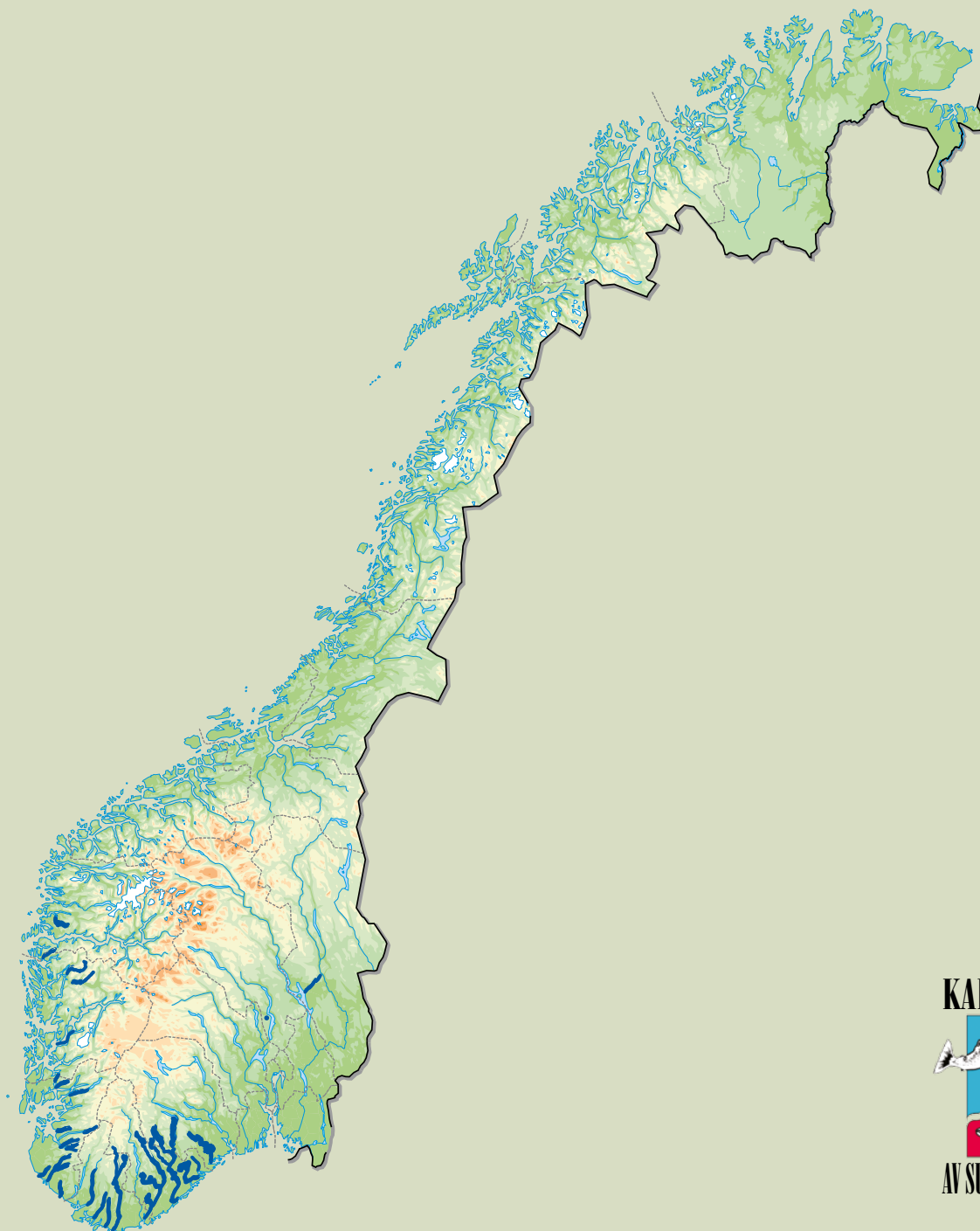




DIREKTORATET FOR
NATURFORVALTNING

NOTAT



DN-notat 1-2012

Kalking i laksevasdrag

Tiltaksovervåking 2011

Kalking i laksevassdrag

Effektkontroll 2010

Notat 4-2011

Utgever:

Direktoratet for naturforvaltning

Dato:

August 2011

Antall sider:

329

Emneord:

forsuring, kalking,
effektkontroll, overvåking

Keywords:

acidification, liming, monitoring

Bestilling:

Direktoratet for naturforvaltning

7485 Trondheim

Telefon: 73 58 05 00

Telefaks: 73 58 05 01

www.dirnat.no/publikasjoner

Refereres som:

Direktoratet for naturforvaltning,

2010. Kalking i laksevassdrag.

Effektkontroll 2010. Notat 4-2011

ISBN (Trykt): 978-82-7072-947-0

ISBN (PDF): 978-82-7072-948-7

ISSN (Trykt): 0802-1546

ISSN (PDF): 1890-7628

EKSTRAKT:

I dette notatet rapporteres resultater i en kortfattet form fra vannkjemisk og biologisk effektkontroll i 21 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.

ABSTRACT:

We here report results in a shortened version from chemical and biological monitoring in 21 limed river systems in southern Norway and in one river system where liming is ended. The monitoring of these rivers is important for the evaluation of the liming projects and a necessary basis for the assessment of the liming strategies.

Forord

Forsuring av vann og vassdrag er et av de alvorligste miljøproblemer i Norge 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 72-90 % fra 1980 til 2010. For nitrogen var ikke resultatene like gode. De observerte nitrat- og ammoniumkonsentrasjonene i nedbør har blitt redusert med hhv. 26-46 % og 47-63 % 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 forsuringfølsomme arter er fortsatt ikke kommet tilbake.

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

I dagens situasjon er det fortsatt viktig med en god 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 dette DN-notatet presenteres årsrapporter fra prosjektene som ble gjennomført i 2011.

Trondheim, juni 2012

Yngve Svarte

direktør, artsforvaltningsavdelingen

INNHOOLD

Forord	1
1 Metodikk.....	3
1.1 Vannkjemi	3
1.2 Planteplankton	3
1.3 Makrovegetasjon	4
1.4 Begroing.....	4
1.5 Bunndyr.....	6
1.6 Krepssdyr.....	6
1.7 Fisk	7
2 Kalking i forsurede laksevasdrag i Norge - status og trender pr 2011.....	8
3 Agder - status og trender.....	11
4 Rogaland - status og trender.....	12
5 Hordaland - status og trender.....	13
6 Arendalsvassdraget	15
7 Vegårvassdraget.....	24
8 Tovdalsvassdraget	40
9 Mandalsvassdraget.....	48
10 Audnavassdraget	67
11 Lygnavassdraget.....	84
12 Kvinavassdraget	93
13 Sokndalsvassdraget.....	105
14 Bjerkreimsvassdraget	116
15 Ognå	140
16 Frafjordelva	152
17 Espedalselva.....	168
18 Lysevassdraget.....	181
19 Jørpelandsvassdraget.....	198
20 Suldalslågen	205
21 Vikedalsvassdraget.....	223
22 Rødneelva.....	233
23 Uskedalselva.....	244
24 Vossovassdraget	263
25 Eksingedalsvassdraget	274
26 Yndesdalsvassdraget.....	284
27 Flekke og Guddalsvassdraget	308

1 Metodikk

1.1 Vannkjemi

Forfattere: Atle Hindar (NIVA), Øyvind Garmo (NIVA) og Ann Kristin Schartau (NINA)

Vannprøvene for elvestasjoner og innsjøer innenfor overvåkingsprogrammets effektkontroll analyseres etter standard metoder ved NIVA, Trondheim Analysesenter (NINA) og Analycen/Eurofins (Aquateam). Det analyseres på pH, alkalitet, konduktivitet, turbiditet (FTU), total organisk karbon (TOC), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), sulfat (SO₄), nitrat (NO₃-N), klorid (Cl), silisium (Si), total nitrogen (tot-N), total fosfor (tot-P), ortofosfat (PO₄-P), reaktivt Al (RAL; NIVA), ikke-labilt Al (ILAl; NIVA), totalt Al (Tot-Al; NIVA), totalt monomert Al (Tm-Al; NIVA), organisk monomert Al (Om-Al; NIVA).

Den giftige fraksjonen av aluminium (Al kationer) uttrykkes enten som LAI eller UM-Al, avhengig av analysemetoden som ligger til grunn. Labilt Al (LAI) er differansen mellom RAL og ILAl, uorganisk monomert Al (UM-Al) er differansen mellom Tm-Al og Om-Al og partikulært, kolloidalt Al (Pk-Al) er differansen mellom Tot-Al og Tm-Al.

ANC beregnes på følgende måte: $ANC = ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^+] + [K^+] + [NH_4^+]) - ([Cl^-] + [SO_4^{2-}] + [NO_3^-])$ og oppgis i $\mu\text{ekv/L}$.

(Ca²⁺ = kalsium, Mg²⁺ = magnesium, Na⁺ = natrium, K⁺ = kalium, NH₄⁺ = ammonium (ignorerer pga. lave konsentrasjoner), Cl⁻ = klorid, SO₄²⁻ = sulfat og NO₃⁻ = nitrat; [] = konsentrasjon i $\mu\text{ekv/l}$, dvs. $\mu\text{mol/l}$ * ladning på ionet)

Andre benevninger framgår av primærtabellene.

Xa}}|oc^}^A[{ Ae/AN |aa a|•^A ^aAca}}\b{ a[]d[||^}Aa[•^i^i\[]d[||^}D\iAa a^•^i^c
c^aA EaaUEAÇa AaA} aOEE DAX^•c{ |aSOAUEAÇa aA} aOEE AaA aA OEFFD\ * A[|•\ A} •c
{ |Aa} { |•\} a * AÇaA} aOEFFD

Prøvetakingsstasjoner, prøvetakingsdyp (innsjøer), prøvetakingsfrekvens og] aæ ^c!•æ { ^} È
•^ç a * framgår av primærtabellene for hvert enkelt vassdrag. Prøvetakingsstrategien er tilpasset
vassdragsstørrelse og målsettingen med kalkingsovervåkingen ved de enkelte stasjonene.
Ú:oc^}^Aa a^•^i^•A} A eA PEA[] a\ ca a A a a { È

1.2 Planteplankton

Forfatter: Pål Brettum (NIVA)

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

Ønsker å undersøke sammensetningen av planteplankton i innsjøene i Arendalsvassdraget. 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 telleresultatet (algekonsentrasjonen i innsjøen) oppgis i algevolum pr. vannvolum (mm³/m³), som er tilnærmet likt mg/l våtvekt (se primærtabeller). I figurer framstilles totalvolum og prosentvis sammensetning av planktonet.

1.3 Makrovegetasjon

Forfatter: 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).

1.4 Begroing

Metode 1

Forfatter: 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 kiselalger og andre mikroskopiske alger blir 5 til 10 steiner med diameter 10-20 cm innsamlet fra hver stasjon. Et areal på ca. 8 ganger 8 cm, på oversida av hver stein, børstes med en tannbørste, og det avbørstede materialet blandes så med ca. 1 liter vann. Fra blandingen tas det en delprøve som konserveres med formaldehyd. Innsamlede prøver blir senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av de mikroskopiske algene, som finnes sammen med de makroskopiske elementene, estimeres som hyppig (xxx), vanlig (xx) eller sjelden (x).

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

Forfatter: 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 bløtbunnslokaliteter ble algene tatt forsiktig opp ved å føre børst lett over sedimentoverflaten. Prøvene ble konserverte med å tilsettes Lugols løsning med pasteurpipette.

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 et al. (2004) benyttet. Ved beregning av forsuringfølsomhet summeres alle forsuringfølsomme arter i prøven etter at de er vektet i henhold til sin spesifikke forsuringfølsomhet. Prøver med mange klart forsuringfølsomme arter vil således få høy forsuringfølsomhet. Det 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 indikatorverdier, og gjennomsnittlig indeksverdi benyttes for å beskrive økologisk status etter Løvstad (1991).

1.5 Bunndyr

Forfattere: Arne Fjellheim (LFI Uni Miljø) og Svein Jakob Saltveit (LFI, UiO)

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 et al. 1971). Metoden regnes som semikvantitativ og kan brukes til anslag over tetthetene av bunndyr. Prøvene samles med en håv, åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Håvens maskevidde er 0,25 mm. Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Med en fot blir substratet i forkant av håven rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Det tas én prøve fra hver lokalitet, som består av materiale samlet inn fra forskjellige områder, habitat, på stasjonen. Totalt sparkes/rotes det i elvebunnen i ca. 2 min. Prøvene fikseres med etanol i felt for senere sortering under lupe i laboratoriet, 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 forsuringsskadet, mens verdien 0 her betyr et samfunn som er sterkt skadet. Når det er arter som er svært forsuringfølsomme til stede, benyttes Forsuringsindeks 2 beregnet fra formelen $0,5 + D/S$. D = antall individer av sterkt forsuringfølsomme døgnfluer (på en lokalitet), S = antall individer forsuringstolerante steinfluer (på en lokalitet). Maksimumsverdien for indeksen blir satt til 1, som indikerer liten eller ingen forsuring. Når andelen svært forsuringfølsomme døgnfluer i forhold til tolerante steinfluer er svært lav vil verdien av indeksen nærme seg 0,5 (Kroglund et al. 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.

1.6 Krepssdyr

Forfatter: Bjørn Walseng (NINA)

Ved undersøkelse av planktoniske og litorale krepssdyr 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 μ m) avhengig av variasjon i substrat/vannvegetasjon. Det blir lagt vekt på at dominerende substrat/vannvegetasjon er representert i datasettet.

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

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

1.7 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit (LFI NHM UiO), Sven Erik Gabrielsen (LFI Uni Miljø) og Randi Saksgård (NINA)

Det blir fisket med elektrisk fiskeapparat på faste stasjoner i vassdragene, både på lakseførende og ikke lakseførende strekninger. Antall stasjoner varierer mellom vassdrag. Arealene på stasjonene avfiskes tre ganger (gjentatte uttak) (Bohlin et al. 1989) med en pause på rundt 15 minutter mellom omgangene. All fisk artsbestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter i felt etter hver omgang. For Sørlands- og Rogalandsvassdragene blir et utvalg fisk tatt med for aldersbestemmelse. 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 per 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 enkeltstasjonene (tetthet 2). Dersom fangbarheten er negativ eller tetthet ikke kan estimeres, er tettheten satt lik antall fisk fanget per 100 m².

2 Kalking i forsurede laksevasdrag i Norge - status og trender pr 2011

Forfattere: Ann Kristin Schartau (NINA), Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø), Atle Hindar (NIVA), Sven Erik Gabrielsen (LFI, Uni Miljø)

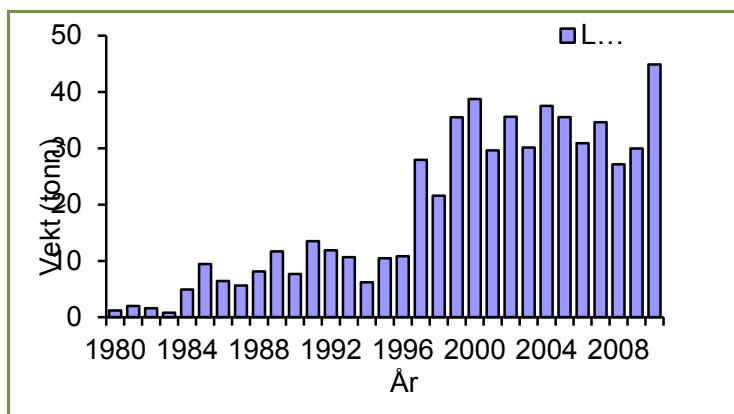
Totalt blir 21 lakseførende vassdrag kalket i Norge. Effekten av kalkingen følges ved årlig overvåking av vannkvalitet i alle vassdragene, mens fisk og bunndyr overvåkes hvert andre år. I et utvalg av vassdragene overvåkes også enkelte andre grupper av flora og fauna. Kalkingen av norske laksevasdrag 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.

Basert på resultater fra overvåkingen foreslås det å endre kalkingsstrategien i noen av vassdragene. Det er foreslått enkelte optimaliseringsprosjekter som bør gjennomføres. I enkelte vassdrag er nivåene av aluminium nå så lave at man bør vurdere å redusere pH-målet.

Fisk

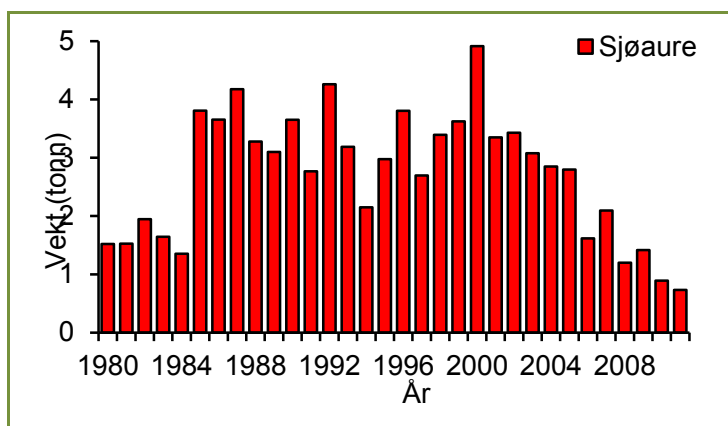
Et mål på om kalkingen har hatt en positiv effekt på produksjonen av laks og sjøaure, er å benytte tilgjengelig offisiell fangststatistikk av sportsfiskefangster i de kalkete vassdragene. Her må nevnes at fangststatistikken har sine feilkilder, men den gir likevel et bilde på utviklingen av fangstene over tid. 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, og det fanges nå årlig om lag 30 til 40 tonn laks på sportsfiske i de kalkete vassdragene.

Til tross for begrensninger i fisket i mange vassdrag ble det i 2011 innrapportert nær 45 tonn laks, noe som er det høyeste fangsttallet i perioden. Fangstene fra Mandalselva og Bjerkreimselva står for den største økningen. Fra 1998 til 2011 bidrar disse to vassdragene med ca. 60 % av totalfangsten av laks i de kalkete vassdragene, mens de i perioden før 1998 sto for ca. 30 %. Den positive utviklingen i fangstene av laks, gjenspeiler en markert økning i ungfiskbestanden av laks i de kalkete vassdragene.



Fangst av laks i kalkete vassdrag i Norge i perioden 1980-2011. Figuren baserer seg på offisielle data for 12 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket. I noen av de kalkete vassdragene er laksen enten fredet (spesielt for vassdragene på Vestlandet), eller så er fangststatistikken mangelfull (spesielt for vassdragene i Vest-Agder).

I motsetning til den positive utviklingen i sportsfiskefangstene av laks, viser ikke fangstene av sjøaure i de kalkete vassdragene det samme forløpet. Riktignok var fangstene av sjøaure lave på begynnelsen av 1980-tallet, da de varierte fra 1,5 til 2 tonn. De økte så betydelig fra midten av 1980-tallet med fangster fra 3 til 4 tonn. Siden 2000 har fangstene gått tilbake, fra en bestenotering på nesten 5 tonn, til mindre enn 1 tonn de to siste årene. I 2011 ble det bare innrapportert 731 kilo sjøaure. 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 fredet i dette vassdraget siden fangstene av sjøaure kollapset i 2006. I motsetning til den positive utviklingen av ungfiskbestanden av laks i de kalkete vassdragene, synes ikke kalkingen å ha hatt den samme effekten på ungfiskproduksjonen av aure. Ungfiskbestanden av aure i de kalkete vassdragene viser generelt sett ingen eller en svak negativ utvikling.



Fangst av sjøaure i kalkete vassdrag i Norge i perioden 1980-2011. Figuren baserer seg på offisielle data for 14 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket. I noen av de kalkete vassdragene er fangststatistikken mangelfull (spesielt for vassdragene på Vestlandet og i Vest-Agder).

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 forsursingsområdet i Norge, og behovet for kalking har avtatt. For Norge er årlig kalkforbruk i siste fem års periode redusert med 28 % sammenlignet med kalkforbruket i 2000. Reduksjonen har vært størst i Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane (32-33 %) mens samlet reduksjon i Sørlandsvassdragene har vært på 18 %. Kalkforbruket i 2011 var imidlertid høyere enn i 2010, noe som har sammenheng med de store nedbørsmengdene høsten 2011. 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 avsyingsmiddel i enkelte vassdrag.

I de fleste vassdragene tilføres kalk/silikat ved hjelp av doserer, men innsjøkalking og bekkekalking er også vanlig. Terrengkalking har kun vært benyttet i ett vassdrag (Flekkje 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.

Samlet kalkforbruk (i tonn) angitt som 100 % CaCO₃ i laksevassdrag fordelt på regioner (Sørlandet, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane) og for hele forsyingsområdet totalt, i perioden 2000-2011. Silikatlut er angitt i parentes. Andre avsyingsmidler, som for eksempel dolomitt, er ikke tatt med i tabellen men utgjør kun små mengder totalt sett.

Region	2000	2007	2008	2009	2010	2011
Sørlandet	28319	19608 (78)	27475 (126)	24678 (132)	16318 (79)	23262 (526)
Rogaland	5573	3972	4065	3718	3330	3912 (120)
Hordaland og SF	6241	2667	3348	2678	1980	3271
Alle laksevassdragene	40133	26247 (78)	34888 (126)	31074 (132)	21628 (79)	30445 (646)

Vannkjemi

Vannkjemi undersøkes i alle de 21 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 2011 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 så var innholdet av giftig aluminium i de fleste vassdragene lavere enn kravet til god økologisk tilstand i vannforskriften. Det kan gi grunnlag for reduserte pH-mål, spesielt i vassdrag der det vassdragsspesifikke pH-målet er høyere enn kravet i vannforskriften. I noen av de øvrige vassdragene var vannkvaliteten i 2011 marginal og ustabil, med kortvarige pH-reduksjoner. Dette tyder på at kalkingsstrategien ikke er optimal alle steder. I enkelte vassdrag er det for få doserere til å dekke lakseførende strekning, og i noen vassdrag er plasseringen av dosererne lite gunstig.

Sjøsaltepisoder med utlekking av giftig aluminium fra jordsmonnet er fortsatt et problem. Også i 2011 ble det registrert sjøsaltepisoder, i smoltifiseringsperioden og på senhøsten, spesielt i vassdragene på Sørlandet og Rogaland. Resultatene viser at slike episoder kan være kritiske uten kalking, selv om forsuringen har avtatt sterkt de siste årene. I vurderingen av reduserte pH-mål for enkelt vassdrag må en ta hensyn til dette.

Bunndyr

I 2011 ble bunndyr undersøkt i 10 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 forsyings-følsomme bunndyr økt. Dette har gitt en positiv utvikling av forsyingsindeksene i det tidsrommet vassdragene har vært overvåket.

For de fleste vassdragene er miljømålet (økologisk tilstand jfr. vannforskriften) nådd. Dette gjelder Vegårvassdraget i Aust-Agder, Audna i Vest-Agder, alle de undersøkte Rogalandsvassdragene, Frafjordelva, Espedalselva og Rødneelva, samt Flekke og Guddalsvassdraget i Sogn og Fjordane. Unntaket er Agder vassdragene Mandalselva og Kvina som lå noe under miljømålet, sistnevnte marginalt, samt Hordalandsvassdragene Uskedalselva og Yndesdal som ikke tilfredsstilte miljømålet på våren. 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 2011 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 positive utviklingen er generelt raskere i rennende vann enn i innsjøene, der en begynnende gjenhenting nå ser ut til å ha stagnert. Sammensetningen av begroingsalger indikerer at inn- og utløp av Yndesdalsvatnet er noe eutrofiert.

3 Agder – status og trender

Atle Hindar (NIVA), Øyvind Garmo (NIVA), Bjørn Mejdell Larsen (NINA), Arne Fjellheim (Uni Miljø), Susanne Schneider (NIVA)

Syv vassdrag inngår i kalkingovervåkingen i Agderfylkene: Det er vassdragene Audna, Kvina, Lygna og Mandal i Vest Agder, og Arendal, Tovdal og Vegår i Øst Agder.

Vassdragene behandles med en kombinasjon av innsjø- og dosererkalking. I Lygna og Mandal doseres det dessuten silikatlut i viktige sideelver. Kalkingen har motvirket forsuringseffekter som lav pH og høy aluminium, og har dermed beskyttet 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 2011 oppfylt i vassdragene Audna, Lygna og Mandal (spinkelt datagrunnlag i sistnevnte), men tidvis underskredet i Arendal, Kvina, Tovdal og Vegår. Konsentrasjonen av giftig aluminium er også tidvis høyere enn kravet i vannforskriften.

Som følge av vedvarende regnflom på høsten er Audna er det eneste av Agdervassdragene hvor det ble gjennomført ungfiskundersøkelser i 2011. Tettheten av laksunger var lav. Sjørretbestanden er liten og fangstene kraftig redusert. Rapportert laksefangst var imidlertid rekordhøy i 2011 og gytebestandsmålet ser ut til å være nådd for første gang siden kalkingen startet.

Bunndyrfaunaen ble i 2011 undersøkt i Audna, Kvina, Mandal og Vegår. I alle de fire vassdragene er tilstanden dårligere i ukalkede enn i kalkede deler av vassdragene. I Audna og Vegår er det bedring å spore, men særlig vårprøvene viser at fortsatt kalking er nødvendig. Resultatene fra Kvina tyder på at kalkingen ikke er optimal og i kalkede deler av Mandalsvassdraget går gjenhenting av bunndyrsamfunnene senere enn i andre vassdrag i regionen.

Mandal er det eneste av Agdervassdragene hvor det ble gjennomført undersøkelse av vannvegetasjon i 2011. Begroingsalger og makrovegetasjon viser positiv utvikling både i ukalkede og kalkede deler av vassdraget. Situasjonen er imidlertid fortsatt bedre i kalkede deler.

I vassdragene Arendal, Kvina, Tovdal og Vegår foreslås det å iverksette tiltak for å oppnå bedre vannkvalitet i smoltifiseringsperioden.

4 Rogaland - status og trender

Ann Kristin Schartau (NINA), Arne Fjellheim (Uni Miljø), Atle Hindar (NIVA).

Totalt ti vassdrag inngår i kalkingovervåkingen i Rogaland: Sokndalselva, Bjerkreimsvassdraget, Oгна, Frafjordelva, Espedalselva, Lysevassdraget, Jørpelandsvassdraget, Vikedalsvassdraget, Suldalslågen 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 endringene har flatet noe mer ut etter 2000. Mindre sur nedbør har ført til at det totale kalkforbruket er redusert med vel 33 % for regionen i perioden 2000-2011. Kalkforbruket var imidlertid 10 % høyere i 2011 enn i 2010. Dette har sammenheng med store nedbørsmengder høsten 2011.

Vannkvaliteten på lakseførende strekninger var i 2011 stort sett tilfredsstillende sammenlignet med vannkvalitetsmålet. I flere av vassdragene var imidlertid vannkvaliteten ustabil med kortvarige pH-reduksjoner. I deler av Sokndalsvassdraget har avvikene i vannkvaliteten i årene etter 2005 vært hyppigere og mer alvorlige enn det som er målt tidligere, men forholdene var noe bedre i 2010 og 2011. 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. Det kan gi grunnlag for reduserte pH-mål, spesielt i vassdrag der det vassdragsspesifikke pH-målet er høyere enn kravet i vannforskriften. Også i 2011, i smoltifiseringsperioden og på senhøsten, ble det registrert sjøsaltepisoder i noen av vassdragene i Rogaland. I vurderingen av reduserte pH-mål må en ta hensyn til dette.

På grunn av de store nedbørsmengdene høsten 2011 ble det ikke gjennomført ungfiskundersøkelser i noen av vassdragene i Rogaland i 2011. Vurdering av fiskebestandene i de kalkede vassdragene er derfor basert på ungfiskundersøkelser som er gjennomført i tidligere

år samt lakestatistikken fra 2011. 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 det høyeste fangsttallet i 2011 til tross for begrensninger i fisket i mange vassdrag. Fangstene i Bjerkreimvassdraget, som i 2011 var 20,5 tonn laks, står for den største økningen. Fangstene av ørret er imidlertid nå på et lavmål. Til tross for at det de siste årene har vært forbud mot fiske av sjøørret i flere av vassdragene, fortsetter tettheten av ørretunger å synke.

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. Den negative utviklingen i fangstene og ungfiskbestanden av laks i Vikedalsvassdraget de senere årene gir grunn til bekymring. Et stort antall gytefisk i 2010 gir imidlertid håp om at bestanden vil ta seg opp. Andre forhold enn sur nedbør, for eksempel vassdragsregulering og lakselus, har sannsynligvis en begrensende effekt på utviklingen i enkelte vassdrag.

Vannkvaliteten er tilfredsstillende for forsuringfølsomme bunndyr i kalkete deler av vassdragene. Artsantallet og andelen forsuringfølsomme arter har økt, også på ukalkete stasjoner. Miljømålet i vannforskriften er nådd for de kalkede delene av alle vassdragene som ble undersøkt i 2011. For de fleste vassdrag er det imidlertid et betydelig potensial for videre økning i artsmangfoldet. Lave andeler forsuringfølsomme bunndyr på ukalkete deler viser at kalking av vassdragene i Rogaland er nødvendig.

Det foreslås å endre kalkingsstrategien for noen av vassdragene for å oppfylle pH-målet. Dette gjelder Sokndalsvassdraget (erstatte innsjøkalking med kalking fra doserer), Espedalselva (ny doserer i Vinndøla, alternativt utlegging av skjellsand/grovkalk), Lysevassdraget (bygging av ny doserer i Stølsåna, alternativt terrengkalking). I Ognå er dosering av kalk i den nedre del av vassdraget avhengig av at Hetland kraftverk er i drift. Her anbefales det å se nærmere på muligheten for å styre dosereren uavhengig av driften av kraftverket. Også i Storåna i Bjerkreimsvassdraget og Måna i Frafjordelva er det behov for å optimalisere kalkingen. En vurdering av om pH-målet alternativt kan senkes på grunn av lave aluminiums konsentrasjoner, må baseres på et bedre datagrunnlag enn det som overvåkingen i de fleste tilfeller kan framskaffe.

5 Hordaland - status og trender

Bjart Are Hellen (Rådgivende Biologer)

Totalt fire vassdrag inngår i kalkingsovervåkingen i Hordaland; Vossovassdraget, Eksingedalsvassdraget (Ekso), Yndesdalvassdraget 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 i 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.

Den vannkjemiske overvåkingen dokumenterer at behovet for kalking fortsatt kan være stede i flere av vassdragene. I 2011 var det flere sjøsaltepisoder, men disse gav relativt lite utslag på konsentrasjonen av giftig aluminium sammenlignet med tilsvarende episoder tidligere år. Bunndyrarter som er følsomme for forsuring, viser at vannkvaliteten i de kalkede vassdragene stort sett er tilfredsstillende, mens bunndyrsamfunnet i en del referanse-lokaliteter 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 utenom smoltutvandringsperioden. Det kan gjøres ved å redusere kalkingen i hovedvassdraget i store deler av året. De svært gode fangster av laks etter at kalkingen kom i gang, kan også skyldes et relativt omfattende kultiveringsarbeid oppstrøms anadrom strekning.
- Vannkjemidata, bunndyrindekser og ungfisktetthet av laks, indikerer at forsuring fortsatt er et relativt stort problem i **Yndesdalselva**. Kalkingsstrategien vurderes som tilfredsstillende for vassdraget, men pH ligger noe høyt utover høsten. Vannkvalitetsmålet er i stor grad nådd, men responsen på fisk og bunndyr er ennå ikke helt tilfredsstillende.
- I **Ekso** anbefales pH-målet redusert både sommer og høst, og også noe i smoltutvandringsperioden. I 2011 ble bare vannkvaliteten undersøkt.
- **Vossovassdraget** synes å være minst utsatt for sur nedbør, og kalkingen med doserer opphørte derfor i 2006. Innsjøkalking i høyereliggende innsjøer i vassdraget anses heller ikke lenger nødvendig for å sikre tilfredsstillende vannkvalitet for laksen. I 2011 ble bare vannkvaliteten undersøkt.
- I **Uskedalselva**, der det kalkes for å bevare sjøauren, anbefales kalkingen avsluttet. Alternativt kan kalkingsmålet endres til å omfatte laks, siden det nå er en relativt stor laksebestand i vassdraget, som sannsynligvis i stor grad er etablert med basis i rømt oppdrettslaks og med innblanding av feilvandret villaks. Laksebestanden utgjør i dag en relativt sterk konkurrent til den naturlige sjøaurebestanden i vassdraget.

Â Arendalsvassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

Â.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

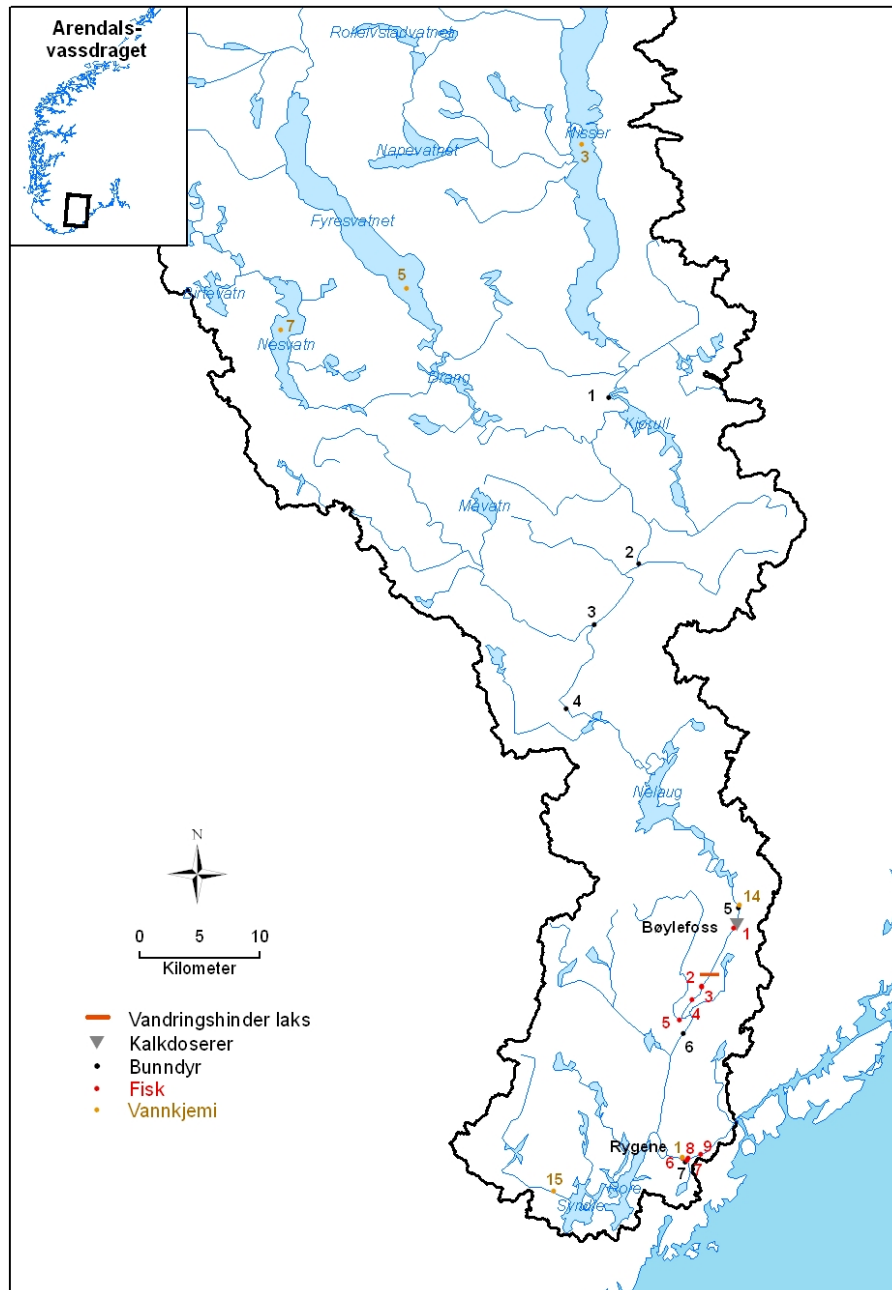
Fakta om Arendalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	019
Fylke:	Telemark og Aust-Agder
Nedbørfeltareal:	4025 km ²
Vassdragsregulering:	Sterkt regulert (innsjøene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn samt flere elvekraftverk på strekningen Nisser- Rygene).
Spesifikk avrenning:	28,3 l/s/km ²
Middelvannføring:	115 m ³ /s
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 <i>et al.</i> (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 forsuringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/5: pH 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0 Kortsiktige mål for Nisser, Fyresvatn og Nesvatn: pH 6,0-6,2
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og dosereralking. Innsjøene Nisser og Fyresvatn ble kalket i hhv. 1996 og 1997. Samtidig var det tiltak oppstrøms Nesvatn. Dosereralking for å oppnå vannkvalitetsmål for laks ble startet ved Bøylefoss i 2005. Doserer ved Kiland kalket tidligere Rorevassdraget, men driften stoppet f.o.m. 2008.

Arendalsvassdraget strekker seg over to fylker. En rekke innsjøer kalkes i Vest-Telemark, mens det i Aust-Agder både er innsjø- og dosereralking. **Tabell 1** viser kalkforbruket for siste femårsperiode. Det har vært variasjoner i kalktyper, men i 2011 ble det bare kalket med NK3 (89 % CaCO₃-innhold). I juli-august i 2011 ble innsjøer i Aust-Agder tilført 126 tonn NK3, mens innsjøer i Telemark ble tilført totalt 524 tonn NK3.

Det falt 1137 mm nedbør på meteorologisk stasjon 37230 Tveitsund i 2011, mens normalen for året er 994 mm (met.no 2012). Juli, august og september var mest nedbørrike, mens oktober og november var relativt tørre.

Tabell 1. Kalkforbruk i Arendalsvassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder og Telemark.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	3575	5314	4775	3776	4173
Innsjøkalking i Aust-Agder	46	80	17	-	112
Innsjøkalking i Telemark	636	703	657	657	466
Sum kalkforbruk	4257	6097	5449	4433	4752



Figur 1. Arendalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og planteplankton. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i vedlegg A.

Î.2 Vannkjemi

Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

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

Omkring 200 innsjøer kalkes i øvre deler av Arendalsvassdraget. Forsuringssituasjonen er nå slik at det kan være aktuelt å avslutte kalking i deler av dette området (Hindar 2011). Takket være kalkingen av Nisser og Fyresvatn for 15 år siden og disse innsjøenes svært lange oppholdstid, er vannkvaliteten også god nedover i vassdraget. Kraftregulering i nedre del gjorde det lenge uaktuelt å kalke for laks, men situasjonen endret seg etter tusenårsskiftet. Det er ikke referansestasjoner i Arendalsvassdraget. Aluminiumsdata for 2010 kan være feil.

