		27		8	7	91			21	
<i>Isoperla</i> sp.	0,5							1	2	4	1		
<i>Isoperla obscura</i>	0,5											1	1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	0	6	12		8			1	5			2	1
Vårfluer													
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	16	4	1			4	1	7	9	4	4	10
<i>Oxyethira</i> sp.	0	4		1			6	1	75	2			2
<i>Hydroptila</i> sp.	0,5								1				6
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	0,5												1
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0,5									61	1	1	40
<i>Polycentropodidae</i>									8				
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	0					162	154			10	28		1
<i>Plectrocnemia</i> sp.	0		5	1	7								
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	0	15	2	5	3	11	65	11		14	8	14	9
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	0			1									
<i>Tinodes waeneri</i>	0,5			1			4			2			
<i>Apatania</i> sp.	0,5	5				1			1				1
<i>Limnephilus vittatus</i>	0			1									
<i>Potamophylax cingulatus</i>	0							1					
<i>Athripsodes cinereus</i>	0			1									
<i>Ceraclea dissimilis</i>										6	7		
<i>Mystacides azurea</i>	0			4									
Biller													
<i>Elmis aenea</i>		25						4	121				
Tovinger													
<i>Dicranota</i> sp.					1			2	3				
Simuliidae		14	213		8		60	106	53	82	19	248	29
Chironomidae		972	127	145	148	376	233	55	166	483	100	247	264
Ceratopogonidae				1	1								
Empididae									12	5	1	2	3
Muscidae									1				
Sum		1454	453	194	215	581	558	251	829	767	192	573	438
Forsuringsindeks I		1	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1
Forsuringsindeks II		0,56	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,63	0,70	0,50	0,71
Referanse/kalket		ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	kalket	kalket	ref	kalket

Vedlegg D2. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Yndesdalsvassdraget 10.10 og 14.10.2013. Detaljer om stasjonene finnes i figur 1 og vedlegg 1.

Stasjon Taxa	Indeks	1	2	4	5	6	7	8	9	11	15	16	17
Nematoder – Nematoda									4				
Muslinger – Pisidium sp.	0,25										24		
Fåbørstemark – Oligochaeta		25		25	10	1	4	5	27	3	22	9	4
Vannmidd – Hydracarina		16		8	2			1	4			9	
Døgnfluer													
<i>Baetis rhodani</i>	1	86			4					70	8		48
<i>Leptophlebia marginata</i>	0	1		9	18		17	4	1				
<i>Leptophlebia vespertina</i>	0			134	2	1		1				17	
Steinfluer													
<i>Brachyptera risi</i>	0	50	56		5			1	4			24	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	0	2			1	2	6	44	18	4	6	26	
<i>Amphinemura</i> sp.	0	148			12			22	234	11	36	8	
<i>Amphinemura borealis</i>	0										2		62
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	166	113		80		147	42	190			60	18
<i>Nemoura cinerea</i>	0		55					2					
<i>Nemurella pictetii</i>	0		9		2								
<i>Protonemura meyeri</i>	0	196	87	8				5	97	6	62	12	36
<i>Leuctra</i> sp.	0				20								1
<i>Leuctra hippopus</i>	0	28	95	8	12		1	27	41	1		45	5
<i>Leuctra nigra</i>	0		4										
<i>Diura nanseni</i>	0,5		5		6				1				
<i>Isoperla</i> sp.	0,5	9					6	9	31	8	14	36	7
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	0	19	5		1			2			5	1	3
Vårfluer													
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	1	8					3	6	2	47	9	21
Hydroptilidae									12				
<i>Oxyethira</i> sp.	0	16			29		29	7	22			10	
<i>Hydroptila</i> sp.	0,5									1			
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	0,5									2	1		9
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0,5						5		20	13	80	1	129
Polycentropodidae									9				
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	0					383	159	2	1	5	291		2
<i>Plectrocnemia</i> sp.	0		15		8			3	4	1		1	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	0	45		2	9	2	71	47	68	59	32	38	
<i>Polycentropus irroratus</i>	0			1									
<i>Cyrnus flavidus</i>	0			9									
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	0			8									
<i>Lype phaeopa</i>													1
<i>Tinodes waeneri</i>	0,5			1					1	3			
Limnephilidae			14	18				4				5	
<i>Apatania</i> sp.	0,5	3							8				
<i>Potamophylax</i> sp.		1	1										
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,5			1			7		15	2	4		
<i>Mystacides azurea</i>	0								5				
Biller													
Dytiscidae				8									
<i>Elmis aenea</i>		133			9	1		5	162				
Tovinger													
<i>Tipula</i> sp.									1			1	1
<i>Dicranomyia/Metalimnobia</i> sp.								2					
<i>Dicranota</i> sp.		1	4										
Simuliidae		9	8		4			42	8	15	18	51	4
Chironomidae		180	77	789	160	499	301	75	211	47	412	63	51
Ceratopogonidae											4		
Empididae										2		24	1
Sum		1135	556	1029	394	889	753	355	1205	255	1068	450	403
Forsuringsindeks I		1	0,5	0,5	1	0	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1
Forsuringsindeks II		0,64	0,50	0,50	0,53	0,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,57	0,50	0,88
Referanse/kalket		ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	kalket	kalket	ref	kalket

Vedlegg E1. Artsliste begroingsalger fra Yndesdalsvassdraget 30.09.2013. Detaljer om stasjonene finnes i **figur 1** og **Vedlegg A**. Forekomst av artene er angitt ved x.

	YNI	YNU	BOT	KVA	NLA	LAU	MAR	SLU
BLÅGRØNNBAKTERIER:								
Biofrilm trådf. BG					x		x	x
Stigonema mammosum		x	x	x	x	x	x	
Calothrix sp.							x	
Tolypothrix sp.								x
Schizothrix sp.							x	
Oscillatoria spp. (d= 4-8 um)				x				x
GRØNNALGER:								
Desmidiaceer					x			
Cosmarium					x			
Zygnema sp.			x				x	
Spirogyra d, sp2 og sp 6								
Bulbochaete sp.					x			
Microspora sp cf. Palustre	x	x	x	x		x		x
Klebsormidium sp.	x		x			x	x	x
Cladophora								
Oedogonium < 20 um	x							x
Oedogonium 20 - 33 um		x	x				x	
KISELALGER:								
Eunotia spp.	x	x		x				
Tabellaria flocculosa	x	x	x	x		x	x	x

Vedlegg E2. Artsliste makrovegetasjon fra Yndesdalsvassdraget 19.09.2011. Detaljer om stasjonene finnes i **figur 1** og **Vedlegg A** = sjelden (< 5 forekomster eller <0,1 % dekningsgrad), 2 = mindre vanlig/spredt, 3 = vanlig, 4 = lokalt dominerende, 5 = rikelig/dominerende på store deler av lokaliteten). * = forsøringsfølsomme arter.

	Elvelokaliteter								Innsjølokaliteter				
	YNI	YNU	BOT	KVA	NLA	LAU	MAR	SLU	YNR	BYR	LAN	SLE1	SLE2
Kortskuddsplanter													
Stivt brasmegrass (<i>Isoetes lacustris</i>)									4		3	2	1
Evjebrodd (<i>Limosella aquatica</i>)											2		
Tjønngress (<i>Littorella uniflora</i>)											3		3
Botnegress (<i>Lobelia dortmanna</i>)									3	2	4	3	3
Langskuddsplanter													
Klovasshår (<i>Callitriche hamulata</i>)*									2			1	
Småvasshår (<i>Callitriche palustris</i>)											1		
Dikevasshår (<i>Callitriche stagnalis</i>)													3
Elvesnelle (<i>Equisetum fluviatile</i>)													1
Krypsiv (<i>Juncus bulbosus</i>)										3	2	2	2
Tusenblad (<i>Myriophyllum alterniflorum</i>)*										4		2	
Vrangblærerot (<i>Utricularia ochroleuca</i>)										2			
Storblærerot (<i>Utricularia vulgaris/australis</i>)*									2		1		
Flytebladsplanter													
Flotgrass (<i>Sparganium angustifolium</i>)	1								3	4	3	3	3
Moser													
Vrangklomose (<i>Drepanocladus exannulatus</i>)		3		2									
Kjølelmose (<i>Fontinalis antipyretica</i>)*		3							3				
Duskelvmose (<i>Fontinalis dalecarlica</i>)*	4	2			3	3		4		2			
Klobekkmose (<i>Hygrohypnum ochraceum</i>)*	4												
Mattehutre (<i>Marsipella emarginata</i>)							3						
Elvetrappemose (<i>Nardia compressa</i>)		3	4				4						
Bjørnemose (<i>Polytrichum</i> sp.)		1											
Buttgråmose (<i>Racomitrium aciculare</i>)		4	1	3	3	4	2	3	2				
Bekketvebladmose (<i>Scapania undulata</i>)	4	2		2	3	3	2	3					
Torvmose (<i>Sphagnum</i> sp.)			1	1						2			
Svamper													
Ferskvannsvamp (<i>Spongilla</i> sp.)									1				

27. Flekke og Guddalsvassdraget

Koordinator og ansvarlig overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen

1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Flekke og Guddalsvassdraget (**figur 1**) drenerer et høyere-liggende subalpint område med en rekke innsjøer, og også de lavereliggende delene er karakterisert ved flere forholdsvis store innsjøer med korte elvestrekninger imellom. I denne delen ligger det mange gårdsbruk. Vassdraget er noe påvirket av humus, men mest i de nedre delene. Forsuring av vassdraget har vært dokumentert på åtti- og nittitallet ved hjelp av bunndyrprøver og vannkjemiske analyser. I hovedvassdraget har forsuringsskadene vært størst i de nedre delene.

En nærmere beskrivelse av felt- og analysemetodikk er gitt i eget metodekapittel som gjelder for alle de kalkede vassdragene i tiltaksovervåkingen.

Flekke og Guddalsvassdraget kalkes ved kontinuerlig drift av to kalkdoserere, en i hovedstrengen ved Tuland og en i Espedalselva. Dosererne ble satt i drift i 1997. I 2013 var dosereren ved Tuland stengt i perioden 1. juni til 30. september. Det var tidligere kalking av innsjøer, men dette ble stort sett avsluttet i 2003, men tre innsjøer langt opp i hovedvassdraget ble sist kalket i 2009. I 1998 ble det terrengkalket i terrenget rundt Hovlandselva.

Det ble tilført størst mengder med kalk til vassdraget i de fire første årene etter oppstart kalking, med mellom 1600 og 1900 tonn CaCO_3 . I perioden 2004 til 2012 har årlig kalkmengde vært på mellom 600 og 1200 tonn. Samlet kalkforbruk i 2013 var 299 tonn. Dette er under halvparten av det minste som er kalket noe år siden 2004 (**tabell 1**).

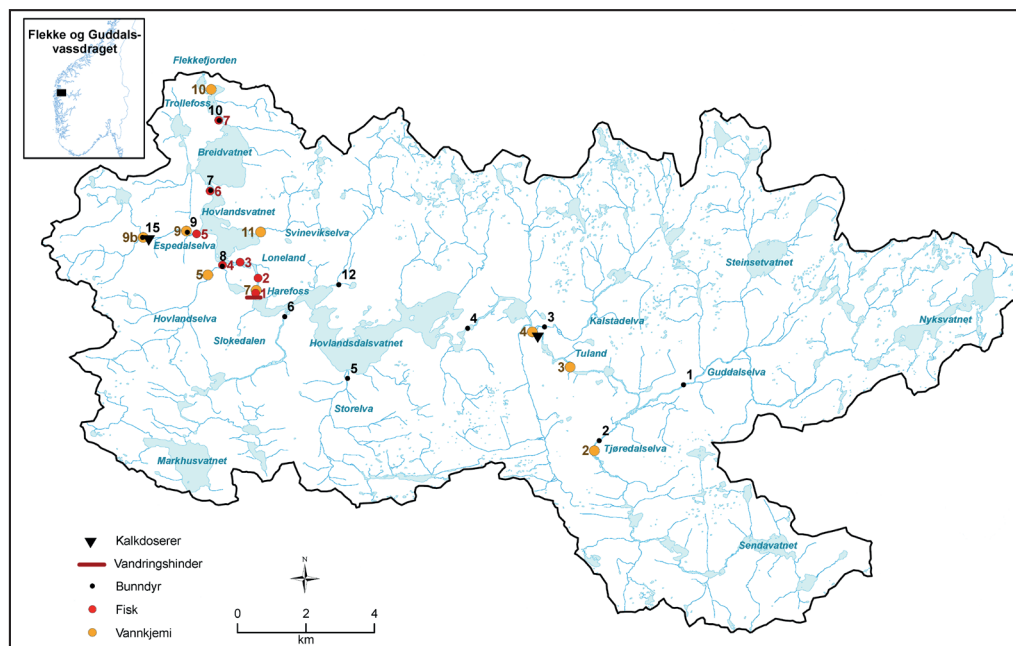
Månedlige nedbørmengder for 2013 er hentet fra meteorologisk stasjon ved Hovlandsdal. Samlet nedbørmengde i 2013 var 3355 mm, som er 8,4 % mer enn normalen for perioden 1961–1990. Størst avvik fra normalen var det i april og februar med hhv. 216 og 42 % av normalen.

Fakta om Flekke og Guddalsvassdraget

Vassdragsnummer	082.Z
Fylke	Sogn og Fjordane
Nedbørfeltareal	263 km ²
Vassdragsregulering	Det er ingen regulering i vassdraget
Spesifikk avrenning	87,8 l/s/km ² (Hindar mfl. 1995)
Middelvannføring	19,2 m ³ /s (Hindar mfl. 1995)
Lakseførende strekning	8 km opp til Harefossen, hvorav ca. 2,5 km elvestrekning
Bakgrunn for tiltak	Forsuring av lakseførende strekning og innsjøer i nedbørfeltet
Tiltaksplan	Hindar mfl. 1995, Garmo mfl. 2010
Biologisk mål	Å sikre god vannkvalitet for forsurningsfølsomme invertebrater og fisk i og ovenfor anadrom strekning
Vannkvalitetsmål	Lakseførende strekning; pH = 6,0 hele året (justert i 2013)
Kalkingsstrategi	Fullkalking med to doserere fra oktober–november 1997. En doserer ved Tuland i hovedstrengen og en i Espedalselva (sidevassdrag, utløp i Hovlandsvatnet). Innsjøkalking og skjellsandkalking i enkelte sideløp

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Flekke og Guddalsvassdraget de siste 10 årene. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO_3 .

År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Tuland doserer	705	784	560	801	1035	1058	564	676	664	262
Espedal doserer	75	82	88	74	149	84	69	55	57	37
Sum	709	866	648	875	1184	1142	633	731	720	299



Figur 1. Flekke og Guddalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse for kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Se vedlegg A for detaljer.

2. Vannkjemi

Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)

Den vannkemiske overvåkingen i vassdraget har pågått siden januar 1996. Stasjonsutvalget er endret flere ganger; mest omfattende endringer ble gjort i 2002 og i 2006. Siden juli 2006 har den vannkemiske overvåkingen omfattet 7 stasjoner. Fra 2009 rapporteres i tillegg Svinevikselva (Lok 11), og fra 2011 Hovland (Lok 5). I 2013 ble stasjon 4 nedstrøms kalkdosereren på Tuland flyttet ca. 2 km nedover elven (**figur 1, vedlegg A**). Det ble lagt ut skjellsand i Svinevikselva på 1990-tallet, og elven er trolig ikke lenger påvirket av kalking. Overvåkingen i 2013 dokumenterer vannkvaliteten i vassdraget som helhet, og driften av kalkdosererne spesielt. De vannkemiske analysene i 2013 er utført av NIVA.