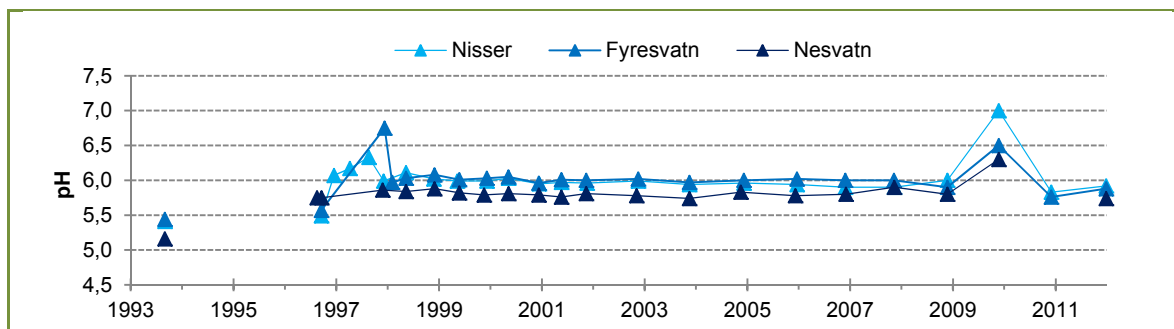
*.2.1 Vannkvaliteten i 2011

De store innsjøene

Kalking av Nisser og Fyresvatn gir fortsatt effekter, men både Ca-konsentrasjon og pH har avtatt ned mot antatte bakgrunnsnivåer (**figur 2**). Ca-konsentrasjonen i begge innsjøene er nå det den var før kalking, men bakgrunnsnivået har avtatt i takt med forsureningssituasjonen, slik at det fortsatt er en kalkeeffekt. Al-konsentrasjonene er også redusert over tid, og konsentrasjonen av LAI er omkring eller lavere enn 20 µg/l. Dette til tross for at pH er under 6,0.

I Nesvatn har pH og Ca-konsentrasjon avtatt etter at kalkingen av innsjøer oppstrøms ble avsluttet i 2005. Men LAI er fortsatt omkring 20 µg/l.

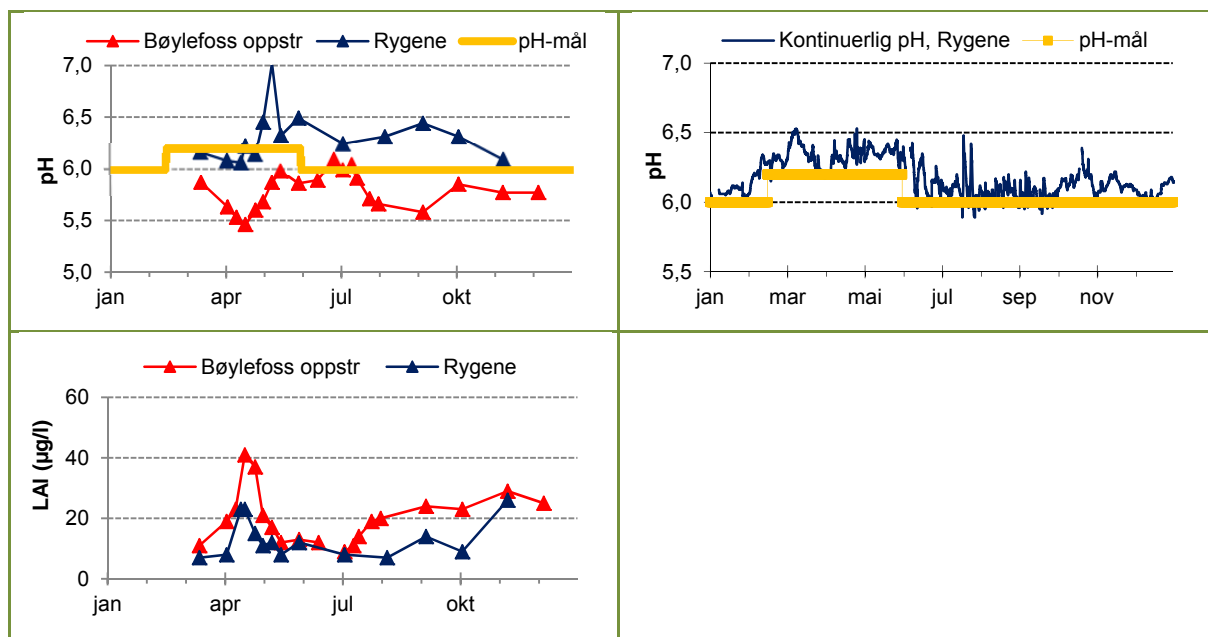
Data for pH, Ca og alkalitet for 2009 er feil.



Figur 2. pH-utvikling i innsjøene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn ved 10 m dyp i perioden 1993-2011. Det var ingen prøvetaking i Nesvatn i 2010.

Hovedelva

pH oppstrøms anadrom strekning var mellom 5,5 og 6,0 (**figur 3, tabell 2**), og viser at det særlig i snøsmeltingsperioden kan være lavere pH enn ut av de store innsjøene. Det skyldes at området lenger sør er surere, men også at snøsmeltingen og flommen kommer tidligere her. pH i vannprøver fra anadrom strekning (Rygene) var under vannkvalitetsmålet i smoltifiseringsperioden i 2011, mens verdier fra kontinuerlig logging viste verdier over målet (**figur 3**). Konsentrasjonen av LAI var to ganger over 20 µg/l i samme periode. Det viser at tilstanden, verken i forhold til vassdragsmålet eller vannforskriften (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2009), var tilfredsstillende.



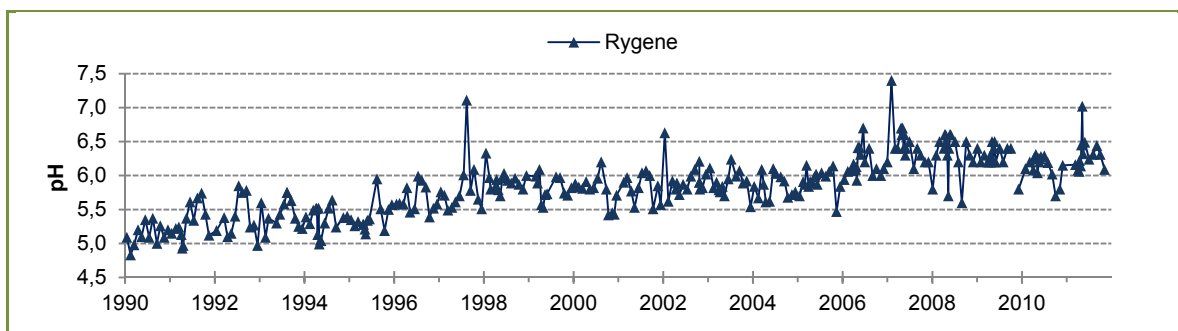
Figur 3. pH-utvikling i Nidelva i 2011 i de øvre panelene. NB! Ulik inndeling på y-aksene. Venstre panel viser resultater fra manuelle prøver tatt på stasjonen oppstrøms doseringsanlegget på Bøylefoss, på lakseførende strekning ved Rygene (målområdet) samt pH-målet. Høyre panel viser kontinuerlig måling av pH ved Rygene. Nedre panel viser graf for giftig aluminium (LAI) på referansestasjonen og i målområdet i 2011.

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 2011.

St. nr.	St. navn		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	mg/l C	µekv/l
14	Bøylefoss oppstrøms doserer	Mid	5,75	1,01	17	20		
		Min	5,46	0,54	0	9		
		Maks	6,09	4,55	25	41		
		N	20	20	11	19		
1	Rygene	Mid	6,26	1,59	18	13	4,7	57
		Min	6,06	1,12	0	7	3,4	41
		Maks	7,02	4,52	48	26	6,0	69
		N	14	14	13	14	8	8
15	Rorevassdraget	Mid	5,25	1,03				
		Min	4,87	0,77				
		Maks	6,29	1,36				
		N	27	27				

Langtidstrender

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



Figur 4. pH-utvikling i hovedelva ved Rygene er vist for perioden 1990-2011.

Î .3 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Arendalsvassdraget i 2011.

Î .4 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Arendalsvassdraget i 2011.

Î .5 Plankton

Det var ingen zooplankton - eller planteplanktonundersøkelser i Arendalsvassdraget i 2011.

Î .6 Samlet vurdering

*.6.1 Vannkjemi

pH i de store innsjøene er gradvis redusert, men konsentrasjonen av labilt Al er lav, og akseptabel for fisk i innsjøene. Vannkjemien avviker fortsatt fra en ukalket tilstand, og selv 15 år etter kalking er det målbare effekter.

pH i vannprøver er under målene på anadrom strekning i smoltifiseringsperioden, mens pH i kontinuerlige målinger er over. Konsentrasjonen av LAI er imidlertid høyere enn de grensene som gjelder for god tilstand.

*.6.2 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Kalkmengdene fra doseringsanlegget på Bøylefoss bør økes, særlig i smoltifiseringsperioden, for å gi god tilstand i henhold til vannforskriften. Hvis doseringsanlegget ikke har kapasitet, må et nytt etableres eller de store innsjøene må rekalkes for å oppnå dette. Det anbefales å sette opp et nytt doseringsanlegg for å målrette kalkingen i forhold til laks.

Svak økning av pH-målet, f.eks. til pH 6,3, bør vurderes.

Î Ë Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Arendalsvassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Nidelva v Rygene	478798	6474111
Vannkjemi	3	Nisser	470432	6558322
Vannkjemi	5	Fyresvatn	455946	6546381
Vannkjemi	7	Nesvatn	445460	6542926
Vannkjemi	14	Bøylefoss oppstr doserer	483547	6495058
Vannkjemi	15	Rorevassdraget	468157	6471247

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Arendalsvassdraget i 2011

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		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
1	Rygene	14/03/11	6,16	1,46	0,040	10	38	31	7	3,4	1,9	0,22	1,02	0,20	1,60	1,30	190	310	0	1,1	55	
1	Rygene	04/04/11	6,08	1,37	0,030	0	73	65	8		2,2											
1	Rygene	15/04/11	6,06	1,29	0,030	0	74	51	23	5,4	2,0	0,21	1,22	0,21	1,80	1,40	150	260	0	1,2	49	
1	Rygene	18/04/11	6,22	4,52	0,040	10	74	51	23		2,0											
1	Rygene	26/04/11	6,14	1,35	0,030	0	63	48	15		1,9											
1	Rygene	02/05/11	6,45	1,60	0,050	21	56	45	11		1,9											
1	Rygene	09/05/11	7,02	1,40	0,050	21	54	42	12	4,2	1,8	0,20	1,02	0,20	1,20	1,30	100	230	10	0,8	68	
1	Rygene	16/05/11	6,32	1,44	0,040	10	41	33	8		1,7											
1	Rygene	30/05/11	6,49	1,35	0,030	0	42	30	12		1,9											
1	Rygene	04/07/11	6,24	1,13	0,062	34	56	48	8	4,5	1,68	0,22	1,35	0,20	1,76	1,63	89	280	3	1,6	48	
1	Rygene	06/08/11	6,31	1,39	0,076	48	57	50	7	4,6	1,60	0,22	1,03	0,23	1,26	1,49	110	280	5	2,1	64	
1	Rygene	05/09/11	6,44	1,47	0,076	48	79	65	14	6	1,55	0,18	0,99	0,18	1,14	1,36	90	320	3	2,3	69	
1	Rygene	03/10/11	6,31	1,37			69	60	9	4,7	1,53	0,18	1,00	0,18	1,29	1,37	105	290	3	2,2	59	
1	Rygene	07/11/11	6,09	1,12	0,056	27	73	47	26	4,5	1,62	0,20	1,17	0,21	1,61	1,58	130	310	4	2,5	41	
14	Bøylefoss oppstr doserer	14/03/11	5,87	0,86	0,010	0	39	28	11		1,3											
14	Bøylefoss oppstr doserer	04/04/11	5,63	0,83			69	50	19		1,6											
14	Bøylefoss oppstr doserer	11/04/11	5,53	0,76			77	54	23		1,5											
14	Bøylefoss oppstr doserer	18/04/11	5,46	4,55			89	48	41		1,4											
14	Bøylefoss oppstr doserer	26/04/11	5,60	0,66			81	44	37		1,4											
14	Bøylefoss oppstr doserer	02/05/11	5,68	0,82			62	41	21		1,3											
14	Bøylefoss oppstr doserer	09/05/11	5,87	0,88			53	36	17		1,3											
14	Bøylefoss oppstr doserer	16/05/11	5,98	0,78			43	31	12		1,4											
14	Bøylefoss oppstr doserer	30/05/11	5,86	0,54	0,010	0	47	34	13		1,4											
14	Bøylefoss oppstr doserer	14/06/11	5,89	0,77	0,051	22	46	34	12		1,28											
14	Bøylefoss oppstr doserer	27/06/11	6,09	0,81							1,34											
14	Bøylefoss oppstr doserer	04/07/11	5,99	0,79	0,050	21	53	44	9	4,2	1,28	0,16	1,00	0,16	1,18	1,37	72	250	5	1,4	33	
14	Bøylefoss oppstr doserer	11/07/11	6,04	0,86	0,053	24	49	38	11		1,24											
14	Bøylefoss oppstr doserer	15/07/11	5,91	0,90	0,053	24	66	52	14		1,38											
14	Bøylefoss oppstr doserer	25/07/11	5,71	1,12	0,052	23	102	83	19		1,30											
14	Bøylefoss oppstr doserer	01/08/11	5,66	0,77	0,048	19	83	63	20		1,22											
14	Bøylefoss oppstr doserer	05/09/11	5,58	1,02	0,054	25	97	73	24		1,37											
14	Bøylefoss oppstr doserer	03/10/11	5,85	0,79			78	55	23		1,19											

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	Bøylefoss oppstr doserer	07/11/11	5,77	0,82	0,045	15	70	41	29		1,27										
14	Bøylefoss oppstr doserer	05/12/11	5,77	0,81	0,042	12	58	33	25		1,26										
15	Rorevassdraget	09/03/11	5,24	1,15							3,6										
15	Rorevassdraget	14/03/11	5,42	1,29							3,3										
15	Rorevassdraget	21/03/11	4,94	1,04							3,5										
15	Rorevassdraget	28/03/11	4,91	0,99							3,3										
15	Rorevassdraget	04/04/11	4,92	0,93							3,2										
15	Rorevassdraget	11/04/11	4,91	0,80							2,8										
15	Rorevassdraget	18/04/11	5,10	0,77							2,6										
15	Rorevassdraget	26/04/11	5,66	0,89							2,6										
15	Rorevassdraget	04/05/11	6,19	1,22							2,8										
15	Rorevassdraget	09/05/11	5,97	1,36							2,8										
15	Rorevassdraget	16/05/11	6,29	1,31							2,7										
15	Rorevassdraget	23/05/11	5,98	0,99							2,6										
15	Rorevassdraget	30/05/11	5,72	1,02							2,7										
15	Rorevassdraget	27/06/11	6,03	1,04							2,29										
15	Rorevassdraget	11/07/11	5,70	0,97							2,18										
15	Rorevassdraget	25/07/11	5,39	0,96							2,13										
15	Rorevassdraget	08/08/11	5,23	0,93							2,18										
15	Rorevassdraget	25/08/11	5,56	0,92							2,14										
15	Rorevassdraget	05/09/11	5,55	0,95							2,19										
15	Rorevassdraget	19/09/11	4,95	0,82							2,27										
15	Rorevassdraget	03/10/11	5,33	0,97							2,17										
15	Rorevassdraget	17/10/11	5,42	1,06							2,37										
15	Rorevassdraget	07/11/11	5,16	1,00							2,48										
15	Rorevassdraget	14/11/11	5,36	1,06							2,44										
15	Rorevassdraget	28/11/11	5,37	1,04							2,56										
15	Rorevassdraget	12/12/11	4,87	1,04							4,43										
15	Rorevassdraget	26/12/11	5,00	1,17							3,72										

St. nr.	St. navn	Dato	Dyp	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	Kond mS/m
3	Nisser	28/12/11	1	5,86	0,96	0,044	14	40	24	16	1,24
3	Nisser	28/12/11	10	5,92	0,96	0,046	16	39	24	15	1,30
3	Nisser	28/12/11	30	6,08	0,96	0,054	25	37	24	13	1,48
3	Nisser	28/12/11	150	5,99	0,95	0,048	19	37	27	10	1,39
5	Fyresvatn	28/12/11	1	5,77	0,87	0,041	11	25	21	4	1,20
5	Fyresvatn	28/12/11	10	5,88	0,87	0,044	14	38	29	9	1,22
5	Fyresvatn	28/12/11	30	5,78	0,88	0,040	10	24	23	1	1,21
5	Fyresvatn	28/12/11	200	5,83	0,89	0,043	13	24	21	3	1,27
7	Nesvatn	28/12/11	1	5,76	0,68	0,040	10	51	33	18	0,98
7	Nesvatn	28/12/11	10	5,74	0,67	0,041	11	53	34	19	0,99
7	Nesvatn	28/12/11	30	5,80	0,69	0,042	12	53	35	18	1,00
7	Nesvatn	28/12/11	50	5,85	0,68	0,043	13	52	37	15	1,04

İ Vegårvassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

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

İ.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

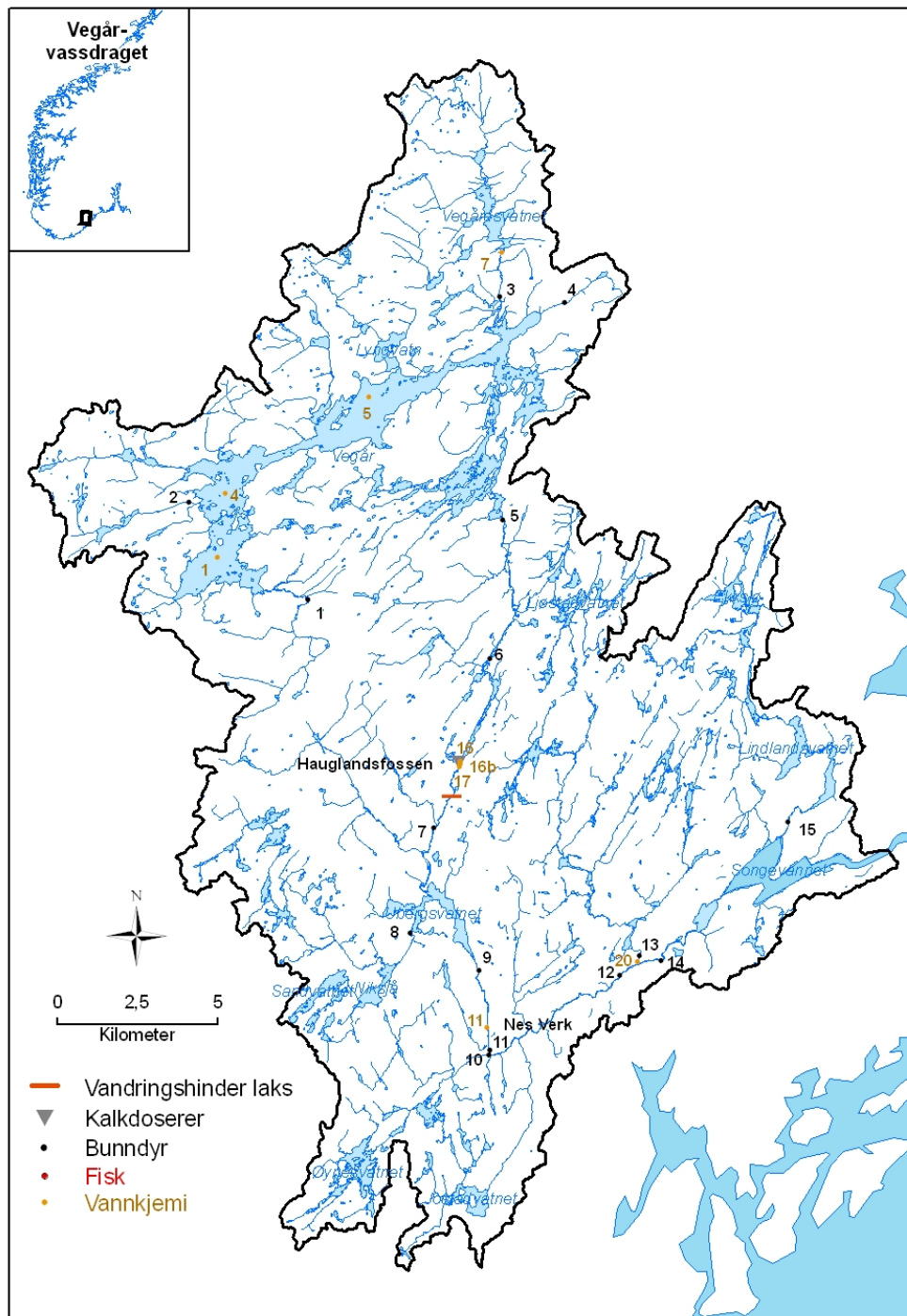
Fakta om Vegårvassdraget	
Vassdragsnr.:	018 Z
Fylke:	Aust-Agder
Nedbørfeltareal:	456,5 km ²
Vassdragsregulering:	Kraftverk på lakseførende strekning ved Fosstveit
Spesifikk avrenning:	28,8 l/s/km ²
Middelvannføring:	13,2 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 15 km, til Hauglandsfossen
Bakgrunn for tiltak:	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 forsurningsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Vegår: pH > 5,6, Kalsium > 1,7 mg/l (Hindar 1990) Storelva: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-30/6: pH 6,4, 1/7-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og doserererkalking. Innsjøkalking i Vegår-Vestfjorden siden 1985. Doserer i Storelva (Hauglandsfossen) siden 1996. Dosering i Vegårvasselva fra 1987 til 1999 (dosereren er fjernet).

I de siste fem årene har det vært benyttet ulike kalktyper i Vegårvassdraget, og kalkforbruket har variert mellom 93 og 438 tonn CaCO₃ (**tabell 1**). I 2011 ble det kalket med om lag 63 tonn NK3-kalk fra dosereren på Hauglandsfoss og 160 tonn NK3-kalk i Vegår-Vestfjorden og i Rosalvatnet.

Det falt 1388 mm nedbør på meteorologisk stasjon 35200 Gjerstad i 2011, mens normalen for året er 1290 mm (met.no 2012). Juni til september var de mest nedbørrike månedene, mens våren og høsten var relativt tørre.

Tabell 1. Kalkforbruk i Vegårvassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	102	322	270	93	56
Innsjøkalking	132	116	120	-	142
Sum kalkforbruk	233	438	390	93	198



Figur 1. Vegårvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i vedlegg A.

2.2 Vannkjemi

Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

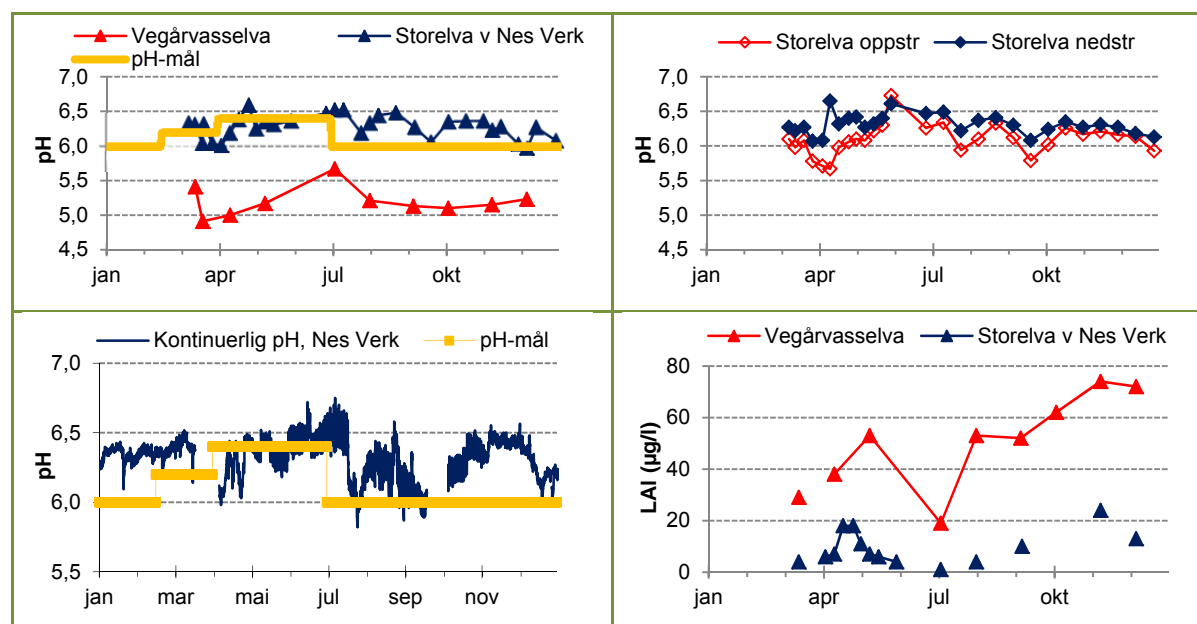
Medarbeidere: R. Høgberget, L. B. Skancke og T. Høgåsen (NIVA)

En geologisk forkastning deler vassdraget i en svært forsuringfølsom del nord for innsjøen Vegårs lengdeakse og en noe mindre forsuringfølsom del i sør. Vannkjemisk overvåking i forbindelse med kalking i Vegårvassdraget har pågått siden 1985 (Hindar 1990). Vannkjemien i vassdraget ble i 2011 overvåket på tre stasjoner i Vegår og fem elvestasjoner (figur 1). En oversikt over vannprøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2. Prøvetakingen i 2011 kom seint i gang, og det ble ikke tatt prøver i januar og februar. Data fra høstprøver i Vegår i 2011 er ikke mottatt. Aluminiumsdata for 2010 kan være feil.

2.2.1 Vannkvaliteten i 2011

Referansestasjon

Vegårvasselva er svært ionefattig (tynt vann) og er fortsatt forsuret, men pH er i hovedsak over 5,0 (figur 2). Det er mye aluminium i vannet, og middelkonsentrasjonen av LAI var 50 µg/l. ANC var i middel 27 µekv/l, og beregnet $ANC_{0aa} (=ANC - 3,4 * TOC)$ var hovedsakelig under grenseverdien på 8 µekv/l. Vannet i denne delen av vassdraget har derfor en vannkjemi som ikke tilfredsstillende kravene til god tilstand i vannforskriften.



Figur 2. De øverste panelene viser pH-utvikling i 2011 ved fire stasjoner i Vegårvassdraget samt pH-målet for vassdraget. De nederste panelene viser kontinuerlig måling av pH ved Nes Verk (målområdet) sammenholdt med pH-målet, samt utvikling i giftig aluminium ved referansestasjonen og målområdet i 2011. NB! Ulik skala på y-aksene.

Vegår

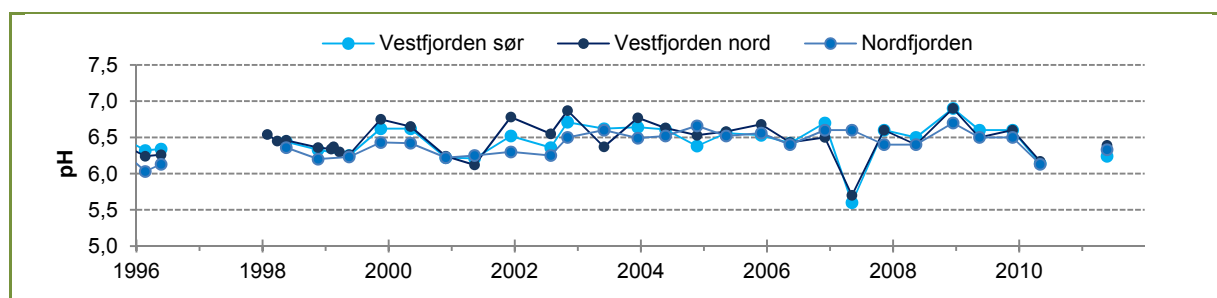
Vannkvaliteten i innsjøen Vegår er stabilt god. pH er over 6,0, og forholdsvis lik på de tre målestasjonene i den midtre og vestre delen (figur 3). Til tross for lite data, kan det se ut

som om pH de siste to årene har vært noe lavere enn tidligere, men dette er trolig helt akseptabelt.

Hovedelva

Storelva ved Nes Verk på anadrom strekning hadde pH som tidvis var under pH-målet i smoltifiseringsperioden om våren (**figur 2**). Dette hadde sammenheng med at det ble kalket for lite fra doseringsanlegget på Hauglandsfoss, noe som vises ved liten forskjell i pH (**figur 2**) og Ca-konsentrasjon oppstrøms og nedstrøms anlegget. For detaljer om kontinuerlig pH og drift av Hauglandsdosereren vises til avviksrapport under Driftskontrollen.

Selv om konsentrasjonen av aluminium var betydelig lavere enn i referanseelva, var det både vår og høst konsentrasjoner av LAI på over 10 µg/l ved Nes Verk. Dette tilfredsstillende ikke kravene til god tilstand for laks i vannforskriften (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2009).



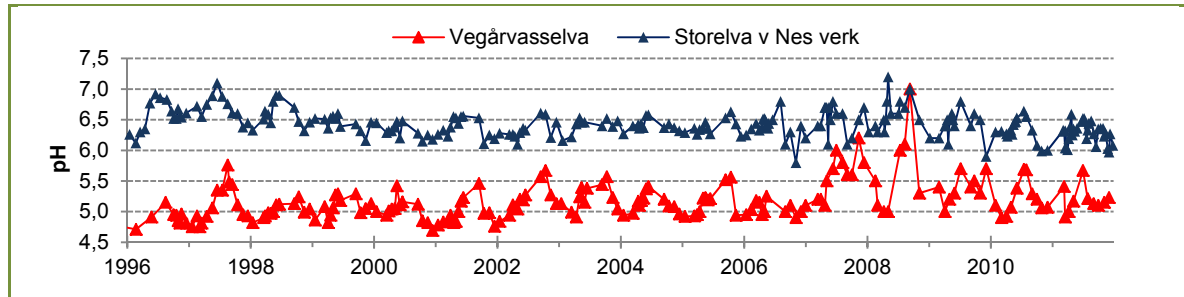
Figur 3. pH-utvikling ved tre stasjoner i Vegår for perioden 1996-2011. Det ble ikke tatt prøver senhøsten 2010 pga tidlig islegging og usikker is. Årsak til manglende prøvetaking høsten 2011 er ukjent.

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 Vegårvassdraget i 2011. En høy Ca-verdi på st. 16 er tatt ut her.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
7	Vegårvasselva	Mid	5,16	0,61	5	50	8,2	27
		Min	4,91	0,53	0	19	6,1	15
		Maks	5,67	0,96	15	74	10,3	37
		N	10	10	6	9	9	9
16	Storelva oppstrøms dos	Mid	6,04	1,51				
		Min	5,67	1,27				
		Maks	6,73	1,84				
		N	27	26				
17	Storelva nedstrøms dos	Mid	6,29	1,74				
		Min	6,07	1,37				
		Maks	6,65	4,75				
		N	27	27				
11	Storelva v Nes Verk	Mid	6,25	1,63	21	10	6,1	70
		Min	5,97	1,21	0	1	5,0	64
		Maks	6,59	2,01	48	24	7,2	79
		N	31	31	15	14	8	8
20	Skjerka	Mid	6,12	1,46				
		Min	5,70	1,02				
		Maks	6,54	1,97				
		N	26	26				

+2.2 Langtidstrender

Om vi ser bort fra noen høye pH-verdier i 2008 og 2009, har pH økt sakte, men sikkert på referansestasjonen de 15 siste årene (**figur 4**). pH er i hovedsak over 6,0, men enkeltverdier ved Nes Verk ligger nå klart lavere enn tidligere.



Figur 4. pH-utvikling på referansestasjonen og i målområdet i Vegårvassdraget for perioden 1996-2011.

İ.3 Fisk

Det ble ikke utført fiskeundersøkelser i Vegårvassdraget i 2011 som følge av mye nedbør og vedvarende flomvannføring.

İ.4 Bunndyr

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

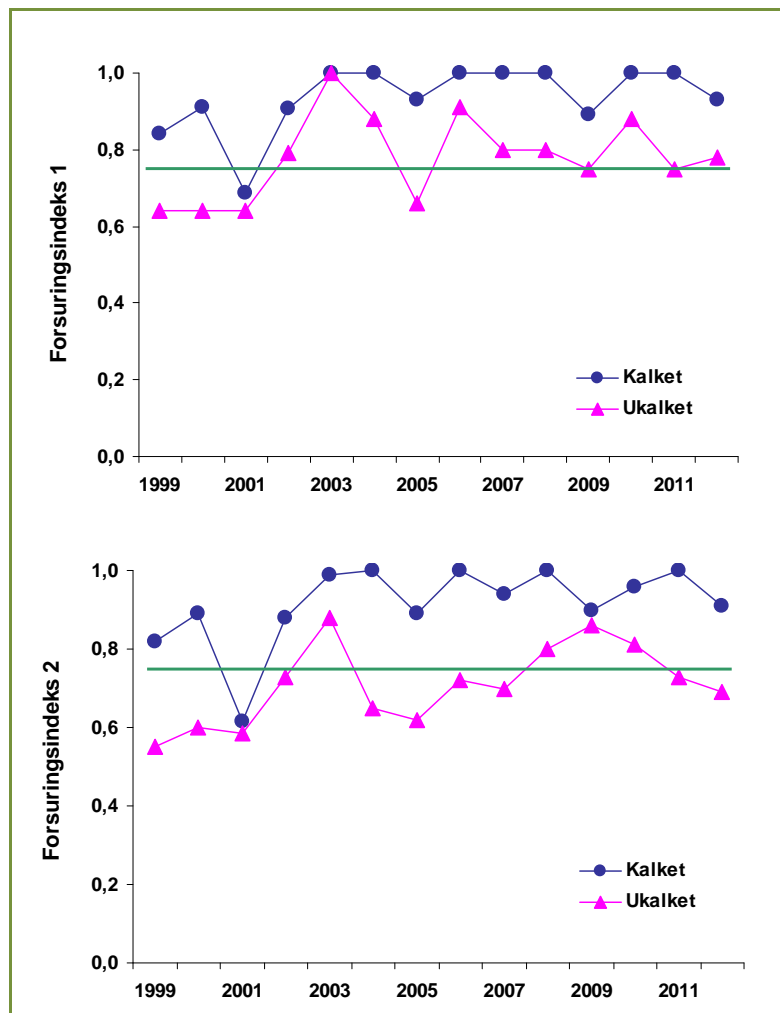
Bunndyrovervåkingen i Vegårvassdraget ble startet våren 1999. Det er valgt ut 15 stasjoner som overvåkes vår og høst (Fjellheim og Raddum 2000). Syv av disse stasjonene er ukalkete stasjoner, resten er kalket. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med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

+4.1 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 14 døgnfluearter, 13 steinfluearter, og 20 arter/slekter av vårfluer i Vegårvassdraget i 2011 (**vedlegg C**). Det biologiske mangfoldet innen disse insektgruppene var større enn det som ble registrert i de foregående år. Tjuesyv av de registrerte arter/slekter av bunndyr er sensitive overfor forsuring (Fjellheim og Raddum 1990). Artsmangfoldet innen disse gruppene viser en økende tendens.

Våren 2011 var forsuringindeks 1 og 2 i den kalkete delen av vassdraget 1,0 (**figur 5**). Om høsten var indeksene noe lavere, henholdsvis 0,93 og 0,91. De ukalkete stasjonene viste noe større skader både vår og høst. Indeks 2 var 0,75 og 0,78 om våren og 0,73 og 0,69 om høsten (**figur 5**). De lavere indeks 2-verdiene viser at bestandene av sensitive døgnfluer fremdeles har subletale skader, 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 C**). I de første årene etter at kalkingen 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. Steinfluen *Capnopsis schilleri* ble registrert på stasjon 12 i 2011. Dette er det første funnet av denne arten så langt sørvest i Norge. 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 5. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Vegår-vassdraget i perioden 1995 -2011. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand jfr. vannforskriften).

5.5 Samlet vurdering

+5.1 Vannkjemi

Forsuringsforholdene er i bedring, men vannkvaliteten på referansestasjonen tilfredsstillende ikke kravene til god tilstand. Vannkvaliteten i Vegår er god, men pH er ikke tilfredsstillende i Storelva.

+5.2 Fisk

Det ble ikke utført fiskeundersøkelser i Vegårvassdraget i 2011 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

+5.3 Bunndyr

I 2011 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 grunn av bunndyrsamfunnene, karakteriseres vellykket. Indeks 2-verdiene ligger fremdeles noe under miljømålet og viser at fortsatt kalking er nødvendig.

+5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Kalkingen ved Hauglandsfossen må forbedres, slik at pH og LAI tilfredsstillende kravene i vannforskriften. Dette er spesielt viktig i smoltifiseringsperioden, da også kravene til pH i vassdraget er skjerpet.

6 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Vegårvassdraget i 2011.

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Vegår - Vestfjorden sør	483148	6513815
Vannkjemi	4	Vegår - Vestfjorden nord	483392	6515803
Vannkjemi	5	Vegår - Nordfjorden	487880	6518817
Vannkjemi	7	Vegårvasselva	492017	6523319
Vannkjemi	11	Storelva v Nes Verk	491555	6499153
Vannkjemi	16	Storelva v/Hauglandsfossen, oppstr. dos.	490730	6507438
Vannkjemi	17	Storelva nedstr doserer	490682	6507261
Vannkjemi	20	Skjerka	496189	6501155
Bunndyr	1	Vestfjorden innløp v Jones	485950	6512498
Bunndyr	2	Hellersbekken	482257	6515530
Bunndyr	3	Vegårvasselva	491957	6521939
Bunndyr	4	Mosbekk	493955	6521747
Bunndyr	5	Sørfjorden utløp	492049	6514973
Bunndyr	6	Vegerstøl oppstr kalking	491633	6510652
Bunndyr	7	Hauglandselva nedstr kalking	489875	6505357
Bunndyr	8	Raudeelva v Våje	489160	6502095
Bunndyr	9	Vegårselva v Ulbergsvatnet utløp	491300	6500907
Bunndyr	10	Bekk fra Øynesvatnet	491602	6498291
Bunndyr	11	Vegårselva v Nesgrenda	491629	6498443
Bunndyr	12	Vegårselva v Fosstveit	495699	6500775
Bunndyr	13	Bekk fra Åsvatnet	496202	6501156
Bunndyr	14	Vegårselva v Lunde	496988	6501239
Bunndyr	15	Bekk fra Løvdalsvatnet	500918	6505550

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Vegårvassdraget i 2011

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		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAl	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
7	Vegårvasselva	14/03/11	5,41	0,96			121	92	29	7,6	1,90	0,22	1,27	0,14	2,10	1,20	90	320	0	1,6	34
7	Vegårvasselva	20/03/11	4,91	0,67	0,020	0					2,26									4,0	
7	Vegårvasselva	11/04/11	5,00	0,53			134	96	38	7,3	1,80	0,17	1,21	0,15	1,70	1,30	90	250	0	1,4	15
7	Vegårvasselva	09/05/11	5,17	0,54			127	74	53	6,9	1,70	0,19	1,24	0,18	1,60	1,20	70	280	10	1,3	26
7	Vegårvasselva	04/07/11	5,67	0,58	0,045	15	104	85	19	6,1	1,37	0,17	1,30	0,14	1,62	1,26	35	295	3	1,9	28
7	Vegårvasselva	01/08/11	5,21	0,53	0,041	11	179	126	53	10,3	1,37	0,17	1,03	0,07	0,97	1,04	13	330	4	2,1	37
7	Vegårvasselva	05/09/11	5,13	0,57	0,036	5	179	127	52	10,3	1,38	0,16	1,09	0,07	1,07	1,06	29	360	6	2,2	37
7	Vegårvasselva	03/10/11	5,10	0,54			187	125	62	9,8	1,51	0,16	1,16	0,10	1,40	1,12	31	335	2	2,6	28
7	Vegårvasselva	07/11/11	5,15	0,57	0,032	0	165	91	74	8,6	1,59	0,15	1,21	0,13	1,58	1,28	55	315	2	2,8	22
7	Vegårvasselva	05/12/11	5,23	0,59	0,032	0	148	76	72	7,1	1,60	0,18	1,22	0,15	1,72	1,38	63	340	3	3,0	19
11	Storelva v Nes Verk	09/03/11	6,33	1,84							3,34										
11	Storelva v Nes Verk	14/03/11	6,31	2,01	0,040	10	49	45	4	5,8	3,00	0,40	2,00	0,33	3,50	1,90	210	430	10	1,6	75
11	Storelva v Nes Verk	20/03/11	6,04	1,62	0,058	29					2,77									3,4	
11	Storelva v Nes Verk	21/03/11	6,32	1,78							3,20										
11	Storelva v Nes Verk	28/03/11	6,04	1,75							3,20										
11	Storelva v Nes Verk	04/04/11	6,01	1,61	0,020	0	80	74	6		3,10										
11	Storelva v Nes Verk	11/04/11	6,19	1,79	0,030	0	81	74	7	6,7	2,80	0,37	1,90	0,34	3,20	2,10	180	390	10	1,6	64
11	Storelva v Nes Verk	18/04/11	6,38	1,82	0,050	21	64	46	18		2,80										
11	Storelva v Nes Verk	26/04/11	6,59	1,84	0,040	10	54	36	18		2,60										
11	Storelva v Nes Verk	02/05/11	6,25	1,21	0,030	0	64	53	11		2,50										
11	Storelva v Nes Verk	09/05/11	6,35	1,70	0,040	10	44	37	7	5,5	2,50	0,38	1,78	0,32	2,70	1,90	100	270	0	1,0	79

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
11	Storelva v Nes Verk	16/05/11	6,31	1,65	0,040	10	37	31	6		2,50											
11	Storelva v Nes Verk	30/05/11	6,36	1,67	0,040	10	39	35	4		2,40											
11	Storelva v Nes Verk	27/06/11	6,47	1,66							2,27											
11	Storelva v Nes Verk	04/07/11	6,52	1,50	0,076	48	37	36	1	5,0	2,26	0,35	1,85	0,26	2,64	2,13	79	335	7	1,5	66	
11	Storelva v Nes Verk	11/07/11	6,52	1,69							2,26											
11	Storelva v Nes Verk	25/07/11	6,19	1,49							2,05											
11	Storelva v Nes Verk	01/08/11	6,33	1,37	0,068	40	59	55	4	5,8	1,95	0,30	1,53	0,23	2,07	1,78	82	325	6	2,2	64	
11	Storelva v Nes Verk	08/08/11	6,44	1,54							2,08											
11	Storelva v Nes Verk	22/08/11	6,48	1,49							2,09											
11	Storelva v Nes Verk	06/09/11	6,27	1,55	0,075	47	71	61	10	7,2	2,33	0,32	1,73	0,26	2,28	1,84	77	400	5	2,5	77	
11	Storelva v Nes Verk	19/09/11	6,06	1,37							2,00											
11	Storelva v Nes Verk	03/10/11	6,35	1,46							1,93											
11	Storelva v Nes Verk	17/10/11	6,36	1,47							1,97											
11	Storelva v Nes Verk	31/10/11	6,36	1,52							2,14											
11	Storelva v Nes Verk	07/11/11	6,23	1,54	0,066	38	80	56	24	7,0	2,22	0,33	1,73	0,31	2,48	2,01	135	400	5	3,1	66	
11	Storelva v Nes Verk	14/11/11	6,28	1,55							2,32											
11	Storelva v Nes Verk	28/11/11	6,03	1,70							2,36											
11	Storelva v Nes Verk	05/12/11	5,97	1,61	0,068	40	72	59	13	5,9	2,39	0,38	1,84	0,33	2,81	2,14	165	425	6	3,3	64	
11	Storelva v Nes Verk	12/12/11	6,27	1,89							2,94											
11	Storelva v Nes Verk	28/12/11	6,08	1,69							3,19											
16	Storelva oppstrøms dos	09/03/11	6,10	1,63							2,55											
16	Storelva oppstrøms dos	14/03/11	5,98	1,63							2,70											
16	Storelva oppstrøms dos	21/03/11	6,08	1,81							2,80											
16	Storelva oppstrøms dos	28/03/11	5,78	1,71							3,10											
16	Storelva oppstrøms dos	05/04/11	5,71	1,50							2,80											
16	Storelva oppstrøms dos	11/04/11	5,67	1,30							2,20											
16	Storelva oppstrøms dos	18/04/11	5,98	4,57							2,20											
16	Storelva oppstrøms dos*	26/04/11	6,06	1,35							2,40											
16	Storelva oppstrøms dos	02/05/11	6,10	1,51							2,30											
16	Storelva oppstrøms dos	09/05/11	6,08	1,47							2,20											
16	Storelva oppstrøms dos	16/05/11	6,22	1,48							2,20											
16	Storelva oppstrøms dos	23/05/11	6,30	1,34							2,20											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
16	Storelva oppstrøms dos	30/05/11	6,73	1,31							2,30											
16	Storelva oppstrøms dos	27/06/11	6,26	1,54							2,04											
16	Storelva oppstrøms dos	11/07/11	6,34	1,61							2,15											
16	Storelva oppstrøms dos	25/07/11	5,94	1,32							1,91											
16	Storelva oppstrøms dos	08/08/11	6,10	1,48							2,00											
16	Storelva oppstrøms dos	22/08/11	6,33	1,44							1,98											
16	Storelva oppstrøms dos	05/09/11	6,12	1,48							2,00											
16	Storelva oppstrøms dos	19/09/11	5,79	1,27							1,93											
16	Storelva oppstrøms dos	03/10/11	6,02	1,44							1,90											
16	Storelva oppstrøms dos	17/10/11	6,26	1,43							1,90											
16	Storelva oppstrøms dos	31/10/11	6,17	1,57							2,18											
16	Storelva oppstrøms dos	14/11/11	6,21	1,56							2,18											
16	Storelva oppstrøms dos	28/11/11	6,16	1,57							2,19											
16	Storelva oppstrøms dos	12/12/11	6,14	1,84							2,93											
16	Storelva oppstrøms dos	27/12/11	5,93	1,58							2,38											
17	Storelva nedstrøms dos	09/03/11	6,27	1,70							2,64											
17	Storelva nedstrøms dos	14/03/11	6,22	1,67							2,80											
17	Storelva nedstrøms dos	21/03/11	6,27	1,83							2,80											
17	Storelva nedstrøms dos	28/03/11	6,07	1,78							3,10											
17	Storelva nedstrøms dos	05/04/11	6,08	1,72							2,90											
17	Storelva nedstrøms dos	11/04/11	6,65	3,05							2,90											
17	Storelva nedstrøms dos	18/04/11	6,32	4,75							2,30											
17	Storelva nedstrøms dos*	26/04/11	6,40	1,77							2,40											
17	Storelva nedstrøms dos	02/05/11	6,42	1,54							2,40											
17	Storelva nedstrøms dos	09/05/11	6,27	1,38							2,20											
17	Storelva nedstrøms dos	16/05/11	6,32	1,62							2,20											
17	Storelva nedstrøms dos	23/05/11	6,40	1,43							2,20											
17	Storelva nedstrøms dos	30/05/11	6,61	1,44							2,20											
17	Storelva nedstrøms dos	27/06/11	6,47	1,55							2,47											
17	Storelva nedstrøms dos	11/07/11	6,49	1,59							2,08											
17	Storelva nedstrøms dos	25/07/11	6,22	1,47							1,91											
17	Storelva nedstrøms dos	08/08/11	6,37	1,46							1,93											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/I	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC		
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l		
17	Storelva nedstrøms dos	22/08/11	6,41	1,38							1,93												
17	Storelva nedstrøms dos	05/09/11	6,30	1,44							1,90												
17	Storelva nedstrøms dos	19/09/11	6,08	1,50							1,94												
17	Storelva nedstrøms dos	03/10/11	6,24	1,37							1,81												
17	Storelva nedstrøms dos	17/10/11	6,35	1,41							1,88												
17	Storelva nedstrøms dos	31/10/11	6,27	1,57							2,14												
17	Storelva nedstrøms dos	14/11/11	6,31	1,57							2,16												
17	Storelva nedstrøms dos	28/11/11	6,27	1,60							2,20												
17	Storelva nedstrøms dos	12/12/11	6,18	1,79							2,90												
17	Storelva nedstrøms dos	27/12/11	6,13	1,54							2,28												
20	Skjerka	09/03/11	6,17	1,83							3,32												
20	Skjerka	14/03/11	6,28	1,97							3,50												
20	Skjerka	21/03/11	6,31	1,76							3,50												
20	Skjerka	28/03/11	5,91	1,44							3,10												
20	Skjerka	04/04/11	5,80	1,46							3,20												
20	Skjerka	11/04/11	5,78	1,28							2,70												
20	Skjerka	18/04/11	5,91	1,02							2,50												
20	Skjerka	26/04/11	6,20	1,17							2,50												
20	Skjerka	02/05/11	6,42	1,79							2,50												
20	Skjerka	09/05/11	6,25	1,15							2,50												
20	Skjerka	16/05/11	6,31	1,28							2,60												
20	Skjerka	23/05/11	6,29	1,30							2,60												
20	Skjerka	30/05/11	6,42	1,24							2,60												
20	Skjerka	27/06/11	6,29	1,38							2,43												
20	Skjerka	11/07/11	6,54	1,66							2,45												
20	Skjerka	25/07/11	6,14	1,54							2,23												
20	Skjerka	08/08/11	6,51	1,78							2,39												
20	Skjerka	22/08/11	6,48	1,57							2,30												
20	Skjerka	19/09/11	5,70	1,09							2,08												
20	Skjerka	03/10/11	6,07	1,31							2,14												
20	Skjerka	17/10/11	6,14	1,32							2,18												
20	Skjerka	31/10/11	6,19	1,42							2,41												

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
20	Skjerka	14/11/11	6,13	1,43							2,48											
20	Skjerka	28/11/11	6,28	1,61							2,54											
20	Skjerka	12/12/11	6,15	1,55							2,96											
20	Skjerka	28/12/11	5,98	1,65							3,24											

*rettet sannsynlig ombytting av prøver

St. nr.	St. navn	Dato	Dyp	pH	Ca	Kond	Temp
			m		mg/l	mS/m	°C
1	Vegår - Vestfjorden sør	27/05/11	1	6,38	1,68	2,4	11,0
1	Vegår - Vestfjorden sør	27/05/11	10	6,24	1,64	2,5	6,6
4	Vegår Vestfjorden nord	27/05/11	1	6,40	1,52	2,2	9,6
4	Vegår Vestfjorden nord	27/05/11	10	6,39	1,63	2,3	8,6
5	Vegår - Nordfjorden	27/05/11	1	6,37	1,61	2,3	9,8
5	Vegår - Nordfjorden	27/05/11	10	6,33	1,54	2,3	8,5

Vedlegg C. Primærdata – bunndyr 2011

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vegårvassdraget 27.06.2011

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Turbellaria															
** <i>Crenobia alpina</i>												1	1		
Nematoda		3	3		1			1	8	1					2
Oligochaeta	6	3	3	2	5	7	2	2	4	4	8	15		2	5
Acari	17		4	1	1	1	1	2	5	4	6	1		2	3
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.					97	36	2	1	15		2	1	1	22	2
Hirudinea															
*** <i>Erpobdella octoculata</i>					1			1		2				1	
*** <i>Glossophonia complanata</i>														1	
Gastropoda															
*** <i>Radix balthica</i>														1	
Zygoptera															
<i>Erythromma najas</i>															1
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>															1
Anisoptera															
<i>Cordulegaster boltoni</i>		1													
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>	12				23	5	46	36	8	12	51	28	65		34
*** <i>Baetis subalpinus/vernus</i>		8													
*** <i>Nigrobaetis niger</i>						1		6				1			
*** <i>Centroptilum luteolum</i>						1									4
*** <i>Cloeon simile</i>															6
*** <i>Proclleon bifidum</i>															41
*** <i>Ephemerella ignita</i>												1			1
*** <i>Caenis luctuosa</i>												2			2
** <i>Ameletus inopinatus</i>															
** <i>Siphonurus alternatus</i>															4
<i>Kageronica fuscogrisea</i>															11
<i>Leptophlebia vespertina</i>															1
<i>Leptophlebia</i> sp.			2												
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>		7					4								
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		1													
<i>Protonemura meyeri</i>										1					3
Nemouridae indet.				4						1					
Nemouridae indet.								1							
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	2	8	8	7		12	3	12		31	18	17			1
<i>Leuctra fusca</i>				1								13			
<i>Leuctra</i> sp.		1	1												
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	5														
** <i>Isoperla grammatica</i>	3														
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	2	6		9	2	22		2	3	2	5	20		4
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3	2	57		12	3		4		2					
<i>Polycentropus irroratus</i>	1					1									
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		2	1												
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			1		22	1		1	11						
<i>Polycentropodidae</i> indet.			3												
** <i>Hydroptila</i> sp.									3						
<i>Athripsodes aterrimus</i>															2
<i>Athripsodes</i> sp.									2						
<i>Setodes argentipunctellus</i>						6		18	6	1	35	6	2		33
Leptoceridae indet.							4								
** <i>Oecetis testacea</i>								1							
** <i>Chimarra marginata</i>						1	1								
** <i>Wormaldia subnigra</i>		3				20	14			20	10	1	3		3

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
** <i>Lepidostoma hirtum</i>								1				1		1	11
** <i>Hydropsyche siltai</i>					6	5	10		4	4	8	2	18		9
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>								2				4			
** <i>Hydropsyche</i> sp.							2	1	2	5		2			15
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>					4	2	1		5				1		
Trichoptera larve indet.										2					
Trichoptera puppe indet.														1	
Chironomidae	186	239	121	79	120	86	145	175	185	146	127	283	166	82	114
Ceratopogonidae	1	2	4	2		1	2	2	1	6	4	5	1		9
Simuliidae	37	110	28	186	46	11	9	62	6	33	46	14	27		7
Tipuloidea															
<i>Dicranota</i> sp.	1									5		1			
Limoniidae indet.				2				1							
<i>Antocha vitripennis</i>									1			1			
Diptera															
Empididae indet.		1		4			3			1					1
Ubestemt				1						1					3
Coleoptera															
<i>Elmis aenea</i>										4		1	1		2
<i>Limnius volckmari</i>	14					1	4	6		24	8	8			13
<i>Olimnius tuberculatus</i>	6			1						7	5	3			10
<i>Stenelmis canaliculata</i>							1				3	1	22		
<i>Hydroglyphus pusillus</i>								1							
<i>Laccophilus</i> sp.															2
<i>Agabus</i> sp.															1
Dytiscidae indet.									1						
<i>Hydraena gracilis</i>										1					
Coleoptera puppe indet.													1		
<i>Hygrotus</i> sp. Imago															1
Gyrinidae indet.															1
Collembola															
Crustacea															
<i>Bosmina</i> sp.			4							8					7
Cyclopoida			1											3	
Ostracoda				1										1	
Calanoida					4				7						4
** <i>Daphnia</i>					2				2						2
Chydoridae						1									
<i>Bythotrephes longimanus</i>									1						
<i>Holopedium gibberum</i>									1						
<i>Eurycercus lamellatus</i>														5	
Sididae indet.															1
Sum	258	362	227	276	225	141	218	275	248	265	248	338	262	100	248
Forsuringsindeks 1	1,00	1,00	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	0,97	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vegårvassdraget 27.09.2011.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Turbellaria															
** <i>Crenobia alpina</i>											1	1			
Nematoda													1		
Oligochaeta	3	11	10		1	2	1		1				3		6
Acari	3	1	6	1		1	4	2	3	5	3		2	6	1
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.	1	1	2		72	9	13	1	17		16	1	3		18
Hirudinea															
*** <i>Erpobdella octoculata</i>						1		1				7	1		
Gastropoda															
*** <i>Radix balthica</i>	1											1			1
Anisoptera															
<i>Cordulegaster boltoni</i>									1						
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>		1				10	33	21	19	7	12	5	42		11
*** <i>Baetis subalpinus/vernus</i>															
*** <i>Nigrobaetis niger</i>						12	2	4	8	42	3	1	7		7
*** <i>Centroptilum luteolum</i>															6
*** <i>Cloeon dipterum</i>															33
*** <i>Caenis luctuosa</i>							1				3	4	1		4
<i>Kageronica fuscogrisea</i>						1						1		62	
<i>Leptophlebia vespertina</i>	3		9												4
<i>Leptophlebia marginata</i>	3			2						4				5	3
<i>Leptophlebia</i> sp.						1									
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>	43	8	1				28	23	19	35	8	16	27		
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	6	3					6	7	4	27	4	2	7		5
<i>Amphinemura</i> sp.						3									24
<i>Protonemura meyeri</i>	29	7			2		15	6	7	3	8	1	6		4
<i>Nemoura cinerea</i>				5				1						1	
<i>Nemoura avicularis</i>		2	1					1		2			1		
<i>Nemoura</i> sp.	1														
Nemouridae indet.						1			2						
<i>Leuctra hippopus</i>	8	37	7	10			11	27	9	60	1	2			2
<i>Leuctra fusca</i>	1														
<i>Leuctra nigra</i>	3														
<i>Brachyptera risi</i>	9	7		5			1		3						
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		3					16	3	11	14	10	3			1
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	5		3			6									
<i>Capnopsis schilleri</i>												1			
** <i>Isoperla</i> sp.	2					4	9		5						
** <i>Isoperla grammatica</i>								23		2			3		6
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	4	1		3	1	6	2	10	3	14	9	9		5
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3	3	16		12	4		1	2	8					1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			2												
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			45		97			1		1					9
Polycentropodidae indet.		5				1				1					
** <i>Hydroptila</i> sp.							2		1	1	1				
<i>Oxyethira</i> sp.			5			2	1	2	1						
<i>Athripsodes aterrimus</i>											2		2	2	
<i>Athripsodes</i> sp.										1				1	
<i>Setodes argentipunctellus</i>						7	10	13	10	3	17	1	7		42
<i>Notodobia ciliaris</i>				1											
<i>Limnephilus rhombicus</i>												1			
<i>Limnephilus</i> sp.															6
Limnephilidae indet.	1			4											2
** <i>Agapetus ochripes</i>										2	1	17			
<i>Silo pallipes</i>										1					
** <i>Oecetis testacea</i>										1					2

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
** <i>Chimarra marginata</i>						2	10	14	15	3	17	5			3
** <i>Lepidostoma hirtum</i>								1	1	6	8		8		14
** <i>Hydropsyche siltlai</i>					11	8	23	11	23	5	21	8	50	1	13
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>					5	1	15	3	4	3	29		1		4
** <i>Hydropsyche</i> sp.							4			8		1			
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>					6	9	12	10	2	7	2	5	21		9
Chironomidae	133	83	39	46	38	75	17	82	35	33	33	4	43	58	38
Ceratopogonidae	3	4					6		1		2	2			1
Simuliidae	77	117	38	351	3	18		5	7	12	21	69	8		18
Tipuloidea															
<i>Dicranota</i> sp.				2						8					
Limoniidae indet.														3	
<i>Antocha vitripennis</i>							1				5				
Tabanidae			1		1						1				
<i>Tipula</i> sp.						1									
Diptera															
Empididae indet.		1		1	1	1	2	7	11	1	2	14	1		1
Ubestemt		1													
Corixidae															
Corixidae indet.nymfe															1
<i>Notonecta glauca</i>															1
<i>Corixa dentipes</i>															1
<i>Sigara scotti</i>															16
<i>Sigara distincta</i>															14
Coleoptera															
<i>Elmis aenea</i>	2						1	1				3			2
<i>Limnius volckmari</i>	14						8	10	8	20	20	37	3	1	18
<i>Olimnius tuberculatus</i>	13					3	1	1			4	2			3
<i>Stenelmis canaliculata</i>							2		1			2	7		3
Colymbiteane (<i>Ilybius</i> sp.)															4
Gyrinidae indet.					1		2	1		3	2	2	1		1
<i>Gyrinius</i> sp.															1
Megaloptera															
<i>Sialis fuliginosa</i>		1													
Collembola	1		1			1								1	1
Crustacea															
<i>Bosmina</i> sp.					1										
Cyclopoida				1								1		1	
Ostracoda	3					2			1					2	1
Chydoridae					1										
<i>Eurycerus lamellatus</i>															7
Sum	374	302	191	430	255	196	274	288	256	328	282	245	265	236	286
Forsuringsindeks 1	1,00	1,00	0,25	0,00	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	0,51	0,25	0,00	0,50	1,00	0,97	0,87	0,99	0,85	1,00	0,92	1,00	1,00	1,00

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

Ì Tovdalsvassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

Ì .1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

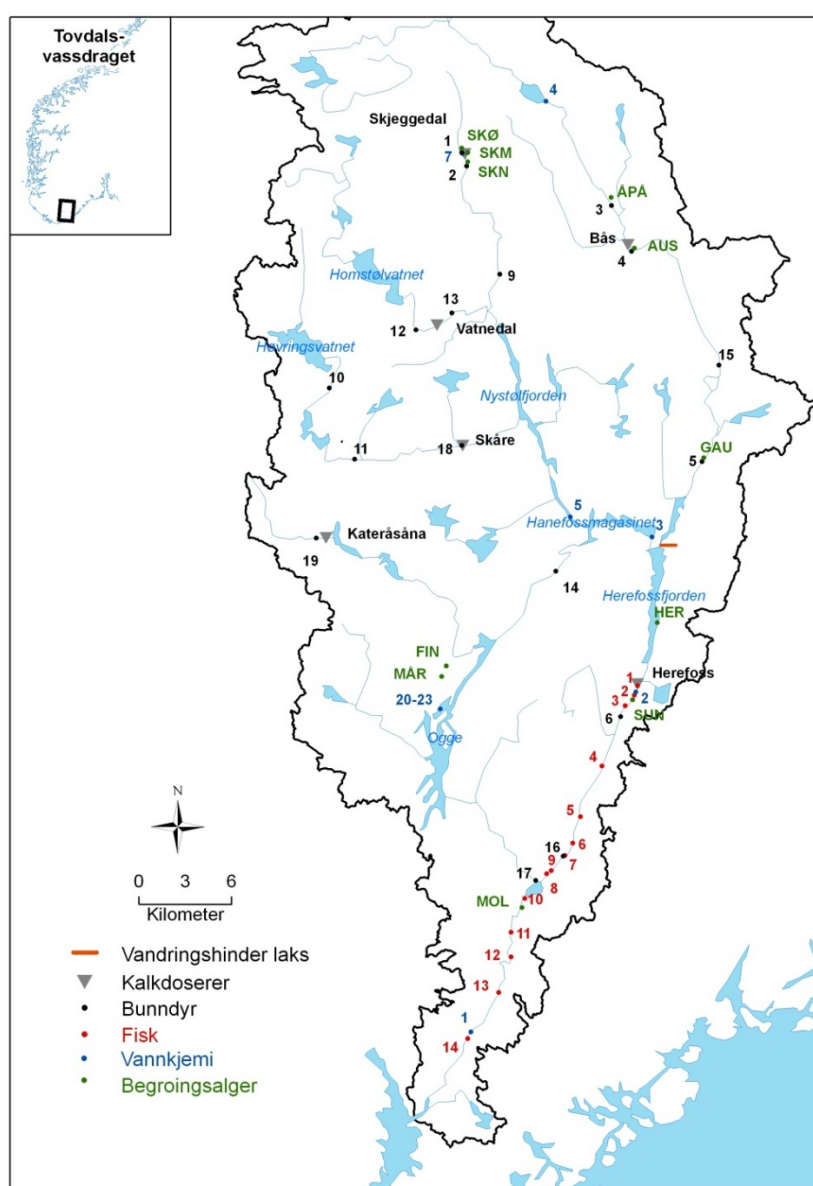
Fakta om Tovdalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	020
Fylke:	Telemark, Aust- og Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	1885 km ²
Vassdragsregulering:	Uldalsgreina i vest er regulert (Hanefossen kraftverk). Boenfossen er regulert til kraftproduksjon for Boen Bruk.
Spesifikk avrenning:	34,5 l/s/km ²
Middelvannføring:	65 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 forsureningsfølsomme vannorganismer. Kalking høyt oppe i vassdraget skal også sikre bestander av innlandsfisk.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-14/4: pH 6,2, 15/4-7/6: 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. Det er i drift fem store kalkdoserere + en mindre doserer i Kateråsåna ved Ogge. Dosererkalking siden oktober 1996.

Tovdalsvassdraget er om lag 12 mil langt, har sin utbredelse i tre fylker, men det kalkes bare i Aust-Agder. I 2011 ble det kalket med 5587 tonn NK3 fordelt på seks doserere, hvorav 70 % fra anleggene på Bås og Søre Herefoss, og seks innsjøer. **Tabell 1** viser kalkforbruket for siste femårsperiode.

Det falt 1538 mm nedbør på meteorologisk stasjon 38450 Herefoss i 2011, mens normalen for året er 1293 mm (met.no 2012). Juli, august og september var mest nedbørrike dette året, mens mars, april, oktober og november var relativt tørre måneder i forhold til normalen.

Tabell 1. Kalkforbruk i Tovdalsvassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Antall innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Bås doserer	1557	2069	1954	1639	1863
Skjeggedal doserer	395	303	588	483	600
Vatnedal doserer	129	622	58	98	129
Skåre doserer	650	819	801	616	532
Søre Herefoss doserer	1110	2033	1562	1231	1208
Kateråsåna doserer	96	28	30	63	85
Innsjøkalking i Aust-Agder	528 (3)	533 (4)	439 (2)	472 (2)	556 (6)
Sum kalkforbruk	4466	6407	5431	4601	4973



Figur 1. Tovdalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og begroingsalger. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i vedlegg A.

1.2 Vannkjemi

Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

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

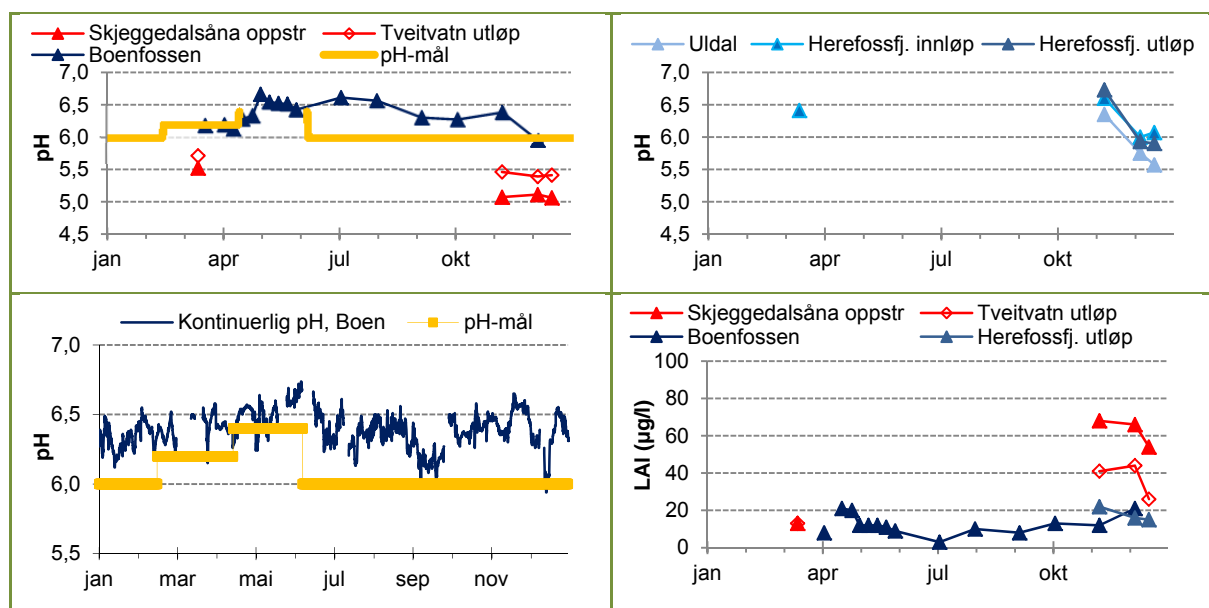
Tovdalsvassdraget er regulert i nordvestre vassdragsgrein (Uldalsgreina), mens selve Tovdalen nordover fra Herefossfjorden er uregulert. Det sureste området har vært Skjeggedalsåna, mens Tovdalsgreina har hatt gunstigere vannkvalitet og også intakte fiskebestander. Aluminiumsdata for 2010 kan være feil.

1.2.1 Vannkvaliteten i 2011

Prøvetakingen kom seint i gang i 2011, og det foreligger dessuten nesten ikke data fra deler av dette vassdraget.

Referansestasjonene

Fire prøver fra Skjeggedalsåna og Tveitvatn utløp gir et svært dårlig grunnlag for vurderinger. Men de viser at vannkvaliteten fortsatt kan være forsurspreget begge steder, og mest i Skjeggedalsåna (figur 2, tabell 2).



Figur 2. pH og LAI i Tovdalselva i 2011. Øvre venstre panel viser resultater fra prøver tatt på referansestasjonene Skjeggedalsåna, utløp Tveitvatn, på lakseførende strekning ved Boenfossen (målområdet), samt pH-målet. Øvre høyre panel viser resultatene for tre stasjoner mellom referansestasjonen i Uldalsgreina og utløp Herefossfjorden (før samløp med vassdragsgreina i øst). Kontinuerlig måling av pH ved Boen er vist i nedre venstre panel, og graf for labilt aluminium (LAI) høyre. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

Ogge

Fra Ogge foreligger data fra prøvetaking 27.5., dvs. etter snøsmelting og før kalking (figur 3). pH på alle dyp var over 6,0, høyest på 3 m dyp med pH 6,32.

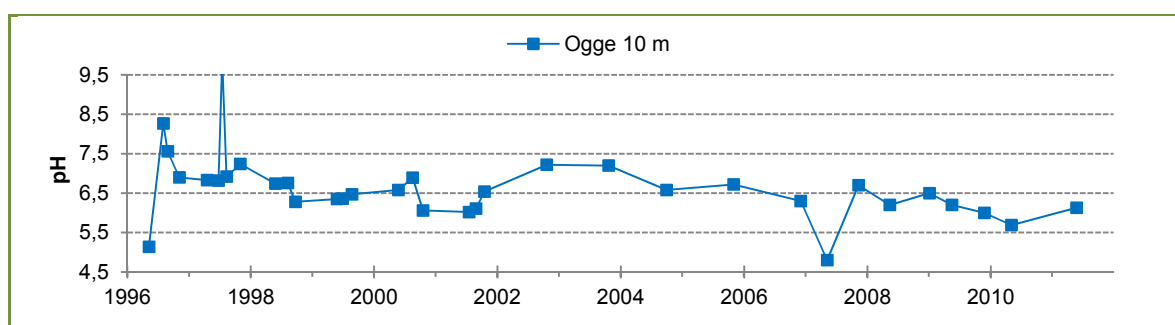
Hovedelva

Resultatene fra Boenfossen viser at pH-målet for vassdraget ble underskredet i mars og april (**figur 2**). I hele mai var pH over målet. De kontinuerlige målingene ser noe «bedre» ut, med få dropp under målet. Konsentrasjonen av LAI var for høy (over 10 µg/l) i smoltifiseringsperioden for å tilfredsstille vannforskriftens krav om god tilstand (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009).

Antall prøver fra Uldal og Herefossfjordens inn- og utløp er for få til å gi en vurdering.

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 2011.

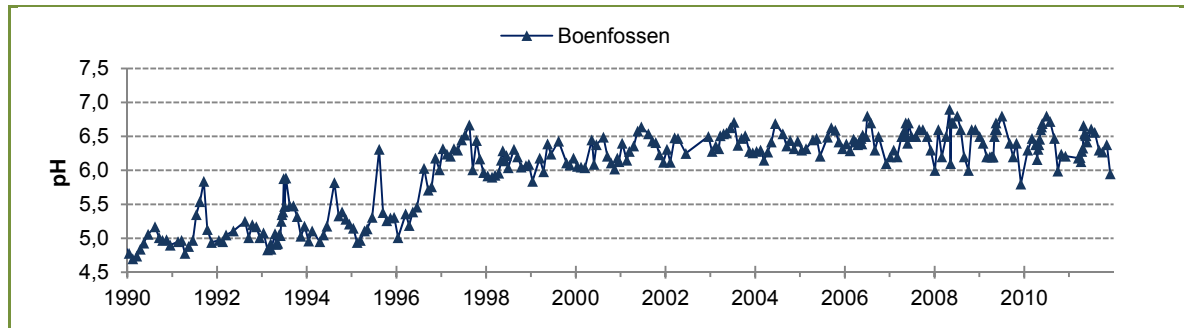
St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
4	Tveitvatn utløp	Mid	5,48	0,50	2	31	3,8	15
		Min	5,39	0,43	0	13	3,3	11
		Maks	5,71	0,60	4	44	4,3	18
		N	4	4	4	4	4	4
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	Mid	5,15	0,39	0	50	4,5	7
		Min	5,06	0,32	0	13	3,7	-3
		Maks	5,52	0,51	0	68	5,9	17
		N	4	4	3	4	4	4
5	Uldal	Mid	5,79	1,24	26	23		
		Min	5,57	1,12	14	19		
		Maks	6,35	1,39	45	27		
		N	3	3	3	3		
3	Herefossfjord innløp	Mid	6,21	1,78	56	11		
		Min	6,00	1,36	36	0		
		Maks	6,60	2,67	84	16		
		N	4	4	4	4		
2	Herefossfjord utløp	Mid	6,06	2,38	67	18		
		Min	5,90	1,34	36	15		
		Maks	6,73	4,34	127	22		
		N	3	3	3	3		
1	Boenfossen	Mid	6,32	1,72	33	12	6,2	74
		Min	5,95	1,40	0	3	4,7	45
		Maks	6,66	2,23	63	21	7,9	106
		N	16	16	16	14	8	8



Figur 3. pH-utvikling ved Ogge på 10 m dyp er vist for perioden 1996-2011.

, .2.2 Langtidstrender

pH fra Boenfossen i perioden 1990-2011 viser den gradvise økningen i pH før fullkalking, og hvordan pH fra 1997 er kommet opp i målområdet for vassdragskalkingen (**figur 4**). Kurven viser også at det tidvis er pH under 6,0. Det har trolig fortsatt sammenheng med flomsituasjoner i nedre del.



Figur 4. pH-utvikling ved Boenfossen er vist for perioden 1990-2011.

Ì .3 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Tovdalsvassdraget i 2011.

Ì .4 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Tovdalsvassdraget i 2011.

Ì .5 Vannvegetasjon

Det var ingen vannvegetasjonsundersøkelser i Tovdalsvassdraget i 2011.

Ì .6 Samlet vurdering

, .6.1 Vannkjemi

Det foreligger svært lite data fra dette vassdraget for 2011. Resultater fra Boenfossen på anadrom strekning viser at vannkvaliteten ikke tilfredsstillende til kravene til god tilstand i smoltifiseringsperioden. pH-målet for vassdraget er underskredet i mars og april og grensen for LAI i smoltperioden i hovedsak overskredet, også ved pH over 6,5.

, .6.2 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Det bør gjennomføres tiltak som gir akseptabel vannkvalitet i hele smoltifiseringsperioden. Driftskontrollen kan gi svar på hvilke tiltak dette bør være.

Ì Ë Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Tovdalsvassdraget i 2011.