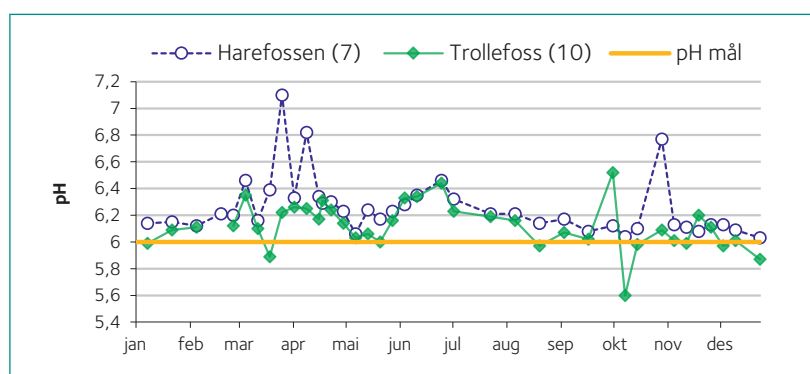
2.1 Vannkvaliteten i 2013

Ved Harefossen (Lok 7) øverst på anadrom strekning varierte pH i 2013 mellom 6,0 og 7,1 med et gjennomsnitt på 6,3 (**figur 2, vedlegg B1**). Total konsentrasjon av skadelig

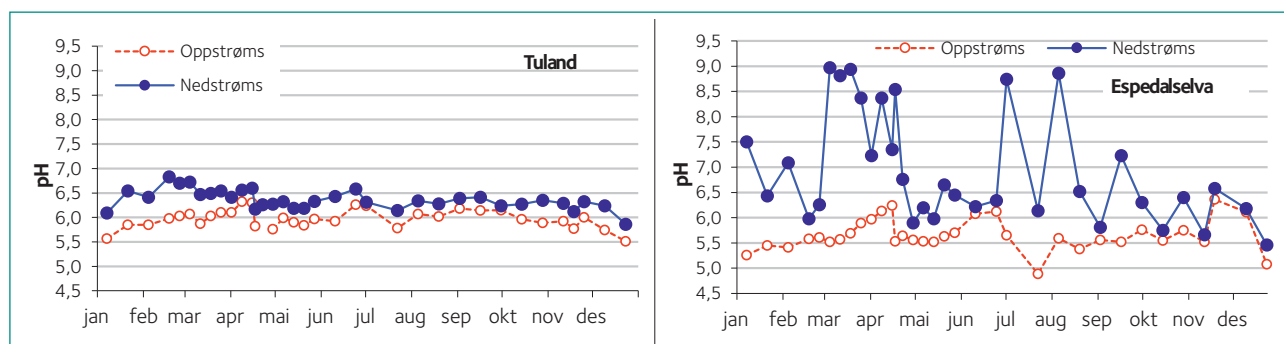
aluminium (LAL) varierte her mellom 0 og 9 µg/l med et års-gjennomsnitt på 4,7 µg/l. ANC varierte mellom 13 og 60 µekv/l med et gjennomsnitt på 38 µekv/l for 2013 (**vedlegg B1**).

Ved Trollefoss (Lok 10) nede på anadrom strekning varierte pH i 2013 mellom 5,6 og 6,5 med et gjennomsnitt på 6,1 (**figur 2**). Målinger av ulike aluminiumsfraksjoner ved Trollefoss i 2013 viser gjennomsnittsverdier for giftig aluminium på 5,0 µg/l og maksimalt 11 µg/l (**vedlegg B1**). Vannkvaliteten både ved Harefoss og ved Trollefoss ligger over pH-målet i hele smoltutvandringsperioden. Den markerte droppe i pH i oktober kommer sammen med betydelig nedbør. De tre toppene i pH ved Harefoss er også de målingene med absolutt høyest kalsium-konsentrasjon og er en kalkingseffekt. Det gjelder også pH-toppen i september ved Trollefoss.

Det var sjøsaltepisoder i begynnelsen april ved Harefoss og Trollefoss, men det ble ikke målt høye verdier av giftig aluminium ved dette tidspunktet. I Tjoredalselva oppe i vassdraget ble det målt sjøsaltepisoder i januar, februar, slutten av april og begynnelsen av mai, samt i desember, ved de fleste av



Figur 2. Variasjon i pH på lokaliteter som representerer anadrom strekning i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i 2013.



Figur 3. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne ved Tuland (Lok 3 og 4) (**venstre**) og i Espedalselva (Lok 9b og 9) (**høyre**) i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i 2013.

disse tidspunktene ble det målt relativt høye verdier av giftig aluminium, og relativt lav pH.

Oppstrøms kalkdosereren ved Tuland (Lok 3), varierte pH mellom 5,5 og 6,3 med et årsgjennomsnitt på 6,0 (**figur 3, vedlegg B1**). Nedstrøms kalkdosereren (Lok 4) varierte pH mellom 5,9 og 6,8 med et årsgjennomsnitt på 6,4 (**figur 3, vedlegg B1**). Kalsiumkonsentrasjonen varierte her mellom 0,5 og 2,2 mg/l (**vedlegg B1**).

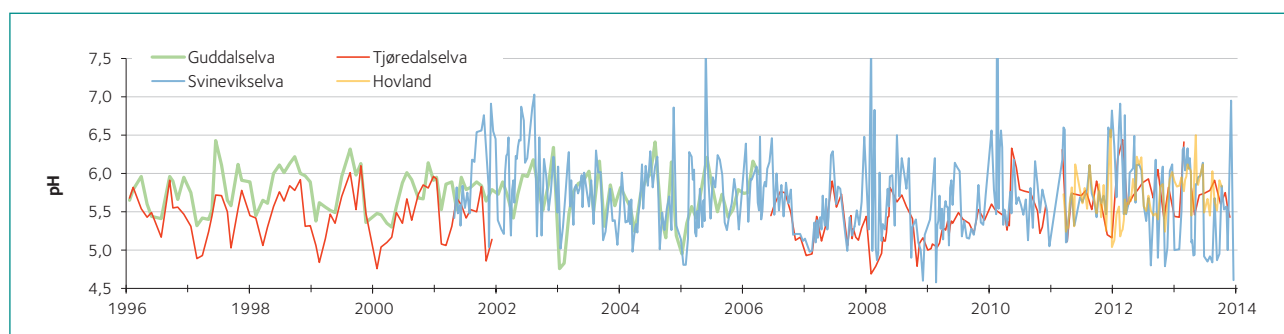
Oppstrøms kalkdosereren i Espedalselva (Lok 9b) ble det ved ett tilfelle målt pH under 5,0 i 2013, mot 5 ganger i 2012. Gjennom 2013 varierte pH mellom 4,9 og 6,4 med et årsgjennomsnitt på 5,7 (**figur 3, vedlegg B1**). pH nedstrøms kalkdosereren (**Lok 9**) varierte mellom 5,5 og 9,0 med et årsgjennomsnitt på 6,9 (**figur 3, vedlegg B1**). I de tre siste årene har pH-verdiene ved denne lokaliteten vært til dels svært høye og variable. Til forskjell fra foregående år var det ingen i 2013 episoder med spesielt lav pH om våren nedstrøms dosereren. Variasjonen i pH nedstrøms dosereren i Espedalselva skyldes at dosereren blir justert manuelt. Dette gjør at det blir en viss responstid før en får justert kalkingsmengdene i denne elva.

2.2 Langtidstrender

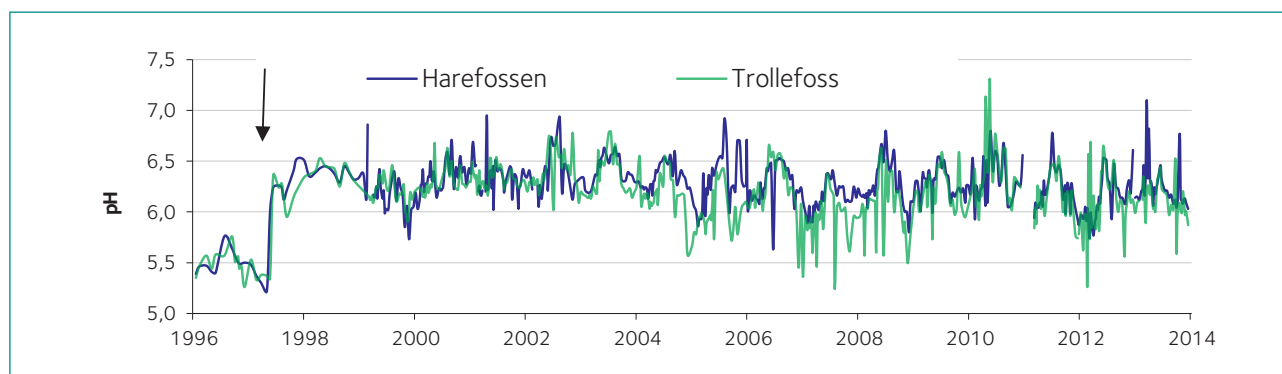
Referansefelt

Tjøredalselva (Lok 2) er den lengste referanseserien i vassdraget, og har vært overvåket siden 1996. Tjøredalselva har generelt hatt sure vannkvaliteter med pH-verdier periodevis under 5,0 og høye konsentrasjoner av aluminium (Schartau & Saksgård 2002). I en periode tidlig på 2000-tallet var elven kalkpåvirket og ikke brukt som referanse. pH-målingene fra Tjøredalselva i perioden 1996–2001 og fra 2006–2009 er på samme nivå, mens pH de fire siste årene gjennomgående har vært noe høyere, og det er ikke målt pH under 5,0 siden 2008, laveste pH var 5,4 i 2013 (**figur 4**). Som nevnt var det flere sjøsaltepisoder i bekken i 2013, og Konsentrasjonen av giftig aluminium ble ved to av disse anledningene målt til opp mot 30 µg/l, og gjennomsnittet i 2013 var 14 µg/l (**vedlegg B1**).

Målingene fra Svinevikselva (Lok 11) viste som i 2012, stor variasjon. Laveste målte pH var 4,6 som er det laveste siden 2008, også gjennomsnittlig pH var noe lavere enn det som er registrert de siste tre årene. Hovlandselva (Lok 5) kom inn som referanse i 2011. Gjennomsnittlig pH var 5,7 i 2011 og 5,6 i 2012, mens den var 5,8 i 2013, laveste registrerte pH disse tre årene var hhv. 5,2, 5,0 og 5,2.



Figur 4. pH på ulike lokaliteter i Flekke og Guddalsvassdraget (Lok 1) i perioden 1996–2013; Guddalselva i perioden 1996 og frem til og med juni 2006, i Svinevikselva (Lok 11) i perioden 2001–2013, i Hovlandselva i 2011–2013 og i Tjøredalselva (Lok 2) i perioden 1996–2001 og juli 2006–2013.



Figur 5. pH på anadrom strekning på lokalitetene, Harefossen (Lok 7) og Trollefoss (Lok 10), i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i perioden 1996–2013. Pil indikerer oppstart av kalking i 1997.

Kalkingeffekter

Kalkingen av Guddalsvassdraget med kontinuerlig drift av kalk-dosereren ved Tuland, har ført til en bedring av vannkvaliteten i nedenforliggende deler av vassdraget. Fra en pH på omkring 5,5 gjennom hele 1996 skjedde det en betydelig økning til i underkant av 6,5 fra våren 1997, både ved Harefoss (7) og Trollefoss (10) (**figur 5**). Siden 2005 har det imidlertid vært en dårligere vannkvalitet med noe større variasjon i pH, og høyere aluminiumskonsentrasjoner ved Trollefoss. Dette kan skyldes avtakende effekt av terrengkalkingen i nedbørfeltet til Hovlandselva. I 2012 var pH lavere enn i de to foregående årene, men det økte litt igjen i 2013, selv om det fortsatt er lavere enn fram til 2010. Variasjonen var noe mindre i 2013 sammenlignet med 2012, og en må tilbake til 2004 for å finne høyere minimumsverdi ved Harefoss, mens det ved Trollefoss fortsatt er lav minimums-pH i 2013.

Trollefoss ligger så langt nedenfor kalking, nedenfor store innsjøer og med svært lite lokalt felt rett før målepunktet, at vannkvaliteten her burde vært veldig stabil. Lokal avrenning av svært sure sidebekker i forbindelse med rask vannstandsøkning kan være en forklaring på kortvarige episoder med surt vann. Etter at kalkingen av Flekke og Guddalsvassdraget kom i gang, har det bare vært et fåtall målinger av giftig aluminium over 10 µg/l, som er satt som klassegrense god/moderat for sjøoverlevelse av smolt. I 2013 var det ingen målinger med mer enn 9 µg/l giftig aluminium ved Harefoss, mens det den 22. april ble målt 11 µg/l giftig aluminium ved Trollefoss. Alle andre målinger hadde konsentrasjoner av giftig aluminium på 9 µg/l eller lavere i 2013.

3. Fisk

Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)

Medarbeidere: Marius Kambestad, Steinar Kålås og
Thomas Tveit Furset (Rådgivende Biologer AS)

3.1 Ungfiskundersøkelser

Overvåkingen av ungfisktettheter på den lakseførende strekningen i Flekke og Guddalsvassdraget startet i 1995. Det ble utført tilsvarende undersøkelse i 1993 (Raddum 1995). Ved

undersøkelsene i 1993 og 1995 ble det funnet både laks og aure i vassdraget. I perioden 2000–2002 ble også forekomst av ungfisk av laks og aure i innsjøene undersøkt (Gabrielsen & Barlaup 2003). Her sammenstilles resultater angående tettheter av ungfisk funnet i 2013 med tidligere års resultater. Vannføringen har variert mellom 1,0 til 16,5 m³/s på undersøkelsestidspunktene. I 2013 var vannføringen 3,8 m³/s da stasjonene i hovedelven ble undersøkt og temperaturen var fra 5,6 til 7,2 °C. Ledningsevnen lå mellom 1,5 og 1,7 mS/m. Totalt sju stasjoner fordelt på den lakseførende strekningen ble undersøkt hhv. 16. oktober (sideelver) og 18. oktober 2013 (hovedelv) (**figur 1**). Primærdata er gitt i **vedlegg B2 – B3**.

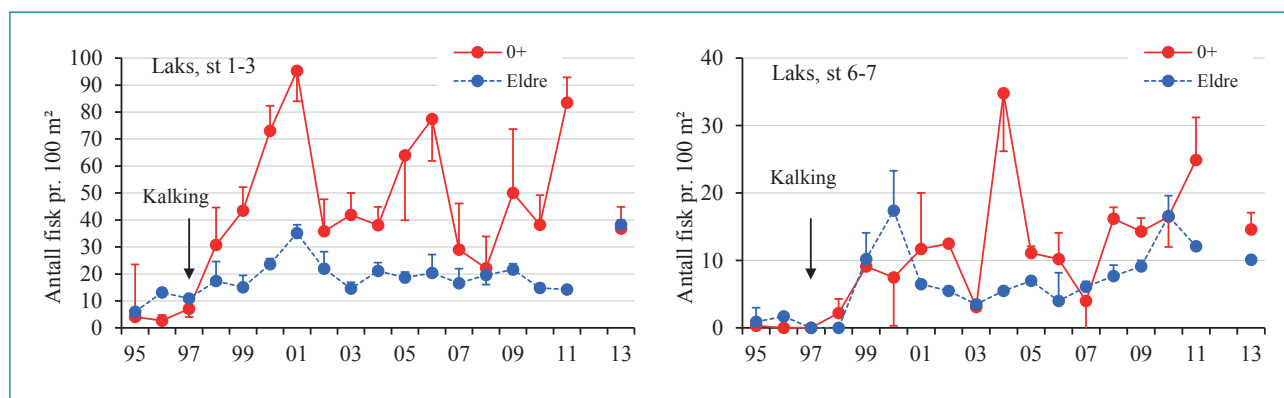
Ungfisktettheter i hovedvassdraget

Laks

På de tre øverste stasjonene (1–3) har tettheten av eldre laks vært relativt stabil siden 1996, men var rekordhøy i 2013. På st. 6 og 7 var tettheten av eldre lakseunger mer som normalt i 2013 (**figur 6**). Den naturlige rekrutteringen til laksebestanden var relativt lav i perioden før kalkingen (1995–1997) med under sju ensomrig laks pr. 100 m² for de 5 undersøkte stasjonene i hovedelven. Siden 1998 er det funnet ensomrig laks på samtlige stasjoner i hovedelven. I perioden etter 1998 er det registrert en klar økning i tetthetene av ensomrig laks, på de to nederste stasjonene (st. 6 og 7). I perioden 2002 – 2005 var det rognplanting på disse områdene og utlegging av gytegrus i 2005, uten at dette ser ut til å ha gitt vesentlig endring i tettheten av lakseunger (**figur 6**).