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Tovdalselva v Boenfossen	449503	6456437
Vannkjemi	2	Herefossfjord utløp	460204	6478496
Vannkjemi	3	Herefossfjord innløp	461245	6488565
Vannkjemi	4	Tveitvatn utløp	454358	6516849
Vannkjemi	5	Skjeggedalsåna v Uldal	455949	6489861
Vannkjemi	7	Skjeggedalsåna oppstr dos	448954	6513447
Vannkjemi	20-23	Ogge	447502	6477400

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Tovdalsvassdraget i 2011

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-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/Il µg/l	LAl 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	20/03/11	6,18	1,70	0,062	34					2,51									2,7	
1	Boenfossen	04/04/11	6,19	1,70	0,030	0	98	90	8		2,7										
1	Boenfossen	11/04/11	6,13	1,40	0,030	0				6,1	2,1	0,25	1,53	0,23	2,60	1,60	150	320	0		45
1	Boenfossen	18/04/11	6,28	1,65	0,040	10	85	64	21		2,1										
1	Boenfossen	26/04/11	6,33	1,55	0,040	10	70	50	20		2,1										
1	Boenfossen	02/05/11	6,66	1,78	0,050	21	59	47	12		2,1										
1	Boenfossen	09/05/11	6,54	2,18	0,070	42	53	41	12	4,8	2,3	0,21	1,38	0,23	1,80	1,30	120	320	60	1,0	106
1	Boenfossen	16/05/11	6,52	2,23	0,090	63	49	37	12		2,4										
1	Boenfossen	23/05/11	6,51	2,04	0,070	42	48	37	11		2,3										
1	Boenfossen	30/05/11	6,42	1,79	0,050	21	51	42	9		2,2										
1	Boenfossen	04/07/11	6,61	1,55	0,083	56	51	48	3	4,7	2,02	0,24	1,65	0,21	2,24	1,54	79	295	5	1,3	73
1	Boenfossen	01/08/11	6,56	1,72	0,088	61	84	74	10	6,9	1,78	0,20	1,25	0,17	1,55	1,24	49	335	19	1,7	88
1	Boenfossen	05/09/11	6,30	1,56	0,076	48	95	87	8	7,9	1,83	0,23	1,45	0,22	1,85	1,37	68	445	19	1,9	80
1	Boenfossen	03/10/11	6,27	1,62	0,079	51	102	89	13	7,1	1,93	0,26	1,39	0,21	1,96	1,44	95	385	4	2,2	76
1	Boenfossen	07/11/11	6,38	1,54	0,070	42	88	76	12	6,4	1,83	0,20	1,33	0,18	1,87	1,41	94	330	4	2,3	67
1	Boenfossen	05/12/11	5,95	1,50	0,063	35	96	75	21	5,7	1,97	0,23	1,47	0,21	2,28	1,54	115	400	5	2,6	58
2	Herefossfjord utløp	07/11/11	6,73	4,34	0,152	127	78	56	22		3,75										
2	Herefossfjord utløp	05/12/11	5,93	1,46	0,066	38	87	71	16		1,69										
2	Herefossfjord utløp	16/12/11	5,90	1,34	0,064	36	102	87	15		1,84										
3	Herefossfjord innløp	14/03/11	6,41	2,67	0,110	84	31	31	0		3,10										
3	Herefossfjord innløp	07/11/11	6,60	1,49	0,086	59	79	63	16		1,62										
3	Herefossfjord innløp	05/12/11	6,00	1,61	0,074	46	87	73	14		1,59										
3	Herefossfjord innløp	16/12/11	6,07	1,36	0,064	36	93	81	12		1,86										
4	Tveitvatn utløp	14/03/11	5,71	0,60	0,010	0	57	44	13	3,8	1,20	0,16	0,78	0,12	1,10	0,90	170	270	0	1,1	18
4	Tveitvatn utløp	07/11/11	5,46	0,49	0,035	4	90	49	41	4,3	1,07	0,12	0,74	0,09	0,93	0,96	84	240	2	1,7	17
4	Tveitvatn utløp	05/12/11	5,39	0,43	0,032	0	91	47	44	3,9	1,06	0,14	0,76	0,09	1,03	0,96	74	245	3	1,9	14
4	Tveitvatn utløp	16/12/11	5,41	0,49	0,035	4	81	55	26	3,3	1,20	0,14	0,91	0,10	1,42	0,98	94	255	1	1,8	11

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAl µg/l	TOC mg/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	Uldal	07/11/11	6,35	1,39	0,073	45	93	74	19		1,58											
5	Uldal	05/12/11	5,75	1,20	0,049	20	111	84	27		1,77											
5	Uldal	16/12/11	5,57	1,12	0,044	14	114	91	23		2,13											
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	14/03/11	5,52	0,51			57	44	13	3,9	1,40	0,19	1,11	0,10	1,20	1,30	190	290	0	1,5	17	
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	07/11/11	5,07	0,35	0,026	0	143	75	68	5,9	1,37	0,12	1,03	0,08	1,19	1,34	52	245	2	2,5	9	
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	05/12/11	5,11	0,32	0,025	0	129	63	66	4,5	1,35	0,15	1,04	0,08	1,41	1,33	63	295	4	2,4	4	
7	Skjeggedalsåna oppstr dos	16/12/11	5,06	0,36	0,024	0	128	74	54	3,7	1,52	0,14	1,17	0,07	1,88	1,33	64	225	1	2,6	-3	

St. nr.	St. navn	Dato	Dyp	pH	Ca mg/l	Kond mS/m	Temp °C
20	Ogge	27/05/11	3	6,32	1,52	2,60	11,7
21	Ogge	27/05/11	10	6,13	1,64	2,80	7,2
22	Ogge	27/05/11	20	6,06	1,68	2,80	5,4
23	Ogge	27/05/11	40	6,13	1,61	3,10	4,6

J Mandalsvassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

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

Ansvarlig overvåking vannvegetasjon: Susanne Schneider (NIVA)

J.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

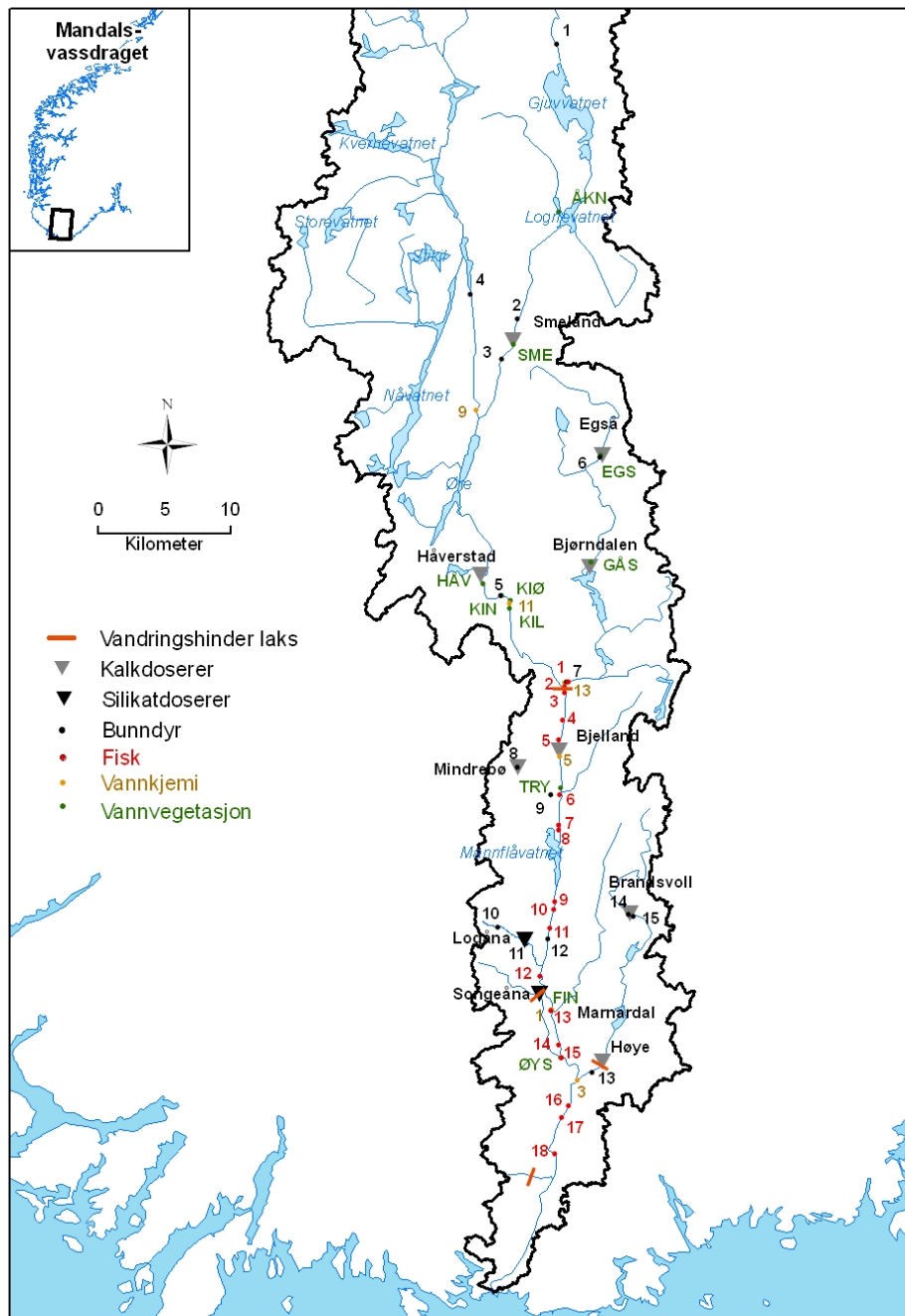
Fakta om Mandalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	022
Fylke:	Aust-Agder og Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	1809 km ²
Vassdragsregulering:	Omfattende reguleringer og interne overføringer, spesielt i øvre del.
Spesifikk avrenning:	47,6 l/s/km ²
Middelvannføring:	85,5 m ³ /s
Lakseførende strekning:	48 km, til Kavfossen oppstrøms Bjelland
Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden i elva, som tidligere var en av landets beste, er i dag 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 forsurningsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-14/4: pH 6,2, 15/4-7/6: pH 6,4, 8/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og dosereralking. Vassdraget er fullkalket f.o.m. juni 1997. Tre store doserere er plassert i hovedelva og sju mindre i sidevassdrag. Anlegget Brandsvoll i Høyeåna har bare sporadisk vært i drift etter 2007. To av sidevassdragene har silikatanlegg (Logåna fra 2002; Songåna fra 2009). I tillegg kalkes flere innsjøer i nedbørfeltet.

Kalkforbruket de siste fem årene er vist i **tabell 1**. Den store økningen i kalkforbruk fra 2010 til 2011 skyldes stor forskjell i nedbørmengde disse årene. I 2011 ble det dosert med VK3 i tillegg til NK3 ved fire av anleggene. De to silikatanleggene doserte omlag like store mengder med Na-silikat.

Det falt 1608 mm nedbør i løpet av ti måneder (mangler det data for august og november) på meteorologisk stasjon 41200 Finsland i 2011, mens normalen for året er 1570 mm (met.no 2012). For september og desember var månedsnedbøren opp mot det dobbelte av normalen, mens det for juli var enda større avvik.

Tabell 1. Kalkforbruk i Mandalsvassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO_3 . Kalkforbruket ved silikat-anleggene Logåna og Songåna er oppgitt som tonn Na-silikat. Antall innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	4813	7025	6474	3828	5620
Innsjøkalking	107 (18)	106 (18)	100	78	58 (12)
Sum kalkforbruk	4920	7131	6574	3906	5678
Na-silikat doserer	78	126	132	79	211



Figur 1. Mandalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og begroingsalger. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

J.2 Vannkjemi

Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

Medarbeidere: R. Høgberget, L. B. Skancke og T. Høgåsen (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 av doseringsanlegg for silikat (Logåna).

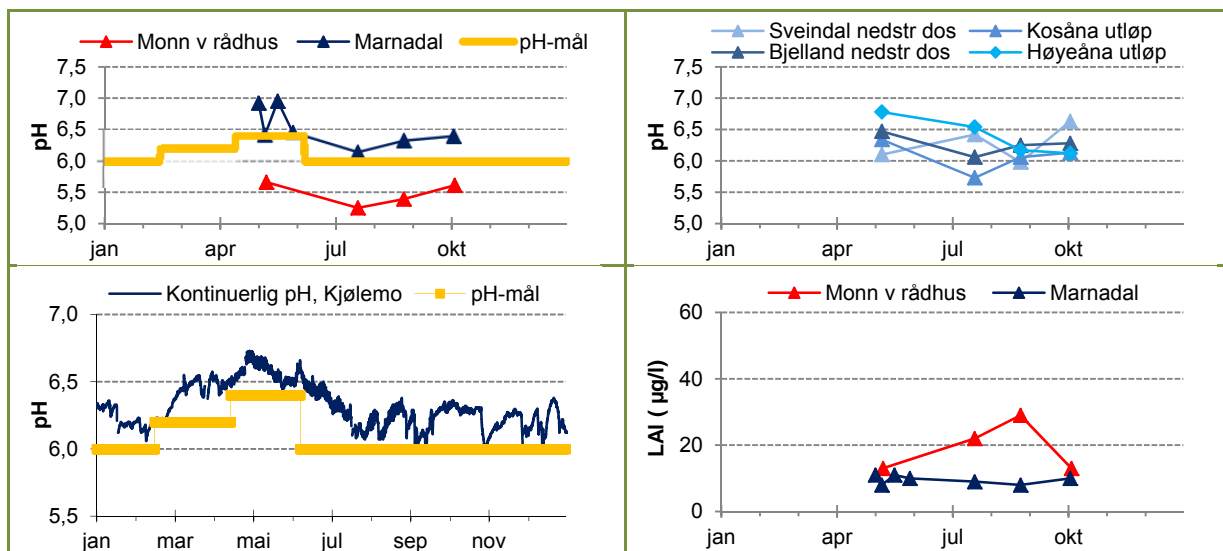
Det er mottatt data svært få vannprøver fra vassdraget, alle innenfor tidsrommet 3.5.-3.10 (tabell 2).

Aluminiumsdata for 2010 kan være feil.

- .2.1 Vannkvaliteten i 2011

Referansestasjonen

Vannkjemien ved Monn viser forsureningseffekter, med forholdsvis lav pH og forhøyet konsentrasjon av aluminium (tabell 2, figur 2). Forsuringseffekten er imidlertid klart redusert, og sulfatkonsentrasjonene ligger nær eller under 1 mg/l. ANC-verdiene er 25-33 $\mu\text{ekv/l}$, som er nær grensen mellom god og moderat tilstand for parr i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Vannkvaliteten er for dårlig for smolt, selv så høyt oppe i vassdraget.



Figur 2. pH og LAI i Mandalselva i 2011. Øvre venstre panel viser resultater fra manuelle prøver tatt på Monn (referansestasjon) og på lakseførende strekning ved Marnardal (målområdet), samt pH-målet. Øvre høyre panel viser resultatene for tre stasjoner mellom referansestasjonen og målområdet, samt stasjonen i Høyeåna. Kontinuerlig måling av pH ved Kjølmo i 2011 er vist i nedre venstre panel, og graf for labilt aluminium (LAI) på referansestasjonen og i målområdet i 2011 til høyre. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

Hovedelv med sidevassdrag

De få data som finnes viser at pH-målet ikke er underskredet ved Marnardal på prøvetakingstidspunktet (**figur 2**). De kontinuerlige målingene av pH viser at dette gjelder i resten av perioden også. Det er tidvis forholdsvis høy pH i hovedelva, men de to målingene nær pH 7 ved Marnardal i mai er ikke konsistente med Ca- og alkalitetsdata.

pH var omkring eller over 6,0 i de fire vannprøvene som er tatt i hver av de to sidevassdragene Høyeåna og Kosåna, høyest i Høyeåna (**figur 2**).

Konsentrasjoner av LAI fra alle kalkpåvirkede målestasjoner var omkring 10 µg/l, og er helt uavhengig av pH.

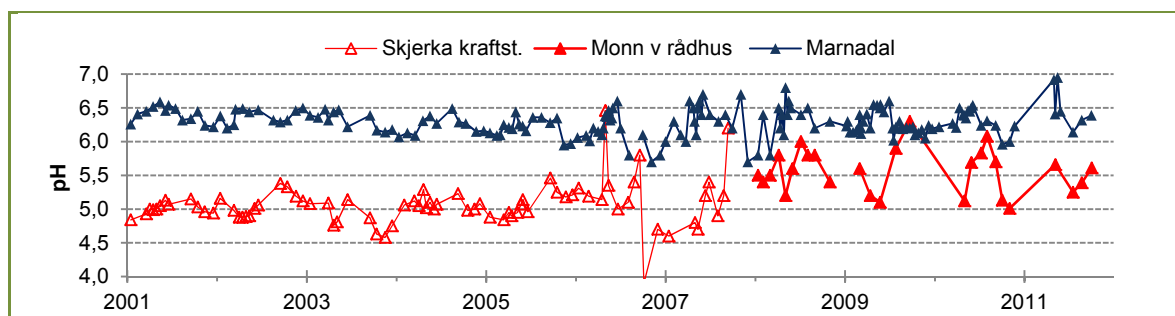
Tabell 2. Middell-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Mandalsvassdraget i 2011.

St. nr.	St. navn		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	mg/l C	µekv/l
9	Monn v rådhus	Mid	5,45	0,52	9	19	5,8	29
		Min	5,25	0,44	8	13	4,9	25
		Maks	5,66	0,64	11	29	6,6	33
		N	4	4	3	4	4	4
11	Sveindal nedstrøms dos	Mid	6,21	1,23	46	9		
		Min	5,98	0,95	21	7		
		Maks	6,63	1,55	61	12		
		N	4	4	3	4		
13	Kosåna utløp	Mid	6,01	1,27	21	10		
		Min	5,73	1,08	10	7		
		Maks	6,34	1,34	30	12		
		N	4	4	3	4		
5	Bjelland nedstrøms dos	Mid	6,24	1,35	34	8		
		Min	6,06	1,07	31	0		
		Maks	6,47	1,78	37	12		
		N	4	4	3	4		
1	Marnardal	Mid	6,43	1,50	28	10	5,0	66
		Min	6,14	1,11	10	8	4,3	50
		Maks	6,95	1,76	41	11	6,1	84
		N	7	7	7	7	4	4
3	Høyeåna utløp	Mid	6,33	1,69	61	13		
		Min	6,12	1,16	31	8		
		Maks	6,78	3,05	84	20		
		N	4	4	3	4		

- .2.2 Langtidstrender

pH på referansestasjonene viser at det fortsatt er surt i øvre deler av vassdraget, og at pH er økt i perioden 2001-2011 (**figur 3**).

I målområdet har pH vært svært variabel i perioden 2006-2009, men man de siste årene nesten klart å unngå pH under 6,0.



Figur 3. pH-utvikling på referansestasjon og i målområdet i Mandalsvassdraget er vist for perioden 2001-2011. Referansestasjonen ble flyttet i 2008.

J.3 Fisk

Det ble ikke utført fiskeundersøkelser i Mandalsvassdraget i 2011 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

J.4 Bunndyr

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

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

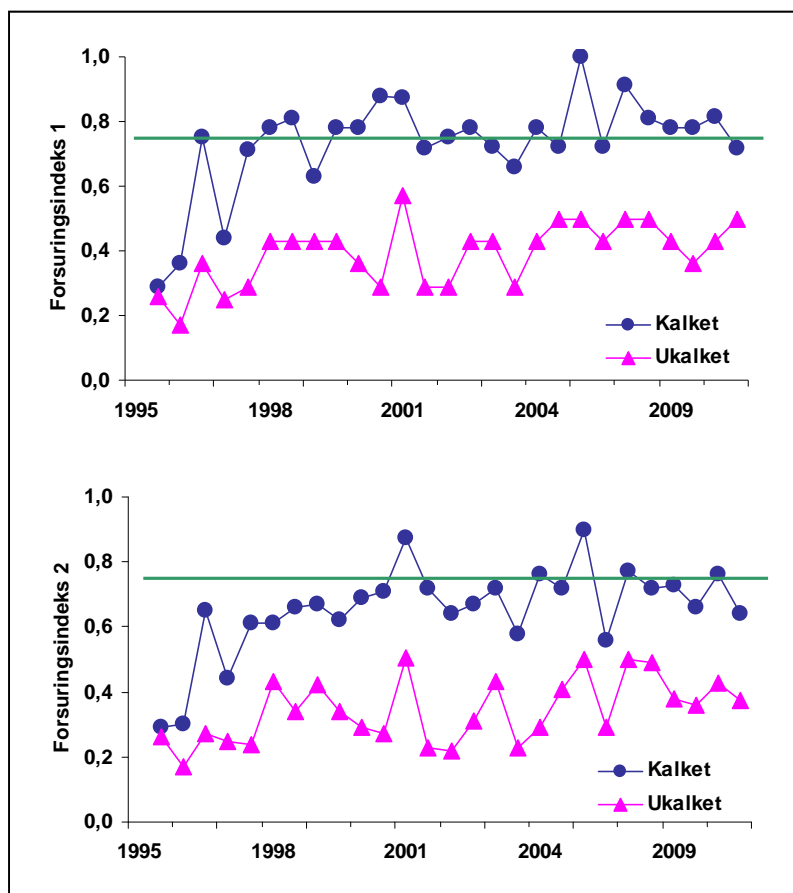
- .4.1 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 8 døgnfluearter, 14 steinfluearter, og 20 arter/slekter av vårfluer i Mandalsvassdraget i 2011 (**vedlegg C**). Det biologiske mangfoldet innen disse insektgruppene var betydelig større enn det som ble registrert i de foregående år. Seksten av de registrerte arter/slekter av bunndyr er sensitive overfor forsurening (Fjellheim og Raddum 1990). Artsmangfoldet innen disse gruppene viser en økende tendens.

Våren 2011 var forsuringsindeks 1 og 2 i den kalkete delen av vassdraget 0,81 og 0,76 (**figur 4**). Om høsten var indeksene lavere, henholdsvis 0,72 og 0,64. De lavere høstverdiene viser at kalkingen av vassdraget ennå ikke har gitt forventet respons i bunndyrsamfunnene. De ukalkete stasjonene viste skader både vår og høst. Om våren var både indeks 1 og 2 lik 0,43, d.v.s. sterkt skadet. Om høsten var også de ukalkete stasjonene sterkt skadet, indeks 1 og 2 lik 0,50 og 0,37 (**figur 4**). De lavere 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 forsuringsensitive bunndyrene hovedutbredelsen i elvas nedre deler. Døgnflueslekten *Baetis* er vanlig i denne delen av elva, med minimum tre registrerte arter i 2011: *B. rhodani*, *B. fuscatus/scambus*-gr. og *B. vernus/subalpinus*-gr. (**vedlegg C**). 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 forsurening og lavt kalkinnhold (Økland 1990), gir gode eksempler på sistnevnte. I 2011 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 4. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Mandalsvassdraget i perioden 1995 - 2011. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir grensen for god økologisk tilstand.

J.5 Begroing og makrovegetasjon

Forfatter: Susanne Schneider (NIVA)

Medarbeider: M Røst Kile (NIVA)

I forbindelse med kalkingen har NIVA utført rutinemessig overvåking av begroingsalger og makrovegetasjon hvert år fra 1996 til 2005, for så å gjenoppta overvåkingen i 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 22. - 23.08.2011 på 8 elvelokaliteter, og makrovegetasjon ble undersøkt på ytterligere 3 stasjoner (**figur 1**).

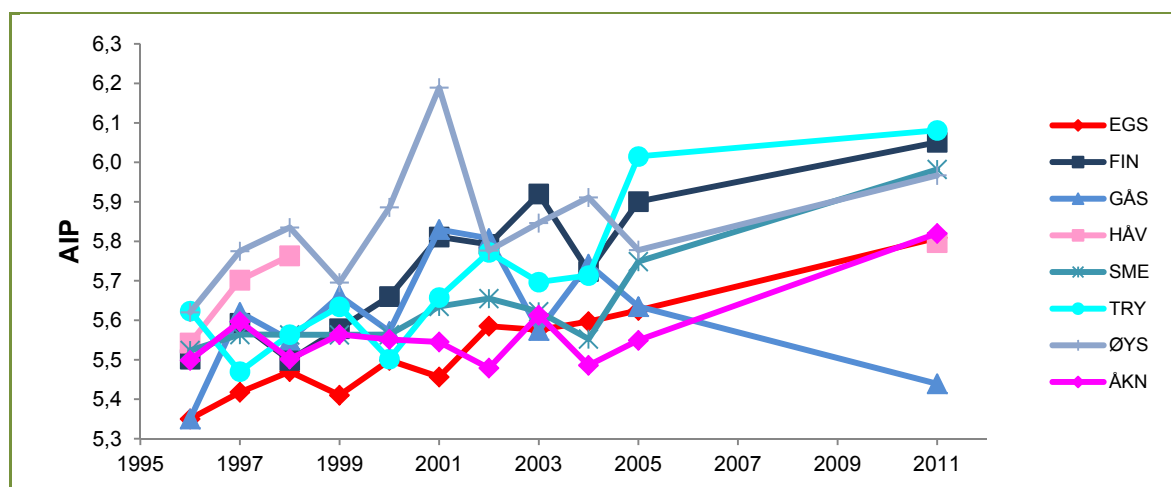
- .5.1 Begroingsalger

Forsuringsindeksen AIP

Forsuringsindeksen AIP er svakt stigende for de fleste stasjonene siden 1996, også de som ikke er kalket (EGS og ÅKN, **figur 5**). Dette tyder på at forsuringen i Mandalsvassdraget langsomt går tilbake og at pH langsomt er på vei oppover. Med unntak av GÅS har alle de kalkete stasjonene i 2011 en høyere AIP indeks enn de ukalkete. Dette betyr at kalkingen har en positiv effekt på begroingsalgene. På stasjonen HÅV, som ligger like nedenfor kalkingsanlegget, har innblandingen og oppløsningen av kalk åpenbart ikke vært tilstrekkelig til å innvirke på begroingsalgene. Det er imidlertid vanlig at den fulle virkningen av kalking på organismene først vises noen hundre meter nedstrøms dosereren.

Den naturlige Ca-konsentrasjonen (oppstrøms dosereren) i Mandalsvassdraget er < 1 mg/l, og TOC konsentrasjonen er som regel > 2 mg/l. Det betyr at grensen mellom god og moderat tilstand for forsuring ligger på AIP = 5,75, og grensen mellom svært god og god tilstand på AIP = 5,93 (Schneider, 2011). Dermed var de to ukalkete stasjonene i tillegg til HÅV i god tilstand i 2011. Stasjonene EGS og ÅKN krysset grensen fra moderat til god tilstand mellom 2005 og 2011. De resterende stasjonene, med unntak av GÅS, var alle i svært god tilstand i 2011. Stasjon TRY nådde allerede i 2005 svært god tilstand, mens de andre stasjonene krysset grensen til svært god tilstand mellom 2005 og 2011.

I motsetning til de andre stasjonene var GÅS forsuret i 2011. Denne stasjonen ligger nedstrøms dosereren ved Egså, der det ikke ble kalket i 2009. Dette kan ha ført til en episodisk 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. Begroingssamfunnet på kalkete stasjoner befinner seg ofte i en ganske prekær balanse, slik at kortvarige episoder kan føre til bortfall av mer følsomme arter mens tolerante arter overlever. Dette kan føre til en ganske stor nedgang i AIP indeksen.

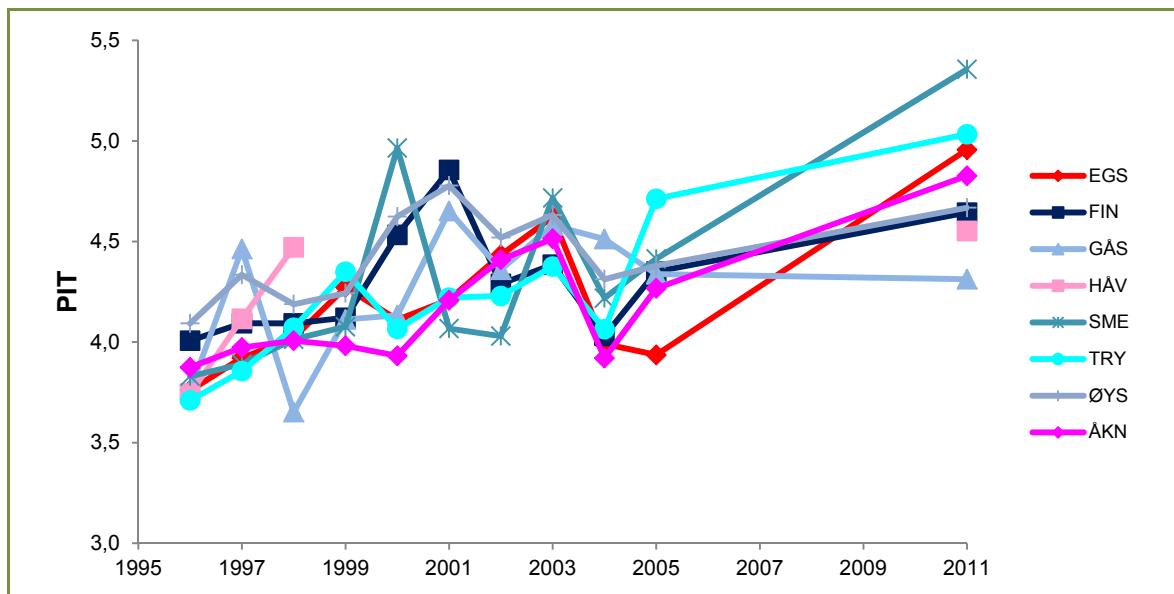


Figur 5. Forsuringsindeksen AIP (acidification index periphyton) på 8 elvestasjoner i Mandalsvassdraget fra 1996 til 2011. EGS: Egså; FIN: Finnsdalsbrua, Marnardal; GÅS: Gåseflåkilen;

HÅV: Håverstad; SME: Smeland; TRY: Trygsland, Bjelland; ØYS: Øyslebø; ÅKN: Åknesstraumen ved Logna. Stasjonene ÅKN og EGS er ikke kalket, HÅV ligger bare en kort strekning nedstrøms doserereren, mens alle de andre stasjonene er kalket.

Eutrofieringsindeksen PIT

Eutrofieringsindeksen PIT er svakt stigende for alle stasjoner (**figur 6**). Dette kan være en konsekvens av den nedadgående forsureningstrenden, 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. Alle stasjonene er i svært god tilstand med hensyn til eutrofiering, og har vært det siden 1996.



Figur 6. Eutrofieringsindeksen PIT (periphyton index of trophic status) på 8 elvestasjoner i Mandalsvassdraget fra 1996 til 2011. EGS: Egså; FIN: Finnsdalsbrua, Marnadal; GÅS: Gåseflåkilen; HÅV: Håverstad; SME: Smeland; TRY: Trygsland, Bjelland; ØYS: Øyslebø; ÅKN: Åknesstraumen ved Logna. Stasjonene ÅKN og EGS er ikke kalket, HÅV ligger bare en kort strekning nedstrøms doserereren, mens alle de andre stasjonene er kalket.

- .5.2 Makrovegetasjon

Makrovegetasjonen er i samsvar med resultatene for begroingsalger. Forekomst av elvetrappemose *Nardia compressa* på stasjonene EGS og GÅS er en indikasjon på surt vann og støtter dermed opp under begroingsresultatene. Denne artens biomasse har imidlertid blitt redusert sammenliknet med tidligere år, noe som kan tyde på at forsuring i Mandalsvassdraget langsomt er på vei tilbake. Fravær av *Nardia compressa* på ÅKN i 2011 skyldes derimot det faktum at denne stasjonen ble flyttet tilbake dit den har vært i de tidligste undersøkelsene, og må derfor ikke tolkes som reel forandring i mosesamfunnet. Sylblad *Subularia aquatica* ble ikke registrert i 2009, og ble heller ikke funnet i 2011. Det ser dermed ut som denne arten er forsvunnet fra Mandalsvassdraget. Også tusenblad *Myriophyllum alterniflorum* og brasmegras *Isoetes* har gått tilbake sammenliknet med 2005, og liknende observasjoner ble allerede gjort i 2009. Som allerede påpekt i 2009 kan dette skyldes forskjeller i vannføring mellom de ulike årene.

Også krypsiv *Juncus bulbosus* har gått tilbake sammenliknet med tidligere undersøkelser. Dette kan imidlertid skyldes tiltak som ble gjennomført mot krypsiv og må ikke nødvendigvis være en konsekvens av kalking/forsuring. Ellers ble det ikke observert store forandringer i vannvegetasjonen i forhold til tidligere undersøkelser.

J.6 Samlet vurdering

- .6.1 Vannkjemi

Vassdraget er fortsatt forsuret på referansestasjonen høyt oppe i vassdraget, men avstanden til en forventet ikke-forsuret tilstand krymper.

Det er tatt svært få vannprøver i vassdraget i 2011, og vi vil derfor ikke trekke for bastante konklusjoner om vannkvaliteten basert på disse. Det kan imidlertid synes som om konsentrasjonen av labilt Al er forholdsvis uavhengig av pH i det måleområdet som gjelder for de kalkpåvirkede stasjonene (pH 5,73-6,98).

Data fra den kontinuerlige pH-overvåkingen viser at vannkvalitetsmålene for vassdraget er nådd.

- .6.2 Fisk

Det ble ikke utført fiskeundersøkelser i Mandalsvassdraget i 2011 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

- .6.3 Bunndyr

Forsuringsindeksene i den kalkete delen av Mandalsvassdraget er viser en stigende tendens, men gjenhenting av bunndyrsamfunnene er senere enn 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 begroingsamfunnet. Også på de ukalkete stasjonene har AIP indeksen i 2011 så vidt krysset grensen fra moderat til god tilstand. Et begroingsamfunn som tyder på forsuring ved Gåseflåkilen i 2011 kan være effekter av periodisk gjenforsuring av elven i 2009. Denne situasjonen er en klar indikasjon på at kalkingen i Mandalsvassdraget bør fortsette, selv om den stigende trenden i AIP indeksen tyder på at kalkingen på sikt vil kunne reduseres.

Forekomsten av makrovegetasjon er i samsvar med resultatene for begroingsalger. Forekomst av elvetrappemose *Nardia compressa* på stasjonene EGS og GÅS er en indikasjon på surt vann og støtter dermed opp under begroingsresultatene. Både den forsuringfølsomme arten tusenblad *Myriophyllum alterniflorum* og de mer surhetstolerante artene sylblad *Subularia aquatica*,

brasmegras *Isoetes* og krypsiv *Juncus bulbosus* har gått tilbake sammenliknet med tidligere undersøkelser. Dette kan imidlertid skyldes forskjeller i vannføring eller, i tilfelle krypsiv, tiltak og må ikke nødvendigvis være en konsekvens av kalking/forsuring.

- .6.5 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

I og med at det er tatt svært få vannprøver i 2011, vil vi ikke komme med konkrete anbefalinger om tiltak.