Generelt er tetthetene av både ensomrig og eldre laks i 2013 langt høyere på de tre stasjonene (1–3) i hovedløpet oppstrøms Hovlandsvatnet enn på stasjonene på utløpet av henholdsvis Hovlandsvatnet og Breidvatnet (st 6 og 7). Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **tabell 2** og **vedlegg B2**.

Tidligere undersøkelser i vassdraget har vist at laksen bruker innsjøene som oppvekstområder og det er derfor trolig at laks som vokser opp i innsjøene gir et betydelig bidrag til den totale smoltproduksjonen av laks i Flekke og Guddalsvassdraget (Gabrielsen & Barlaup 2003).



Figur 6. Gjennomsnittlige tettheter av laks (med 95 % konfidensintervall) på de tre øverste (st. 1-3) og på de to nederste stasjonene (st. 6 og 7) i hovedvassdraget i Flekke- og Guddalsvassdraget siden 1995. Merk ulike y-akser på de to figurene.

Aure

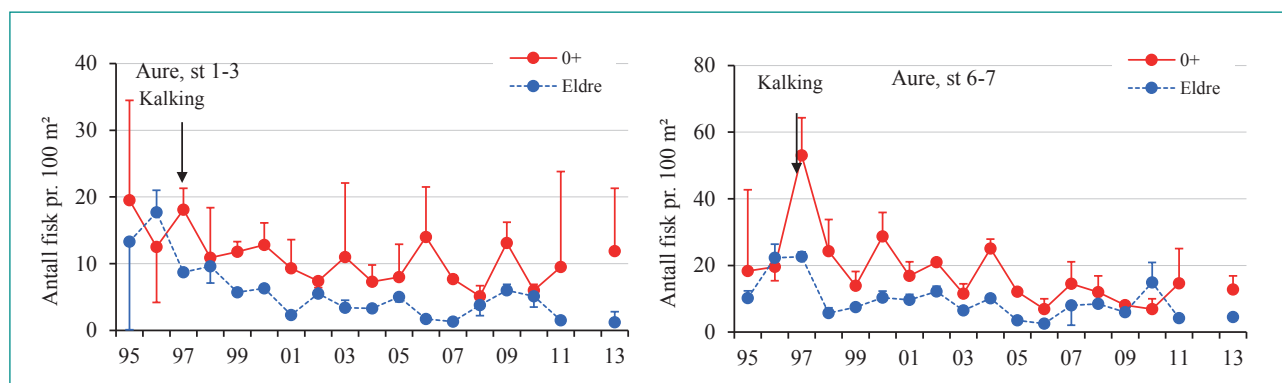
Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig aure har vært stabil etter 1998, men har vært avtakende for eldre aure i samme periode. På stasjon 6 og 7 har tettheten av 0+ aure avtatt siden 1998, mens tettheten av eldre aure har vært relativt stabil siden 1997. Tettheten av eldre aure var i det nedre sjiktet i begge elveavsnittene i 2013 (figur 7). Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i tabell 2 og vedlegg B3.

Ungfisktettheter i Hovlandselva og Espedalselva

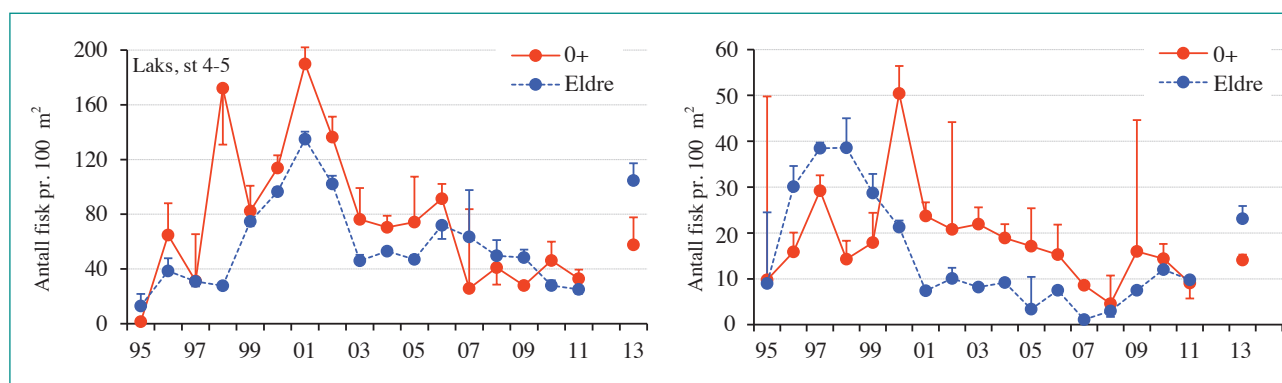
I starten av overvåkingsperioden ble det registrert økende tettheter av ensomrig og eldre laks i sidebekkene. Spesielt i perioden 1998-2002 da det var utsettinger, ble det registrert svært høye tettheter (figur 8). Det er ikke satt ut laks i sidebekkene siden 2002, og ensomrig laks funnet i årene etter 2002 stammer derfor fra naturlig rekruttering. Det har vært en avtakende tetthet etter at utsettingene ble avsluttet og fram til 2011, men i 2013 var tettheten av eldre lakseunger høy. I

Tabell 2. Antall fisk av ulike arter fanget per stasjon og bestandstetthet ($\pm$ konfidensintervall) av laks og aure på ulike stasjoner i Flekke og Guddalsvassdraget høsten 2013.

Stasjon	Areal	Antall fisk					Laks N/100 m²		Aure N/100 m²	
	m²	Laks	Aure	Ål	Røye	St.sild	0+	Eldre	0+	Eldre
1	102	64	16	7			30,8	36,6	18,6	1,0
2	112,5	98	9	3	1	1	76,8	44,5	16,5	0,9
3	100	47	3	2			13,1	34,6	2,0	1,0
Sum	314,5	209	28							
Tetthet 1							36,8 (8,1)	38,2 (1,8)	11,9 (9,4)	1,2 (1,6)
Tetthet 2							40,3 (37,2)	38,6 (5,9)	12,3 (10,2)	1,0 (0,1)
4	75	111	25		1		140,2	99,6	13,4	20,1
5	100	121	37	1			33,5	110,6	14,8	27,2
Sum	175	232	62							
Tetthet 1							57,7 (20,1)	104,7 (12,5)	14,1 (1,2)	23,1 (2,8)
Tetthet 2							86,8 (104,6)	105,1 (10,7)	14,1 (1,3)	23,6 (6,9)
6	100	21	16			16	4,0	17,2	11,7	5,0
7	100	26	15	2			25,4	3,0	15,3	4,0
Sum	200	47	31							
Tetthet 1							14,6 (2,5)	10,1 (0,4)	12,8 (4,1)	4,5 (0,0)
Tetthet 2							14,7 (20,9)	10,1 (13,9)	13,5 (3,5)	4,5 (1,0)



Figur 7. Gjennomsnittlige tettheter av aure (med konfidensintervall) på de tre øverste (st. 1–3) og på de to nederste stasjonene (st. 6 og 7) i hovedvassdraget i Flekke og Guddalsvassdraget siden 1995. Merk ulike y-akser på de to figurene.



Figur 8. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på stasjonene i Hovlandselva og i Espedalselva (st. 4 og 5) i Flekke og Guddalsvassdraget siden 1995. Merk ulike y-akser på de to figurene.

perioden med utsetting av laks, gikk tettheten av spesielt eldre aureunger ned. Redusert tetthet av eldre laks de siste årene ser ut til delvis å ha blitt kompensert med økende tetthet av eldre aureunger, men på tross i høye tettheter av lakseunger i 2013 var det også høy tetthet av eldre aureunger (**tabell 2**).

3.2 Fangststatistikk

Den offisielle fangststatistikken for Flekke og Guddalsvassdraget går tilbake til 1900. Det ble ikke skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1969. Statistikken før 1950 er mangelfull og den høyeste fangsten var på 722 kilo i 1931. I perioden etter 1950 og frem til 2011 har fangstene av både sjøaure og laks variert mye. Fangstene var relativt gode på 50 og 60-tallet, men lavere i perioden fra 1970 til slutten av 90-tallet. Fangstene har så økt siden midten på 90-tallet, og har økt markert siden 2001 og fram til 2012, men hadde en liten nedgang i 2013. Rekordfangst av laks var 502 stk, på totalt 2667 kg i 2012. I 2013 ble det fanget 389 laks, med en samlet vekt på 1673 kg.

Det ble i sportsfiske i gjennomsnitt fanget 38 laks pr. år i perioden før kalkingen begynte å virke (1969–1998), mens det i perioden etter kalkingen (1999–2013) i gjennomsnitt ble fanget 285 laks (**figur 9**).

Fangsten av sjøaure har siden 1993 i gjennomsnitt vært 68 per år, men har avtatt de siste to årene og bare 29 stk. med en samlet vekt på 32 kg ble fanget i 2013 (**figur 9**).

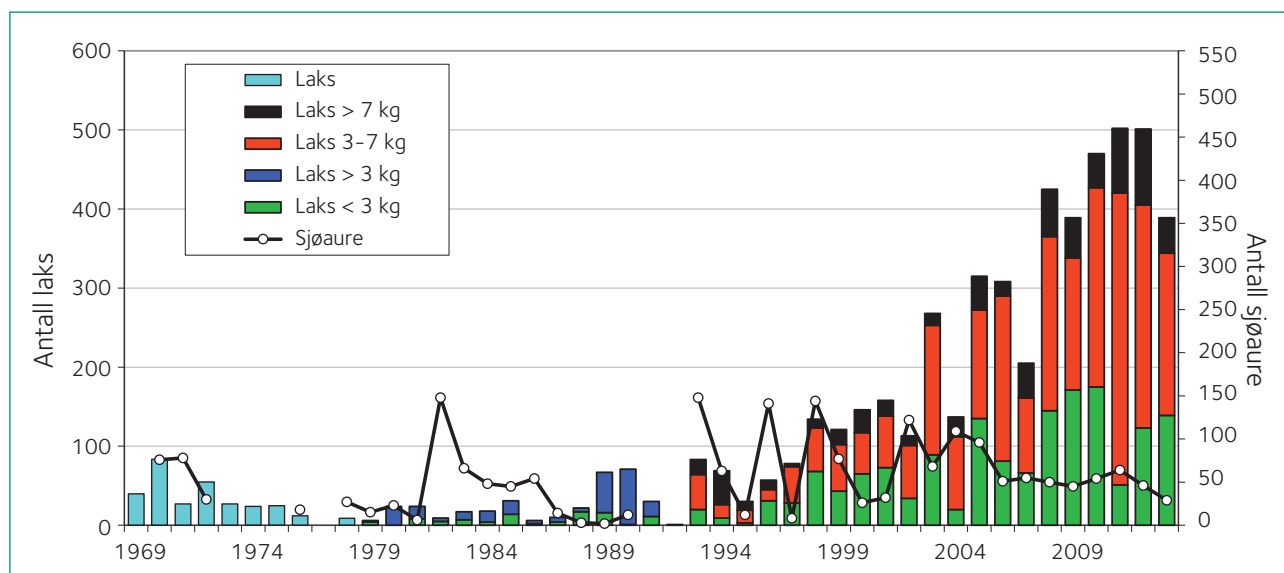
4. Bunndyr

**Forfatter: Bjart Are Hellen
(Rådgivende Biologer AS)**

**Medarbeidere: Steinar Kålås (Rådgivende Biologer AS),
Mats Uppman (Pelagia Miljøkonsult AB)**

I perioden 1986 til 1995 ble det ved flere anledninger samlet inn bunndyr i vassdraget om våren og om høsten, for detaljer se DN (2010). I perioden 1996–2001 ble det samlet inn prøver årlig, etter dette ble prøvene samlet inn annet hvert år (**figur 10**). Stasjonsnettet var likt fra 1996–2007, da ble St. 11 (bekk fra Botnavatn) tatt ut og St. 15 (bekk oppstrøms kalkdoserer i Espedal) tatt inn i overvåkingen. Denne lokaliteten har vært undersøkt tidligere i forbindelse med effektstudier av terrengkalking.

Antallet arter som ble funnet i undersøkelsen i 2013 er vist i **vedlegg C1** og **C2**. Totalt ble det registrert 12 forsøringsfølsomme arter om våren og 13 om høsten, totalt 18 ulike arter, mot 19 i 2011. Av døgnfluene dominerte *Baetis rhodani*, men det ble også registrert flere individer av de forsøringsfølsomme døgnflueartene *Nigrobaetis niger* og *Ephemerella aurivillii*. Det ble registrert 16 arter steinfluer hvorav 3 er moderat sensitive for forsuring, og 20 vårfluer hvor 7 er moderat sensitive. Sneglen *Lymnaea*, ble ikke påvist på noen av lokalitetene, mens sneglen *Radix balthica* ble registrert på 2 stasjoner.



Figur 9. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1969–2013, fangsten inkluderer både avlivet og gjenutsatt fisk. (<http://www.laksereg.no/>).

De kalkete lokalitetene (4, 7, 9 og 10) hadde en gjennomsnittlig forsursindeks 1 og 2 på 0,75 og 0,65 om våren, mens referansestasjonen hadde gjennomsnittlig forsursindeks 1 og 2 på 0,75 og 0,60 om våren. Om høsten hadde de kalkete lokalitetene gjennomsnittlig forsursindeks 1 og 2 på hhv. 1 og 0,90 mens referanselokalitetene i snitt hadde indeks 1 og 2 på hhv. 0,94 og 0,72 (figur 10). Det var dermed liten forskjell på kalkete og referanselokaliteter om våren, men noe mer forsurspreg på referanselokaliteten om høsten.

Begge forsursindeksene var våren 2013 blant de laveste som er registrert siden kalkingen kom i gang i 1997. På høsten var forsursindeks 1 for alle stasjonene like høy som i 2011, som er den høyeste som er registrert. Forsursindeks 2 var gjennomsnittlig høy om høsten (figur 10). Sammenlignet med 2007 og 2009 ble det analysert betydelig flere dyr i 2011 og 2013.

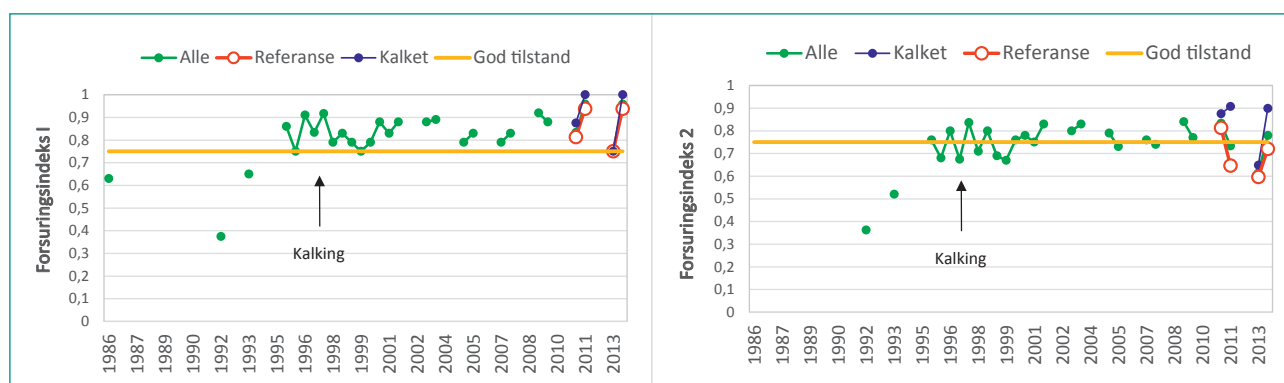
Undersøkelsen i 2013 viser at bunndyrsamfunnet har vært noe påvirket av forsuring i løpet av vinteren både ovenfor og nedenfor kalkingen. Det var bare stasjon 4, rett nedstrøms kalkdosereren på Tuland som har forsursindeks 2 lik 1,0 om våren. De andre lokalitetene i på anadrom strekning i hovedelven (St. 7 og 10) hadde begge forsursindeks 2 på 0,50

om våren, og 1,0 om høsten. Redusert forsursindeks på disse stasjonene kan skyldes at habitatet med grovt substrat og kraftig strøm, ikke er gode habitater for *B. rhodani* som er den viktigste arten i utregningen av indeksverdiene.

Det ble funnet 12 individ av arten *Baetis rhodani* på St. 2 i Tjøredalselva om høsten. Indeks 2 hadde imidlertid verdien 0,54 om høsten siden antall forsuringstolerante steinfluer var svært høyt. Forsursindeks 1 var 0,5 om våren i Tjøredalselva. Bunndyrfaunaen på lokaliteten er fremdeles forsurs-skadet og status er omtrent som i 2011.

De ukalkete sideelvene (lokalitet 5, 6, 8, og 12) hadde alle forsursindeks 2 nær eller lik 0,5 om våren, med unntak av stasjon 6 (elv fra Slokedalen) som hadde 0,82 om våren. Om Høsten hadde st. 6 forsursindeks 2 lik 1,0, mens det for de tre andre bekkene var verdier mellom 0,5 og 0,63.

Bekken ved Espedal er kalket med doserer. Lokaliteten ovenfor doserer (St. 15) har hatt moderat følsomme arter tilstede både vår og høst tidligere. I 2009 ble det for første gang registrert ett individ av *B. rhodani* ovenfor dosereren i høstprøven. I 2011 og 2013 var det igjen bare moderat følsomme



Figur 10. Gjennomsnittet av Forsursindeks 1 og 2 for kalkete (blå) og ukalkete lokaliteter (rød) i overvåkingen. Fram til 2010 er det ikke skilt mellom kalkete og ukalkete lokaliteter (grønn).

arter tilstede. Indeksverdiene indikerer fremdeles et moderat forsuringsskadet bunndyrsmfunn. Nedenfor dosereren (St. 9) ble det funnet mange individer av arter fra slekten *Baetis* i 2011, men ingen i 2013. Indeks 1 og 2 hadde verdien 0,5 både i vår og høstprøven som er lavere enn i 2009 og 2011.

5. Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Vannkvalitetsmålet for lakseførende deler av Flekke og Guddalsvassdraget er pH 6,0 gjennom hele året. Vannkvaliteten på den anadrome strekningen var med noen få unntak ved Trollefoss over kalkingsmålet.

Referansefeltet Tjødalselva hadde gjennomsnittlig pH høyere enn noen gang tidligere. Laveste målte pH på denne lokaliteten var 0,2 pH enheter høyere enn det som noen gang er målt. Referanselokaliteten, Svinevikselva, hadde imidlertid noe lavere gjennomsnittspH enn det som er målt de tre siste årene, det er svært stor variasjon gjennom året og laveste målte pH, med 4,61 var blant de minste som er registrert. Dette indikerer at vannkvaliteten i deler av Flekke og Guddalsvassdraget i perioder i 2013 har vært marginal for overlevelse av forsuringfølsomme organismer. Det store bildet er imidlertid at vannkvaliteten stort sett er over 6,0 ved Harefoss, men det er en betydelig forsuring av vannet nedstrøms Harefossen. Hovedkonklusjonen fra kalkingsplan for Flekke og Guddal er at den største vannkjemiske trusselen er sure sideelver på anadrom strekning.

Det vannkjemiske overvåkingsprogrammet mangler referanselokaliteter som ikke har vært påvirket av andre faktorer enn forsuring. Langtidserien fra Tjødalseva, som har vært kalket en kort periode, viser imidlertid at den har fått en betydelig bedring i vannkvaliteten de siste årene, og at pH-dropp under 5,0 ikke er registrert siden 2008, noe som var årvisst før den tid. Dette kan indikere at det har vært en naturlig forbedring i vannkvaliteten de siste årene i øvre deler av vassdraget. I de nedre deler av nedbørfeltet er det fortsatt periodisk lav pH, og kritisk også for aure og andre forsuringfølsomme organismer.

Klif's overvåkingsprogram for langtransportert forurensning overvåker årlig ca. 100 innsjøer i ulike deler av Norge (Klif 2013). For Sogn og Fjordane (Vestlandet – Nord) har det fra rundt 1990 og fram til i dag vært en tydelig positiv utvikling med hensyn på forsuringsskader. pH har i gjennomsnitt økt med ca. 0,4 -0,5 enheter i denne perioden, mens ANC har økt med i snitt ca. 20 enheter. Labilt Al har avtatt fra nivåer over 25 µg/l til under 10 µg/l siden 2001 (Klif 2013).

5.2 Fisk

I overvåkingsperioden (1995–2013) ble det registrert økt naturlig rekruttering av laks i vassdraget fram til 1998, etter dette har rekrutteringen vært relativt stabil og god. De høyeste tetthetene ble funnet på den øverste delen av lakseførende strekning fra Hovlandsvatnet og opp til Harefossen. Denne strekningen har de viktigste gyteområdene for laks i vassdraget. Siden 1999 er det funnet ensomrig laks på samtlige stasjoner.

I overvåkingsperioden er de registrerte tetthetene av aure generelt mer stabile enn for laks. Økt tetthet av lakseunger har imidlertid ført til redusert tetthet av eldre aureunger i vassdraget.

Tetthetene av laks i sideelvene Hovlandselva og Espedalselva var vært svært høye og utsettinger bidro til dette fram til 2002. I de siste årene er det ikke satt ut fisk, men høye tettheter av årsyngel også siden høsten 2003 viser at laksen går opp i sideelvene for å gyte. Tettheten av laks så imidlertid ut til å ha avtatt fram til 2011, men var igjen høy i 2013. I perioden med reduserte laksetettheter har tettheten av aure økt, men denne var også høy i 2013 på tross av høye tettheter av lakseunger.

Det har siden 2002 vært utplanting av rogn og utsetting av årsyngel i vassdraget. Siden 2005 har det bare vært utsetting og utplanting oppstrøms anadrom strekning. Dette har økt det produktive arealet for laks betydelig, det er ikke kjent om fisk fra utsettingene vokser opp i Hovlandsdalsvatnet. Det ble imidlertid ikke fanget laks ved prøvefiske i Hovlandsdalsvatnet i 2006 (Hellen mfl. 2007). Elvestrekningen i Guddalselva er ca. 4 km opp til dosereren, mens Skorselva er like lang. Samlet elvestrekning med produksjon av laks er dermed fordoblet siden 2002. Fisk satt ut på disse strekningene inngår i fangstene fra 2006, mye av økningen i fangster de siste årene kan derfor tilskrives dette tiltaket.

Smolten fra Flekke-Guddalsvassdraget er i snitt ca. 1 cm større enn smolt fra de fleste andre elver i Sogn og Fjordane (Kurt Urdal, pers medd.). Dette gjør smolten mer robust og en kan vente bedre overlevelse i sjøen for denne bestanden enn i de fleste andre bestander fylket.

Siden 2001 har andelen rømt oppdrettslaks vært under 5 % alle årene med unntak av i 2004 og 2007, de fem siste årene har andelen vært under 2,5 % (Urdal & Sægrov 2013, i 2013 ble det ikke registrert rømt oppdrettslaks).

Gytebestanden i Flekke og Guddalsvassdraget var under gytebestandsmålet i 1995 og 1996, og på grensen i 1997 (Anon 2013), men ellers har gytebestanden vært over gytebestandsmålet siden 1993. Sammenligning med andre elver indikerer også at fangstene var på et «normalt» nivå fra midten av 1990-tallet (Larssen og Sægrov 2003). Lave tettheter av ungfisk midt på 1990-tallet skyldes derfor sannsynligvis liten gytebestand pga. lang tids forsuring. Det er sannsynlig at forsuring har vært et hovedproblem for laksen på 1980- og begynnelsen av 1990-tallet, og at dette var hovedårsaken til at bestanden da var liten.

5.3 Bunndyr

Fra 1992 til 1995 var det en betydelig forbedring i bunndyrindeksen i vassdraget. Etter at kalkingen startet opp i 1997 har det bare vært ubetydelige endringer på dette bildet, våren 2013 hadde imidlertid den laveste registrerte forsuringssindeks 2, som er registrert siden kalkingen startet opp. Enkelte sideelver er fortsatt forsuringspåvirket, og det var også noe forsuringspåvirkning i hovedelven oppstrøms kalkdoseringen i 2013.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkjemidata, bunndyrindekser og ungfisktetthet av laks, indikerer at forsuring var et relativt stort problem i vassdraget fram til midten på 1990-tallet. Mange år med forsøringsproblemer hadde bl.a. ført til sterkt redusert laksebestand. Bestanden var i ferd med å ta seg opp før kalkingen startet opp og var ikke på et nivå der den var truet når kalkingen startet i 1997.

- Det har generelt vært en betydelig forbedring i vannkvaliteten de siste 20 årene, noe som også prøvene fra vassdraget dokumenterer. Vannkvaliteten i hovedvassdraget er stort sett god,

men sure sideelver i nedre del bidrar til korte perioder med vannkvalitet under dagens pH-mål. Stans i kalkingen i perioden 1. juni til 30. september 2013 fikk ingen registrerbare effekter på bunndyrsamfunnet om høsten, også vannkvaliteten så ut til å være akseptabel nedstrøms Tuland høsten 2013. Espedalselva er fortsatt relativt sur oppstrøms kalking, og kalkingen kan fortsette med tilsvarende strategi som før her. De lave konsentrasjonene av labilt aluminium i vassdraget, tilsier at kalkingsmålet kan reduseres ned mot pH 5,8 utenom smoltutvandingsperioden, og 6,0 i smoltutvandingsperioden. Terrengekalking av sure sidegreiner i nedre del av vassdraget ville trolig være den mest effektive kalkingsstrategien.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt

Undersøkte lokaliteter i Flekke og Guddalsvassdraget med UTM referanser.

Type	St. kode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Vannkjemi	2	Tjøredalselva	315 735	6 791 872	Referanse
Vannkjemi	3	Tuland oppstrøms	315 028	6 794 310	Referanse
Vannkjemi	4*	Tuland nedstrøms	312020	6 795 447	Kalket
Vannkjemi	5	Hovland	304 443	6 797 007	Referanse
Vannkjemi	7	Harefossen	305 849	6 796 555	Kalket
Vannkjemi	9b	Espedal oppstrøms	302 550	6 798 096	Referanse
Vannkjemi	9	Espedal nedstrøms	303 809	6 798 280	Kalket
Vannkjemi	10	Trollefoss	304 541	6 802 416	Kalket
Vannkjemi	11	Guddal, Svinevikselva	305 982	6 798 254	Referanse
Fisk	1	Harefossen	305 839	6 796 465	Kalket
Fisk	2	Loneland, sandtak	305 903	6 796 905	Kalket
Fisk	3	Loneland	305 384	6 797 364	Kalket
Fisk	4	Hovlandselva	304 872	6 797 284	Referanse
Fisk	5	Espedalselva	304 113	6 798 193	Kalket
Fisk	6	Utløp Hovlandsvatnet	304 507	6 799 442	Kalket
Fisk	7	Innløp Rennestraumvatnet	304 759	6 801 507	Kalket
Bunndyr	1	Guddalselva	318 344	6 793 794	Referanse
Bunndyr	2	Tjøredalselva	315 879	6 792 160	Referanse
Bunndyr	3	Kalstadelva	314 279	6 795 481	Referanse
Bunndyr	4	Guddalselva	312 031	6 795 440	Kalket
Bunndyr	5	Storelva	308 521	6 793 979	Referanse
Bunndyr	6	Elv fra Skodedalen	306 685	6 795 785	Referanse
Bunndyr	7	Utløp Hovlandsvatnet	304 518	6 799 464	Kalket
Bunndyr	8	Bekk v/ Hovland	304 862	6 797 256	Referanse
Bunndyr	9	Bekk v/Espedal	303 837	6 798 249	Kalket
Bunndyr	10	Utløp Breidvatnet	304 774	6 801 507	Kalket
Bunndyr	12	Elv fra Bjordalen	308 267	6 796 714	Referanse
Bunndyr	15	Oppstrøms doserer Espedalen	302 532	6 798 094	Referanse

*Flyttet 2013

Vedlegg B. Primærdata for Flekke og Guddalvassdraget i 2013

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO ₂	Silisumdioksyd
Al/E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO ₄	Sulfat	ANC	Syreøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO ₃ -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

Vedlegg B1. Flekke-Guddalvassdraget 2013, vannkjemiske analyseresultat, prøvene er analysert av NIVA.