J.7 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Mandalsvassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Marnadal	413351	6453264
Vannkjemi	3	Høgeåna utløp	415319	6447967
Vannkjemi	5	Bjelland nedstrøms dos	413972	6472391
Vannkjemi	9	Monn v rådhus	407649	6498499
Vannkjemi	11	Sveindal nedstrøms dos	410200	6483886
Vannkjemi	13	Kosåna utløp	414319	6477902
Bunndyr	1	Juvatnet innløp	413725	6526094
Bunndyr	2	Smeland oppstr kalking	410799	6505366
Bunndyr	3	Smeland nedstr kalking	409585	6502352
Bunndyr	4	Bredlandsvatnet utløp	407225	6507256
Bunndyr	5	Mandalselva v Sveindal	409558	6484496
Bunndyr	6	Breidsåna	416998	6494949
Bunndyr	7	Kosåna	414506	6478002
Bunndyr	8	Mindrebo oppstr kalking	410770	6471539
Bunndyr	9	Mindrebo nedstr kalking	413295	6469499
Bunndyr	10	Laudal oppstr kalking	409325	6459501
Bunndyr	11	Sveinall nedstr kalking	411407	6458229
Bunndyr	12	Dyråsen	413042	6458627
Bunndyr	13	Høgeåna	416373	6448531
Bunndyr	14	Livann oppstr kalking	419182	6460455
Bunndyr	15	Livann oppstr kalking	419536	6460326
Vannveg.	EGS	Egså	417111	6495117
Vannveg	FIN	Finnsdalsbrua, Marnadal	413336	6453167
Vannveg	GÅS	Gåseflåkilen	416326	6487032
Vannveg	HÅV	Håverstad	408167	6485412
Vannveg	SME	Smeland	410517	6503447
Vannveg	TRY	Trysland, Bjelland	414011	6469996

Vannveg	ØYS	Øyslebø	414016	6449625
Vannveg	ÅKN	Åknesstraumen v Logna	413875	6513438

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Mandalsvassdraget i 2011

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		

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	Marnardal	03/05/11	6,92	1,69	0,050	21	59	48	11		1,9										
1	Marnardal	08/05/11	6,41	1,75	0,060	31	51	43	8	4,3	1,9	0,18	1,12	0,13	1,50	0,94	120	270	0	0,6	84
1	Marnardal	18/05/11	6,95	1,76	0,050	21	48	37	11		1,9										
1	Marnardal	30/05/11	6,45	1,53	0,040	10	65	55	10		2,1										
1	Marnardal	20/07/11	6,14	1,28	0,069	41	84	75	9	6,1	1,67	0,22	1,32	0,21	1,78	1,09	83	350	10	1,4	66
1	Marnardal	25/08/11	6,32	1,11	0,065	37	57	49	8	4,3	1,39	0,15	1,06	0,12	1,49	0,90	82	275	2	1,1	50
1	Marnardal	03/10/11	6,39	1,35	0,067	39	72	62	10	5,2	1,46	0,17	1,00	0,13	1,40	0,93	85	320	6	1,4	63
3	Høyåna utløp	08/05/11	6,78	3,05	0,110	84	69	49	20		4,0										
3	Høyåna utløp	20/07/11	6,54	1,17	0,095	68	87	75	12		2,93										
3	Høyåna utløp	25/08/11	6,17	1,16			73	65	8		2,56										
3	Høyåna utløp	03/10/11	6,12	1,37	0,060	31	110	99	11		2,57										
5	Bjelland nedstr dos	08/05/11	6,47	1,78	0,060	31	52	40	12		1,9										
5	Bjelland nedstr dos	20/07/11	6,06	1,07	0,065	37	80	70	10		1,48										
5	Bjelland nedstr dos	25/08/11	6,25	1,39			56	60	0		1,33										
5	Bjelland nedstr dos	03/10/11	6,28	1,17	0,062	34	73	65	8		1,32										
9	Monn v rådhus	09/05/11	5,66	0,46			59	46	13	4,9	1,1	0,14	0,90	0,15	1,00	0,75	10	120	10	0,0	33
9	Monn v rådhus	20/07/11	5,25	0,44	0,038	8	108	86	22	6,2	1,14	0,12	0,88	0,09	0,94	0,89	34	255	6	1,2	25

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg/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	Monn v rådhus	25/08/11	5,39	0,53	0,041	11	111	82	29	6,6	1,16	0,15	0,93	0,10	0,99	0,93	40	270	1	1,5	32
9	Monn v rådhus	04/10/11	5,61	0,64	0,040	10	77	64	13	5,6	1,25	0,15	0,97	0,17	1,32	1,10	34	250	9	0,9	28
11	Sveindal nedstr dos	08/05/11	6,10	1,45	0,050	21	52	43	9		1,8										
11	Sveindal nedstr dos	20/07/11	6,42	1,55	0,088	61	65	58	7		1,67										
11	Sveindal nedstr dos	25/08/11	5,98	0,96			58	46	12		1,22										
11	Sveindal nedstr dos	03/10/11	6,63	0,95	0,083	56	73	66	7		1,42										
13	Kosåna utløp	08/05/11	6,34	1,34	0,040	10	51	44	7		1,8										
13	Kosåna utløp	20/07/11	5,73	1,08	0,053	24	109	97	12		1,45										
13	Kosåna utløp	25/08/11	6,06	1,32			93	83	10		1,45										
13	Kosåna utløp	03/10/11	6,13	1,34	0,059	30	110	101	9		1,51										

Vedlegg C. Primærdata – bunndyr 2011

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalsvassdraget 28.06.2011

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nematoda	1	1	3	3	1			1				1			1
Oligochaeta	3	14	42	14	23	6	1		1	1	21	2	2	5	19
Acari	2	7		1	2	20		4	6	15	5	5		4	5
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.							1								
Anisoptera															
<i>Cordulegaster boltoni</i>													1		
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>							32		11	46	4	1	1	18	29
*** <i>Baetis fuscatus/scambus</i>							4		21				2		6
*** <i>Baetis subalpinus/vernus</i>							1		1				2		
*** <i>Baetis</i> sp.							11						2		4
<i>Leptophlebia vespertina</i>					8										
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>	1							24	1				1		1
<i>Amphinemura standfussi</i>							1								
<i>Protonemura meyeri</i>										5	1				
<i>Leuctra</i> sp.	3			2		8			3			1	3	1	
<i>Leuctra fusca</i>	2	8		2		20	3	1	1	2	36		3		1
<i>Nemoura cinerea</i>								1							
<i>Nemurella pictetii</i>								7							
Nemouridae indet.									7					1	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	14	1				13			2						
** <i>Diura</i> sp.				1											
** <i>Isoperla grammatica</i>										2					
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	1		2			15	1	1	2	10	2	4	8	11
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		6		3					3			2		2	1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>								3							
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	2			14	3										
Polycentropodidae indet.														2	
<i>Oxyethira</i> sp.					9										
<i>Halesus radiatus</i>										1					
Limnephilidae indet.					1										
<i>Molannodes tinctus</i>					1										

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
** <i>Oecetis testacea</i>					1										1
** <i>Wormaldia subnigra</i>									9		1	38	98		7
** <i>Lepidostoma hirtum</i>		1							2						
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>												3			
** <i>Hydropsyche siltalai</i>							4		7			4	4	2	9
** <i>Hydropsyche</i> sp.													1		
Trichoptera puppe indet.					1										1
Chironomidae	66	82	9	40	93	169	53	150	188	170	162	97	51	256	135
Ceratopogonidae					5				1				4		2
Simuliidae	16	24		10	3	24	5	11	17	19	44	30	5	34	52
Tipuloidea															
Limoniidae indet.			1												1
Tabanidae						2									
<i>Dicranota</i> sp.											6				
Diptera															
Empididae indet.		1			2	4						10	1		2
Muscidae indet.														1	
Ubestemt puppe		1	1							1					
Coleoptera															
<i>Elmis aenea</i>									16	12	6	1		13	9
<i>Olimnius tuberculatus</i>									5	1				4	
<i>Limnius volckmari</i>										4	14		1		1
<i>Hydraena</i> sp.														1	
Gyrinidae indet.			2												
Dytiscidae indet.								3		2					
Collembola			2					2	1						
Crustacea															
Cyclopoida	1				3					2					
Harpacticoida	3											1			
<i>Holopedium gibberum</i>			21												
<i>Bosmina</i> sp.			3	3											
Calanoida			31												
Sididae				2											
<i>Eurycercus lamellatus</i>					4									1	
Ostracoda					2										
Macrotrichidae					1										
Chydoridae indet.												1		1	
Sum	116	147	115	97	163	266	131	208	304	285	310	199	186	355	297
Forsuringsindeks 1	0	0,5	0	0,5	0,5	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,61	1,00	1,00	1,00	1,00

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalsvassdraget 28.09.2011.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Turbellaria															
** <i>Otomesostoma auditivum</i>			2												
Nematoda	1	1	2		1	1					6			1	
Oligochaeta	4	14	18	10	10	36	2	2	2			7	10	10	3
Acari	6	7	8	3	1	11		2	11	6		6	2	9	2
Bivalvia															
* <i>Pisidium sp.</i>					3				6				11	2	1
Zygoptera															
<i>Caleopteryx virgo</i>									1						
Anisoptera															
<i>Cordulegaster boltoni</i>														1	
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>							255		52	8	147		6	2	15
*** <i>Nigrobaetis niger</i>															
** <i>Heptagenia sulphurea</i>							2						10		
<i>Kageronica fuscogrisdea</i>			10												
<i>Leptophlebia vespertina</i>					6				2			1	1	2	3
<i>Leptophlebia marginata</i>	1		22	2	4				3	1					
<i>Leptophlebia sp.</i>						3									
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>	11	94	3	55		34	12		20			4	8	13	39
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		15		8			2	1	5	5	9	3	3	5	14
<i>Leuctra nigra</i>								2							
<i>Leuctra hippopus</i>	5	3	3	13		18		5	8	27	61		6	8	20
<i>Leuctra sp.</i>				4		8	1			1				1	1
<i>Brachyptera risi</i>	5	30		4			13	22	10	74	81		1	1	4
<i>Protonemura meyeri</i>		1					11	3	7	8	20		11	17	11
<i>Nemoura avicularis</i>					3										1
<i>Nemoura cinerea</i>			10					25		4	1				
<i>Nemurella pictetii</i>			8					21							
Nemouridae indet.	1			2						2					
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	3	1				10				2		3			1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		22				4					4				1

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
** <i>Diura nanseni</i>	1														
** <i>Isoperla grammatica</i>				10			3			3				4	8
** <i>Isoperla</i> sp.	1	2													
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i>	6	12		1		4	26	5	1	4	1	4	5	12	10
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1	5	2	70	6	4			16	1		1	16	9	8
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			27	28		5								1	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>				3									1		
<i>Polycentropus irroratus</i>									3						
<i>Cyrnus trimaculatus</i>									1						
Polycentropodidae indet.										1					
Limnephilidae indet.								5		5	5				
<i>Oxyethira</i> sp.			6	2	4				2				8		1
<i>Hydroptila</i> sp.														2	
<i>Ceraclea</i> sp.														1	
<i>Ylodes</i> sp.									1						
<i>Lype reducta</i>															1
<i>Mystacides azurea</i>				2											
** <i>Ithytricia lamellaris</i>													46		
** <i>Lepidostoma hirtum</i>		1							8				15		8
** <i>Hydropsyche siltalai</i>							7		14			8	14	35	44
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>							3		1			2	16	1	
** <i>Hydropsyche</i> sp.							1		2			3	1		2
Trichoptera indet.			1												
Chironomidae	40	48	127	146	106	115	23	12	64	47	75	31	88	95	130
Ceratopogonidae			1		1	2								1	3
Simuliidae	9	13		1		56	24	21	30	26	37	2	9	20	27
Tipuloidea															
<i>Tipula</i> sp.		1	7		1										
<i>Dicranota</i> sp.						2		3	2	2	1			1	2
Diptera															
Empididae indet.	2	1		1				6	2			2	7		1
Ubestemt														1	1
Coleoptera															
<i>Elmis aenea</i>									11	7	1	1		10	6
<i>Olimnius tuberculatus</i>									5					3	
<i>Limnius volckmari</i>										10	1		3	5	3
<i>Elodes</i> sp.										1					1
<i>Hydraena</i> sp.										1					
Hydrophilidae indet.								1							

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Gyrinidae indet.															1
Megaloptera															
<i>Sialis lutaria</i>					1										
Collembola								1							
Corixidae															
<i>Callicorixa wollastoni</i>	1														
Ubestemt												1			
Crustacea															
Chydoridae indet.				1				1							
Calanoida				5	1										
<i>Bosmina</i> sp.	2	3	4	5											
Cyclopoida				12											
<i>Eurycercus lamellatus</i>				1		11									
Ostracoda				3		6									
Macrotrichidae						5									
Sum	100	274	286	369	177	313	386	137	290	246	445	92	295	271	370
Forsuringsindeks 1	0,5	0,5	0	0,5	0,25	0	1	0	1	1	1	0,5	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,50	0,50	0,00	0,50	0,25	0,00	1,00	0,00	1,00	0,57	1,00	0,50	0,71	0,54	0,66

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

F€ Audnavassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

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

F€.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

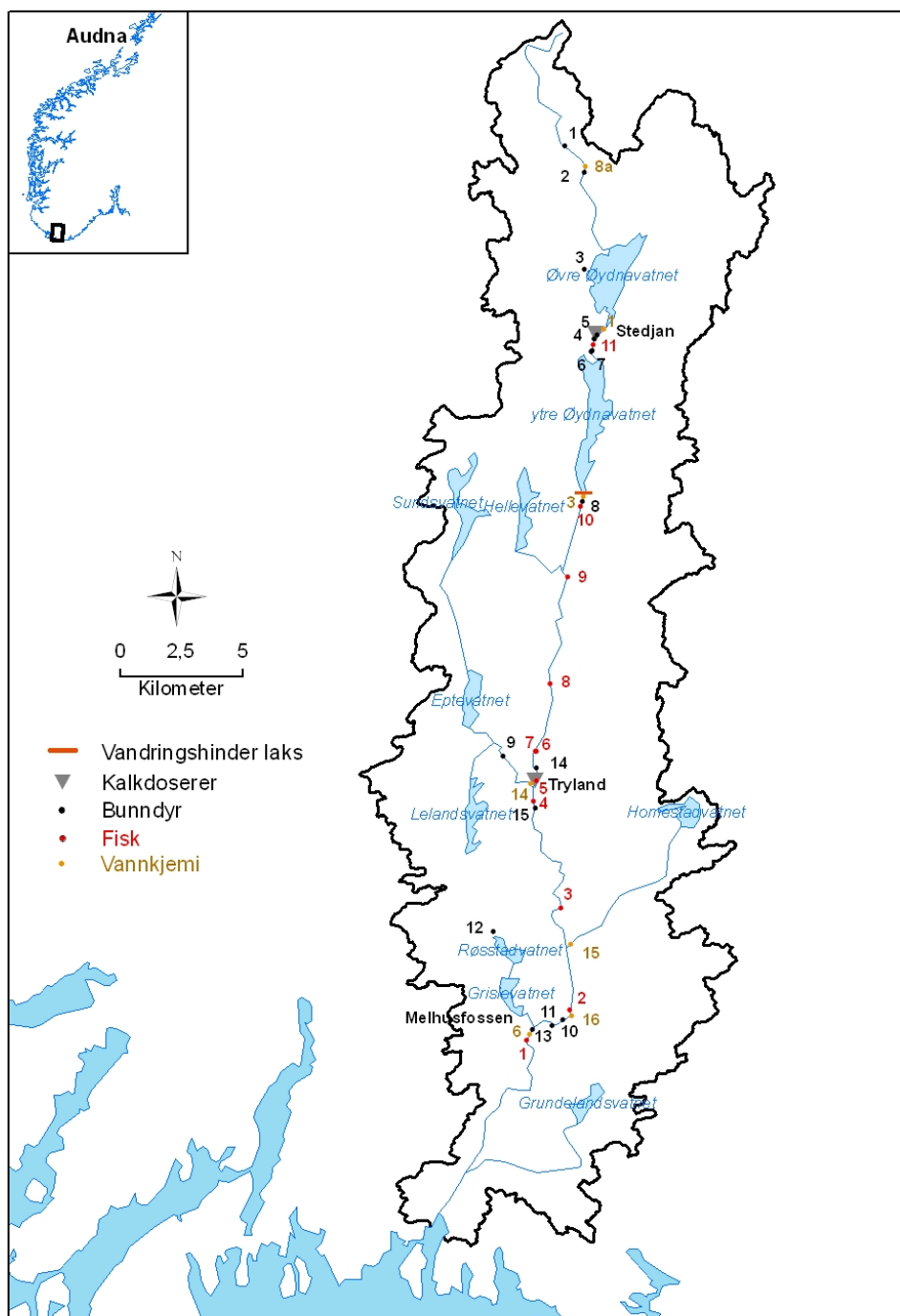
Fakta om Audnavassdraget	
Vassdragsnr.:	023.Z
Fylke:	Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	450 km ²
Vassdragsregulering:	Kun i sideelva Trylandselva (Tryland kraftverk)
Spesifikk avrenning:	45 l/s/km ²
Middelvannføring:	Ca 20 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn.
Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden døde ut på 1970-tallet grunnet forurensning.
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:	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 doserererkalking. Kalking med to doseringsanlegg i hovedelva (Stedjan og Tryland) siden 1985. Ytre Øydnavatn ble kalket med 890 tonn kalksteinsmel i 1985, og siden 1994 har det hvert år blitt kalket i ulike innsjøer og bekker i vassdraget.

Tabell 1 viser kalkforbruket i løpet av de siste fem årene i Audna. Det største kalkforbruket i denne perioden var i 2011, over dobbelt så mye dosert som året før. Dette er delvis knyttet til mye nedbør. Antall kalkede innsjøer er halvert i løpet av få år.

Det falt 2300 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41670 Konsmo-Høyland i 2011, mens normalen for året er 1670 mm (met.no 2012). For åtte av månedene lå månedsnedbøren over normalen. Juli og desember var svært nedbørrike med over en dobling (hhv. 238 og 346 mm) i forhold til forventet nedbørmengde.

Tabell 1. Kalkforbruk i Audnavassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃ (NK3 for 2011 ble beregnet å ha 82 % CaCO₃). Antall innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	937	1506	1704	896	1898
Innsjøkalking	234 (25)	206 (26)	198 (23)	155	112 (12)
Sum kalkforbruk	1170	1711	1902	1051	2010



Figur 1. Audnavassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i vedlegg A.

F€2 Vannkjemi

Forfatter: Atle Hindar (NIVA)

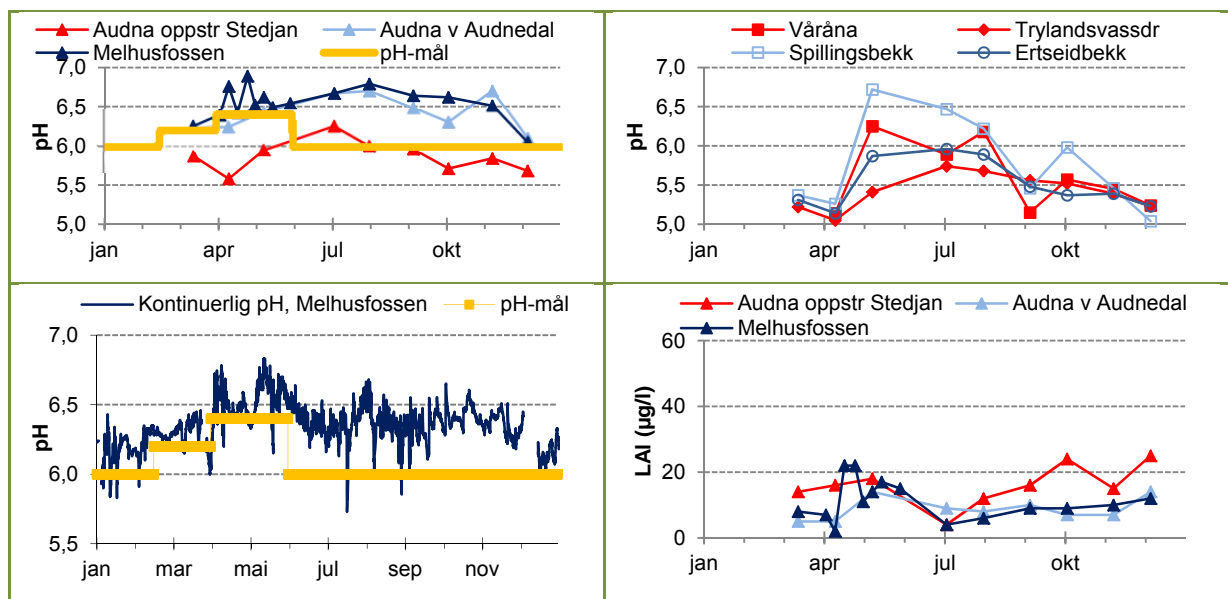
Medarbeidere: R. Høgberget, L. B. Skancke og T. Høgåsen (NIVA)

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 ble blandsoneproblematikken oppdaget. Aluminiumsdata for 2010 kan være feil.

%.2.1 Vannkvaliteten i 2011

Referansestasjoner

Vannkvaliteten i Våråna, Trylandsvassdraget og Audna oppstrøms Stedjan viser at vassdraget er forsuret, men det er tidvis forholdsvis god pH i Våråna og i Audna oppstrøms Stedjan (**figur 2**). Det er uklart i hvor stor grad disse to stasjonene er påvirket av lokale kalkingstiltak. LAI-konsentrasjonen oppstrøms Stedjandoserereren var forholdsvis lav (**figur 2, tabell 2**). Trylandsvassdraget hadde pH ned mot 5,0 og LAI i området 20-51 µg/l.



Figur 2. pH og LAI i Audna i 2011. Øvre venstre panel viser resultater fra prøver tatt på referansestasjonen, v Audnedal, på lakseførende strekning ved Melhusfossen (målområdet), samt pH-målet. Øvre høyre panel viser resultatene for stasjoner i fire sidevassdrag. Kontinuerlig måling av pH ved Melhusfossen er vist i nedre venstre panel, og graf for labilt aluminium (LAI) i høyre. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

Hovedelva

Audna ved Audnedal og nederst ved Melhusfossen hadde god pH for smolt, med unntak av en prøve i april, men da var LAI-konsentrasjonen bare 5 µg/l (**figur 2**). De øvrige data viser at det kalkes forholdsvis mye i forhold til de målene som er satt. Til tross for god pH, er det målt LAI godt over grensen for god tilstand i vannforskriften (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Det er påfallende at det ikke var sammenheng mellom pH og LAI på disse stasjonene i 2011.

Kontinuerlige målinger i Melhusfossen viser at pH var i korte perioder under de grensene som er satt for vassdraget.

Sidevassdrag i nedre del

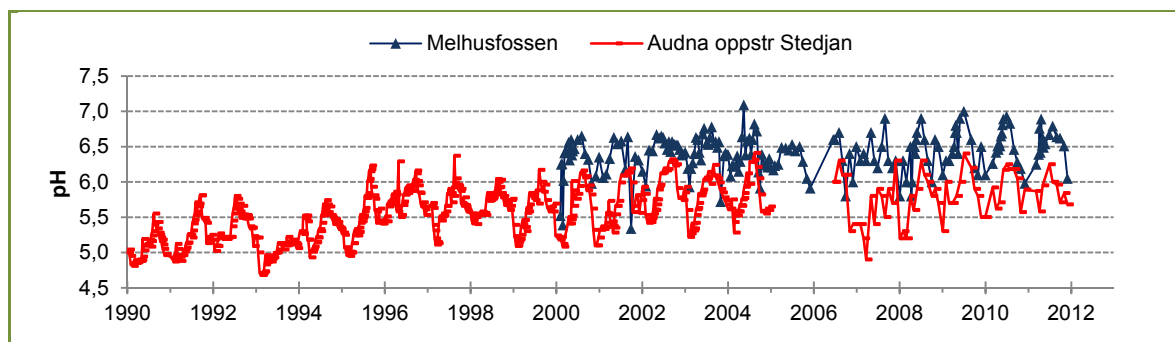
En innsjø i Spillingsbakkens nedbørfelt er kalket, mens Ertseidbekken er ukalket. Det var stor variasjon i pH i begge, med forholdsvis høy pH sommerstid i Spillingsbakk (figur 2). Det var også stor variasjon i LAI i begge bekkene, fra svært lite til opp mot hhv. 70 og 110 µg/l i begynnelsen av desember. De høye verdiene skyldes en kraftig sjøsaltepisode.

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 2011.

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	5,44	1,03	15	29		
		Min	5,14	0,36	0	9		
		Maks	6,25	1,84	46	74		
		N	8	8	5	8		
1	Audna oppstr Stedjan	Mid	5,83	0,96	15	16	6,0	41
		Min	5,58	0,76	0	4	4,6	21
		Maks	6,25	1,28	30	25	7,6	50
		N	9	9	5	9	9	9
3	Audna v Audnedal	Mid	6,38	2,12	58	9		
		Min	6,10	1,94	21	5		
		Maks	6,70	2,26	80	14		
		N	9	9	8	9		
14	Trylandsvassdraget	Mid	5,37	0,70	10	30		
		Min	5,05	0,50	0	20		
		Maks	5,74	0,90	19	51		
		N	9	9	5	9		
15	Spillingsbekk	Mid	5,51	1,28	22	30		
		Min	5,04	0,57	0	1		
		Maks	6,72	2,27	52	110		
		N	9	9	5	9		
16	Ertseidbekk	Mid	5,43	0,95	11	32		
		Min	5,14	0,59	0	9		
		Maks	5,96	1,14	23	70		
		N	9	9	5	9		
6	Melhusfossen	Mid	6,49	2,42	46	11	5,3	101
		Min	6,05	2,03	21	2	4	68
		Maks	6,89	3,16	94	22	7,7	133
		N	15	15	12	15	9	9

5.2.2 Langtidstrender

pH i Audna oppstrøms Stedjan har økt gradvis fra 1990, og det er stor variasjon (figur 3). Effekten av kalking ses også tydelig i figuren, og pH fra Melhusfossen ligger i hovedsak over 6,0. pH-verdier over 6,5 tyder på overkalking i perioder, men kan også skyldes langtidsoppløsning av kalk i tørre perioder.



Figur 3. pH-utvikling for referansestasjonen i Audna er vist for perioden 1990-2011 og for Melhusfossen (i målområdet) for perioden 2000-2011.

F€3 Fisk

Forfattere: Randi Saksgård og Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

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 på midten av 1980-tallet, er vassdraget igjen blitt ei viktig elv for sportsfiske etter laks og sjørret. Ungfiskundersøkelsene i Audna startet i 1991.

%.3.1 Ungfiskundersøkelser

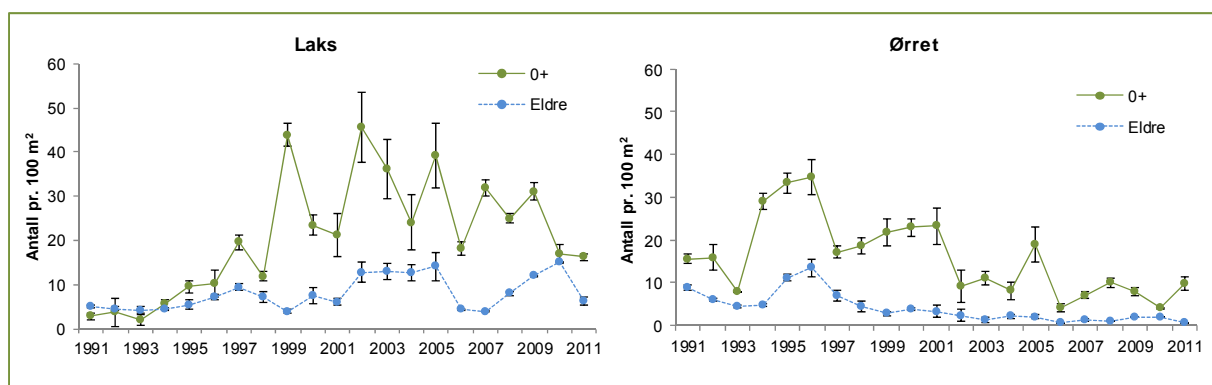
Det ble i 2011 funnet laks- og ørretunger på alle stasjonene i Audna (**tabell 3**). Det er til dels store årlige variasjoner i tettheten av årsyngel (0+) av laks, men det har vært en generell økning fra 1997 sammenlignet med begynnelsen av 1990-tallet (**figur 4**). I de to siste årene har tettheten av 0+ laks imidlertid vært blant de laveste siden 1997. Det er generelt lave tettheter av eldre laksunger i Audna (**figur 4**). I likhet med 0+ laks er det likevel gjennomgående høyere tettheter av eldre laksunger i perioden 1997-2011 sammenlignet med årene før. Det er lite samvariasjon mellom tettheten av 0+ laks og tettheten av eldre laksunger, og mye 0+ laks ett år gir ingen økning i antall eldre laksunger i påfølgende år.

Gytebestandsmålet i Audna er beregnet til 1 egg/m² (Thorstad & Forseth 2011). Vassdrag som har et så lavt gytebestandsmål karakteriseres bl.a. ved dårlig habitat for produksjon av laksunger og høy ungfiskdødelighet som følge av ugunstige abiotiske eller biotiske forhold (Hindar mfl. 2007). Lave tettheter av laksunger i Audna kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for spesielt eldre laksunger. Nedre deler av elva består for det meste av sand og grus som gir lite skjulmuligheter for eldre laksunger.

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

Tabell 3. Antall laks, ørret og ål og beregnet tetthet pr. 100 m² av laks og ørret på 11 stasjoner i Audna 5.-6. oktober 2011. Det ble i tillegg fanget 3 skrubbe på stasjon 1 og 1 niøye på stasjon 2. * Stasjon overfisket bare én omgang.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Beregnet tetthet pr. 100 m ²			
		Laks	Ørret	Ål	Laks		Ørret	
					0+	Eldre	0+	Eldre
1	110	50	3	1	42,3	7,3	1,7	0,9
2	99	15	19		12,3	2,6	19,8	0,0
3*	98	4	4	1	5,0	1,9	9,1	0,0
4* + 4b	230	40	17		19,1	6,6	11,0	1,3
5*	100	9	1		14,8	0,0	2,2	0,0
6*	100	17	4	1	18,0	11,3	8,9	0,0
7	174	44	14	1	17,0	9,2	5,2	2,3
8	99	56	10		43,7	14,9	10,5	0,0
9*	100	6	4		6,6	3,8	8,9	0,0
10*	100	1	6	1	0,0	1,9	13,3	0,0
11	99	1	15		0,0	1,0	17,8	0,0
1-11	1309	242	97	5	16,3 ± 0,8	6,0 ± 0,8	9,8 ± 1,7	0,7 ± 0,0
Gj.snitt					17,9 ± 14,6	6,0 ± 4,8	9,1 ± 5,3	0,5 ± 0,8



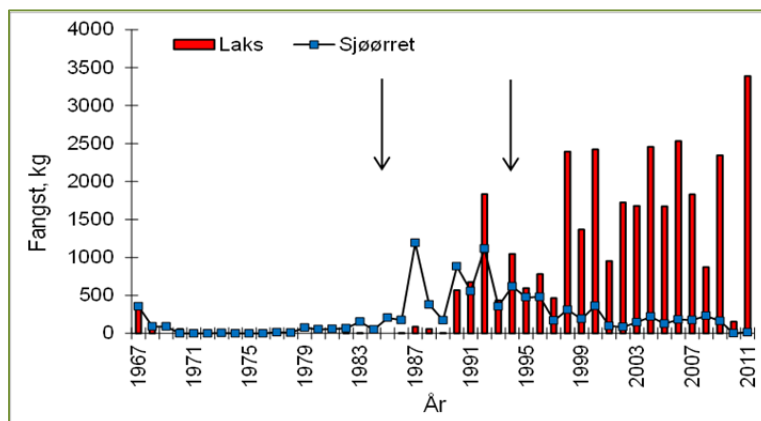
Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger i Audna i perioden 1991-2011. Data fra før 2006 er hentet fra Barlaup mfl. (2006) og fra Saltveit mfl. (2011) i perioden 2007-2010.

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 voksen 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 av laks økte fra mindre enn 1000 kg i de fleste av årene i perioden 1990-1997 til nærmere 2500 kg i flere av årene i perioden 1998-2009. Etter en meget laber sesong i 2010 da fangsten havnet godt under 200 kg, økte oppfisket kvantum igjen til rekordhøye 3,4 tonn i 2011. Vi skal helt tilbake til 1920-tallet for å finne tilsvarende gode fangster. I tillegg til avlivet fisk ble det også fanget 214 kg laks i 2011 som ble sluppet ut igjen. Totalt antall kg hunnlaks som må til for å møte

gytebestandsmålet i Audna er beregnet til 1210 kg (Thorstad & Forseth 2011). Om vi forutsetter at fangsten i 2011 representerer om lag 50 % av det som vandret opp (jf. Hindar mfl. 2007) og jevn kjønnsfordeling, kan vi anta at dette målet er nådd for første gang etter kalking. På grunn av den vanskelige situasjonen for villaksen ble det innført endringer i fisketid (begrenset til 1. juni - 31. august og døgnfredning på torsdag) og kvoter (en laks) i fiskesesongene 2010 og 2011.

Det ble fanget langt mer sjøørret enn laks i de første årene etter kalking. I fem av årene fram til 1998 var fangsten av sjøørret større enn 500 kg. Nå er sjøørretfangstene igjen langt lavere enn fangstene av laks, og har på 2000-tallet stabilisert seg mellom 100 og 200 kg. Sjøørreten ble fredet i 2010 og 2011, og all sjøørret som ble fanget skulle settes mest mulig uskadd tilbake i elva (forklarer de lave fangsttallene i **figur 5**). Selv om vi inkluderer fanget, men utsatt sjøørret 2011 ble likevel ikke totalfangsten mer enn 143 kg.



Figur 5. Fangst av laks- og sjøørret i Audna 1967-2011. Pilene angir tidspunkt for oppstart av kalking i 1985 og utvidelse av kalkingstiltaket i 1994 (kalking i ulike innsjøer og bekker i vassdraget)

F€4 Bunnedyr

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

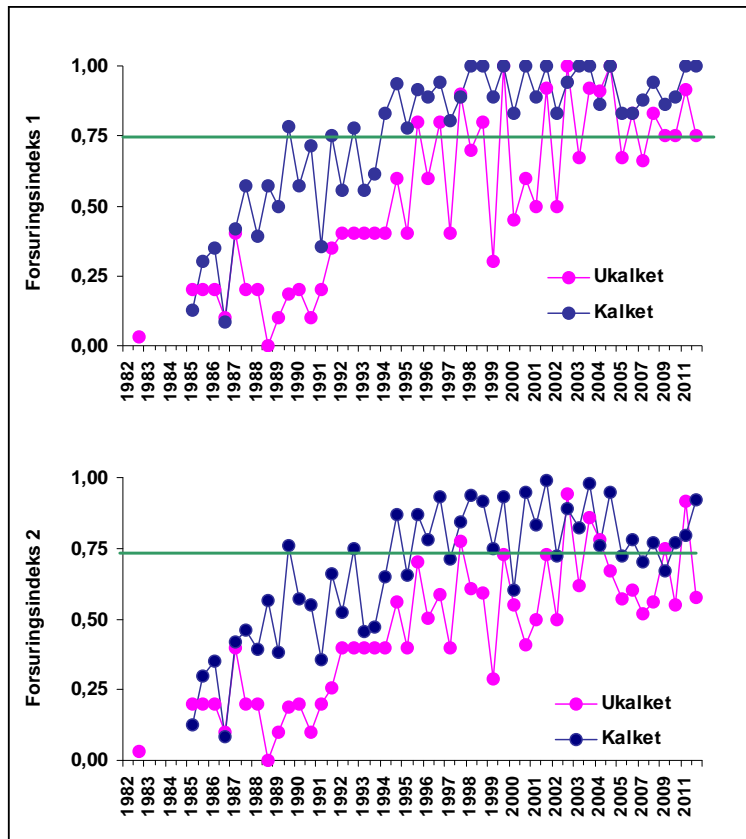
Systematisk bunnnydrovervåking av Audna ble startet i 1985 med regelmessig prøvetaking vår og høst. Stasjonsnettet (**figur 1**), omfatter 10 kalkete lokaliteter og 5 ukalkete lokaliteter som overvåkes hvert annet år. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunnnyrsamfunnene med hensyn forsureningsskade og biologisk mangfold.

%.4.1 Resultater og diskusjon

Totalt ble det i 2011 registrert 14 døgnfluearter, 14 steinfluearter, og 22 arter/slekter av vårfluer i bunnprøvene fra Audna (**vedlegg C**). Artsmangfoldet innen disse gruppene var betydelig større enn det som er registrert tidligere (Fjellheim & Raddum, 2006, Saltveit m. fl. 2008, 2010). Det er spesielt døgnfluene som har økt i artsmangfold. I 2011 ble det blant annet registrert fire ulike arter innen slekten *Baetis*. Av disse er to arter tidligere ikke registrert i Vest- Agder (artsdatabanken.no). Ingen av de bunndyrartene som er registrert i Audna er oppført blant rødlistede arter i Norge (Kålås m. fl. 2010). Tjueseks av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forsurening (Fjellheim & Raddum 1990). Gjennomsnitt indeks 1 i den kalkete delen av vassdraget var 1,0 både vår og høst (**figur 6**).

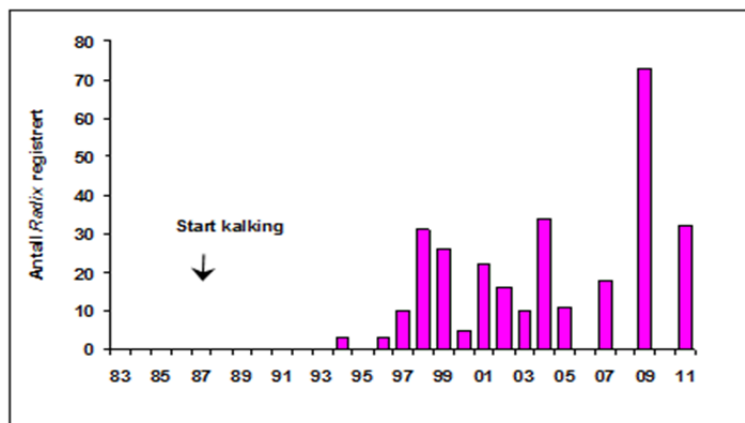
Den kalkete delen av vassdraget har vist en statistisk signifikant forbedring ($p < 0,001$) i løpet av kalkingsperioden. Den ukalkete delen av elva hadde indeks 1 lik 0,92 og 0,75 henholdsvis vår og høst. Sett over en lengre tidsperiode har også de ukalkete stasjonene blitt signifikant bedre i perioden etter kalking ($p < 0,001$). De store variasjonene i skadebildet (**figur 6**) viser

imidlertid at situasjonen i den delen sv 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.



Figur 6. Gjennomsnitt forsuringsindekser for de kalkete stasjonene og for de ukalkete stasjonene i Audna 1982 - 2011. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand) jfr. vannforskriften.

Vanlig damsnegl, *Radix balthica*, ble første gang registrert i Audna i 1994, 9 år etter kalkingen. 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 – 2011.

F€5 Samlet vurdering

%.5.1 Vannkjemi

Vassdraget er forsuret, og sjøsaltepisoder har fortsatt potensiale til å tilføre vassdraget surt og aluminiumsholdig vann. Dette ble observert i desember.

Kalkingen gir god vannkvalitet, men det måles LAI over grenseverdiene selv om pH er forholdsvis høy. Det er uklart hvorfor dette skjer.

Det kan se ut som om det i lange perioder brukes mer kalk enn nødvendig, i og med at pH er langt over målet. Men det kan også være at langtidsoppløsning av kalk gir høy pH i tørre perioder.

%.5.2 Fisk

For laks har kalkingen 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 i de to siste årene må likevel karakteriseres som lav. Utviklingen i tetthet av eldre laksunger er også variabel, og sammenlignet med andre elver er tettheten lav. Sjøørretbestanden er liten og fangstene er kraftig redusert. Fangsten av laks økte fra mindre enn 1000 kg i de fleste av årene i perioden 1990-1997 til nærmere 2500 kg i flere av årene i perioden 1998-2009. Etter en meget laber sesong i 2010 da fangsten havnet godt under 200 kg, økte oppfisket kvantum igjen til rekordhøye 3,4 tonn i 2011. Det har vært kortere fiskesesong og mindre kvoter i de to siste årene. Gytebestandsmålet for Audna ser ut til å være nådd i 2011 for første gang etter kalking.

%.5.3 Bunndyr

Forsuringsindeksen i den kalkete delen av Audna er blitt betydelig bedre etter at kalkingen startet i 1985. 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 er 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 2011 registrert tre ganger så mange sensitive bunndyr pr. prøve i de kalkete lokalitetene. Ferskvannsneglen *Radix balthica* er en av de bunndyrartene som har hatt en markert spredning innen de kalkete elveavsnittene. Den ble registrert for første gang i mageprøver fra aure i 1993, i bunnprøver i 1994 og er i dag utbredt i hele den kalkete delen av vassdraget.

%.5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Det anbefales å undersøke hvorfor LAI er over grenseverdiene til tross for høy pH. pH-målene er neppe satt for lavt, i og med at mange av disse verdiene hører til pH-verdier over 6,5.

Kalkingen bør trolig reduseres i perioder slik at pH ikke blir unødig høy. Dette kan være med å optimalisere kalkingstiltaket i Audna.