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	Al/R	Al/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Tjøredals-elva (2)	07.01.2013	2,21	5,44	0,026	0,327	0,34	2,34	0,29	1,01	4,39	65	40	21	19	1,2	4,0	5	147
	04.02.2013	2,55	5,43	0,032	0,364	0,38	2,71	0,39	1,21	5,16	70	40	23	17	1,3	1,5	3	150
	04.03.2013	2,18	6,41	0,065	0,841	0,29	2,17	0,46	1,37	3,49	130	26	22	4	1,7	35,7	9	265
	01.04.2013	3,89	7,4	0,249	5,66							13	0	8				
	17.04.2013	1,73	5,81	0,035	0,282	0,23	1,78	0,58	0,79	3,3	57	27	23	4	1,9	11,7	14	245
	06.05.2013	3,02	5,46	0,029	0,49	0,48	2,97	0,84	1,31	5,63	390	63	31	32	1,6	0,7	7	595
	03.06.2013	2,22	5,72	0,035	0,399	0,33	2,42	0,45	1,69	3,77	170	50	35	15	1,8	10,2	1	275
	01.07.2013	2,47	5,74	0,041	0,291	0,23	2,21	0,25	1,71	2,73	25	72	58	14	3,2	21,6	2	139
	05.08.2013	1,39	5,78	0,039	0,215	0,15	1,84	0,14	1,39	1,57	15	111	97	14	5,2	32,4	4	185
	02.09.2013	1,62	5,91	0,038	0,282	0,19	2,11	0,17	1,45	2,49	26	66	65	1	3,2	23,6	2	155
	07.10.2013	1,26	5,6	0,037	0,17	0,16	1,5	0,24	0,92	1,53	72	85	75	10	4,5	25,6	5	250
	04.11.2013	1,46	5,75	0,032	0,22	0,19	1,73	0,25	1,14	2,23	88	61	49	12	2,4	15,3	1	170
	18.11.2013	1,49	5,55	0,031	0,209	0,2	1,57	0,26	0,85	2,68	72	54	38	16	1,9	3,4	1	160
	02.12.2013	2,85	5,43	0,027	0,511	0,49	2,89	0,37	1,27	6,11	105	50	23	27	1	-5,3	2	165
	Snitt	2,17	5,82	0,051	0,73	0,28	2,17	0,36	1,24	3,47	98,85	54,14	40,00	13,79	2,38	13,87	4,31	223,15
	Min	1,26	5,43	0,026	0,17	0,15	1,50	0,14	0,79	1,53	15,00	13,00	0,00	1,00	1,00	-5,30	1,00	139,00
	Maks	3,9	7,4	0,249	5,7	0,5	3,0	0,8	1,7	6,1	390,0	111,0	97,0	32,0	5,2	35,7	14,0	595,0
	Antall	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	14	14	14	13	13	13	13

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Tuland oppstr (3)	07.01.2013	2,06	5,57		0,3													
	21.01.2013	2,17	5,85		0,494													
	04.02.2013	1,93	5,85		0,362													
	18.02.2013	2,35	5,98		0,556													
	25.02.2013	2,46	6,03		0,569													
	04.03.2013	2,06	6,07		0,613													
	11.03.2013	2,7	5,87		0,603													
	18.03.2013	2,56	6,03		0,627													
	25.03.2013	2,51	6,1		0,767													
	01.04.2013	2,61	6,1		0,801													
	08.04.2013	2,84	6,32		0,835													
	15.04.2013	2,94	6,3		0,927													
	17.04.2013	1,82	5,82		0,31													
	29.04.2013	2,77	5,76		0,5													
	06.05.2013	2,59	5,99		0,566													
	13.05.2013	1,74	5,9		0,31													
	20.05.2013	1,63	5,84		0,26													
	27.05.2013	1,55	5,97		0,346													
	10.06.2013	2,21	5,92		0,408													
	24.06.2013	1,6	6,26		0,33													
	01.07.2013	1,6	6,24		0,633													
	22.07.2013	1,29	5,78		0,31													
	05.08.2013	1,4	6,07		0,412													
	19.08.2013	1,28	6,02		0,443													
	02.09.2013	1,58	6,18		0,477													
	16.09.2013	1,38	6,14		0,451													
	30.09.2013	1,39	6,15		0,388													
	14.10.2013	1,3	5,96		0,403													
	28.10.2013	1,27	5,89		0,31													
	11.11.2013	1,32	5,92		0,345													
	18.11.2013	1,34	5,77		0,29													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	25.11.2013	1,58	6		0,392													
	09.12.2013	2,27	5,74		0,484													
	23.12.2013	2,31	5,51		0,43													
	Snitt	1,95	5,97		0,48													
	Min	1,27	5,51		0,26													
	Maks	2,9	6,3		0,9													
	Antall	34	34		34													

Tuland nedstr (4)	07.01.2013	2,24	6,09		0,677													
	21.01.2013	2,38	6,54		1,14													
	04.02.2013	2,31	6,41		0,987													
	18.02.2013	3,1	6,83		2,19													
	25.02.2013	2,86	6,7		1,71													
	04.03.2013	2,82	6,72		1,6													
	11.03.2013	2,89	6,47		1,15													
	18.03.2013	2,95	6,49		1,15													
	25.03.2013	2,89	6,54		1,28													
	01.04.2013	2,86	6,41		1,28													
	08.04.2013	2,91	6,56		1,3													
	15.04.2013	2,95	6,6		1,31													
	17.04.2013	2,24	6,17		0,599													
	22.04.2013	1,74	6,26		0,542													
	29.04.2013	2,82	6,27		0,867													
	06.05.2013	2,84	6,32		1													
	13.05.2013	1,81	6,19		0,561													
	20.05.2013	1,74	6,19		0,53													
	27.05.2013	1,7	6,33		0,69													
	10.06.2013	1,82	6,43		0,81													
	24.06.2013	1,81	6,58		0,645													
	01.07.2013	1,62	6,31		0,624													
	22.07.2013	1,44	6,14		0,605													
	05.08.2013	1,57	6,34		0,793													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	19.08.2013	1,41	6,28		0,696													
	02.09.2013	1,57	6,39		0,731													
	16.09.2013	1,49	6,41		0,699													
	30.09.2013	1,43	6,24		0,532													
	14.10.2013	1,43	6,27		0,786													
	28.10.2013	1,44	6,35		0,762													
	11.11.2013	1,52	6,29		0,785													
	18.11.2013	1,42	6,12		0,542													
	25.11.2013	2,32	6,32		1,1													
	09.12.2013	2,75	6,24		0,962													
	23.12.2013	2,47	5,86		0,651													
	Snitt	2,16	6,36		0,92													
	Min	1,41	5,86		0,53													
	Maks	3,1	6,8		2,2													
	Antall	35	35		35													
Harefossen (7)	07.01.2013	2,01	6,14	0,046	0,704	0,3	2,18	0,23	0,93	3,63	50	36	31	5	2,6	35,2	4	146
	21.01.2013	2,59	6,15		0,849													
	04.02.2013	2,18	6,12	0,05	0,648	0,3	2,41	0,29	1,02	4,17	42	35	33	2	2,2	27,4	6	160
	18.02.2013	2,65	6,21		0,756													
	25.02.2013	2,31	6,2		0,663													
	04.03.2013	2,56	6,46	0,065	1,01	0,33	2,78	0,31	1,14	4,9	48	33	29	4	1,9	41,0	6	150
	11.03.2013	2,36	6,16		0,72													
	18.03.2013	2,45	6,39		0,855													
	25.03.2013	2,99	7,1		2,15													
	01.04.2013	2,95	6,33	0,08	1,29	0,35	3,05	0,56	1,17	5,49	18	26	20	6	1,8	59,7	5	145
	08.04.2013	2,88	6,82		1,55													
	15.04.2013	2,46	6,34	0,051	0,771							28	26	2				
	17.04.2013	2,33	6,29	0,058	0,887	0,31	2,5	0,37	1,07	4,26	47	30	28	2	2,1	42,2	6	185
	22.04.2013	2,16	6,3	0,052	0,69							29	20	9				
	29.04.2013	2,27	6,23		0,711							34	26	8				
	06.05.2013	2,32	6,06	0,046	0,668	0,33	2,54	0,49	1,08	4,48	59	34	26	8	1,9	30,4	7	190

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	13.05.2013	2,1	6,24	0,053	0,661							35	28	7				
	20.05.2013	2,17	6,17	0,056	0,701							34	26	8				
	27.05.2013	2,09	6,23	0,054	0,699							30	24	6				
	03.06.2013	2	6,28	0,052	0,601	0,28	2,12	0,51	0,94	3,68	55	30	26	4	2,1	31,0	4	190
	10.06.2013	1,96	6,35		0,63													
	24.06.2013	1,92	6,46		0,592													
	01.07.2013	2,12	6,32	0,057	0,541	0,25	1,9	0,55	0,89	3,25	33	26	23	3	2,3	31,7	4	170
	22.07.2013	1,76	6,21		0,576													
	05.08.2013	1,67	6,21	0,051	0,536	0,22	1,88	0,34	0,96	2,52	37	61	56	5	4,6	41,6	9	255
	19.08.2013	1,61	6,14		0,621													
	02.09.2013	1,58	6,17	0,05	0,569	0,21	1,78	0,28	0,94	2,2	47	62	65	-3	4,7	45,3	6	235
	16.09.2013	1,54	6,08		0,592													
	30.09.2013	1,55	6,12		0,571													
	07.10.2013	1,63	6,04	0,051	0,491	0,24	1,85	0,32	0,9	2,44	51	63	55	8	4,7	41,7	7	265
	14.10.2013	1,6	6,1		0,591													
	28.10.2013	1,96	6,77		1,22													
	04.11.2013	1,66	6,13	0,046	0,526	0,23	1,85	0,32	0,89	2,62	65	55	55	0	3,6	36,7	4	190
	11.11.2013	1,69	6,11		0,614													
	18.11.2013	1,76	6,08		0,622													
	25.11.2013	1,86	6,13		0,609													
	02.12.2013	2,03	6,13	0,042	0,612	0,3	2,21	0,34	0,96	3,91	68	45	40	5	2,6	24,9	6	160
	09.12.2013	2,01	6,09		0,641													
	23.12.2013	2,2	6,03		0,626													
	Snitt	2,10	6,25	0,053	0,75	0,28	2,23	0,38	0,99	3,66	47,69	38,21	33,53	4,68	2,85	37,60	5,69	187,77
	Min	1,54	6,03	0,042	0,49	0,21	1,78	0,23	0,89	2,20	18,00	26,00	20,00	-3,00	1,80	24,91	4,00	145,00
	Maks	3,0	7,1	0,080	2,2	0,4	3,1	0,6	1,2	5,5	68,0	63,0	65,0	9,0	4,7	59,7	9,0	265,0
	Antall	39	39	18	39	13	13	13	13	13	13	19	19	19	13	13	13	13

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Hovland	07.01.2013	0,36	5,9		0,2													
	21.01.2013	3,59	5,83		1,28													
	04.02.2013	3,33	5,84		0,797													
	18.02.2013	3,96	5,95		1,35													
	25.02.2013	3,52	5,85		1,05													
	04.03.2013	3,11	5,77		0,517													
	11.03.2013	3,98	5,92		1,01													
	18.03.2013	4,48	5,96		1,49													
	25.03.2013	5,27	6,12		1,92													
	01.04.2013	5,03	6,08		1,87													
	08.04.2013	4,05	6,06		1,3													
	15.04.2013	4,04	6,03		1,13													
	17.04.2013	2,41	5,45		0,26													
	22.04.2013	2,27	5,75		0,37													
	29.04.2013	3,43	5,53		0,577													
	06.05.2013	3,23	6,13		0,559													
	13.05.2013	2,61	6,5		1,34													
	20.05.2013	2,57	5,89		0,6													
	27.05.2013	2,72	5,85		0,69													
	10.06.2013	2,78	5,99		0,766													
	24.06.2013	2,88	6,12		0,812													
	01.07.2013	2,11	5,49		0,462													
	22.07.2013	2,07	5,67		0,542													
	05.08.2013	1,88	5,45		0,497													
	19.08.2013	1,83	6,03		1,37													
	02.09.2013	2,03	5,63		0,603													
	16.09.2013	1,88	5,52		0,417													
	30.09.2013	2,28	5,91		0,805													
	14.10.2013	2,12	5,83		0,715													
	28.10.2013	2,02	6,45		1,41													
	11.11.2013	2,05	5,57		0,498													
	18.11.2013	1,99	5,4		0,335													
	25.11.2013	2,3	5,55		0,486													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	09.12.2013	3,64	5,51		0,801													
	23.12.2013	3,61	5,23		0,652													
	Snitt	2,90	5,82		0,84													
	Min	0,36	5,23		0,20													
	Maks	5,3	6,5		1,9													
	Antall	35	35		35													

Guddal, Svinevika	07.01.2013	2,56	5		0,2													
	04.02.2013	2,91	5,01		0,23													
	18.02.2013	2,6	5,51		1,21													
	25.02.2013	1,5	6,31		0,27													
	04.03.2013	18,2	6,34		1,62													
	11.03.2013	3,19	6,04		0,678													
	18.03.2013	2,91	6,14		0,756													
	25.03.2013	3,25	6,33		1,07													
	01.04.2013	3,34	6,06		1,12													
	08.04.2013	3,22	6,2		0,798													
	15.04.2013	3,16	5,96		0,699													
	17.04.2013	2,59	5,1		0,16													
	22.04.2013	2,41	5,13		0,21													
	29.04.2013	3,75	4,93		0,32													
	06.05.2013	3,49	4,94		0,26													
	13.05.2013	1,93	5,86		0,247													
	20.05.2013	1,98	5,86		0,365													
	27.05.2013	2,16	5,95		0,436													
	10.06.2013	2,2	5,97		0,477													
	24.06.2013	2,26	6,14		0,567													
	01.07.2013	2,76	4,92		0,27													
	22.07.2013	2,49	4,85		0,18													
	05.08.2013	2,57	4,92		0,26													
	19.08.2013	2,44	4,84		0,26													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	02.09.2013	1,67	5,68		0,41													
	16.09.2013	2,65	4,87		0,25													
	30.09.2013	2,54	4,95		0,2													
	14.10.2013	1,68	5,84		0,478													
	28.10.2013	1,59	5,53		0,3													
	11.11.2013	1,72	5,57		0,356													
	18.11.2013	2,19	5		0,15													
	09.12.2013	8,5	6,95		0,2													
	23.12.2013	5,15	4,61		0,442													
	Snitt	3,26	5,55		0,47													
	Min	1,50	4,61		0,15													
	Maks	18,2	7,0		1,6													
	Antall	33	33		33													
Espedal oppstr (9b)	07.01.2013	4,72	7,5		6,49													
	21.01.2013	2,42	6,43		1													
	04.02.2013	3,82	7,09		2,93													
	18.02.2013	2,74	5,98		0,602													
	25.02.2013	2,86	6,26		0,888													
	04.03.2013	5,4	8,97		22,5													
	11.03.2013	5,4	8,81		14,3													
	18.03.2013	5,54	8,94		13,6													
	25.03.2013	4,99	8,37		12,6													
	01.04.2013	4,49	7,23		3,86													
	08.04.2013	5,22	8,37		8,8													
	15.04.2013	4,69	7,35		3,86													
	17.04.2013	4,32	8,54		5,96													
	22.04.2013	2,31	6,76		1,42													
	29.04.2013	2,5	5,9		0,486													
	06.05.2013	2,86	6,2		0,794													
	13.05.2013	2,28	5,98		0,466													
	20.05.2013	2,88	6,65		1,39													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	27.05.2013	2,49	6,45		1,09													
	10.06.2013	2,33	6,22		0,633													
	24.06.2013	2,6	6,34		0,529													
	01.07.2013	5,53	8,74		24,3													
	22.07.2013	2,07	6,14		0,682													
	05.08.2013	4,65	8,86		25,7													
	19.08.2013	2,1	6,52		2													
	02.09.2013	2,02	5,81		0,701													
	16.09.2013	2,92	7,23		3,46													
	30.09.2013	2,1	6,3		0,757													
	14.10.2013	1,92	5,75		0,479													
	28.10.2013	1,98	6,4		1,08													
	11.11.2013	2,13	5,66		0,418													
	18.11.2013	2,09	6,58		1,27													
	09.12.2013	1,93	6,18		0,541													
	23.12.2013	3,03	5,46		0,466													
	Snitt	3,27	6,94		4,88													
	Min	1,92	5,46		0,42													
	Maks	5,5	9,0		25,7													
	Antall	34	34		34													
Espedal nedstr (9)	07.01.2013	4,72	7,5		6,49													
	21.01.2013	2,42	6,43		1													
	04.02.2013	3,82	7,09		2,93													
	18.02.2013	2,74	5,98		0,602													
	25.02.2013	2,86	6,26		0,888													
	04.03.2013	5,4	8,97		22,5													
	11.03.2013	5,4	8,81		14,3													
	18.03.2013	5,54	8,94		13,6													
	25.03.2013	4,99	8,37		12,6													
	01.04.2013	4,49	7,23		3,86													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	08.04.2013	5,22	8,37		8,8													
	15.04.2013	4,69	7,35		3,86													
	17.04.2013	4,32	8,54		5,96													
	22.04.2013	2,31	6,76		1,42													
	29.04.2013	2,5	5,9		0,486													
	06.05.2013	2,86	6,2		0,794													
	13.05.2013	2,28	5,98		0,466													
	20.05.2013	2,88	6,65		1,39													
	27.05.2013	2,49	6,45		1,09													
	10.06.2013	2,33	6,22		0,633													
	24.06.2013	2,6	6,34		0,529													
	01.07.2013	5,53	8,74		24,3													
	22.07.2013	2,07	6,14		0,682													
	05.08.2013	4,65	8,86		25,7													
	19.08.2013	2,1	6,52		2													
	02.09.2013	2,02	5,81		0,701													
	16.09.2013	2,92	7,23		3,46													
	30.09.2013	2,1	6,3		0,757													
	14.10.2013	1,92	5,75		0,479													
	28.10.2013	1,98	6,4		1,08													
	11.11.2013	2,13	5,66		0,418													
	18.11.2013	2,09	6,58		1,27													
	09.12.2013	1,93	6,18		0,541													
	23.12.2013	3,03	5,46		0,466													
	Snitt	3,27	6,94		4,88													
	Min	1,92	5,46		0,42													
	Maks	5,5	9,0		25,7													
	Antall	34	34		34													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
Trollefoss (10)	07.01.2013	2,19	5,99	0,046	0,695	0,35	2,39	0,2	0,97	3,91	58	46	39	7	2,7	37,9	6	175
	21.01.2013	2,22	6,09		0,724													
	04.02.2013	2,39	6,11	0,05	0,671	0,33	2,68	0,3	1,11	4,65	43	42	39	3	2,6	27,5	8	175
	25.02.2013	2,45	6,12		0,727													
	04.03.2013	2,52	6,35	0,062	0,942	0,33	2,73	0,3	1,19	4,78	56	36	32	4	2,1	37,0	7	160
	11.03.2013	2,56	6,1		0,704													
	18.03.2013	3,09	5,89		0,782													
	25.03.2013	2,47	6,22		0,762													
	01.04.2013	2,31	6,26	0,046	0,657	0,3	2,63	0,33	1,19	4,84	26	29	26	3	2,5	17,2	10	195
	08.04.2013	2,46	6,25		0,637													
	15.04.2013	2,39	6,17	0,044	0,717							31	29	2				
	17.04.2013	2,47	6,31	0,063	1,05	0,3	2,59	0,41	1,07	4,37	41	35	33	2	2,5	51,8	5	170
	22.04.2013	2,24	6,24	0,052	0,678							31	20	11				
	29.04.2013	2,33	6,14		0,729							40	31	9				
	06.05.2013	2,3	6,03	0,045	0,657	0,33	2,54	0,44	1,08	4,45	51	35	29	6	2,1	30,0	6	185
	13.05.2013	2,25	6,06	0,046	0,688							33	28	5				
	20.05.2013	2,16	6	0,051	0,673							34	26	8				
	27.05.2013	2,15	6,16	0,054	0,7							30	26	4				
	03.06.2013	2,08	6,33	0,052	0,629	0,29	2,23	0,48	0,99	3,85	48	31	26	5	2,2	31,9	4	180
	10.06.2013	2,04	6,34		0,655													
	24.06.2013	1,99	6,44		0,574													
	01.07.2013	1,94	6,23	0,056	0,559	0,27	2	0,55	0,93	3,42	19	25	24	1	2,3	34,0	4	155
	22.07.2013	1,81	6,19		0,568													
	05.08.2013	1,74	6,16	0,05	0,547	0,23	1,95	0,33	0,97	2,64	41	62	56	6	4,7	41,9	9	255
	19.08.2013	1,65	5,97		0,603													
	02.09.2013	1,58	6,07	0,047	0,556	0,21	1,79	0,27	0,92	2,22	45	65	60	5	4,8	44,8	5	230
	16.09.2013	1,61	6,02		0,56													
	30.09.2013	1,88	6,52		1,15													
	07.10.2013	1,75	5,6	0,042	0,465	0,24	2	0,26	0,93	2,59	31	74	68	6	6,6	42,0	8	265
	14.10.2013	1,69	5,98		0,562													
	28.10.2013	1,67	6,09		0,544													
	04.11.2013	1,72	6,01	0,045	0,504	0,25	1,97	0,3	0,93	2,76	64	63	61	2	3,7	37,3	4	195
	11.11.2013	1,71	5,99		0,572													

Stasjon	Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	AL/R	AL/II	LAL	TOC	ANC	Tot P	Tot N
		mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l
	18.11.2013	1,79	6,2		0,679													
	25.11.2013	1,89	6,11		0,647													
	02.12.2013	2,09	5,97	0,039	0,585	0,3	2,27	0,33	0,99	4,05	65	49	44	5	2,9	21,6	5	150
	09.12.2013	2,11	6,01		0,647													
	23.12.2013	2,27	5,87		0,635													
	Snitt	2,10	6,12	0,049	0,67	0,29	2,29	0,35	1,02	3,73	45,23	41,63	36,68	4,95	3,21	34,98	6,23	191,54
	Min	1,58	5,60	0,039	0,47	0,21	1,79	0,20	0,92	2,22	19,00	25,00	20,00	1,00	2,10	17,15	4,00	150,00
	Maks	3,1	6,5	0,063	1,2	0,4	2,7	0,6	1,2	4,8	65,0	74,0	68,0	11,0	6,6	51,8	10,0	265,0
	Antall	38	38	18	38	13	13	13	13	13	13	19	19	19	13	13	13	13

Vedlegg B2. Fangst, tetthet og lengde for laks per stasjon i Flekke-Guddalsvassdraget 2013. Vannføringen var 3,8 m³/s i hovedelva ved undersøkelsene den 18. oktober 2013.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr 100m²	95 % konf int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3.omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	8,4 °C	0+	16	6	5	27	30,8	9,1	0,48	61,7	4,3	54	70
102 m²	15,1 µs/cm	>0+	29	7	1	37	36,6	1,4	0,79	125,3	17,0	95	178
		Sum	45	13	6	64	65,3	4,5	0,66	98,5	34,3	54	178
St. 2	8,4 °C	0+	25	14	14	53	76,8	51,9	0,27	50,8	5,3	43	67
113 m²	15,2 µs/cm	>0+	28	10	7	45	44,5	7,5	0,54	106,5	18,6	82	148
		Sum	53	24	21	98	111,1	26,4	0,40	76,4	30,8	43	148
St. 3	8,3 °C	0+	10	3	0	13	13,1	0,8	0,80	56,8	4,6	47	65
100 m²	15,3 µs/cm	>0+	24	10	0	34	34,6	1,9	0,74	114,3	19,8	85	150
		Sum	34	13	0	47	47,7	2,0	0,76	98,4	31,0	47	150
St. 4	7,1 °C	0+	17	14	12	43	140,2	231,1	0,16	47,2	5,4	37	63
75 m²	22,4 µs/cm	>0+	42	17	9	68	99,6	12,5	0,55	94,7	17,8	74	140
		Sum	59	31	21	111	184,8	37,8	0,42	76,3	27,3	37	140
St. 5	7,5 °C	0+	19	9	3	31	33,5	5,3	0,58	47,5	4,6	39	59
100 m²	20,7 µs/cm	>0+	46	30	14	90	110,6	23,4	0,43	92,8	16,0	64	145
		Sum	65	39	17	121	142,2	20,9	0,47	81,2	24,3	39	145
St. 6	8,5 °C	0+	3	1	0	4	4,0	0,5	0,78	68,0	6,7	59	75
100 m²	16,1 µs/cm	>0+	13	4	0	17	17,2	0,9	0,79	138,4	14,7	102	158
		Sum	16	5	0	21	21,2	1,0	0,79	125,0	31,4	59	158
St. 7	9,1 °C	0+	12	10	1	23	25,4	5,7	0,55	70,5	7,3	55	81
100 m²	17 µs/cm	>0+	3	0	0	3	3,0	0,0	1,00	108,3	28,9	86	141
		Sum	15	10	1	26	27,8	4,3	0,60	74,8	16,3	55	141
Totalt		0+	102	57	35	194	35,0	5,3	0,42	54,1	9,6	37	81
690 m²		>0+	185	78	31	294	45,9	2,3	0,59	104,7	22,3	64	178
		Sum	287	135	66	488	79,4	4,4	0,52	84,6	30,8	37	178

Vedlegg B3. Fangst, tetthet og lengde for aure per stasjon i Flekke-Guddalsvassdraget 2013. Vannføringen var 3,8 m³/s i hovedelva ved undersøkelsene den 18. oktober 2013.

Stasjon/ Areal	Temp/ Kond.	Gruppe	Fangst (antall)				Tetthet pr 100m²	95 % konf int.	Fang- barhet	Lengde (mm)			
			1.omg	2.omg	3.omg	Totalt				Snitt	SD	min	max
St. 1	8,4 °C	0+	9	2	4	15	18,6	10,9	0,41	67,1	6,8	57	80
102 m²	15,1 µs/cm	>0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	136,0			
		Sum	10	2	4	16	18,8	8,5	0,45	71,4	18,4	57	136
St. 2	8,4 °C	0+	3	3	2	8	16,5	57,4	0,17	60,9	6,4	50	70
113 m²	15,2 µs/cm	>0+	0	0	1	1	0,9	-	-	183,0			
		Sum	3	3	3	9	8,0		0,00	74,4	41,1	50	183
St. 3	8,3 °C	0+	1	0	1	2	2,0	-	0,00	63,5	2,1	62	65
100 m²	15,3 µs/cm	>0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	136,0			
		Sum	2	0	1	3	3,8	5,0	0,41	87,7	41,9	62	136
St. 4	7,1 °C	0+	8	2	0	10	13,4	0,7	0,82	58,4	4,8	49	66
75 m²	22,4 µs/cm	>0+	12	3	0	15	20,1	0,9	0,82	152,1	68,4	100	295
		Sum	20	5	0	25	33,5	1,1	0,82	114,6	70,2	49	295
St. 5	7,5 °C	0+	10	2	2	14	14,8	2,6	0,63	54,9	6,1	40	60
100 m²	20,7 µs/cm	>0+	14	4	5	23	27,2	9,4	0,46	140,7	56,2	69	250
		Sum	24	6	7	37	41,3	8,0	0,53	108,3	61,0	40	250
St. 6	8,5 °C	0+	8	1	2	11	11,7	2,7	0,61	79,2	7,0	70	92
100 m²	16,1 µs/cm	>0+	5	0	0	5	5,0	0,0	1,00	173,6	43,9	130	238
		Sum	13	1	2	16	16,3	1,5	0,73	108,7	50,9	70	238
St. 7	9,1 °C	0+	6	2	3	11	15,3	14,8	0,34	73,9	14,4	45	92
100 m²	17 µs/cm	>0+	4	0	0	4	4,0	0,0	1,00	134,8	8,4	127	143
		Sum	10	2	3	15	16,7	4,9	0,54	90,1	30,6	45	143
Totalt		0+	45	12	14	71	11,7	1,8	0,51	65,6	11,5	40	92
690 m²		>0+	37	7	6	50	7,5	0,6	0,67	147,6	55,3	69	295
		Sum	82	19	20	121	19,0	1,6	0,58	99,5	54,5	40	295

Vedlegg C1. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Flekke-Guddalsvassdraget 29.05.2013. For detaljer om stasjonene se figur 1 og vedlegg 1.

Stasjon Taxa	Indeks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
Snegler - Radix balthica	1				10								
Muslinger - Pisidium sp.	0,25				16			9					
Fåbørstemark - Oligochaeta		7	3	12	23		10		9	1	2	20	
Vannmidd - Hydracarina		1		1	1			34	303	116		20	34
Døgnfluer													
<i>Baetis rhodani</i>	1	16		16	75		24			51		2	
<i>Nigrobaetis niger</i>	1	9			31								
<i>Centroptilum luteolum</i>					1								
<i>Leptophlebia marginata</i>	0					1							
<i>Leptophlebia vespertina</i>	0				2								
Steinfluer													
<i>Brachyptera risi</i>	0	10		11		13	1		11	46		21	1
<i>Amphinemura borealis</i>	0	21	27	67	32	18	47	1	197	364		15	25
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	9	5	16	5	13	19		22	134		40	23
<i>Nemoura cinerea</i>	0												1
<i>Protonemura meyeri</i>	0	1		2	2				2	8		4	
<i>Leuctra digitata</i>	0	2	3	2	5		9	16	203	12		16	
<i>Leuctra hippopus</i>	0	3		15		5							
<i>Leuctra nigra</i>	0	1				1							
<i>Diura nanseni</i>	0,5					3						1	
<i>Isoperla sp.</i>	0,5	1	2	2	3			13	8	4	9		1
<i>Isoperla obscura</i>	0,5		2	3			1	3					
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	0	1		3		6	7		21	37			9
Vårfluer													
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	4		6	7		4	8	13	11		4	4
<i>Ithytrichia sp.</i>	0,5				4			1					
<i>Oxyethira sp.</i>	0		2	1	7		1						4
<i>Hydroptila sp.</i>					1			1					
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	0,5	1											
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0,5				1		2						
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	0							143					
<i>Plectrocnemia sp.</i>	0					1			1			3	4
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	0	7	10	5	5		8	162	2		7	22	
Limnephilidae											1	1	
<i>Apatania sp.</i>	0,5		3	1	2								
<i>Potamophylax cingulatus</i>	0											2	
<i>Halesus sp.</i>												1	
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,5				1			3			22		
<i>Athripsodes cinereus</i>	0				1								
<i>Ceraclea dissimilis</i>					1			10					
Biller													
<i>Hydraena gracilis</i>				3	1		1		8	14		9	
<i>Elmis aenea</i>		46	79	71	53	1	7	19	36	81		190	9
Tovinger													
<i>Tipula sp.</i>					1								
<i>Dicranomyia/Metalimnobia sp.</i>						1							
<i>Dicranota sp.</i>		2		4		3	1		2	1		2	1
<i>Eloeophila sp.</i>		1				2							
Simuliidae			1	12	1	3	1	206	11	8	25	35	18
Chironomidae		23	92	62	148	54	111	1017	630	904	104	374	308
Ceratopogonidae						1							4
Empididae		1		2						1			1
Dolichopodidae									1				
Muscidae									1				
Fisk - Salmo trutta									3				
Sum		167	229	317	440	126	254	1646	1484	1793	170	782	447
Forsuringsindeks I		1	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5
Forsuringsindeks II		0,77	0,50	0,65	1,00	0,50	0,82	0,50	0,50	0,59	0,50	0,53	0,50
Referanse/kalket		ref	ref	ref	kalk	ref	ref	kalk	ref	kalk	kalk	ref	ref

Vedlegg C1. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Flekke-Guddalsvassdraget 16.og 18.10 2013.

For detaljer om stasjonene se figur 1 og vedlegg 1.