F€6 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Audnavassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Audna oppstr Stedjan	405135	6472560
Vannkjemi	3	Audna v Audnedal	404302	6465708
Vannkjemi	6	Melhusfossen	402184	6443866
Vannkjemi	8a	Våråna	404400	6479200
Vannkjemi	14	Trylandsvassdraget	402149	6453992
Vannkjemi	15	Spillingsbekk	403772	6447457
Vannkjemi	16	Ertseidbekk	403836	6444544
Bunndyr	1	Våråna nord	403545	6480019
Bunndyr	2	Våråna sør	404333	6478965
Bunndyr	3	Kvernåni	404344	6475010
Bunndyr	4	Stedjan oppstr doserer	404853	6472301
Bunndyr	5	Stedjan nedstr doserer	404723	6472139
Bunndyr	6	Kringlen bru 2	404659	6471671
Bunndyr	7	Kringlen bru 1	404629	6471620
Bunndyr	8	Audnedal stasjon	404306	6465666
Bunndyr	9	Barstøl	401022	6455134
Bunndyr	10	Audna v Mjølhus	403474	6444376
Bunndyr	11	Audna v Seland	403025	6444130
Bunndyr	12	Gisleelva	400604	6447965
Bunndyr	13	Audna v Melhusfossen	402221	6443980
Bunndyr	14	Tryland nedstr doserer	402372	6454650
Bunndyr	15	Tryland oppstr doserer	402330	6453007
Fisk	1	Melhusfossen	402177	6443798
Fisk	2	Ertseid	403755	6444784
Fisk	3	Løland bru	403362	6448939
Fisk	4	Viogmostad	402252	6453275
Fisk	5	Tryland	402379	6454105
Fisk	6	Sideløp Teinefoss	402336	6455316
Fisk	7	Sideløp Teinefoss	402362	6455336
Fisk	8	Viblemo	402930	6458083
Fisk	9	Bedehuset v Helle	403655	6462431
Fisk	10	Øydnavatn utløp	404292	6465638
Fisk	11	Stedjan	404698	6471929

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Audnavassdraget i 2011

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		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
1	Audna oppstr Stedjan	14/03/11	5,87	1,28	0,020	0	91	77	14	5,7	2,9	0,38	2,61	0,35	3,80	2,10	240	440	10	1,7	50
1	Audna oppstr Stedjan	11/04/11	5,58	0,82			104	88	16	5,8	2,5	0,30	2,09	0,32	3,40	1,70	180	340	0	1,3	21
1	Audna oppstr Stedjan	09/05/11	5,95	0,76	0,010	0	83	65	18	5,3	2,1	0,28	1,97	0,28	2,60	1,40	120	270	0	1,0	43
1	Audna oppstr Stedjan	04/07/11	6,25	1,01	0,059	30	55	51	4	4,6	2,13	0,30	2,21	0,27	3,12	1,76	96	290	10	1,5	47
1	Audna oppstr Stedjan	01/08/11	6,00	0,96	0,057	28	104	92	12	6,9	1,97	0,27	1,90	0,24	2,57	1,53	76	335	7	1,9	49
1	Audna oppstr Stedjan	05/09/11	5,96	0,98			102	86	16	7,1	1,98	0,26	1,86	0,24	2,71	1,54	96	400	8	2,1	42
1	Audna oppstr Stedjan	03/10/11	5,71	0,86			135	111	24	7,6	1,84	0,25	1,81	0,22	2,30	1,48	86	355	7	2,4	46
1	Audna oppstr Stedjan	07/11/11	5,84	0,96			52	37	15	6,0	2,03	0,25	1,89	0,25	2,73	1,66	130	325	4	2,7	36
1	Audna oppstr Stedjan	05/12/11	5,68	0,99	0,045	15	107	82	25	5,3	2,17	0,29	2,09	0,28	3,19	1,73	150	365	5	2,7	34
3	Audna v Audnedal	14/03/11	6,23	2,14	0,060	31	71	66	5		3,3										
3	Audna v Audnedal	11/04/11	6,24	2,15	0,050	21	85	80	5		2,9										
3	Audna v Audnedal	09/05/11	6,43	2,11	0,070	42	66	52	14		3,0										
3	Audna v Audnedal	04/07/11	6,67	2,19	0,105	79	52	43	9		2,74										
3	Audna v Audnedal	01/08/11	6,70	2,09	0,106	80	61	53	8		2,64										
3	Audna v Audnedal	05/09/11	6,48	1,94	0,092	65	81	71	10		2,54										
3	Audna v Audnedal	03/10/11	6,30	2,17			98	91	7		2,53										
3	Audna v Audnedal	07/11/11	6,70	2,01	0,102	75	86	79	7		2,60										
3	Audna v Audnedal	05/12/11	6,10	2,26	0,096	69	78	64	14		2,88										
6	Melhusfossen	14/03/11	6,25	2,29	0,050	21	65	57	8	5,1	4,2	0,54	4,21	0,44	6,20	2,10	400	650	10	1,4	106
6	Melhusfossen	04/04/11	6,39	2,41	0,060	31	91	84	7		3,7										

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	11/04/11	6,76	2,32	0,060	31	78	76	2	5,6	3,1	0,34	2,21	0,31	3,70	1,80	220	350	10	1,1	90	
6	Melhusfossen	18/04/11	6,42	2,37	0,060	31	73	51	22		3,1											
6	Melhusfossen	26/04/11	6,89	2,06	0,060	31	65	43	22		3,3											
6	Melhusfossen	02/05/11	6,52	2,23	0,060	31	54	43	11		3,2											
6	Melhusfossen	09/05/11	6,62	3,16	0,110	84	51	37	14	4,0	4,2	0,55	2,89	0,48	4,80	2,20	380	590	10	1,2	133	
6	Melhusfossen	16/05/11	6,49	2,89	0,090	63	51	34	17		4,2											
6	Melhusfossen	30/05/11	6,54	2,33	0,050	21	81	66	15		3,5											
6	Melhusfossen	04/07/11	6,67	2,03	0,094	67	46	42	4	4,4	3,09	0,45	2,82	0,35	4,38	2,15	240	445	8	1,7	84	
6	Melhusfossen	01/08/11	6,79	2,57	0,120	94	52	46	6	5,1	3,35	0,45	2,51	0,37	3,91	2,08	315	545	7	2,3	108	
6	Melhusfossen	05/09/11	6,64	2,42			93	84	9	7,7	2,98	0,36	2,40	0,30	3,61	1,83	150	475	11	2,3	112	
6	Melhusfossen	03/10/11	6,62	2,88			79	70	9	6,1	3,41	0,48	2,56	0,44	3,86	2,17	360	600	7	2,7	126	
6	Melhusfossen	07/11/11	6,51	2,12			28	18	10	5,5	2,95	0,36	2,42	0,28	3,96	1,97	225	450	5	2,7	79	
6	Melhusfossen	05/12/11	6,05	2,19	0,079	51	78	66	12	4,4	3,46	0,50	2,99	0,35	5,73	2,02	245	455	6	2,5	68	
8a	Våråna	11/04/11	5,14	0,36			125	95	30		1,9											
8a	Våråna	09/05/11	6,25	1,84	0,050	21	42	33	9		3,1											
8a	Våråna	04/07/11	5,89	1,10			94	84	10		2,19											
8a	Våråna	01/08/11	6,18	1,58	0,074	46	76	66	10		2,68											
8a	Våråna	05/09/11	5,15	0,68	0,036	5	176	132	44		1,84											
8a	Våråna	03/10/11	5,57	0,97			163	141	22		2,09											
8a	Våråna	07/11/11	5,45	0,70	0,035	4	142	106	36		2,13											
8a	Våråna	05/12/11	5,24	1,03	0,030	0	142	68	74		2,96											
14	Trylandsvassdraget	14/03/11	5,22	0,79			106	63	43		3,4											
14	Trylandsvassdraget	11/04/11	5,05	0,50			99	67	32		2,5											
14	Trylandsvassdraget	09/05/11	5,41	0,50			68	43	25		2,2											
14	Trylandsvassdraget	04/07/11	5,74	0,82	0,046	16	67	47	20		2,34											
14	Trylandsvassdraget	01/08/11	5,68	0,67	0,048	19	91	71	20		2,09											
14	Trylandsvassdraget	05/09/11	5,56	0,74	0,043	13	97	76	21		2,14											
14	Trylandsvassdraget	03/10/11	5,52	0,75			101	75	26		2,16											
14	Trylandsvassdraget	07/11/11	5,39	0,61	0,032	0	103	73	30		2,35											
14	Trylandsvassdraget	05/12/11	5,23	0,90	0,030	0	118	67	51		3,13											

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	Spillingsbekk	14/03/11	5,37	1,10			117	68	49		4,1										
15	Spillingsbekk	11/04/11	5,26	0,57			113	77	36		2,6										
15	Spillingsbekk	09/05/11	6,72	2,27	0,080	52	47	38	9		3,6										
15	Spillingsbekk	04/07/11	6,47	1,63			51	50	1		2,73										
15	Spillingsbekk	01/08/11	6,22	1,34	0,066	38	69	63	6		2,88										
15	Spillingsbekk	05/09/11	5,46	1,09	0,045	15	136	115	21		2,63										
15	Spillingsbekk	03/10/11	5,98	1,17			88	81	7		2,69										
15	Spillingsbekk	07/11/11	5,46	1,07	0,035	4	125	90	35		3,12										
15	Spillingsbekk	05/12/11	5,04	1,25	0,024	0	179	69	110		4,66										
16	Ertseidbekk	14/03/11	5,31	0,93			119	66	53		4,2										
16	Ertseidbekk	11/04/11	5,14	0,59			111	65	46		3,0										
16	Ertseidbekk	09/05/11	5,87	0,90			60	47	13		3,0										
16	Ertseidbekk	04/07/11	5,96	1,14	0,050	21	48	39	9		2,81										
16	Ertseidbekk	01/08/11	5,89	1,05	0,052	23	70	61	9		2,66										
16	Ertseidbekk	05/09/11	5,48	0,98	0,042	12	101	81	20		2,59										
16	Ertseidbekk	03/10/11	5,37	0,87			118	84	34		2,71										
16	Ertseidbekk	07/11/11	5,39	0,97	0,033	2	110	76	34		3,05										
16	Ertseidbekk	05/12/11	5,23	1,09	0,028	0	141	71	70		3,90										

Vedlegg C. Primærdata – bunndyr 2011

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Audna 28.06.2011

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nematoda				5		2	1		5		2			1	
Oligochaeta	3	8		4	1	21	7	2	7	16	9	9	7	5	13
Acari	1	3			1	4	2		3	2	8	6		4	2
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.		1		5				2	1	9	3		1		7
Gastropoda															
*** <i>Radix balthica</i>										2	1		17		4
Zygoptera															
<i>Calopteryx virgo</i>							1								
Anisoptera															
Aeshnidae indet.							1								
<i>Sympetrum danae</i>									1						
<i>Cordulegaster boltoni</i>													1		
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>	6	4	9	5	30					2	5	13		142	
*** <i>Baetis subalpinus/vernus</i>	13	24	22	12						8					
*** <i>Baetis vernus</i>		2													
*** <i>Baetis fuscatus/scambus</i>	1		28		46	25				15	18		3	13	13
*** <i>Baetis</i> sp.cf. <i>macani</i>	2														
*** Baetidae						1									
*** <i>Baetis</i> sp.												6			
*** <i>Centroptilum luteolum</i>							1								
*** <i>Caenis horaria</i>							2								
** <i>Siphonurus alternatus</i>							7								
** <i>Heptagenia sulphurea</i>										3	1			1	2
<i>Kageronica fuscogrisea</i>						1									1
<i>Leptophlebia vespertina</i>							1								
Plecoptera															
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	8	7	3		4	17			1	62	26			45	30
<i>Leuctra fusca</i>	30	23	2	3		55	2	2	3	48	108	10	13	48	26
<i>Leuctra digitata</i>										2					
<i>Leuctra</i> sp.												1			
<i>Nemoura cinerea</i>						2									1
<i>Nemoura avicularis</i>											1				
<i>Protonemura meyeri</i>			10		4					2					
Nemouridae indet.	1	3			1						1				
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	4	2	1		1	2				4	1				
** <i>Diura</i> sp.										1	1			2	
** <i>Isoperla grammatica</i>	2	2													
** <i>Isoperla</i> sp.cf. <i>difformis</i>												1			
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i>	1		8	1	1			4		2	6	8		5	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1					1			2						
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3	5		1	5	3			17			1	1		1
<i>Neureclipsis bimaculata</i>				5	3		27	7				1			
<i>Cyrnus trimaculatus</i>													1		
Polycentropodidae indet.				10	1	4			13			2			
<i>Mystacides azurea</i>													1		
Hydroptilidae indet.						1		6							1
<i>Oxyethira</i> sp.									2				2		
<i>Ceraclea</i> sp.								1							
<i>Athripsodes commutatus</i>										3				2	2
<i>Athripsodes aterrimus</i>									2	3					6
<i>Athripsodes cinereus</i>									1	1			2		1
<i>Athripsodes</i> sp.										6	9		7	2	
<i>Athripsodes albifrons</i>											1				
** <i>Lepidostoma hirtum</i>										1	1	1	13		1

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
** <i>Hydropsyche siltalai</i>				10	20	1		3		7	3	1		6	1
** <i>Hydropsyche sp.cf.pellucidula</i>											4				
** <i>Hydropsyche sp.</i>				1	5	6				8	20	1		63	
** <i>Oecetis testacea</i>				2		1	1		1					1	1
** <i>Wormaldia subnigra</i>			2	2	36	5	1			5	6	16			
Trichoptera indet.				1								1			
Chironomidae	167	160	134	216	151	160	284	175	312	116	200	234	309	139	138
Ceratopogonidae		1			1	2	7	1		2	15	2		3	3
Simuliidae	16	11	27	15	48	12	1	1		10	22	62		18	
Tipuloidea															
<i>Dicranota sp.</i>	1	1								1	3			3	
Diptera															
Empididae indet.	1		2	1						7	1		1	4	
Tabanidae indet.				1	2	1					1			1	1
Coleoptera															
<i>Elmis aenea</i>	5	8	2	2	1						1	3		2	
<i>Limnius volcmari</i>		7			1	5		1		12	22		5	15	16
<i>Olimnius tuberculatus</i>		5		1		4	4	1		5	6	2	3		3
Dytiscidae indet.		2					3						1		
Collembola												1			
Bryozoa															
<i>Hydra sp.</i>								5							
Crustacea															
Calanoida									1	1					
Cyclopoida			1			7	4							1	
Chydoridae				40			2		3			1	2		
<i>Eurycerus lamellatus</i>						5	101						16		14
Sididae indet.							2	1							
Daphnidae							12	2							
<i>Polyphemus pediculus</i>							1								
<i>Holopedium gibberum</i>								1	1						
Ostracoda													1		1
Sum	266	279	251	338	355	351	450	236	378	365	504	383	408	524	289
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	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,84	1,00	0,50	0,50	0,71	0,67	1,00	0,73	1,00	0,73

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Audna 16.09.2011

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nematoda					1								3		1
Oligochaeta	5	4	2	2	3	4	1	1	6	4	13	2	7	22	18
Acari	9	3	1	1		1	2	1	4	2	3	5	1	4	10
Hirudinea															
*** <i>Erpobdella octoculata</i>									1						1
Bivalvia															
* <i>Pisidium sp.</i>				5		2	4	4	6		3			1	23
Gastropoda															
*** <i>Radix balthica</i>							1	1		1	3			1	1
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>	2		6	19	14	6	3			28	51		67	28	39
*** <i>Caenis fuliginosa</i>						1									
*** <i>Caenis horaria</i>						1	9								
*** <i>Cloeon dipterum</i>							4								
*** Baetidae							27								
** <i>Heptagenia sulphurea</i>										1	34		4	2	11
<i>Kageronica fuscogrisea</i>								39		7	2		1		1
Heptagenidae indet.													1	2	3
<i>Leptophlebia vespertina</i>			2				13	4	3		1	1		3	
<i>Leptophlebia marginata</i>			1			3	18		3	1			1		1
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>	15	14	36	36	14	9	1		5	31	84	108	32	82	41
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	55	52	21						1	1	10	17	37	7	13

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Leuctra hippopus</i>	6	21	15			9		1		8	4	13	10	2	3
<i>Leuctra fusca ad.</i>											2				
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	4														
<i>Leuctra sp.</i>															1
<i>Brachyptera risi</i>	50	39	87		1		1			2	2	1	6	8	
<i>Nemoura cinerea</i>	5						5								2
<i>Nemoura avicularis</i>							1			1					4
<i>Nemoura sp.</i>		2	1												
<i>Protonemura meyeri</i>	19	7	25	9	1	2				6	6	18	12	7	2
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	3	3			1		1			26	20		6	14	1
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	12	14	2										1		
** <i>Diura nanseni</i>											1			1	1
** <i>Isoperla grammatica</i>	2	12	6	5	3	3				1	3	4	2	1	1
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i>	6	5	9	6	4				2	2	8	7	7	8	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	5	16	1	3	5	12	6	6	43	1	1	1	2	1	
<i>Polycentropus irroratus</i>							1								
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1				2	1		2						
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			1	59	31	84	97	361	121						
Polycentropodidae indet.	2	1		1	1				3			1			
Leptoceridae indet.						1				2			1		
<i>Oxyethira sp.</i>							1		5	3	1				4
<i>Phacopteryx brevipennis</i>							1								
Limnephilidae indet.		2	2				2								
<i>Agapetus ochripes</i>											2		1	5	17
<i>Athripsodes arterrimus</i>				2		1	2	1	1	1					6
<i>Athripsodes commutatus</i>											1				
<i>Athripsodes sp.</i>								1		1	2		4	1	2
<i>Mystacides azurea</i>				3		2	2								1
** <i>Oecetis testacea</i>				2		2	2	1	1		1				
** <i>Lepidostoma hirtum</i>			1	2		1	2	3	1	6	25	8	5	9	14
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>														2	
** <i>Sericostoma personatum</i>										1					
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>					16	5				7	18		11	3	11
** <i>Hydropsyche siltalai</i>				27	192	8	1	15	2	9	11	4	16	19	3
** <i>Hydropsyche sp.</i>					2								1	2	
Chironomidae	122	58	24	77	18	31	81	36	127	22	33	15	35	43	85
Ceratopogonidae	1					1	1	1			2			6	5
Simuliidae	22	7	10	2	1	9	7	5	9	32	9	9	41	12	11
Tipuloidea															
<i>Dicranota sp.</i>	1	2													1
<i>Tipula sp.</i>				1		1					1				
Limoniidae indet.		2							1		2				
Diptera															
Empididae indet.			1	1							3	3	1	9	9
Tabanidae indet.					2	1	1							1	
Muscidae indet.								1							
Coleoptera															
<i>Elmis aenea</i>	16	10	4	4		1				1	2	3	3		2
<i>Limnius volckmari</i>	12	19			2	2				7	20		13	39	18
<i>Olimnius tuberculatus</i>	1	1				10		3		2	4	6	3		14
<i>Elodes sp.</i>			1												
Gyrinidae indet.					1	2				1	3		1	1	6
<i>Hydraena sp.</i>													1		
Collembola	1		1				1								
Crustacea															
Cyclopoida							2							1	
<i>Bosmina sp.</i>		1		1					1						
Ostracoda							6		2						1
Chydoridae indet.				1											
Daphnidae indet.				1									1		
Calanoida				3				11	3						
<i>Euryercus lamellatus</i>							5								

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sum	376	299	257	274	312	217	352	459	352	227	398	246	308	354	407
Forsuringsindeks 1	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0
Forsuringsindeks 2	0,51	0,50	0,53	0,92	1,00	0,80	0,83	1,00	0,50	0,83	0,88	0,50	1,00	0,72	0,96

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

FF Lygnavassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

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

FF.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

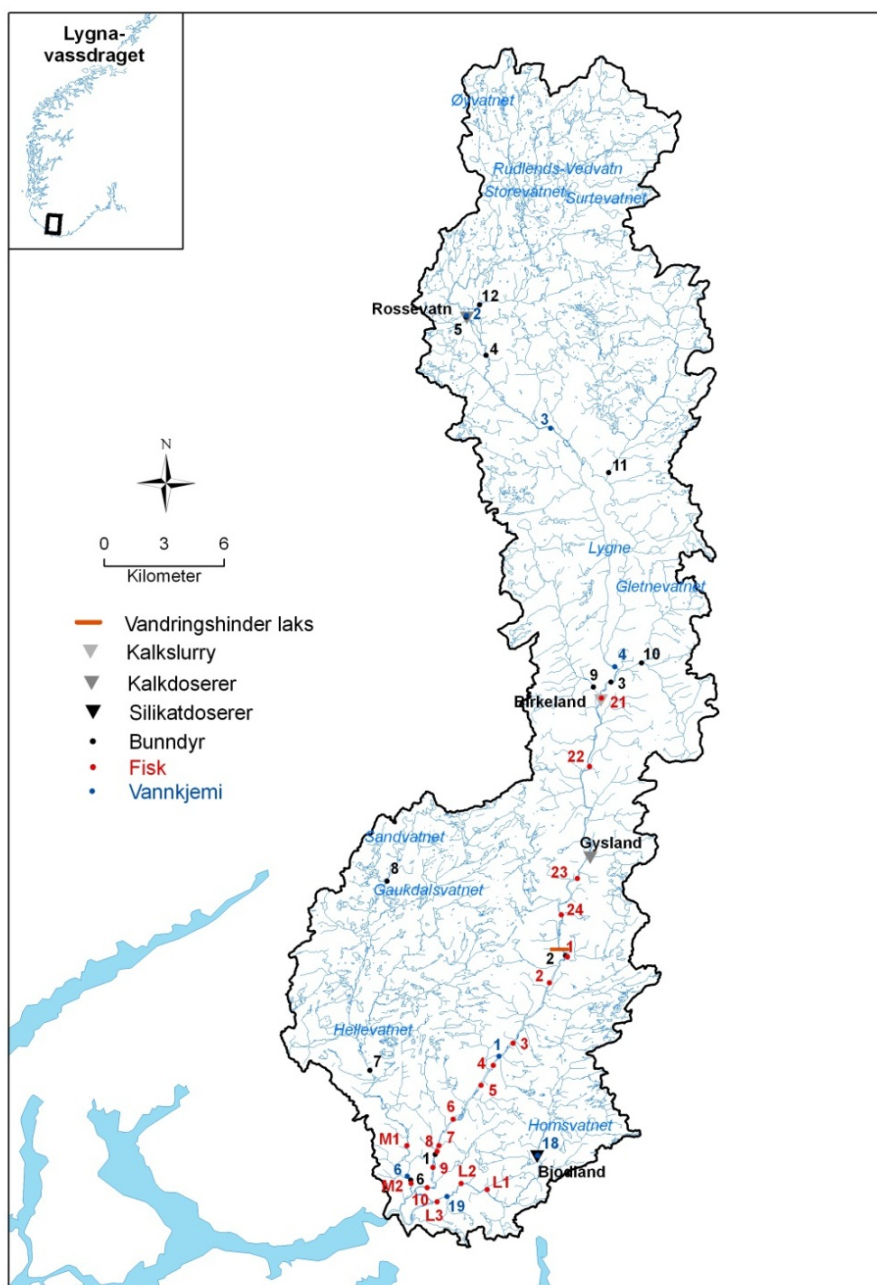
Fakta om Lygnavassdraget	
Vassdragsnr.:	024
Fylke:	Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	663,5 km ² (inkl. Møska, 124,6 km ²)
Vassdragsregulering:	Ingen
Spesifikk avrenning:	54 l/s/km ²
Middelvannføring:	30 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 20 km, til Kvåsfossen
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen i Lygna var før kalking utdødd og sjøauren var truet av forsurening. Det har hele tiden vært rester av de naturlige aurebestandene i Lygne og i hovedelva nedstrøms.
Tiltaksplan:	Vikøyr <i>et al.</i> (1989)
Biologisk mål:	1) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet til at aure kan leve i Lygne og kalkede innsjøer i nærområdet. 2) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurningsfølsomme 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 dosereralking. 2-7 innsjøer kalkes. En kalkdoserer ved Rossevatn, oppstrøms innsjøen Lygne (fra 1991) og en ved Gysland oppstrøms lakseførende strekning (fra 2000). Birkelanddosereren oppstrøms Kvåsfossen kom i drift i 2011. Littleåna ble tidligere kalket med grovdolomitt, men i 2011 ble det satt i drift et silikatanlegg på Bjodland.

I løpet av de siste fem årene har det vært benyttet ulike kalktyper i Lygnavassdraget (NK3, VK3, SK3, biokalk, grovdolomitt (kun i Littleåna) og silikat. Kalkforbruket for denne perioden er vist i **tabell 1**. I 2011 ble det ikke dosert fra grovdolomittanlegget i Littleåna, men det ble satt i drift et silikatanlegg på Bjodland. Kalkforbruket i innsjøer var det laveste i denne femårsperioden.

Det falt 2138 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41480 Åseral i 2011, mens normalen for året er 1726 mm (met.no 2012). Mars og april var tørrere enn normalen, men fra mai t.o.m. september var månedsnedbøren godt over normalen. Også desember var svært nedbørrik, med over en dobling (356 mm) i forhold til normal nedbørmengde.

Tabell 1. Kalkforbruk i Lygnavassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO_3 . Kalkforbruket ved silikatanlegget på Bjodland er oppgitt i tonn Na-silikat. Antall innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosereralking	1987	2914	2239	982	2825
Innsjøkalking	51 (7)	40 (7)	40	26	16 (2)
Sum kalkforbruk	2037	2954	2279	1008	2841
Liteåna grovdolomitt doserer	95	96	96	-	-
Bjodland silikat doserer					315



Figur 1. Lygnavassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

FF.2 Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo og Atle Hindar (NIVA)

Medarbeidere: R. Høgberget, L. B. Skancke og T. Høgåsen (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. Aluminiumsdata for 2010 kan være feil.

2.1 Vannkvaliteten i 2011

Lygna referansestasjon

Vannet her er humøst, meget kalkfattig og svært surt hele året. De laveste pH-verdiene og høyeste konsentrasjonene av labilt aluminium (LAI) ble målt i prøvene fra mars og desember (**figur 2**, **figur 3** og **tabell 2**) og inntraff i forbindelse med sjøsaltepisoder.

Lygne innløp og utløp

I tidsrommet mars til november varierte pH mellom 5,4 og 6,0, og pH ved utløpet var 0,1-0,3 enheter lavere enn ved innløpet i sju av åtte prøver (**figur 2**). Konsentrasjonen av LAI var relativt lav (<18 µg/L) i både innløp og utløp (**figur 3**). Den 5. desember var prøven fra innløpet spesielt sur og hadde høy konsentrasjon av LAI (43 µg/L).

Hovedelva Vegge og Rom

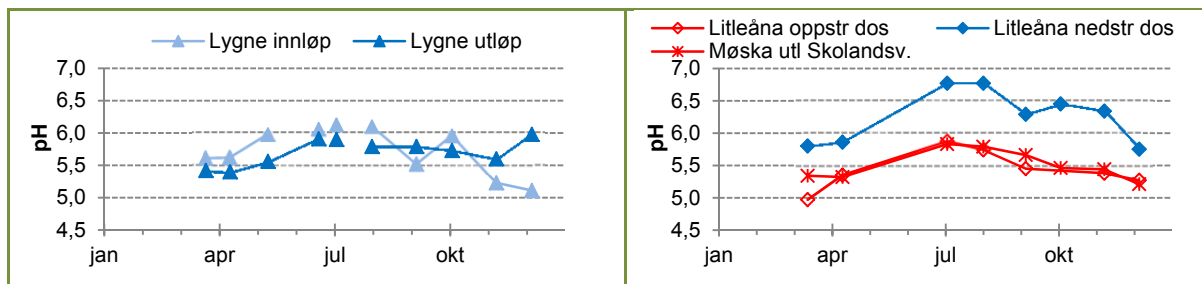
Stasjonene på Vegge og Rom ligger begge på lakseførende strekning. Det er automatisk overvåking av pH begge steder. To prøver i smoltperioden viste lavere pH enn målsettingen, men avvikene var marginale (<0,1 enhet) (**figur 2**). Konsentrasjonen av LAI var lavere enn 10 µg/l i alle unntatt to prøver (**figur 3**). Den høyeste konsentrasjonen av LAI (18 µg/L den 26. april), er trolig en målefeil siden pH var mellom 6,4 og 6,8. Resultatene fra den automatiske overvåkingen bekrefter at pH i hovedsak var over målene for vassdraget (**figur 4**).

Litleåna

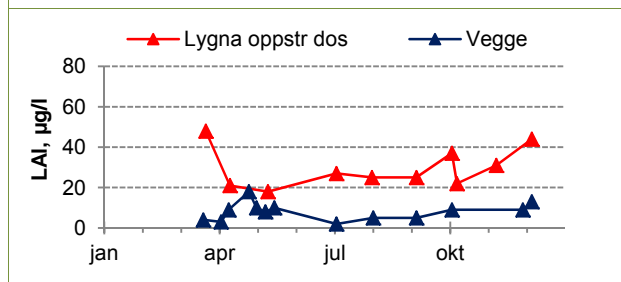
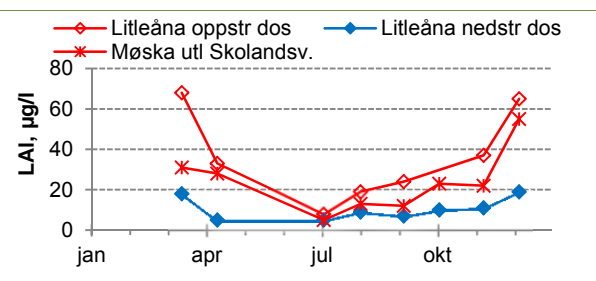
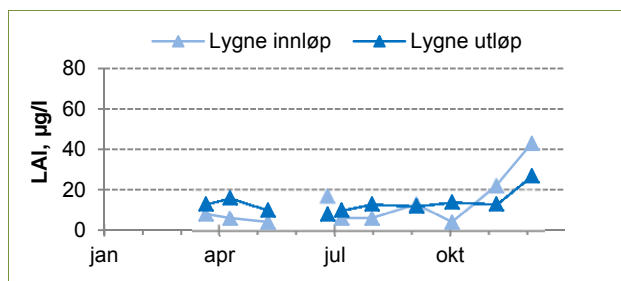
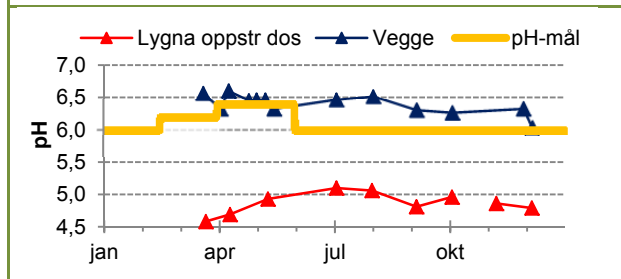
I Litleåna i nedre del av Lygna ble det fra 2011 brukt silikat, men vannet er fortsatt påvirket av dolomitt siden konsentrasjonen av kalsium og magnesium er betydelig høyere i nedstrømsprøvene enn oppstrøms anlegget (**vedlegg B**). Fra og med juli var silikatkonsentrasjonen nedstrøms 1,3 til 2,3 mg/L høyere enn oppstrøms. Nedstrøms anlegget hadde pH økt fra 5,0-5,9 til 5,8-6,8 (**figur 2**) og konsentrasjonen av LAI var redusert til 5-19 µg/L (**figur 3**).

Møska

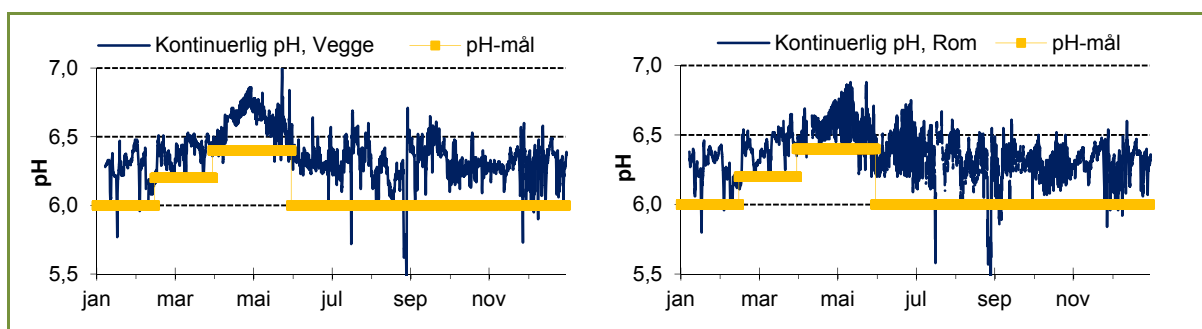
Møska er en ukalket sideelv i nedre del av Lygna. pH varierte mellom 5,2 og 5,8, og konsentrasjonen av LAI mellom 5 og 55 µg/L (**figur 2** og **figur 3**).



Figur 2. pH-utvikling i 2011 ved fire stasjoner i Lygna, tre stasjoner i sidevassdragene Litleåna og Møska. pH-målet for vassdraget er også vist.



Figur 3. Labilt AI (LAI) i 2011 ved fire stasjoner i Lygna, tre stasjoner i sidevassdragene Litleåna og Møska.

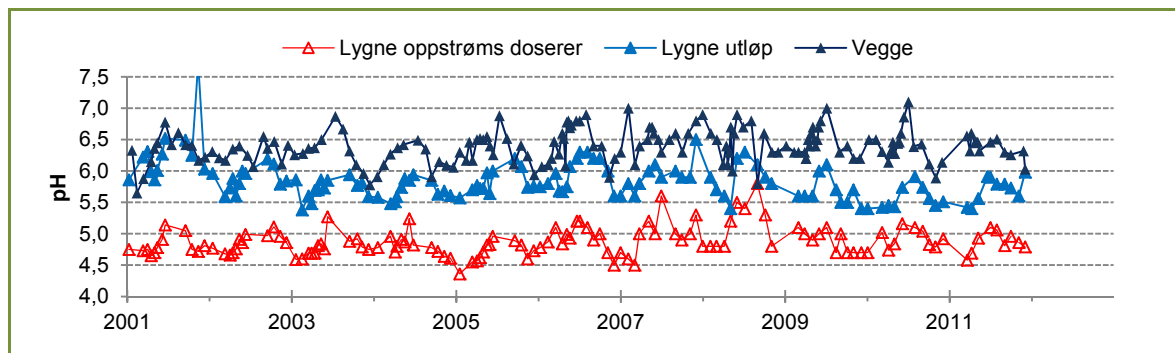


Figur 4. Kontinuerlig måling av pH i 2011 ved hhv. Vegge og Rom (målområdet) i Lygnavassdraget samt pH-målet.

2.2 Langtidstrender

Det har siden 1994 vært en svak økning i pH oppstrøms kalking i Lygna (st. 2), men endringen er liten og variasjonen betydelig (figur 5). I utløpet av Lygne (st. 4) har pH vært relativt stabil siden 2003. Ved Vegge (st. 1) har pH tidligere vist store sesongvariasjoner,

men disse var mindre i 2011 trolig som følge av oppstarten av nytt doseringsanlegg ved Birkeland.



Figur 5. pH-utvikling for tre stasjoner i Lygnavassdraget er vist for perioden 2001-2011.

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 Lygnavassdraget i 2011.

St. nr.	St. navn		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	mg/l C	µekv/l
2	Lygna oppstrøms dos	Mid	4,83	0,24	0	30	6,3	1
		Min	4,58	0,11	0	18	4,0	-25
		Maks	5,10	0,39	0	48	9,5	21
		N	9	9	5	10	10	9
3	Lygne innløp	Mid	5,58	0,96	18	13		
		Min	5,11	0,70	0	4		
		Maks	6,12	1,38	39	43		
		N	10	10	8	10		
4	Lygne utløp	Mid	5,66	0,82	18	14		
		Min	5,40	0,68	8	8		
		Maks	5,98	0,89	22	27		
		N	10	10	7	10		
1	Vegge	Mid	6,36	1,71	34	8	4,9	68
		Min	6,03	1,34	10	2	3,9	41
		Maks	6,60	2,16	54	18	7,3	105
		N	13	13	13	13	9	9
18	Litleåna oppstrøms dos	Mid	5,43	0,67	10	36	4,4	14
		Min	4,97	0,56	0	8	3,7	-7
		Maks	5,87	0,87	15	68	5,8	35
		N	7	7	4	7	7	7
19	Litleåna nedstrøms dos	Mid	6,25	1,29	47	11	3,7	49
		Min	5,75	0,84	0	5	3,1	8
		Maks	6,77	1,67	89	19	4,9	104
		N	8	8	5	8	8	8
6	Møska utløp Skolandsv.	Mid	5,46	0,67	7	24		
		Min	5,21	0,54	0	5		
		Maks	5,83	0,80	15	55		
		N	8	8	4	8		

FF.3 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Lygnavassdraget i 2011.

FF.4 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Lygnavassdraget i 2011.

FF.5 Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Det falt relativt mye nedbør i 2011, og det ble registrert forholdsvis svake sjøsaltepisoder. Forbruket av kalk var det høyeste siden 2008.

Vannkvaliteten oppstrøms doseringen i Lygna (st. 2) har blitt noe bedre siden midten av nittitallet, men er fortsatt langt dårligere enn vannforskriftens krav til god tilstand mht. pH, LAI og ANC (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009).

Resultatene fra Vegge (st. 1) og Rom viser at det nesten uten unntak var godt samsvar mellom pH og pH-mål. Konsentrasjonen av LAI var marginalt høyere enn 10 µg/L i to av 13 prøver.

5.2 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Til tross for periodevis mye nedbør og deposisjon av sjøsalter var vannkvaliteten i behandlet vann gjennomgående god. Det er godt samsvar mellom pH-mål og målt pH. Ingen ytterligere tiltak anbefales.