Stasjon Taxa	Indeks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
Snegler - Radix balthica	1							1					
Muslinger - Pisidium sp.	0,25							1			1		
Fåbørstemark - Oligochaeta		66	46	49	98	7	42		40	2	30		
Vannmidd - Hydracarina			13	32	48		6		24	1	23	8	
Døgnfluer													
<i>Baetis rhodani</i>	1	1062	12	326	132	20	257	93	1	15	68	101	
<i>Nigrobaetis niger</i>	1	8		1	106		8			1			
<i>Ephemerella aurivillii</i>	1				16								
<i>Leptophlebia sp.</i>							1						
<i>Leptophlebia marginata</i>	0		7										
<i>Leptophlebia vespertina</i>	0										1		
Steinfluer													
<i>Brachyptera risi</i>	0	92	30	11		86			24	17		425	153
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	0	11	15	10	4	11		52	1	2	7	27	88
<i>Amphinemura sp.</i>			200	34	998	88	93	57	113	6		17	17
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	612	237	126	33	84	67	67	451	93		246	60
<i>Nemoura sp.</i>						2							4
<i>Nemoura cinerea</i>	0					1						8	
<i>Protonemura meyeri</i>	0	81	7	63	18	2	26	16	21	36		26	1
<i>Leuctra sp.</i>				1		7			16				
<i>Leuctra fusca</i>	0		4										
<i>Leuctra hippopus</i>	0	12	1	26		26	20		6	5		36	9
<i>Leuctra nigra</i>	0											8	
<i>Capnopsis schilleri</i>		32				2							
<i>Diura nanseni</i>	0,5					4			1			10	14
<i>Isoperla sp.</i>	0,5	1	14	26	18		5	28		5	24	17	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	0		8		1	6	3		9	7		8	5
Vårfluer													
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	4	21	18		20	10	2	42	12	10	41	14
<i>Oxyethira sp.</i>	0		8	8	1		2					8	9
<i>Hydroptila sp.</i>								16			9		
<i>Philopotamus montanus</i>	0,5			1									
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	0,5		6	2					1		87		
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0,5	8		1	1		3		1		10		
Polycentropodidae			12					49					
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	0							111			462		
<i>Plectrocnemia sp.</i>	0				1				2			9	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	0		53	36	17		5	101	9	3	276	27	2
Limnephilidae			1			9			8	1		16	7
<i>Apatania sp.</i>	0,5	8		8	16				52	1	4	8	
<i>Potamophylax sp.</i>						3						1	
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,5		16					35			56		
<i>Athripsodes cinereus</i>	0										1		
<i>Ceraclea dissimilis</i>								8			4		
<i>Mystacides azurea</i>	0		4										
<i>Sericostoma personatum</i>	0,5	1					8						
Biller													
<i>Hydraena gracilis</i>				24								9	
<i>Elmis aenea</i>		161	90	113	212	7	22	9	41	6	4	290	9
Tovinger													
Diptera										3			
<i>Tipula sp.</i>			1					1			1		
<i>Dicranota sp.</i>		9	5	9	1	11			10	3			5
<i>Eloeophila sp.</i>				1								8	
Simuliidae				8		7	8	8	17	5	5	114	37
Chironomidae		474	212	271	756	56	109	670	283	20	795	481	10
Empididae						1	8						
Muscidae											4		
Sum		2642	1023	1205	2476	461	703	1325	1173	244	1882	1949	446
Forsuringsindeks I		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5
Forsuringsindeks II		1,00	0,54	1,00	1,00	0,59	1,00	1,00	0,50	0,59	1,00	0,63	0,50
Referanse/kalket		ref	ref	ref	kalk	ref	ref	kalk	ref	kalk	kalk	ref	ref

28. Litteratur

- Anon 2011. Status for norske laksebestander i 2011. – Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. Nr 3. 289 s. <http://www.vitenskapsradet.no/>
- Anon 2012. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. – Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 4b. 599 s.
- Anon 2013a. Status for norske laksebestander i 2013. – Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforskning nr. 5, 136 s.
- Anon 2013b. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. – Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 5b. 670 s.
- Barlaup, B.T. 1994. Audna. Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1992. – DN-notat 1994-3. S. 29-35.
- Barlaup, B.T. (red.) 2004. Vossolaksen – bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. – DN-utredning 2004-7.
- Barlaup, Bjørn T. (red.) 2013. Redningsaksjonen for Vossolaksen. – DN-utredning 1-2013.
- Barlaup, B.T., Bjerknes, V., Gabrielsen, S.E., Raddum, G.G., & H. Skoglund. 2003. Effektene av Myster kraftverk på bestandene av laks og sjøaure i Ekso. – LFI, Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen. LFI-rapport nr. 121.
- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E. og Kleiven, E. 2006. Audna. Kap. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. – DN-notat 2006-1. S. 80-83.
- Bjerknes, V., Wright, R., Larssen, T. & Håvardstun, J. 2004. Kalkingsplan for Yndesdal-Frøysetvassdraget basert på tålegrensebetraktninger og prognoser for reduksjoner av surt nedfall. – NIVA-rapport 4882. 52 s.
- Bjerknes, V., Åtland, Å., Hindar, A. og Lyse, A. A. 1998. Kalkingsplaner for Romerheimselva, Samnangervassdraget og Uskedalselva i Hordaland. – NIVA rapport Inr. 3897-98. 54 s.
- Blakar, I.A., Haaland, S. & Bjørtuft, S.K. 2004. Vannkvaliteten i Suldalsvassdraget med vekt på Ulla-Førre reguleringa. Suldalslågen. – Miljørapport. Norges landbrukshøgskole. 40. 77 s.
- 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.
- Bongard, T., Diserud, O. H., Sandlund, O. T., & Aagaard, K. 2011. Detecting Invertebrate Species Change in Running Waters: An Approach Based on the Sufficient Sample Size Principle. *Benthem Open Environmental & Biological Monitoring Journal*, 4, 72-82. Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. – NIVA-rapport 2344. O-86116. 111 s.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitete i norske innsjøer. Planteplankton. – NIVA-rapport 2344. 111s.
- Brettum, P. & Andersen, T. 2005. The use of phytoplankton as indicators of water quality. – NIVA-rapport 4818. O-20032.
- Cowx, I.G. & Lamarque, P. (eds.) 1990. Fishing with electricity. – Fishing News Books. 248 s.
- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Kalking i laksevassdrag – Effektkontroll i 2008. Notat 2-2009
- Direktoratet for naturforvaltning, 2010. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2009. Notat 5-2010.
- Direktorsgruppa Vanndirektivet. 2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 1:2009. 180 s. www.vannportalen.no
- Direktorsgruppa Vanndirektivet. 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. 263 s. www.vannportalen.no
- Enge, E. 1992. Kalking av Frøysetvassdraget, Hordaland og Sogn og Fjordane. – Notat, juni 1992. 6 s.
- Enge, E. & Nordland, J. 1989. Kalkingsplan for Rogaland. – Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2/89.
- Enge, E. & Nordland, J. 1994. Behovet for kalking som mot-tiltak mot forsuring i Rogaland. Notat, oppdatert versjon. – Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernavdelingen, 9 s.
- Enge, E. & Persson, U. 1991. Tetthetsregistreringer av laks og aure i Rogalandsvassdrag, 1990. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljønotat 1991-1, 29 s.
- Fiske, P. & Jensen, A.J. 2004. Mot en modell for sammenhengen mellom vannføring og fiskeproduksjon. – NVE, Rapport Miljøbasert vannføring 7 -2004. 30 s.
- Fjellheim, A. 2007. Sokndalsvassdraget. Bunndyr. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. – DN-notat 2007-2, s. 9-19.
- Fjellheim, A. 2008. Bunndyr. Rødneelva. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. – DN-Notat 2008-2, s. 8-15.
- Fjellheim, A. 2010. Overvåking av bunndyr i Jørpelandselva. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2009. DN-Notat nr. 5 – 2010.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1988. Regionale evertebratundersøkelser. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987. – Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport 333/88.
- 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 & Soil Pollution* 85: 931 – 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1997. Regionale evertebratundersøkelser. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1996. – Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport 710/97.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1998. Vikedalsvassdraget. Bunndyr. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. – DN-notat 1998-3, s. 284-292.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1999. Espedalselva. Bunndyr. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. – DN-Notat 1999-4, s. 291-302.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2000a. Frafjordelva. Bunndyr. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. – DN-Notat 2000-2: 298 – 310.

- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 2000b. Jørpelandsvassdraget. Bunndyr. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. – DN-Notat 2000-2, s. 353 – 360.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 2000c. Vegårvassdraget. Bunndyr. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. – DN-notat 2000-2, s. 87-96.
- Fjellheim A., Johannessen, A. & Svanevik Landås, T. 2011. Bunndyr. Vikedalsvassdraget. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2010. – DN-Notat 2011-4, s. 12-22.
- Fjellheim, A., Johannessen, A. & Landås, T.S. 2012a. Audna. Bunndyr. Kalking i laksevassdrag. Tiltaksovervåking 2011. – DN-notat 1-2012, 73 – 83.
- Fjellheim, A., Johannessen, A. & Landås, T.S. 2012b. Espedalselva. Bunndyr. – Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2011. – DN-Notat nr. 1 2012, 177-186.
- Fjellheim, A., Johannessen, A. & Landås, T.S. 2012c. Kvinavassdraget. Bunndyr – Direktoratet for naturforvaltning, 2012. – Kalking i laksevassdrag. Tiltaksovervåking 2011. – DN-notat 1-2012, s. 97 – 104.
- Fjellheim A., Johannessen, A. & Landås, T.S. 2013. Vikedalsvassdraget. – Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2012. – Miljødirektoratet Rapport M18-2012, s. 298 – 317.
- Flössner, D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas. Leiden, Backhuys Publishers.
- Frost, S., Huni, A., & Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. – Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie, 49: 167-173.
- Garmo, Ø. & Hindar, A. 2012. Kvinavassdraget. Vannkjemi. Kalking i laksevassdrag. Tiltaksovervåking 2011. – DN-notat 1-2012, s. 97 – 104.
- Garmo, Ø.A., Hindar, A. & Kroglund, F. 2010. Reviderte kalkingsplaner for Guddalsvassdraget og Høyangervassdraget. – NIVA Rapport 6032. 35 s.
- Halvorsen, G.A, Fjellheim, A., Johannessen, A. & Landås, T.S. 2010. Effekter på bunndyr i Kvina etter regulering – en sammenligning med den uregulerte Lygna. Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 179, 34 s.
- Hann, B.J. & Turner, M.A. 2000. Littoral microcrustacea in Lake 302S in the experimental lakes area of Canada: acidification and recovery. – Freshwater Biology, 43: 133-146.
- Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. 2003. Laksebestanden i Mandalselva – utvikling og historikk før kalking. – i: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1997-2002. – DN-utredning 2003-5: 24-27.
- Heggenes, J. & Saltveit, S. J. 1992. Reetablering av fiskebestanden i Mandalselva. – Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 135. 77 s.
- Helgøy, S. 1999. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 1993. – Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-notat 1999-1. 44 s.
- Helgøy, S. & Enge, E. 1995. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 1994. – Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-notat 1995-1. 74 s.
- Hellen, B.A., Johnsen, G.H. & Sægrov, H. 2011. Kraftutbygging i Raundalen, Voss kommune, Hordaland fylke. Konsekvensar for fisk og ferskvassøkologi, med vekt på Vossolaksen. – Rådgivende Biologer AS rapport 1399, 41 s., ISBN 978-82-7658-824-8.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). – Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Hesthagen, T. (red.). 2011. Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2010. – DN-notat 1-2011.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA – A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. – Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended corespondence analysis; an improved ordination technique. – Vegetatio 42: 47-58.
- Hindar, A. 1989. Prosjektering av kalkingstiltak i Nisser og Arendalsvassdraget. Kalking av surt vann, rapport 8/89. – NIVA-rapport 2340. 28 s.
- Hindar, A. 1990. Overvåking av Vegårvassdraget etter kalking i perioden 1985-1989. Kalking av surt vann, rapport 10/90. – NIVA-rapport 2426. 53 s.
- Hindar, A. 1990. Plan for kalking av Frøysetvassdraget. – Notat, 17.10.90. 3 s.
- Hindar, A. 1991. Kalkingsplan for Tovdalsvassdraget. – NIVA-rapport 2653. 31 s.
- Hindar, A. 1992. Kalkingsplan for Kvina-vassdraget og Litleåna. – NIVA-rapport 2775. 34 s.
- Hindar, A. 2011. Vannkjemisk utvikling i innsjøer i Buskerud, Telemark og Aust-Agder de 5-8 første årene etter avsluttet kalking. – NIVA-rapport 6260. 34 s.
- Hindar, A. & Kroglund, F. 2000. Forsuringssituasjonen for laks i Vosso og vurdering av behov for ytterligere kalkingstiltak. – NIVA-rapport 4255-2000, 40 s.
- Hindar, A. & Schartau, A. K. L. 2004. De vannkemiske forholdene i vassdraget med vekt på forsurende situasjonen, s. 86-90. – I Vossolaksen – bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. – DN-utredning 2004-7, 156 s.
- Hindar, A. & Larssen, T. 2004. Forsuringsutvikling og behov for ytterligere kalking i Arendalsvassdraget. – NIVA-rapport 4873. 35 s.
- Hindar, A., Kroglund, F., and Skiple, A. 1995. Kalkingsplan for Guddalsvassdraget i Sogn og Fjordane. – NIVA-rapport OR-3388. Hindar, A., Lamberg, A. & Thorstad, E. 1999. Revidert kalkingsplan for Arendalsvassdraget. NIVA-rapport 4107. 54 s.
- Hindar, A., Tørseth, K., Henriksen, A. & Orsolini, Y. 2002. Betydningen av den nordatlantiske svingning (NAO) for sjøsaltepisoder og forsurende i vassdrag på Vestlandet og i Trøndelag. – NIVA-rapport 4592-2002, 32 s.
- Hindar, A., Walseng, B., Lindstrøm, E.-A., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Skiple, A. 1997. Arendalsvassdraget. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. – DN-Notat 1997-1, s. 28-41.

- Hindar, K. & Diserud, O. 2007. Sårbarhetsvurderinger av ville laksebestander overfor rømt oppdrettslaks. – NINA Rapport 244. 45 s.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. og Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. – NINA rapport 226. 82 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1922. Om aarsaken til massedød av laks og ørret i Frafjordelven, Helleelven og Dirdalselven i Ryfylke høsten 1920. – Norsk Jæger og Fiskefor. Tidsskrift (1/2): 37–44.
- Hynes, H. B. N 1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. Arch Hydrobiol. 57: 344 – 388.
- Johnsen, B.O. 2012. Reetableringsprosjektet: Overvåking av bestandene av voksen laks i Mandalselva og Tovdalselva. Årsrapport 2011. – NINA Minirapport 371. 15 s.
- Johnsen, B.O., Nøst, T., Møkkelgjerd, P.I. & Larsen, B.M. 1999. Rapport fra reetableringsprosjektet: Status for laksebestander i kalkede vassdrag. – NINA Oppdragsmelding 582: 1–79.
- Johnsen, G.H., Kålås, S. & Bjørklund, A.E. 1996. Kalkingsplan for Vaksdal kommune 1995. – – Rådgivende biologer. Rapport 175.
- Kaste, Ø. 1994. Storelva i Vegårvassdraget. Vurdering av behov for kalkingstiltak. – NIVA-rapport 3153. 18 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Blakar, I., Holmqvist, E., Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1995. Tiltak mot forsuring av Suldalslågen. Kalkingsplan. – NIVA-rapport 3256. 33 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Skiple, A. & Brandrud, T.E. 1995. Tiltak mot forsuring av Jørpelandselva. Kalkingsplan. – NIVA-rapport 3272. 45 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Skiple, A. & Brandrud, T.E. 1996a. Tiltak mot forsuring av Bjerkreimsvassdraget. Kalkingsplan. – NIVA-rapport 3358. 48 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Skiple, A. & Brandrud, T.E. 1996b. Tiltak mot forsuring av Lyseelva. Kalkingsplan. – NIVA-rapport 3356. 37 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Skiple, A. og Brandrud, T.E. 1996c. Tiltak mot forsuring av Rødneelva. Kalkingsplan. – NIVA-rapport 3359. 40 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A. Skiple, A. og Henriksen, A. 1996. Tiltak mot forsuring av Ekso. Kalkingsplan, samt prognose for kalkbehov basert på tålegrenseoverskridelser fram mot år 2000. – NIVA-rapport nr. 3462, 66 s.
- Kaste, Ø., Kleiven, E. & Håvardstun, J. 1998. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. Vegår og Storelva. – DN-notat 1198-1: 39–43.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). – Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. Elster, H. J. & Ohle, W., red. Das Zooplankton der Binnengewässer 26: 1–343.
- Kildal, T. 1982. Fiskeribiologiske undersøkelser i Lyngdalsvassdraget 1980. – Fiskerikonsulentene i Øst-Norge. 37 s.
- Klif 2013. Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2012. Statlig program for forurensningsovervåking. – Rapport 1143/2013. TA3033/2013. 72 s. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), Oslo.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. – Utredning for DN 1994–10. 98 s.
- Kroglund, F., Haraldstad, T., Haugen, T. & Guttrup, J. 2013. Sjøoverlevelse til smolt eksponert for aluminium i brakkvann. – NIVA Rapport 6499. 53 s.
- Kålås, J.A. Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Kålås, S. 2003. Botndyr. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2002. – DN-Notat 2003-3: 216.
- Kålås, S. 2004. Botndyr. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2003. – DN-Notat 2004-2: 223.
- Kålås, S. 2005. Botndyr. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2004. – DN-Notat 2005-2: 202–203.
- Kålås, S. 2006. Botndyr. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2005. – DN-Notat 2006-1: 213–214.
- L'Abée-Lund, J.H. 1985. Fiskeribiologisk undersøkelse i Vegår. – Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen, rapport nr. 5-1985. 50 s.
- Larsen, B. M. 1993a. Lygnavassdraget. 2 Fiskebiologiske undersøkelser. Kalking i vann og vassdrag. FoU årsrapporter 1991. – DN-notat 1993-1: 241–247.
- Larsen, B.M. 1993b. Ogna. Fiskebiologiske undersøkelser. Kalking i vann og vassdrag 1991. FoU årsrapporter. – DN-notat 1993-1: 230–238.
- Larsen, B.M. 1993c. Sokndalselva. Fiskebiologiske undersøkelser. Kalking i vann og vassdrag. FoU-årsrapporter 1991. – DN-notat 1993-1: 256–263.
- Larsen, B. M. 1995. Frafjordelva. Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter. – DN-notat 2006-1.
- Larsen, B.M. 1997. Rødneelva. Anadrom fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. – DN-notat 1997-1: 218–219.
- Larsen, B.M. 1998a. Espedalselva. Fiskeundersøkelser. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. – DN-notat 1998-1: 112–113.
- Larsen, B. M. 1998b. Kvina. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. – DN-notat 1998-1: 82–85.
- Larsen, B.M. & Brørs, S. 1998. Elvemusling Margaritifera margaritifera i Ogna. Utbredelse og bestandsstatus. – NINA Oppdragsmelding 537, 20 s.
- Larsen, B.M. & Fløystad, L. 2012. Skjellanalyser av voksen laks fra Kvina. Resultatrapport for 2011. – NINA Minirapport 370. 12 s.
- Larsen, B.M. & Jensås, J.G. 2013. Skjellanalyser av voksen laks fra Kvina. Resultatrapport for 2012. – NINA Minirapport 456. 12 s.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2005. Kvinavassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004. – DN-notat 2005-2: 108–112.

- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006a. Espedalselva. Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. – DN-notat 2006-1: 165-169.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006b. Kvinassvassdraget. Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 102-106.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006c. Lygnassvassdraget. Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 90-94.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006d. Mandalsvassdraget. Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. – DN-notat 2006-1: 63-67.
- Larsen, B.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006e. Ogna. Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 142-146.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006f. Sokndalselva. Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. – DN-notat 2006-1: 112-115.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven & E., Kvellestad, A. 2006g. Vegårvassdraget. Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. – DN-notat 2006-1: 29-33.
- Larsen, B.M., Hesthagen, T. & Lierhagen, S. 1992. Vannkvalitet og ungfsk av laks og aure i Ogna, Rogaland. – NINA Oppdragsmelding 130, 37 s.
- Larsen, B.M., Saksgård, R. & Bjerland, J.M. 2012. Overvåking av elvemusling i Ogna, Rogaland. Tiltaksovervåking kalking 2011 – NINA Rapport 887. 38 s.
- Larsen, B.M., Sandlund, O.T., Gabrielsen, S.E., Saksgård, L. & Saksgård, R. 2010. Metodiske utfordringer i undersøkelsene av ungfsk av laks og ørret i kalkede vassdrag. – NINA Rapport 644. 37 s.
- Larsen, P.A. & Haraldstad, Ø. 1994. Kalkingsplan for Mandalsvassdraget i Vest-Agder. Flerbruksplan for Mandalsvassdraget. – Fagrapport til faggruppe for fisk og forurensning. 57 s.
- Larssen, T. & Sægrov, H. 2003. Sammenhengen mellom forsuringsrelatert vannkvalitet og utvikling av villaksbestander på Vestlandet. – NIVA-rapport 4662, 39 sider.
- Lehmann, G.B., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U., Fjellheim, A., Normann, E. & Gabrielsen, S.E. 2013. Undersøkelser i Jørpelandssåna, 2011-2012. – LFI-rapport nr.222.
- Lindstrøm, E.-A., Brettum, P., Johansen, S.W. & Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forsurening. Effekter av kalking. Naturens tålegrenser rapport 118. – NIVA Rapport 4821. 132 s.
- Lund, R.A., Hindar, A., Harby, A., Skancke, L.B., Larsen, B.M. & Johnsen, B.O. 2006. Betydningen av vannkvalitet, vannføringsforhold og andre miljøforhold for tilstanden hos laks- og ørretbestanden i Jørpelandsvassdraget. – NINA Rapport 130. 66 s.
- Løvstad, Ø., 1991. Blågrønnalger og kiselalger som algeindikatorer på forurensning i bekker og elver. Vannkvalitetsklassifisering. – SFT-dokument 91:06. 22 s.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Bjørheim i Ryfylke, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Egersund, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Finsland, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Gjerstad, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Herefoss, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Hunseid i Vikedal, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Konsmo-Høyland, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Lysebotn, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Maudal, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Vats i Vindafjord, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Risnes i Fjotland, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Søyland, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Tveitsund, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- met.no 2014. Nedbørhøyder for 2013 fra meteorologisk stasjon Åseral, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- NS-EN 14011. Vannundersøkelse – Innsamling av fisk ved bruk av elektrisk fiskeapparat.
- NS 9455. 2005. Vannundersøkelse. Retningslinjer for ferskvannsbilologiske undersøkelser
- NS 9459. 2004. Vannundersøkelse – Veiledning i innsamling av planteplankton fra innsjøer og reguleringsmagasin.
- NS-EN 13946. 2003. Vannundersøkelse – Retningslinjer for rutinemessig innsamling og forbehandling av bentiske kiselalger i rennende vann for vurdering av vannkvalitet.
- NS-EN 14184. 2003. Vannundersøkelse – Veiledning for overvåking av akvatisk makrovegetasjon i rennende vann.
- NS-EN 14407. 2004. Vannundersøkelse – Retningslinjer for identifisering og telling av bentiske diatomeer (kiselalger) i rennende vann samt tolkning av data.

- NS-EN 15110. 2006. Vannundersøkelse – Veiledning i prøvetaking av dyreplankton fra stillestående vann.
- NS-EN 15204. 2006. Vannundersøkelse – Veiledning for kvantifisering av planteplankton ved bruk av omvendt mikroskop (Utemöhls metode).
- NS-EN 15708. 2009. Vannundersøkelse – Veiledning i overvåking, innsamling og laboratorieanalyse av bentiske alger i grunne elver.
- Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, G. & Eloranta, P. 1998. Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters, part I. – Naturvårdsverkets rapport nr.4860. 86 s.
- Persson, U. 1993. Tetthetsregistreringer av laks og aure i Rogalandsvassdrag 1992. – Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen, Miljørapport 1993-2. 99 s.
- Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. I: Raddum, G.G., Rosseland, B.O. & Bowman, J. (red.) Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. – ICP-Waters Report 50/99, s.7-16, NIVA, Oslo.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1990. Verneplan IV: Ferskvannsbilologisk vurdering av vassdrag i Rogaland. – Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 69.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 2003. Liming of River Audna, Southern Norway. A large scale experiment of benthic invertebrate recovery. – AMBIO 32: 230-234.
- Rosseland, L. 1953. Om virksomheten i 1948. Fiskeriinspektørens årsmelding for årene 1948, 1949, 1950. – Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Ås. Kap. 4.
- Rosseland, B.O., Blakar, I.A., Bulger, A., Kroglund, F., Kvellstad, A., Lydersen, E., Oughton, D.H., Salbu, B., Staurnes, M. & Vogt, R. 1992. The mixing zone between limed and acidic river waters: complex aluminum chemistry and extreme toxicity for salmonids. – Environmental Pollution 78, 3-8.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). – Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Saksgård, R. & Larsen, B.M. 2013a. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2012. Vegårdsvassdraget. 3. Fisk. – Miljødirektoratet rapport M18-2013.
- Saksgård, R. & Larsen, B.M. 2013b. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2012. Suldalslågen. 3. Fisk. – Miljødirektoratet rapport M18-2012.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2002. Frafjordelva. Vannkjemi. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. DN-notat 2002-1, s. 157-160.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2007. Frafjordelva. Vannkjemi. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. – DN-notat 2007-2. <http://www.dirnat.no/content/1168/Kalking-i-laksevassdrag>
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2007. Oгна. Vannkjemi. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. – DN-notat 2007-2. <http://www.dirnat.no/content/1168/Kalking-i-laksevassdrag>
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2011. Espedalselva. Vannkjemi. – Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4- 2011. <http://www.dirnat.no/content/500042575/Kalking-i-laksevassdrag>
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2011. Frafjordelva. Vannkjemi. – Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4- 2011. <http://www.dirnat.no/content/500042575/Kalking-i-laksevassdrag>
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2012. Frafjordelva. Vannkjemi. Kalking i laksevassdrag. Tiltaksovervåking 2011. – DN-notat 1-2012. [http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---](http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---Tiltaksovervaking-2011) Tiltaksovervåking-2011
- Saksgård, R. & Schartau, A.K. 2013. Oгна. Vannkjemi. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2012. – Miljødirektoratet rapport M18-2012. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2013/August-2013/Kalking-i-laksevassdrag/>
- Saksgård, R. & Schartau, A. K. L. 2013. Espedalselva. Vannkjemi. – Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2012. – Miljødirektoratet rapport M18-2012. <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M18/M18.pdf>
- Saltveit, S.J. 1980. Skjønn Laudal kraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn. – Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 41. 46 s.
- Saltveit, S.J. 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Kosånassdraget i Aust- og Vest-Agder. – Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 67. 21 s.
- Saltveit, S.J., & Bremnes, T. 2004. Effekter på bunndyr og fisk av ulike vannføringsregimer i Suldalslågen. Sluttrapport Suldalslågen. – Miljørapport 42. 13 s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. Arendalsvassdraget. Fisk. –Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011. [http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---](http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---Tiltaksovervaking-2011) Tiltaksovervåking-2011
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. og Pavels, H. 2011. Audna. Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2010. – DN-notat 2011-4. <http://www.dirnat.no/content/500042575/Kalking-i-laksevassdrag>
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. Espedalselva. Fisk. – Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011. [http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---](http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---Tiltaksovervaking-2011) Tiltaksovervåking-2011
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T., Kleiven, E., Pavels, H. & Gabrielsen S.-E. 2011. Frafjordelva. Fisk. – Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011. [http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---](http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---Tiltaksovervaking-2011) Tiltaksovervåking-2011
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. Lygnassdraget. Fisk. Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011.

- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. Mandalsvassdraget. Fisk. Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011. [http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---](http://www.dirnat.no/content/500045534/Kalking-i-laksevassdrag---Tiltaksovervaking-2011) Tiltaksovervåking-2011
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. Ognå. Fisk. Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. Sokndalselva. Fisk. – Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. Vegårvassdraget. Fisk. – Kalking i laksevassdrag. – DN-notat 4-2011.
- Sandlund, O. T., Berger, H. M., Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Ugedal, O. & Ulvan, E. M. 2011. Elektrisk fiske – effekter av ledningsevne på fangbarhet av ungfisk. – NINA Rapport 668. 43 s.
- Sars, G.O. 1903. An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda, Calanoida. – Bergen, 171 s.
- Sars, G.O. 1918. An account of the Crustacea of Norway. VI Copepoda, Cyclopoida. – Bergen, 225 s.
- Schartau, A.K. & Saksgård, R. 2002. Flekke og Guddalsvassdraget, Vannkjemi. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2001. – DN-notat 2002-1: 253-256.
- Schartau, A.K., Wasleng, B. & Snucins, E. 2001. Correlation between microcrustaceans and environmental variables along an acidification gradient in Sudbury, Canada. – Water, Air and Soil pollution 130: 1325-1330.
- Schneider, S. 2011. Impact of Calcium and TOC on Biological Acidification Assessment in Norwegian rivers. – Science of the Total Environment 409: 1164-1171.
- Schneider, S. & Lindstrøm, E.-A. 2009. Bioindication in Norwegian rivers using non-diatomaceous benthic algae: The acidification index periphyton (AIP). – Ecological Indicators 9: 1206-1211.
- Schneider, S. & Lindstrøm, E.-A. 2011. The periphyton index of trophic status PIT: A new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. – Hydrobiologia 665:143-155.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. – NINA utredning 10. 28 s.
- Solem, J. O. 1970. Trichoptera new to Norway- – Norsk entomologisk Tidsskrift, 17(2), 93-95.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and User's guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination, (version 4). – Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- Ugedal, O., Berger, H.M., Larsen, B.M. & Hoem, S.A. 2004. En vurdering av produksjonspotensialet for anadrom fisk i Kvina. – NINA Oppdragsmelding 822. 33 s.
- Urdal, K. 2013. Analysar av skjelpørvar frå Rogaland i 2012. – Rådgivende Biologer AS. Rapport 1730. 19 s.
- Urdal, K. 2014. Analysar av skjelpørvar frå Sogn og Fjordane i 2013. – Rådgivende Biologer AS, rapport 1892, 34 sider, ISBN 978-82-8308-075-9
- Urdal, K. & H. Sægrov 2013. Analysar av skjelpørvar frå elvar på Vestlandet 1999-2012. Rådgivende Biologer AS, rapport 1797, 28 sider, ISBN 978-82-8308-016-2.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. – Mitt. int. Verein. Limnol. 9. 1-38.
- Vikøyr, B., Haraldstad, Ø & Larsen, P.A. 1989. Kalkingsplan Lygna. Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernnavdelingen. – Rapport 1989-4. 32 s.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. – Universal book services, Oegstgeest.
- Aagaard, K. & Dolmen, D. 1996. Limnofauna Norvegica. Katalog over Norsk ferskvannsfauna. – Tapir forlag, Trondheim, 310 s.

Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | Faks: 73 58 05 01

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Strømsveien 96, 0602 Oslo

Miljødirektoratets hovedoppgaver er å redusere klimagass-utslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Våre viktigste funksjoner er å overvåke miljøtilstanden og formidle informasjon, være myndighetsutøver, styre og veilede regionalt og kommunalt nivå, samarbeide med berørte sektormyndigheter, være faglig rådgiver og bidra i internasjonalt miljøarbeid.