FF.7 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Lygnavassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Vegge	390778	6454254
Vannkjemi	2	Lygna oppstr doserer	389165	6491175
Vannkjemi	3	Lygne innløp	393364	6485554
Vannkjemi	4	Lygne utløp	396553	6473657
Vannkjemi	6	Møska utløp Skolandsvann	386211	6448267
Vannkjemi	18	Littleåna oppstr doserer	392706	6449289
Vannkjemi	19	Littleåna nedstr doserer	388191	6447257

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Lygnavassdraget i 2011

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		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
1	Vegge	21/03/11	6,56	1,75	0,040	10	54	50	4	4,1	3,40	0,41	2,78	0,41	5,10	2,20	300	410	20	1,3	41
1	Vegge	04/04/11	6,32	1,81	0,050	21	71	68	3		2,90										
1	Vegge	10/04/11	6,60	2,10	0,070	42	67	58	9	5,4	2,70	0,27	1,76	0,24	2,90	1,30	170	300	10	0,9	89
1	Vegge	26/04/11	6,45	1,80	0,050	21	60	42	18		2,40										
1	Vegge	02/05/11	6,46	1,98	0,060	31	48	38	10		2,50										
1	Vegge	09/05/11	6,46	2,16	0,070	42	45	37	8	4,3	2,60	0,25	1,83	0,27	2,60	1,30	130	240	0	0,6	105
1	Vegge	16/05/11	6,32	1,52	0,040	10	48	38	10		2,30										
1	Vegge	04/07/11	6,46	1,34	0,071	43	42	40	2	4,2	2,02	0,26	1,85	0,24	2,76	1,32	135	330	5	0,6	60
1	Vegge	02/08/11	6,51	1,54	0,081	54	60	55	5	4,9	2,24	0,28	1,86	0,22	2,65	1,47	190	375	5	1,7	67
1	Vegge	05/09/11	6,30	1,46	0,072	44	92	87	5	7,3	2,02	0,24	1,82	0,20	2,51	1,32	105	380	7	1,8	71
1	Vegge	03/10/11	6,26	1,54	0,080	52	73	64	9	5,5	2,11	0,25	1,74	0,24	2,50	1,43	175	390	7	2,0	66
1	Vegge	28/11/11	6,32	1,54	0,069	41	70	61	9	4,7	2,13	0,26	1,67	0,21	2,60	1,37	155	365	4	1,9	63
1	Vegge	05/12/11	6,03	1,63	0,066	38	72	59	13	3,9	2,54	0,35	2,16	0,26	4,12	1,40	185	375	4	1,8	52
2	Lygna oppstr doserer	23/03/11	4,58	0,39			113	65	48	6,3	3,30	0,34	2,39	0,34	4,70	1,60	270	460	10	1,0	-25
2	Lygna oppstr doserer	11/04/11	4,69	0,18			73	52	21	5,7	2,00	0,16	1,39	0,15	2,40	0,80	90	190	0	0,5	-4
2	Lygna oppstr doserer	11/05/11	4,93	0,11			55	37	18	5,3	1,40	0,11	0,99	0,16	1,30	0,50	60	190	10	0,3	10
2	Lygna oppstr doserer	04/07/11	5,10	0,23	0,030	0	79	52	27	5,56	1,41	0,14	1,24	0,07	1,83	0,67	25	230	5	0,2	11
2	Lygna oppstr doserer	01/08/11	5,06	0,23	0,031	0	101	76	25	7,6	1,25	0,13	1,03	0,05	1,19	0,61	18	285	7	0,3	21
2	Lygna oppstr doserer	05/09/11	4,81	0,25	0,019	0	114	89	25	9,5	1,55	0,15	1,07	0,05	1,32	0,64	34	335	8	1,2	20
2	Lygna oppstr doserer	03/10/11	4,96	0,20	0,025	0	117	80	37	5,4	1,37	0,33	2,64	0,18	4,31	1,58	105	345	5	0,9	-5
2	Lygna oppstr doserer	07/10/11					91	69	22	7,1		0,13	1,01	0,06	1,41	0,65	47	300	5		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
2	Lygna oppstr doserer	07/11/11	4,86	0,27			110	79	31	6,3	1,67	0,15	1,12	0,08	1,81	0,91	66	265	2	1,4	2
2	Lygna oppstr doserer	05/12/11	4,79	0,29	0,011	0	80	36	44	4	2,33	0,22	1,55	0,11	3,38	1,03	76	240	3	1,2	-19
3	Lygne innløp	23/03/11	5,61	0,90			82	74	8		2,80										
3	Lygne innløp	11/04/11	5,62	0,76			64	58	6		1,80										
3	Lygne innløp	11/05/11	5,97	0,74	0,020	0	40	36	4		1,40										
3	Lygne innløp	06/06/11					50	46	4												
3	Lygne innløp	20/06/11	6,05	0,99	0,055	26					1,86										
3	Lygne innløp	27/06/11					59	42	17												
3	Lygne innløp	04/07/11	6,12	1,14	0,060	31					1,69										
3	Lygne innløp	08/07/11					58	52	6												
3	Lygne innløp	01/08/11	6,09	1,38	0,067	39	66	60	6		1,99										
3	Lygne innløp	05/09/11	5,52	1,03	0,049	20	111	98	13		1,59										
3	Lygne innløp	03/10/11	5,95	1,13	0,055	26	32	28	4		1,71										
3	Lygne innløp	07/11/11	5,23	0,70	0,029	0	97	75	22		1,69										
3	Lygne innløp	05/12/11	5,11	0,84	0,025	0	87	44	43		2,36										
4	Lygne utløp	23/03/11	5,42	0,77			73	60	13		2,30										
4	Lygne utløp	11/04/11	5,40	0,72			74	58	16		2,10										
4	Lygne utløp	11/05/11	5,56	0,68			58	48	10		1,80										
4	Lygne utløp	20/06/11	5,91	0,84	0,048	19					2,02										
4	Lygne utløp	27/06/11					50	42	8												
4	Lygne utløp	04/07/11	5,90	0,89	0,048	19					1,61										
4	Lygne utløp	08/07/11					55	45	10												
4	Lygne utløp	01/08/11	5,79	0,89	0,050	21	79	66	13		1,72										
4	Lygne utløp	05/09/11	5,79	0,85	0,051	22	69	57	12		1,52										
4	Lygne utløp	03/10/11	5,73	0,81	0,050	21	87	73	14		1,47										
4	Lygne utløp	07/11/11	5,60	0,84	0,038	8	82	69	13		1,59										
4	Lygne utløp	05/12/11	5,98	0,88	0,045	15	75	48	27		1,75										
18	Litleåna oppstr doserer	14/03/11	4,97	0,66			123	55	68	4	3,90	0,52	4,61	0,31	6,50	1,70	420	590	10	1,0	35
18	Litleåna oppstr doserer	11/04/11	5,35	0,62			98	65	33	4,6	2,80	0,34	2,50	0,25	4,40	1,60	220	380	0	0,8	1
18	Litleåna oppstr doserer	04/07/11	5,87	0,65	0,045	15	56	48	8	3,8	2,48	0,38	2,99	0,19	4,56	1,82	100	300	5	0,8	25

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/Il	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
18	Littleåna oppstr doserer	02/08/11	5,74	0,56	0,045	15	78	59	19	4,6	2,33	0,32	2,59	0,17	3,95	1,66	90	315	2	1,0	19
18	Littleåna oppstr doserer	05/09/11	5,45	0,64	0,040	10	106	82	24	5,8	2,30	0,30	2,56	0,16	3,86	1,65	91	385	5	1,5	22
18	Littleåna oppstr doserer*	07/11/11	5,38	0,70			110	73	37	4,4	2,77	0,36	2,81	0,22	4,98	1,80	170	385	4	1,9	2
18	Littleåna oppstr doserer	05/12/11	5,27	0,87	0,030	0	129	64	65	3,7	3,71	0,59	3,84	0,29	7,69	2,03	200	405	3	2,0	-7
19	Littleåna nedstr doserer	14/03/11	5,80	1,28	0,020	0	72	54	18	3,2	4,90	0,71	5,35	0,44	9,40	2,20	530	680	10	1,2	17
19	Littleåna nedstr doserer	11/04/11	5,86	0,84			90	85	5	4,3	3,30	0,47	3,15	0,29	5,60	1,90	280	470	10	1,1	8
19	Littleåna nedstr doserer	04/07/11	6,77	1,67	0,115	89	60	55	5	3,4	4,14	0,88	4,61	0,28	6,68	2,55	250	465	14	2,6	104
19	Littleåna nedstr doserer	02/08/11	6,77	1,42	0,109	83	55	46	9	3,4	3,83	0,72	4,08	0,26	5,92	2,28	225	420	4	3,0	84
19	Littleåna nedstr doserer	05/09/11	6,29	1,14	0,071	43	90	83	7	4,9	3,12	0,53	3,49	0,24	5,06	2,27	190	450	8	2,8	55
19	Littleåna nedstr doserer	03/10/11	6,45	1,33			93	83	10	3,8	3,68	0,65	4,08	0,31	6,12	2,51	255	460	6	3,5	62
19	Littleåna nedstr doserer*	07/11/11	6,34	1,19			105	94	11	3,5	3,65	0,54	4,04	0,30	6,21	2,46	285	480	6	4,2	40
19	Littleåna nedstr doserer	05/12/11	5,75	1,45	0,048	19	128	109	19	3,1	4,61	0,81	5,08	0,37	9,70	2,51	325	545	21	3,8	20
6	Møska utløp Skolandsv.	14/03/11	5,34	0,80			72	41	31		4,50										
6	Møska utløp Skolandsv.	11/04/11	5,32	0,63			79	51	28		3,30										
6	Møska utløp Skolandsv.	04/07/11	5,83	0,71			39	34	5		0,73										
6	Møska utløp Skolandsv.	02/08/11	5,79	0,65	0,045	15	57	44	13		2,45										
6	Møska utløp Skolandsv.	05/09/11	5,66	0,64	0,044	14	66	54	12		2,43										
6	Møska utløp Skolandsv.	03/10/11	5,46	0,54			86	63	23		2,30										
6	Møska utløp Skolandsv.	07/11/11	5,44	0,60	0,032	0	77	55	22		2,58										
6	Møska utløp Skolandsv.	05/12/11	5,21	0,78	0,026	0	104	49	55		3,74										

*Prøvene er sannsynligvis byttet om, og rettet i hovedteksten og tabellen.

FG Kvinavassdraget

Koordinator: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

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

FG.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

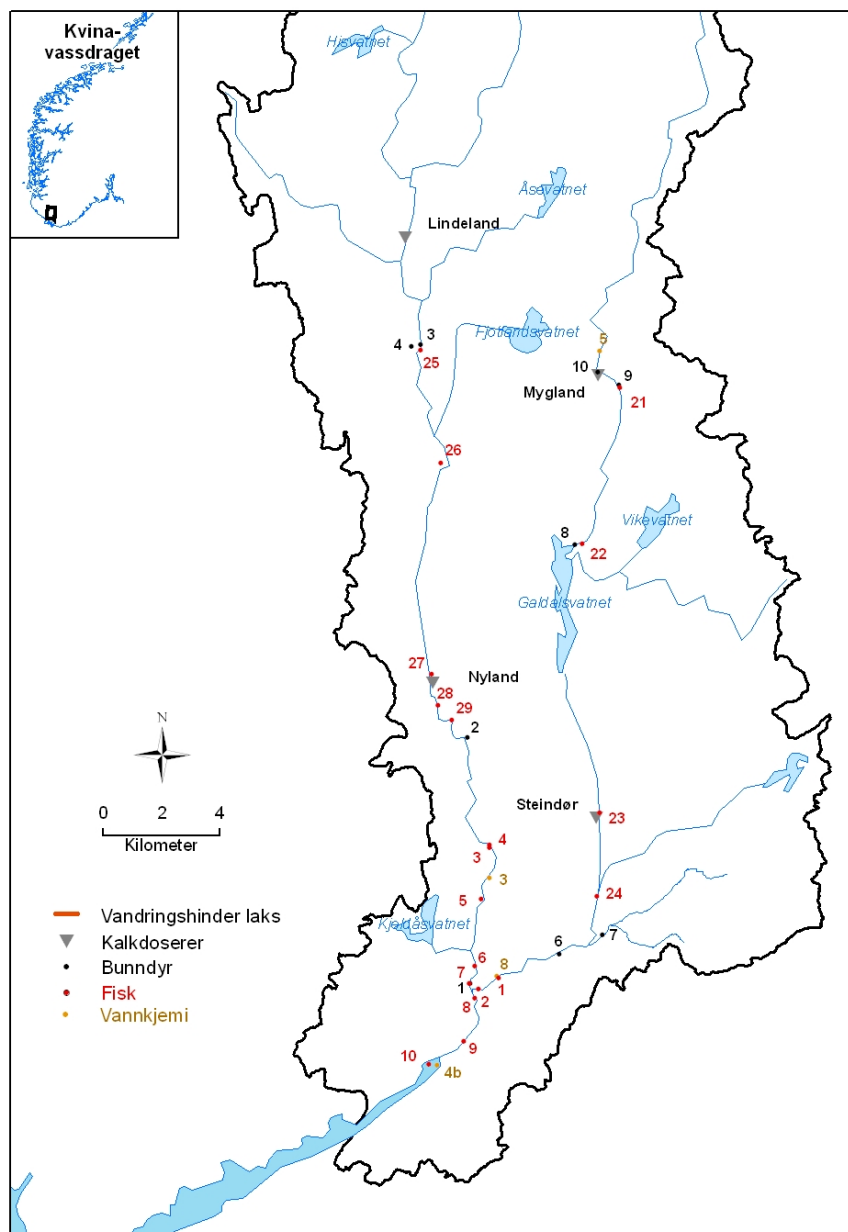
Fakta om Kvinavassdraget	
Vassdragsnr.:	025
Fylke:	Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	1444,9 km ² før regulering, 645,2 km ² etter regulering, inkl. Litleåna 229,2 km ²
Vassdragsregulering:	799,7 km ² (55 %) overført til Sira. Mindre reguleringer i nedre del.
Spesifikk avrenning:	56,3 l/s/km ² før regulering, 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 forsuretsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0. Oppstrøms Nyland: pH 5,7
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjø- og doserererkalking. En kalkdoserer i Kvina ved Lindeland bru (siden 1994) og en i nedre del (Nyland, siden 2000). En doserer i Litleåna ved Mygland (siden 1994) og en ved Steindør (driftstart i 2009). 4-7 innsjøer kalkes.

I løpet av de siste fem årene har det vært benyttet ulike kalktyper i Kvinavassdraget, og kalkforbruket har variert mellom 1316 og 2810 tonn CaCO₃ (**tabell 1**). I 2011 ble det ikke dosert fra anleggene på Lindeland og Mygland, men det var nær en dobling i kalkforbruket ved Nyland i forhold til året før. Kalkforbruket i innsjøer var det laveste i denne femårsperioden,

Det falt 2539 mm nedbør på meteorologisk stasjon 42520 Risnes i Fjotland i 2011, mens normalen for året er 1802 mm (met.no 2012). Med unntak av noen få måneder var månedsnedbøren over normalen. Mai, september og desember var de mest nedbørrike månedene, og i desember kom det vel 2,5 gang mer nedbør enn normalt.

Tabell 1. Kalkforbruk i Kvinavassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Antall innsjøer i parentes. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder. NK3 for 2011 ble beregnet å ha 82 % CaCO₃.

År	2007	2008	2009	20010	2011
Lindeland doserer	403	792	177	-	-
Mygland doserer	319	335	101	69	-
Steindør doserer	-	-	540	190	813
Nyland doserer	1719	1530	1759	997	1964
Innsjøkalking	84 (7)	79 (7)	76	60	33 (4)
Sum kalkforbruk	2525	2737	2653	1316	2810



Figur 1. Kvinavassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i vedlegg A.

FG.2 Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo og Atle Hindar (NIVA)

Medarbeidere: R. Høgberget, L. B. Skancke og T. Høgåsen (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 reprodusere naturlig i elva. De to øverste kalkdosererne (**figur 1**) har vært i drift siden 1994. I årene 2000 og 2009 ble det i tillegg startet dosering fra henholdsvis Nyland (Kvina) og Steindør (Litleåna). Aluminiumsdata for 2010 kan være feil.

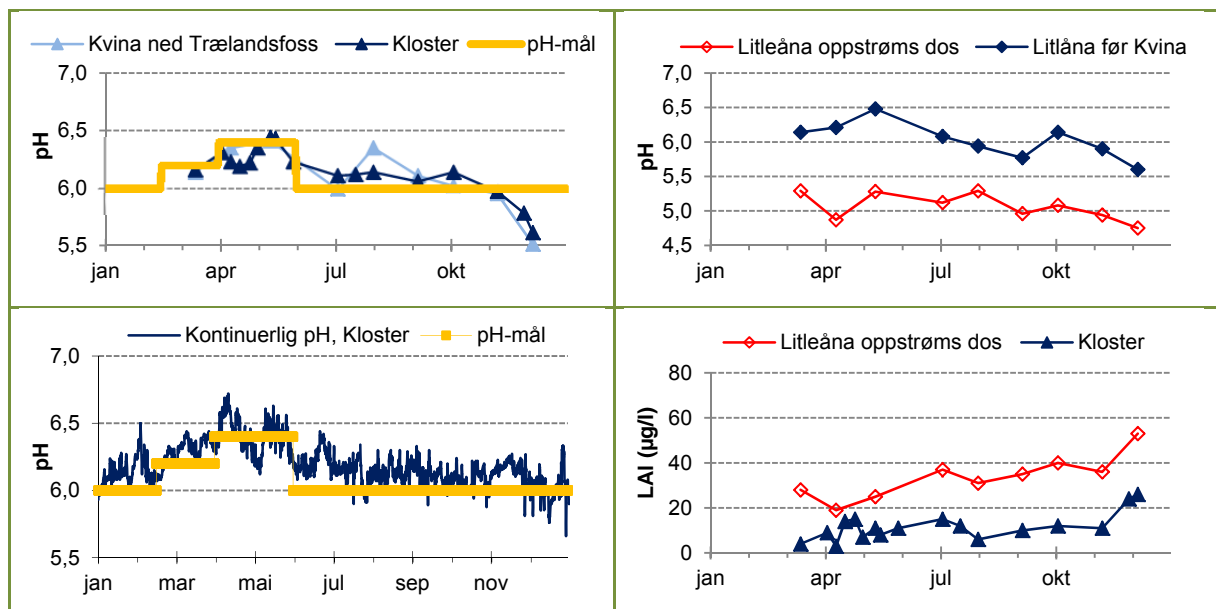
2.1 Vannkvaliteten i 2011

Referansestasjon i Litleåna

Det ble tatt ni prøver mellom 14. mars og 5. desember. Årets laveste pH (4,75) og høyeste konsentrasjon av LAI (53 µg/L) ble målt i desemberprøven og inntraff i forbindelse med en sjøsaltepisode (**figur 2, tabell 2**). Vannet var surt resten av året også, men kvaliteten var relativt stabil (pH 4,9-5,3; LAI-konsentrasjon 19-40 µg/L).

Litleåna nedstrøms kalking

Stasjonen ligger på lakseførende strekning. Som følge av kalking, er pH en enhet høyere enn oppstrøms kalking (**figur 2**), men for det meste under vannkvalitetsmålene og –grensene for smolt og parr (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2009). Konsentrasjonen av LAI var likevel relativt lav (3-12 µg/L) bortsett fra i prøven fra 5. desember (26 µg/L). Kalkingen klarte ikke å avsyre tilstrekkelig under sjøsaltepisoden i desember.



Figur 2. De øverste panelene viser pH-utvikling i 2011 ved to stasjoner i Kvina, to stasjoner i Litleåna samt pH-målet for vassdraget. NB! Ulik skala på y-aksene. De nederste panelene viser kontinuerlig måling av pH ved Kloster (målområdet) sammenholdt med pH-målet samt utvikling i giftig aluminium ved referansestasjonen og målområdet i 2011.

Hovedelva

På stasjonen nedstrøms Træløandsfoss var målt pH var relativt lik pH-målet for vassdraget i alle prøver bortsett fra i desember, da pH var betydelig lavere (5,5) og konsentrasjonen av LAI høy (32 µg/L). I de åtte andre prøven var konsentrasjonen av LAI relativt lav (2-15 µg/L).

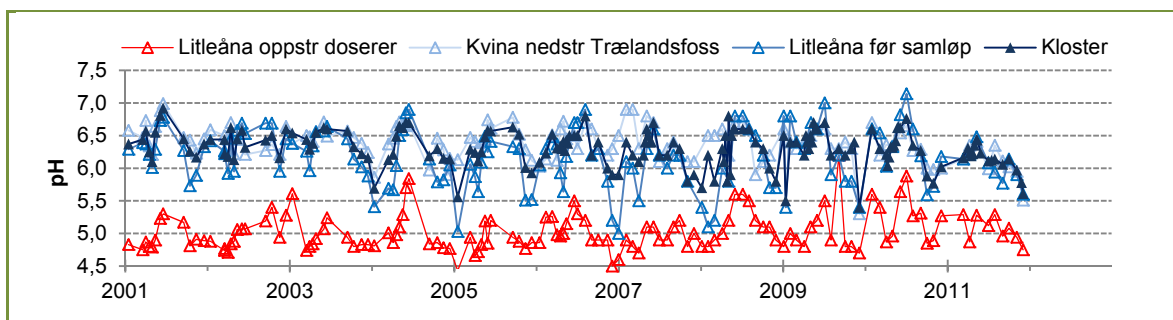
På Kloster nedstrøms samløpet med Litleåna ble det tatt hele 17 prøver mellom 14. mars og 5. desember. I smoltperioden var pH 0,1-0,2 enheter lavere enn målet (6,4) i fem av åtte prøver (**figur 2**). Den laveste pH-verdien (5,6) ble registrert under sjøsaltepisoden i desember. Resultatene fra den automatiske pH-overvåkingen bekrefter at pH var lavere enn målet i deler av april/mai og desember, men at den ellers var høy nok (**figur 2**). Konsentrasjonen av LAI var også høyere enn ønskelig i smoltperioden (11-15 µg/L i fire av åtte prøver) og i desember (26 µg/L).

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 2011.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
5	Litleåna oppstrøms doserer	Mid	5,02	0,32	2	34	5,9	6
		Min	4,75	0,28	0	19	3,3	-21
		Maks	5,29	0,43	8	53	9,2	27
		N	9	8	4	9	9	9
8	Litleåna før Kvina	Mid	5,96	1,25	19	10		
		Min	5,60	0,98	0	3		
		Maks	6,48	1,55	31	26		
		N	9	9	8	9		
3	Kvina nedstrøms Træløandsfoss	Mid	6,00	1,53	30	11		
		Min	5,51	1,23	8	2		
		Maks	6,41	1,99	55	32		
		N	9	9	8	9		
4b	Kloster	Mid	6,09	1,37	18	12	5,9	56
		Min	5,61	0,89	0	3	3,8	20
		Maks	6,44	2,05	42	26	8,5	112
		N	17	17	14	17	11	11

7.2.2 Langtidstrender

Det har vært en svak økning i pH (0,2 enheter) oppstrøms dosereren i Litleåna siden 2001, men år-til-år-variasjonen er betydelig (**figur 3**). For eksempel var pH gjennomgående lavere i 2011 enn i 2010. Oppstarten av doseringen fra Steindør ser ut til å ha gitt høyere årlig minimums-pH i Litleåna. Ved Kloster var pH i 2011 gjennomgående lavere enn i de foregående ti år.



Figur 3. pH-utvikling for stasjonene i Kvinavassdraget er vist for perioden 2001-2011.

FG.3 Fisk

Det ble ikke utført fiskeundersøkelser i Kvinavassdraget i 2011 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

FG.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 forursingskade og biologisk mangfold.

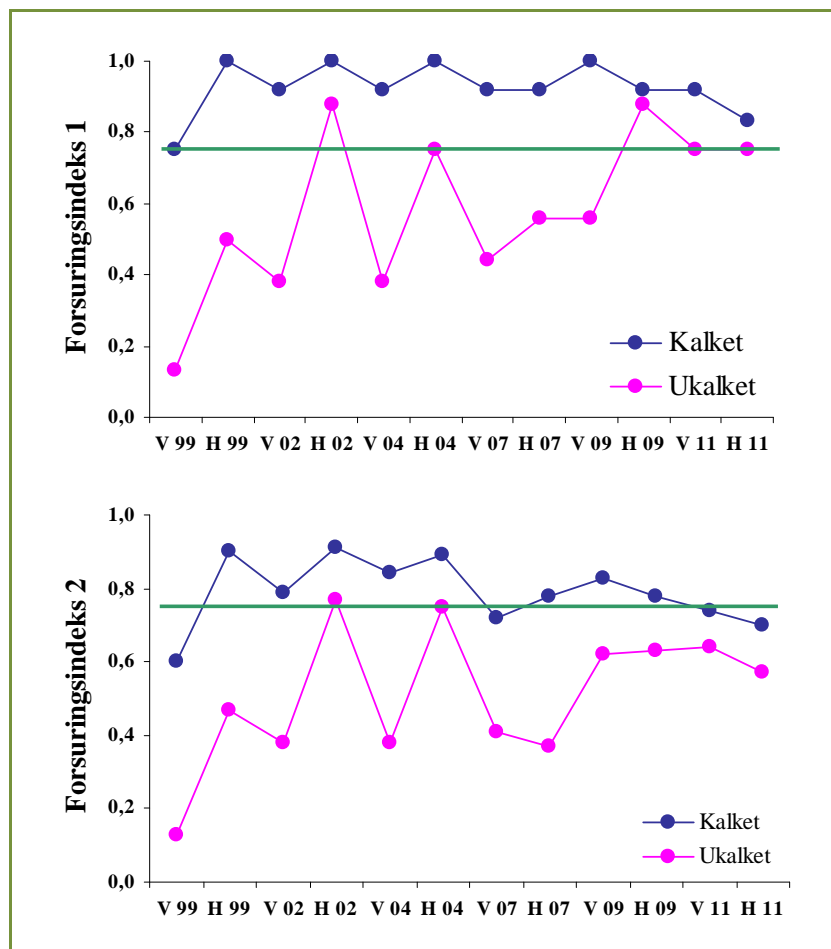
%4.1 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 4 døgnfluearter, 12 steinfluearter, og 13 arter/slekter av vårfluer i Kvina i 2011 (**vedlegg C**). Bunndyrmangfoldet var i samme størrelsesorden som i 2007 (Saltveit m. fl., 2008) og i 2009 (Saltveit m. fl., 2010). Seksten av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forursing (Fjellheim & Raddum 1990), litt flere enn ved de forrige undersøkelsene.

I 2011 ble det registrert moderate skader på bunndyrsamfunnene i den kalkete delen av vassdraget. Indeks 1 var henholdsvis 0,92 og 0,83 vår og høst (**figur 4**). De ukalkete stasjonene hadde lavere indeks 1-verdier, 0,75 både vår og høst. Indeks 2 verdiene har vært lave i de tre siste overvåkrundene og varierer mellom 0,70 og 0,83 for den kalkete delen av vassdraget og mellom 0,37 og 0,64 i de ukalkete stasjonene. 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 forursingskadet.

I 2011 sneglen *Radix balthica* registrert på den nederste stasjonen, ved Kvinesdal. Denne ble registrert i samme lokalitet i 2009, 15 år etter kalkingen av vassdraget (Halvorsen m. fl. 2010). Ferskvannssnegl er svært sensitive ovenfor både forursing 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 4. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Kvinavassdraget i perioden 1999 - 2011. V: vår, H: høst. Horisontale linjer angir miljømålet jfr. vannforskriften.

FG.5 Samlet vurdering

5.1 Vannkjemi

Året 2011 var preget av mye nedbør (140 % av normalen). Spesielt i desember var det mye nedbør med deposisjon av sjøsalter. Forbruket av kalk var det høyeste på fem år.

Vannkvaliteten oppstrøms doseringen i Litleåna har blitt noe bedre de siste 10 årene, men er fortsatt langt dårligere enn vannforskriftens krav til god tilstand mht. pH, LAI og ANC (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009).

Resultatene fra Kloster viser at pH var for lav og konsentrasjonen av LAI for høy i deler av smoltperioden. Også i den nedbørrike desembermåneden ble det registrert suboptimal vannkvalitet i de kalkede delene av vassdraget.

5.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Kvinavassdraget i 2011 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

5.3 Bunndyr

Bunndyrsamfunnene i den delen av vassdraget som ikke kalkes var mer forsuringsskadd enn i den kalkete delen av vassdraget. Dette viser at kalkingen av Kvina har hatt en positiv effekt på bunndyrsamfunnene. I 2011 ble sneglen *Radix balthica* funnet i vassdraget. Utviklingen av forsuringssindeksene tyder på at kalkingen av vassdraget ikke er optimal.

5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Det er gjennomgående høy konsentrasjon av aluminium 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. Tiltak bør settes inn for å bedre situasjonen, og da kan avviksrapporten fra Driftskontrollen være et nyttig hjelpemiddel.

FG.6 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Kvinavassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	3	Kvina nedstr Trælandsfoss	380977	6469759
Vannkjemi	4b	Kloster	384809	6487953
Vannkjemi	5	Litleåna oppstr doserer	381256	6466333
Vannkjemi	8	Litleåna før Kvina	379171	6463265
Bunndyr	1	Kvina v Kvinesdal	380322	6466102
Bunndyr	2	Storekvina	380225	6474600
Bunndyr	3	Kvinlog	378604	6488195
Bunndyr	4	Krålsåni	378303	6488113
Bunndyr	5	Netland	379356	6500484
Bunndyr	6	Litleåna v Moi	383419	6467118
Bunndyr	7	Bekk v Moi	384909	6467762
Bunndyr	8	Galdalsvatnet innløp	383947	6481261
Bunndyr	9	Mygland nedstr doserer	385468	6486773
Bunndyr	10	Mygland oppstr doserer	384753	6487213

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Kvinavassdraget i 2011

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		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	14/03/11	6,14	1,55	0,050	21	57	52	5		3,80										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	11/04/11	6,35	1,76	0,050	21	67	65	2		2,40										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	12/05/11	6,41	1,79	0,070	42	43	33	10		2,10										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	04/07/11	5,99	1,23	0,061	32	99	84	15		2,00										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	01/08/11	6,35	1,99	0,082	55	85	77	8		2,22										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	05/09/11	6,11	1,45	0,073	45	114	105	9		2,01										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	03/10/11	6,02	1,27			105	97	8		2,05										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	07/11/11	5,95	1,33	0,050	21	108	98	10		2,12										
3	Kvina nedstr Trælandsfoss	05/12/11	5,51	1,38	0,038	8	104	72	32		3,23										
4b	Kloster	14/03/11	6,16	1,64	0,040	10	55	51	4	4,4	4,10	0,55	4,64	0,57	7,30	2,00	400	560	10	1,4	67
4b	Kloster	04/04/11	6,31	1,52	0,030	0	75	66	9		3,00										
4b	Kloster	11/04/11	6,23	1,52	0,040	10	65	62	3	5,7	2,30	0,24	1,75	0,29	3,00	1,10	130	250	10	0,6	62
4b	Kloster	18/04/11	6,19	0,89	0,030	0	66	52	14		2,10										
4b	Kloster	26/04/11	6,22	1,33	0,030	0	59	44	15		2,00										
4b	Kloster	02/05/11	6,35	1,45	0,050	21	44	37	7		2,10										
4b	Kloster	12/05/11	6,44	2,05	0,070	42	45	34	11	4,1	2,40	0,27	1,68	0,27	2,30	1,10	60	270	0	0,2	112
4b	Kloster	16/05/11	6,43	1,63	0,050	21	42	34	8		2,20										
4b	Kloster	30/05/11	6,23	1,33	0,030	0	76	65	11		2,60										
4b	Kloster	04/07/11	6,11	1,15	0,062	34	78	63	15	6,2	2,21	0,30	2,20	0,24	3,45	1,52	125	365	8	0,7	46
4b	Kloster	18/07/11	6,12	1,19	0,066	38	105	93	12	8,1	2,09	0,31	1,96	0,23	2,61	1,32	110	435	15	1,3	67
4b	Kloster	01/08/11	6,14	1,15	0,063	35	85	79	6	6,7	2,15	0,31	2,10	0,25	2,84	1,46	135	420	8	1,3	60

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
4b	Kloster	05/09/11	6,06	1,23	0,064	36	108	98	10	8,5	2,08	0,28	1,90	0,24	2,63	1,29	115	435	10	1,8	64
4b	Kloster	03/10/11	6,14	1,24			94	82	12	6,4	2,27	0,34	2,17	0,29	3,14	1,64	180	435	10	2,0	56
4b	Kloster	07/11/11	5,97	1,15			98	87	11	5,8	2,29	0,31	2,08	0,26	3,39	1,63	180	395	5	2,2	38
4b	Kloster	28/11/11	5,78	1,46			131	107	24	5,5	2,96	0,50	2,29	0,31	4,40	1,61	550	760	12	2,5	25
4b	Kloster	05/12/11	5,61	1,37	0,041	11	99	73	26	3,8	3,25	0,56	3,07	0,31	6,65	1,69	180	365	5	1,9	20
5	Littleåna oppstr dos	14/03/11	5,29	0,43			100	72	28	5,4	2,30	0,29	1,95	0,26	3,60	1,30	230	430	0	1,4	-8
5	Littleåna oppstr dos	11/04/11	4,87				78	59	19	4,6	1,80	0,16	1,37	0,17	2,60	0,80	90	190	0	0,4	-19
5	Littleåna oppstr dos	12/05/11	5,28	0,29			68	43	25	4,6	1,20	0,13	1,09	0,14	1,30	0,59	40	170	0	0,2	24
5	Littleåna oppstr dos	04/07/11	5,12	0,30	0,032	0	115	78	37	6,9	1,51	0,17	1,45	0,10	2,08	0,90	36	270	6	0,4	15
5	Littleåna oppstr dos	01/08/11	5,29	0,33	0,038	8	126	95	31	7,2	1,32	0,16	1,31	0,10	1,45	0,88	38	325	6	0,7	27
5	Littleåna oppstr dos	05/09/11	4,96	0,29	0,027	0	139	104	35	9,2	1,51	0,14	1,18	0,17	1,52	0,73	35	425	11	1,2	21
5	Littleåna oppstr dos	03/10/11	5,08	0,30			133	93	40	6,6	1,52	0,17	1,38	0,12	1,89	0,87	59	310	5	1,2	17
5	Littleåna oppstr dos	07/11/11	4,94	0,28			125	89	36	5,7	1,72	0,16	1,37	0,13	2,07	1,11	99	300	4	1,5	1
5	Littleåna oppstr dos	05/12/11	4,75	0,34	<0,010	0	103	50	53	3,3	2,75	0,33	2,17	0,14	4,69	1,20	86	230	3	1,1	-21
8	Littleåna før Kvina	14/03/11	6,14	1,49	0,040	10	51	47	4		3,80										
8	Littleåna før Kvina	11/04/11	6,21	1,39	0,030	0	62	59	3		2,20										
8	Littleåna før Kvina	12/05/11	6,48	1,55	0,060	31	40	32	8		2,40										
8	Littleåna før Kvina	04/07/11	6,08	1,20	0,059	30	66	56	10		2,22										
8	Littleåna før Kvina	01/08/11	5,94	1,00	0,056	27	87	76	11		1,91										
8	Littleåna før Kvina	05/09/11	5,77	0,98	0,052	23	98	87	11		1,97										
8	Littleåna før Kvina	03/10/11	6,14	1,21			87	82	5		2,06										
8	Littleåna før Kvina	07/11/11	5,90	1,16	0,046	16	93	81	12		2,17										
8	Littleåna før Kvina	05/12/11	5,60	1,26	0,041	11	98	72	26		2,91										

Vedlegg C. Primærdata – bunndyr 2011

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Kvinavassdraget 16.06.2011

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Nematoda		2	3		1				4	
Oligochaeta	11	10	8		5	14	5	7	5	2
Acari	8	7	4	8	8	1	6	2		
Bivalvia										
* <i>Pisidium</i> sp.		2						9		
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	5	13		11		27		1	1	
*** <i>Baetis fuscatus/scambus</i>	3	5				15				
*** <i>Baetis subalpinus/vernus</i>						3	2			
*** <i>Baetis</i> sp.						4				
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>		15	6	3		16	2	6	27	11
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	1									
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1	31	7	2		39	30	3	38	2
Nemouridae indet.		1								
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		8						2	3	
** <i>Isoperla grammatica</i>			4							1
Trichoptera										
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	3	1	1		10	1	1	16	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			1					8		
<i>Oxyethira</i> sp.		1		1	3					
<i>Hydroptila</i> sp.	1									
<i>Athripsodes</i> sp.	1	1								
<i>Agapetus ochripes</i>		1								
Glossosomatidae indet.puppe	2									
Philopotamidae indet.						1			3	
** <i>Wormaldia</i> sp.	5	12	3			1		2		
** <i>Oecetis testacea</i>						1				
** <i>Ithytricia lamellaris</i>		1								
** <i>Lepidostoma hirtum</i>		5	3		3		4	5		1
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	8	1	4			1				
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>		1								
Chironomidae	104	91	49	147	50	137	74	191	89	53
Ceratopogonidae							1			
Simuliidae	11	6	7	10	1	37	10	2	38	31
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.	1						2		10	2
Diptera										
Empididae indet.	13	3	5	1	2		5	1		
Tabanidae indet.			1							
Ubestemt puppe							1			
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>	1	7		70	1		4	1	1	
<i>Limnius volckmari</i>	5	9				9	12	1	11	
<i>Olimnius tuberculatus</i>	3	1					1			
Collembola	1									
Crustacea										
Calanoida					1					
Sum	186	237	106	254	75	316	160	242	246	103
Forsuringsindeks 1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	0,5
Forsuringsindeks 2	1,00	0,83	0,50	1,00	0,50	1,00	0,56	0,59	0,51	0,50

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Kvinavassdraget 03.10.2011

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Nematoda		1		1						4
Oligochaeta	24	15	4	1	1	21	4	24		3
Acari	3	8	1	9	6	1	2	3	6	1
Gastropoda										
*** <i>Radix balthica</i>	1									
Bivalvia										
* <i>Pisidium</i> sp.								12		
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	113	83		47		32	3	2		
** <i>Heptagenia sulphurea</i>			3							
<i>Kageronica fuscogrisea</i>		1				1				5
<i>Leptophlebia vespertina</i>		2			6			2		5
<i>Leptophlebia marginata</i>				1						
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	77	84	1	53	13	75	59	22	136	39
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	18	20		34	2	23	10	4	12	2
<i>Leuctra hippopus</i>	3	3		7	2	10	25	11	5	
<i>Leuctra fusca/digitata</i>		1		1	1	1	11			
<i>Brachyptera risi</i>	2	1		40	6	19	44		5	1
<i>Protonemura meyeri</i>		2		28	2	2	39		4	
<i>Nemoura cinerea</i>	1			2						
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			2	4	6	1	4	1	1	14
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		2		12		45	25	10		
** <i>Diura nanseni</i>	1	1								
** <i>Isoperla grammatica</i>		2					8	3	2	
** <i>Isoperla</i> sp.						1				3
Trichoptera										
<i>Rhyacophila nubila</i>	3	2	1	4		5	5	5	7	3
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1	7	3	6		1	22	1	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>					1					
<i>Polycentropodidae</i> indet.			2		2					
<i>Potamophylax cingulatus</i>				1						
<i>Oxyethira</i> sp.	3	5	6	2	1			2		
<i>Athripsodes</i> sp.cf.commutatus	1									
<i>Agapetus ochripes</i>	1	2				1				
<i>Leptoceridae</i> indet.			1							
** <i>Ithytricia lamellaris</i>	7	4								
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	25	7	4		3	3	12	4		
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	5	3		3		1		1		
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>	2	4				2	1	3		
** <i>Hydropsyche</i> sp.	1					1				
Chironomidae	70	62	26	108	84	12	16	66	58	47
Ceratopogonidae		1		1				2		
Simuliidae	4	5	9	9		19	25	4	16	39
Tipuloidea										
<i>Tipula</i> sp.		1								
<i>Dicranota</i> sp.	1	2		3			6			
<i>Limonidae</i> indet.				1			1			
<i>Tabanidae</i> indet.							1			
Diptera										
<i>Empididae</i> indet.	5	6		2	9	2	1	1	2	
<i>Muscidae</i> indet.					1					
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>		2		20	1		8	9	3	
<i>Limnius volckmari</i>	6	4	1	2		29	49	23	3	
<i>Olimnius tuberculatus</i>	3	2						1		
Collembola									1	1
Crustacea										

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Chydoridae indet.					1					
<i>Bosmina</i> sp.			1					1		
Cyclopoida	1									
Ostracoda		1								
Sum	381	340	69	399	154	308	359	238	262	167
Forsuringsindeks 1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5
Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	0,50	0,76	0,50	0,68	0,51	0,54	0,50	0,50

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

FH Sokndalsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

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

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

FH.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

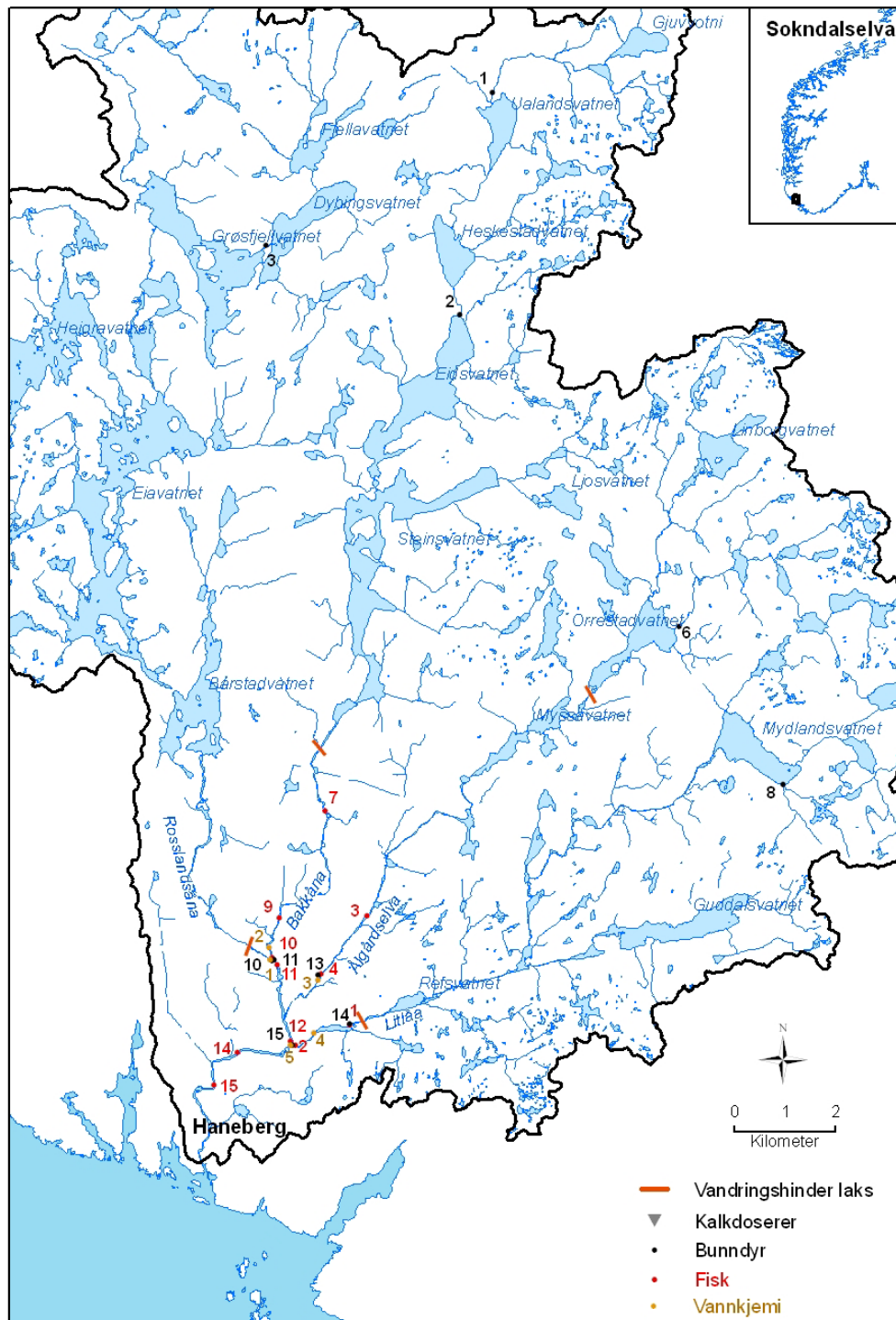
Fakta om Sokndalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	026.4Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	301 km ²
Vassdragsregulering:	Ingen
Spesifikk avrenning:	56,5
Middelvannføring:	17 m ³ /s
Lakseførende strekning:	I Guddal/Mydlandsvassdraget kan laks og sjøaure vandre til fossen nedstrøms Refsvatn (ca 5,3 km fra sjøen), 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 forsurefølsomme 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. I 2011 ble det kalket i 31 innsjøer.

I Sokndalsvassdraget har det i siste femårsperiode kun vært kalking i innsjøer; tidligere har det også vært kalkingsaktivitet i bekkene i nedbørfeltet. Sammenlignet med 1998, da det ble tilført 1574 tonn (Nøst 1999), har kalkforbruket blitt mer enn halvert, og har i perioden 2007-2011 variert mellom 673 og 747 tonn (**tabell 1**).

Tabell 1. Kalkforbruk i Sokndalsvassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Innsjøkalking	673	673	747	715	674

Det falt 1796 mm nedbør på meteorologisk stasjon 43360 Egersund i 2011, noe som er 120 % av normalen (met.no 2012). Månedene mars, april, august, oktober og november var tørrere enn normalt, mens i de øvrige månedene var det mer nedbør enn normalen. Spesielt desember måned var nedbørrik, med nesten en dobling i forhold til normalen for måneden.



Figur 1. Sokndalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk . Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

FH.2 Vannkjemi

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

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

Sokndalselva ble i 1972 inkludert i DN/NINAs vannkjemiske overvåkingsprogram "Elveserien" med en stasjon i Barstadvassdraget (S1). Programmet ble utvidet med fire stasjoner i perioden 1987-88, og ble fra 1991 videreført som en del av kalkingsovervåkingen. I 2011 ble vannkjemien i Sokndalsvassdraget overvåket på totalt fem stasjoner (**figur 1**). Nærmere beskrivelse av analysemetoder er gitt i eget metodekapittel.

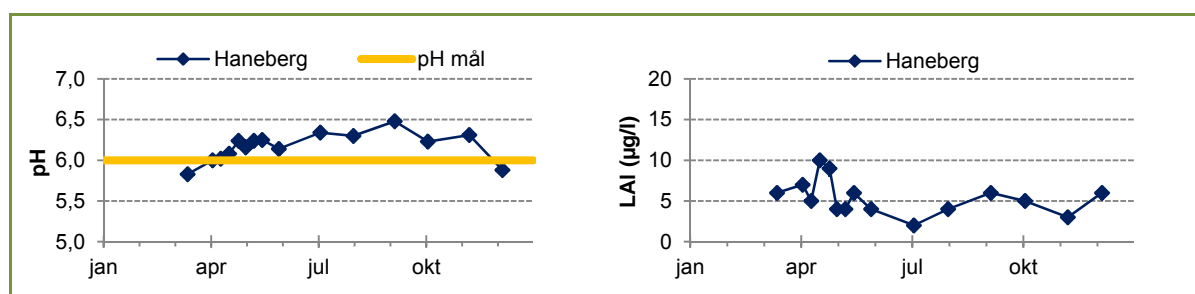
% .2.1 Vannkvaliteten i 2011

Generelt sett var vannkvaliteten Sokndalselva i 2011 mindre tilfredsstillende i perioder på våren og høsten, med unntak av Myssavassdraget. I hovedelva v/Haneberg var to av målingene under vannkvalitetsmålet (**figur 2**). I tre av de fire sidegreinene (st. 1, 2 og 4) var 7 - 26 % av pH-målingene under 5,9 og flere av målingene var marginale i forhold til pH-målet (**vedlegg B**). De lave pH-verdiene vår og høst kan skyldes sjøsaltepisoder. Noe forhøyede klorid og natrium konsentrasjoner ble registrert, men stasjonen ved Haneberg ligger ganske nært fjorden og vil nok være påvirket av sjøsalter gjennom hele året. Det er ikke målt Cl og Na ved de andre stasjonene.

I Barstadvassdraget og Steinsvassdraget varierte pH i 2011 mellom 5,8 og hhv 6,4 og 6,5 (**tabell 2**). Til tross for at kalkingen av Barstadvassdraget har opphørt og kalkingen av Steinsvassdraget er vesentlig redusert, er vannkvaliteten god gjennom store deler av året. I Myssavassdraget var vannkvaliteten god gjennom hele måleperioden, $\text{pH} \geq 6,0$ (**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. Gjennomsnitt for pH i 2011 var 6,1 (**tabell 2**).

Ved Haneberg, målestasjonen i hovedelva, var pH på nivå med de tre foregående årene (**figur 3**). Innholdet av giftig aluminium (LAI) var generelt lavt (**tabell 2**). Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var lavest i april med 2 $\mu\text{ekv/l}$ (**vedlegg B, tabell 2**). Tilsvarende lave ANC-verdier på våren er også registrert tidligere (Saksgård & Schartau 2011).

Innholdet av organisk karbon ($\text{TOC} < 2,7 \text{ mg C/l}$) viser at Sokndalselva er lite til moderat humuspåvirket. Målinger av næringssaltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) viser at vassdraget er næringsfattig (**vedlegg B**). Gjennomsnittet i måleperioden for Tot-P og Tot-N var henholdsvis 6,6 og 388 $\mu\text{g/l}$ og indikerer henholdsvis svært god og god tilstand.



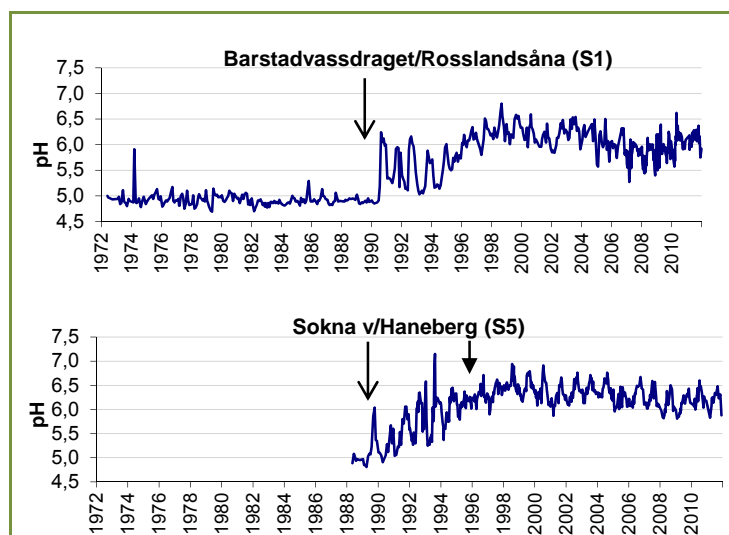
Figur 2. pH i 2011 på st. 5 Haneberg sammenholdt med pH-målet (venstre panel), og innholdet av giftig aluminium (LAI) for samme tidsperiode (høyre panel).

Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Sokndalsvassdraget i 2011.

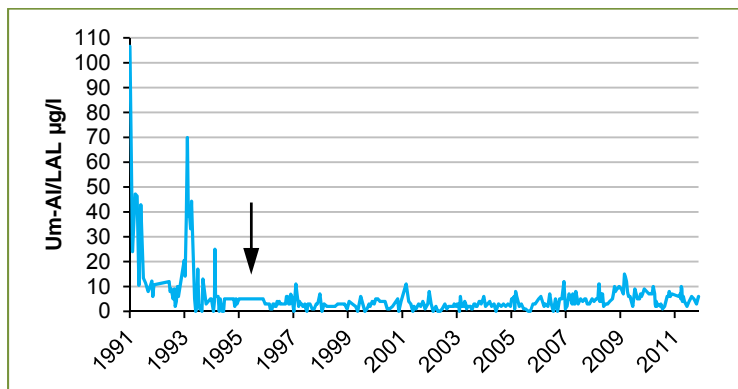
St.nr.	St.navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
1	Barstadvassdraget	Mid	6,05	1,02				
		Min	5,75	0,69				
		Maks	6,37	4,68				
		N	27	27				
2	Steinsvassdraget	Mid	5,99	1,02				
		Min	5,75	0,72				
		Maks	6,46	3,85				
		N	27	27				
3	Myssavassdraget	Mid	6,32	1,40				
		Min	5,99	0,77				
		Maks	6,83	3,44				
		N	27	27				
4	Guddal/Mydland	Mid	6,05	1,39				
		Min	5,13	0,75				
		Maks	6,72	3,28				
		N	27	27				
5	Haneberg	Mid	6,13	1,16	10	5	2,2	29
		Min	5,83	0,79	0	2	1,6	2
		Maks	6,48	2,61	54	10	2,7	61
		N	15	15	13	15	9	9

% .2.2 Langtidstrender

I Sokndalselvas hovedløp ved Haneberg har opptrappingen av 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 1992-94. De 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. Etter noen år med variable og delvis lave pH-verdier registreres en bedring i vannkvaliteten fra 2009. Innholdet av giftig aluminium var svært variabelt i årene 1991-93, 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 Vanddirektivet 2009).



Figur 3. pH i Barstadvassdraget/Rosslandsåna (S1) i perioden 1972-2011 og ved Haneberg (S5) i Sokndalselva i Rogaland i perioden 1988-2011. 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 - 2011. Pil angir tidspunkt for når alle vassdragets fire greiner ble anslått fullkalket.

FH.3 Samlet vurdering

% .3.1 Vannkjemi

Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en generell bedring av vannkvaliteten i alle vassdragets fire greiner. I store deler av vassdraget indikerer de vannkjemiske målingene nå jevn og god vannkvalitet. I perioden 2007-2009 var vannkvaliteten ikke tilfredsstillende i enkelte deler av vassdraget. Vannkvaliteten har vært noe bedre i de to siste årene, men likevel ikke helt tilfredsstillende.

Vannkvalitetsmålet innebærer i første rekke at pH ikke bør ligge under 6,0. I hovedelva ved Haneberg var to av målingene under vannkvalitetsmålet. I tre av de fire sidegreinene var 7 - 26 % av pH-målingene under 5,9 og flere av målingene var marginale i forhold til pH-målet, dvs. at pH lå mellom 5,9 og 6,0. Lave pH-verdier vår og høst i 2011 kan skyldes sjøsaltepisoder. Noe forhøyede klorid og natrium konsentrasjoner ble registrert, men stasjonen ved Haneberg ligger ganske nært fjorden og vil nok være påvirket av sjøsalter gjennom hele året. Konsentrasjonene av både totalt aluminium og giftig aluminium har gått signifikant tilbake siden tidlig på 1990-tallet, og var lave ved alle måletidspunktene i 2011.

% .3.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Sokndalselva i 2011

% .3.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Sokndalselva i 2011

% .3.4 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 reprodusere i elva. I 2008 og 2009 var vannkvaliteten i nedre del av vassdraget mer marginal og ustabil, men med en bedring i de to siste årene. For forholdene i 2010 kan dette ha sammenheng med mindre nedbør og dermed lavere vannføring sammenlignet med de to foregående årene, spesielt i første halvår. I 2011 var det imidlertid mer nedbør enn normalen viser. Reduksjonen i

kalkingsinnsatsen de siste årene har sannsynligvis vært større enn det de vannkjemiske forbedringene gir grunnlag for. Videre reduksjoner i kalkdosene bør ikke gjennomføres uten en mer omfattende overvåking, spesielt med hensyn til utviklingen i aluminiumskjemien gjennom våren.

FH.4 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Sokndalsvassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjem	1	Barstadvassdraget v Liland	342317	6471856
Vannkjem	2	Steinsvassdraget v Fitja	342288	6472114
Vannkjem	3	Myssavassdraget v Titania	344384	6473033
Vannkjem	4	Guddal/Mydland v Klokkegården	343999	6470625
Vannkjem	5	Sokndalselva v Haneberg	342722	6470176

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Sokndalsvassdraget 2011

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		

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	Barstadvassdraget	09/03/11	6,18	0,95							4,25										
1	Barstadvassdraget	14/03/11	5,90	1,06							4,3										
1	Barstadvassdraget	21/03/11	6,02	0,83							4,0										
1	Barstadvassdraget	28/03/11	5,95	0,78							3,9										
1	Barstadvassdraget	04/04/11	5,98	0,86							4,2										
1	Barstadvassdraget	11/04/11	6,06	1,13							4,0										
1	Barstadvassdraget	18/04/11	5,99	4,68							3,6										
1	Barstadvassdraget	26/04/11	6,06	0,83							3,5										
1	Barstadvassdraget	02/05/11	5,96	0,70							3,6										
1	Barstadvassdraget	09/05/11	6,10	0,69							3,5										
1	Barstadvassdraget	16/05/11	6,23	0,82							3,6										
1	Barstadvassdraget	23/05/11	6,06	0,69							3,6										
1	Barstadvassdraget	30/05/11	6,11	0,95							3,8										
1	Barstadvassdraget	27/06/11	6,28	0,86							3,93										
1	Barstadvassdraget	11/07/11	6,10	0,95							3,49										
1	Barstadvassdraget	25/07/11	6,11	0,80							3,20										
1	Barstadvassdraget	08/08/11	6,22	0,91							3,26										
1	Barstadvassdraget	22/08/11	6,29	0,81							3,24										
1	Barstadvassdraget	05/09/11	6,07	1,03							3,53										
1	Barstadvassdraget	19/09/11	6,15	0,78							3,12										
1	Barstadvassdraget	03/10/11	6,14	0,85							3,18										
1	Barstadvassdraget	17/10/11	6,37	1,02							3,64										

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	Barstadvassdraget	31/10/11	6,03	0,77							3,35											
1	Barstadvassdraget	14/11/11	6,16	0,91							3,31											
1	Barstadvassdraget	28/11/11	5,75	0,89							3,77											
1	Barstadvassdraget	15/12/11	5,84	0,98							4,17											
1	Barstadvassdraget	26/12/11	5,92	0,94							4,17											
2	Steinsvassdraget	09/03/11	5,90	0,87							4,07											
2	Steinsvassdraget	14/03/11	5,80	1,02							3,8											
2	Steinsvassdraget	21/03/11	5,80	0,77							3,8											
2	Steinsvassdraget	28/03/11	5,80	0,72							3,6											
2	Steinsvassdraget	04/04/11	5,86	0,73							3,6											
2	Steinsvassdraget	11/04/11	5,93	0,96							3,5											
2	Steinsvassdraget	18/04/11	5,96	3,85							3,6											
2	Steinsvassdraget	26/04/11	6,05	0,87							3,6											
2	Steinsvassdraget	02/05/11	6,46	0,92							3,8											
2	Steinsvassdraget	09/05/11	6,18	0,78							3,7											
2	Steinsvassdraget	16/05/11	6,08	0,88							3,7											
2	Steinsvassdraget	23/05/11	6,08	0,74							3,7											
2	Steinsvassdraget	30/05/11	6,02	0,74							3,7											
2	Steinsvassdraget	27/06/11	6,26	0,97							3,44											
2	Steinsvassdraget	11/07/11	5,93	0,93							3,32											
2	Steinsvassdraget	25/07/11	6,10	0,97							3,17											
2	Steinsvassdraget	08/08/11	6,17	0,98							3,16											
2	Steinsvassdraget	22/08/11	6,32	0,97							3,31											
2	Steinsvassdraget	05/09/11	6,00	1,02							3,15											
2	Steinsvassdraget	19/09/11	6,25	0,93							3,13											
2	Steinsvassdraget	03/10/11	6,00	0,92							3,03											
2	Steinsvassdraget	17/10/11	6,19	0,95							3,14											
2	Steinsvassdraget	31/10/11	6,06	0,78							3,29											
2	Steinsvassdraget	14/11/11	6,12	0,95							3,24											
2	Steinsvassdraget	28/11/11	5,78	1,02							4,06											
2	Steinsvassdraget	15/12/11	5,75	1,23							4,70											
2	Steinsvassdraget	26/12/11	5,88	1,03							4,19											

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	Myssavassdraget	09/03/11	6,06	0,88							3,52											
3	Myssavassdraget	14/03/11	5,99	1,02							3,3											
3	Myssavassdraget	21/03/11	6,00	0,77							3,3											
3	Myssavassdraget	28/03/11	6,01	0,80							3,2											
3	Myssavassdraget	04/04/11	6,10	0,87							3,1											
3	Myssavassdraget	11/04/11	6,32	1,24							3,1											
3	Myssavassdraget	18/04/11	6,30	3,44							3,1											
3	Myssavassdraget	26/04/11	6,39	1,25							3,2											
3	Myssavassdraget	02/05/11	6,39	1,35							3,2											
3	Myssavassdraget	09/05/11	6,46	1,33							3,2											
3	Myssavassdraget	16/05/11	6,37	1,50							3,4											
3	Myssavassdraget	23/05/11	6,39	1,42							3,2											
3	Myssavassdraget	30/05/11	6,38	1,21							3,4											
3	Myssavassdraget	27/06/11	6,65	1,43							3,67											
3	Myssavassdraget	11/07/11	6,28	1,04							2,62											
3	Myssavassdraget	25/07/11	6,31	0,93							2,44											
3	Myssavassdraget	08/08/11	6,33	0,89							2,42											
3	Myssavassdraget	22/08/11	6,32	0,87							2,42											
3	Myssavassdraget	05/09/11	6,81	2,26							3,03											
3	Myssavassdraget	19/09/11	6,83	1,89							2,84											
3	Myssavassdraget	03/10/11	6,67	1,64							2,68											
3	Myssavassdraget	17/10/11	6,68	1,42							2,72											
3	Myssavassdraget	31/10/11	6,43	1,14							2,88											
3	Myssavassdraget	14/11/11	6,63	1,44							2,94											
3	Myssavassdraget	28/11/11	6,25	1,46							3,54											
3	Myssavassdraget	15/12/11	6,39	2,16							4,67											
3	Myssavassdraget	26/12/11	6,42	2,12							4,35											
4	Guddal/Mydland	09/03/11	5,98	0,84							3,55											
4	Guddal/Mydland	14/03/11	5,96	1,02							3,7											
4	Guddal/Mydland	21/03/11	6,01	0,82							3,8											
4	Guddal/Mydland	28/03/11	6,00	0,75							3,4											
4	Guddal/Mydland	04/04/11	6,09	0,80							3,3											

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	Guddal/Mydland	11/04/11	6,15	1,11							3,0											
4	Guddal/Mydland	18/04/11	6,26	3,28							3,1											
4	Guddal/Mydland	26/04/11	6,41	1,28							3,3											
4	Guddal/Mydland	02/05/11	6,42	1,26							3,3											
4	Guddal/Mydland	09/05/11	6,48	1,24							3,3											
4	Guddal/Mydland	16/05/11	6,41	1,32							3,4											
4	Guddal/Mydland	23/05/11	6,41	1,34							3,7											
4	Guddal/Mydland	30/05/11	6,30	1,29							3,9											
4	Guddal/Mydland	27/06/11	6,66	1,54							3,56											
4	Guddal/Mydland	11/07/11	6,46	1,34							3,18											
4	Guddal/Mydland	25/07/11	6,65	1,39							2,89											
4	Guddal/Mydland	08/08/11	6,71	1,52							2,98											
4	Guddal/Mydland	22/08/11	6,68	1,26							2,83											
4	Guddal/Mydland	05/09/11	5,79	1,89							3,07											
4	Guddal/Mydland	19/09/11	6,72	1,55							2,97											
4	Guddal/Mydland	03/10/11	6,62	1,58							2,95											
4	Guddal/Mydland	17/10/11	6,71	1,48							3,16											
4	Guddal/Mydland	31/10/11	6,48	1,33							3,38											
4	Guddal/Mydland	14/11/11	6,57	1,53							3,25											
4	Guddal/Mydland	28/11/11	5,13	1,35							9,98											
4	Guddal/Mydland	15/12/11	5,49	1,93							9,67											
4	Guddal/Mydland	26/12/11	6,27	1,52							5,04											
5	Haneberg	14/03/11	5,83	0,98	0,010	0	24	18	6	2,4	3,7	0,61	4,34	0,39	6,50	1,90	340	460	10	0,67	51	
5	Haneberg	04/04/11	6,00	0,79	0,010	0	32	25	7		3,5											
5	Haneberg	11/04/11	6,02	0,98	0,020	0	32	27	5	2,7	3,4	0,49	3,12	0,34	6,10	2,00	250	360	10	0,68	2	
5	Haneberg	18/04/11	6,08	2,61	0,020	0	28	18	10		3,5											
5	Haneberg	26/04/11	6,24	1,01	0,020	0	23	14	9		3,8											
5	Haneberg	02/05/11	6,16	1,07	0,020	0	17	13	4		3,7											
5	Haneberg	09/05/11	6,24	0,87	0,020	0	19	15	4	2,1	3,7	0,66	4,08	0,39	6,90	2,30	210	330	0	0,47	28	
5	Haneberg	16/05/11	6,25	1,17	0,030	0	19	13	6		3,8											
5	Haneberg	30/05/11	6,14	0,97	0,020	0	29	25	4		3,7											
5	Haneberg	04/07/11	6,34	1,01			24	22	2	2,1	3,27	0,57	3,73	0,33	6,08	2,37	230	385	7	1,22	31	

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	Haneberg	01/08/11	6,30	0,97	0,058	29	20	16	4	2,0	3,22	0,54	3,51	0,33	5,76	2,31	205	380	5	1,11	29
5	Haneberg	05/09/11	6,48	1,52	0,081	54	26	20	6	2,6	3,29	0,58	3,26	0,35	5,16	2,55	210	430	12	1,49	61
5	Haneberg	03/10/11	6,23	1,10			27	22	5	2,2	3,06	0,51	3,21	0,30	5,50	2,24	200	365	5	1,24	28
5	Haneberg	07/11/11	6,31	1,10	0,054	25	23	20	3	1,9	3,33	0,50	3,34	0,34	5,99	2,32	235	410	6	1,57	16
5	Haneberg	05/12/11	5,88	1,31	0,051	22	26	20	6	1,6	4,00	0,71	4,01	0,34	7,90	2,24	230	375	4	1,57	21

FI Bjerkreimsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr elv: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

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

Ansvarlig planteplankton: Pål Brettum (NIVA)

FI .1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

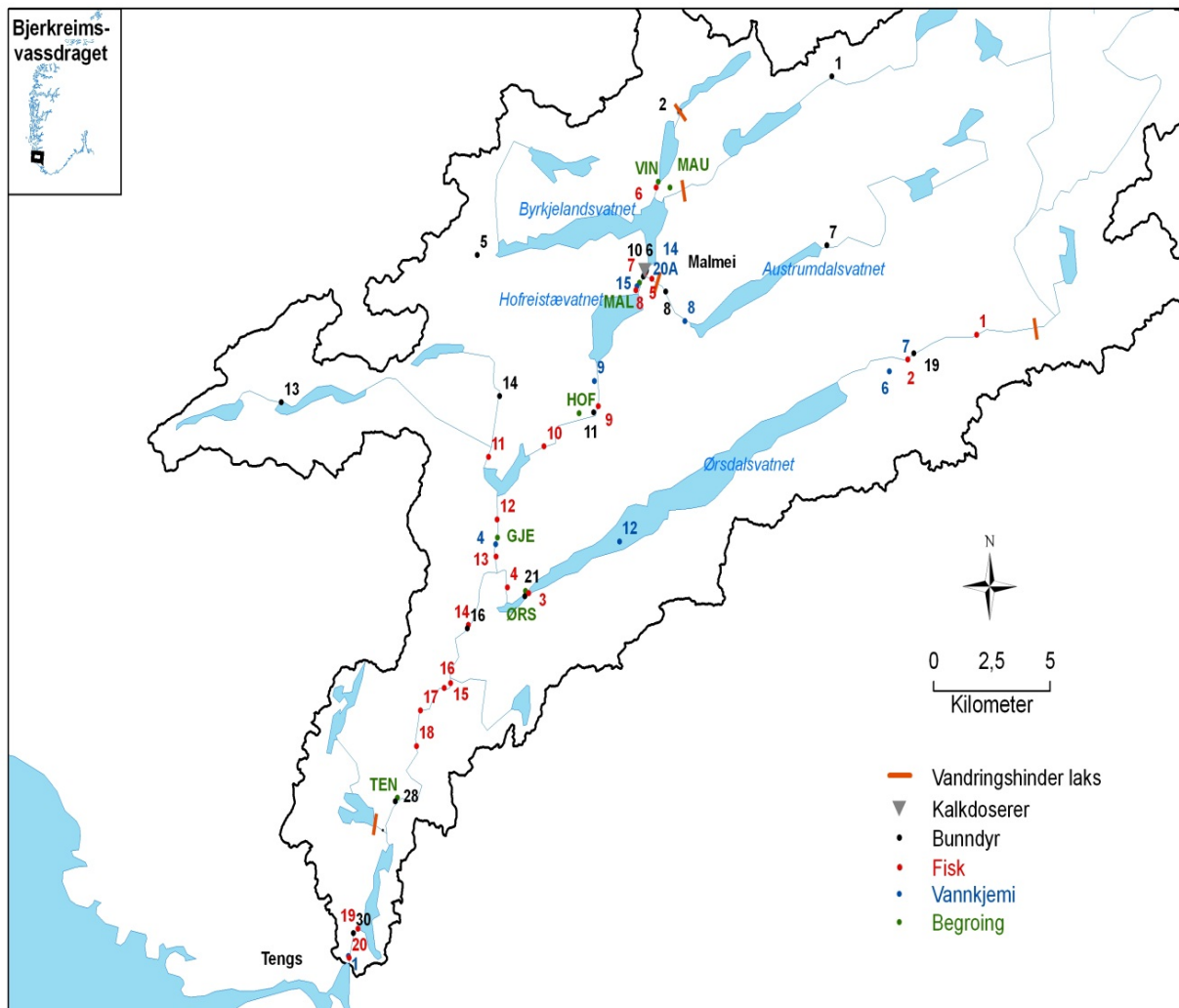
Fakta om Bjerkreimsvassdraget	
Vassdragsnr.:	027
Fylke:	Rogaland og Vest-Agder
Nedbørfeltareal:	705,8 km ² (før regulering)
Vassdragsregulering:	Store Myrvatn er regulert 22 m, 20 km ² er overført til Figgjo
Spesifikk avrenning:	77,1 l/s/km ²
Middelvannføring:	54,4 m ³ /s (før regulering)
Lakseførende strekning:	Til Indre Vinjavatn samt 7-8 km innenfor Ørsdalsvatn
Bakgrunn for tiltak:	Miljøvernadv. hos FM i Rogaland karakteriserte laksebestanden i vassdraget som sårbar pga. forsuringssituasjonen.
Tiltaksplan:	Kaste <i>et al.</i> 1996
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/5: pH 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Kombinasjon av innsjøkalking og dosererkalking. Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn og flere mindre innsjøer kalkes. Kalkdosering fra doserer på Malmei i utløpet av Byrkjelandsvatn (oppstrøms bru for RV 503) siden høsten 1997.

I Bjerkreimsvassdraget spres hovedandelen av kalken på innsjøer; i 2011 ble 1050 tonn VK3 spredd i de to store innsjøene Ørsdalsvatn (februar/mars) og Austrumdalsvatn (juni). 495 tonn Biokalk ble spredd på 21 mindre innsjøer og 167 tonn VK3 ble dosert fra kalkingsanlegget på Malmei. Det totale kalkforbruket i 2011 er det høyeste i siste femårsperiode (**tabell 1**).

Det falt 2941 mm nedbør på meteorologisk stasjon 44480 Søyland i 2011 (met.no 2012). Dette er 138 % av normalen. Mye av nedbøren falt i september og desember, men også mai var betydelig våtere enn normalt.

Tabell 1. Kalkforbruk i Bjerkreimsvassdraget i perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Tallene i parentes viser antall innsjøer. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	64	133	110	156	165
Innsjøkalking	1310 (24)	1310 (24)	1325 (23)	1341(23)	1372 (23)
Sum kalkforbruk	1374	1443	1435	1497	1537



Figur 1. Bjerkreimsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og begroing. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

Fl .2 Vannkjemi

Forfattere: Øyvind Garmo og Atle Hindar (NIVA)

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

Vannkemisk 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 oppstrøms Hofreistevatn, er mest påvirket av forsurening. Omlag 3/4 av avrenningen i vassdraget kommer fra disse områdene. Vannkjemien i Bjerkreimsvassdraget ble i 2011 overvåket på 10 stasjoner (**figur 1**). En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel. Primærdata er presentert i **vedlegg B**.

%.2.1 Vannkvaliteten i 2011

Hovedelva

Oppstrøms doseringsanlegget ved Malmei varierte pH mellom 5,9 og 6,5, med årsmiddel 6,1. Så denne greina hadde forholdsvis god vannkvalitet allerede før dosering. Nedstrøms dosereren varierte pH mellom 6,0 og 6,6 i 2011. I tre prøver som ble tatt i smoltifiseringsperioden, var pH 0,1-0,2 enheter lavere enn målsettingen (**tabell 2, figur 2**).

Også på stasjonen ved utløpet av Hofreistevatn varierte pH i området 6,0-6,6. I kun én av de ti prøvene var pH 0,1 enheter lavere enn målsettingen, og konsentrasjonen av LAI var lav i alle prøver (0-8 µg/L).

Lenger ned på den anadrome strekningen ved stasjonene Gjedrem og Tengs, var pH i alle prøver over målsettingen i 2011 (**figur 2**). Konsentrasjonen av giftig aluminium (LAI) var også lav (3-11 µg/L). Dette til tross for mye nedbør med sjøsalter i desember.

Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn (kalkede innsjøer)

Den årlige prøvetakingen i Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn ble foretatt 4. desember i 2011. I Ørsdalsvatn var midlere pH og kalsiumkonsentrasjon henholdsvis 6,1 og 1,09 mg/L, mens tilsvarende målinger for Austrumdalsvatn viste henholdsvis 6,2 og 1,25 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 utløpet av Austrumdalsvatn var dette tilfelle også i 2011 (**tabell 2, figur 2**), og LAI var lav i alle prøver (< 10 µg/L). I utløpet av Ørsdalsvatn derimot, skilte prøven som ble tatt 5. desember seg kraftig ut, med en pH-verdi på 5,15. Det kan skyldes voldsomt mye nedbør med sjøsalter i desember. Sterk økning i Cl og negative verdier for ikke-marin Na er påvist på andre stasjoner. Sur avrenning kan ha lagt seg på innsjøoverflaten, og også påvirket elva ned til samløpet.

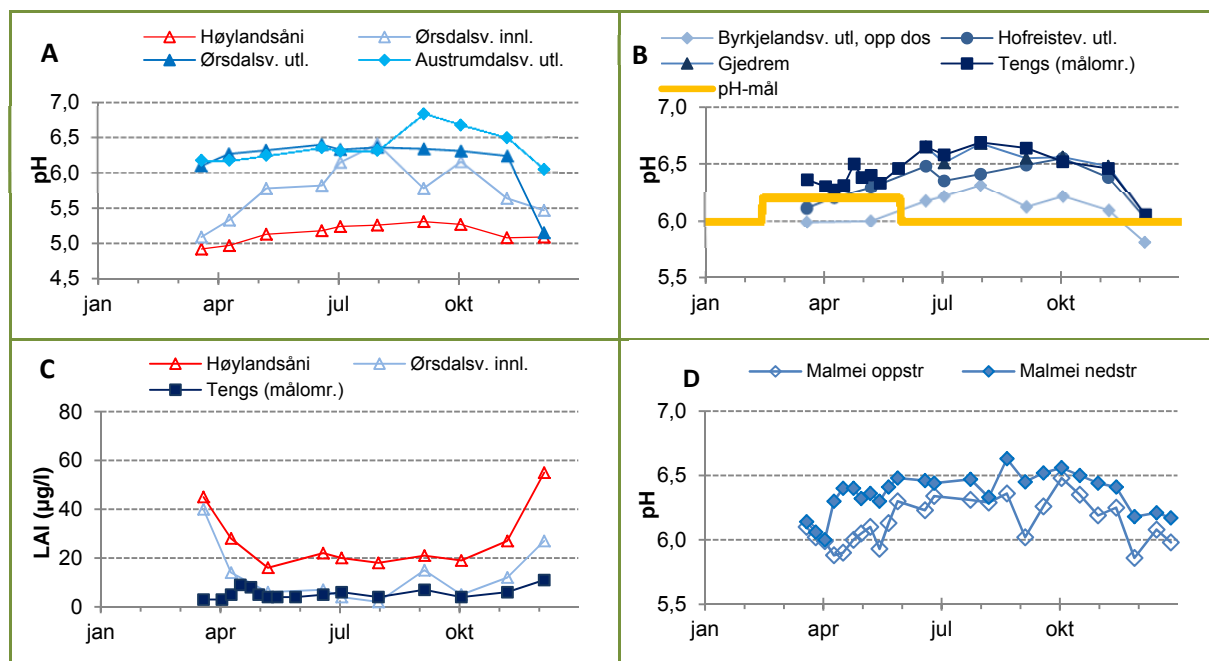
Referansestasjoner

Vannet som kommer inn i Storåna fra Høylandsåni er klart og kalkfattig, og forureningstilstanden er dårligere (lavere pH, høyere LAI) om vinteren enn om sommeren. I 2011 varierte pH mellom 4,92 og 5,31 med et årsmiddel på 5,13 (**tabell 2, figur 2**). Konsentrasjonen av LAI varierte mellom 16 og 55 µg/L, og årsmiddelet var 27 µg/L. Årsmiddelverdien for ANC i 2011 var -11 µekv/L.

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 Bjerkreimsvassdraget i 2011.

St.nr.	St.navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg C/l	ANC µekv/l
6	Høylandsåni	Mid	5,13	0,20	0	27	1,5	-11
		Min	4,92	0,15	0	16	0,9	-34
		Maks	5,31	0,28	0	55	2,2	8
		N	10	10	6	10	10	10
20A	Byrkjelandsv. utl. oppstr. dos.	Mid	6,08	0,81	17	5		
		Min	5,81	0,71	0	3		
		Maks	6,31	0,86	27	10		
		N	9	9	9	9		
14	Malmei oppstrøms	Mid	6,10	0,75				
		Min	5,86	0,54				
		Maks	6,48	0,96				
		N	25	25				
15	Malmei nedstrøms	Mid	6,33	1,00				
		Min	6,00	0,73				
		Maks	6,63	1,33				
		N	25	25				
7	Ørsdalsv. innløp (Storåna)	Mid	5,60	0,53	14	13	2,4	12
		Min	5,09	0,32	0	2	1,2	-26
		Maks	6,41	0,72	29	40	4,9	34
		N	10	10	6	10	10	10
12	Ørsdalsvatn utløp	Mid	5,93	1,00	17	5		
		Min	5,15	0,82	0	3		
		Maks	6,40	1,21	32	10		
		N	10	10	10	10		
8	Austrumsdalsvatn utløp	Mid	6,31	1,19	33	5		
		Min	6,05	0,83	0	2		
		Maks	6,84	1,98	86	9		
		N	10	10	10	10		
9	Hofreistevatn utløp	Mid	6,30	1,04	24	4		
		Min	6,02	0,83	0	1		
		Maks	6,55	1,14	41	8		
		N	10	10	10	10		
4	Gjedrem	Mid	6,44	1,31	47	6		
		Min	6,04	1,19	34	3		
		Maks	6,68	1,38	56	11		
		N	7	7	7	7		
1	Tengs (målomr.)	Mid	6,40	1,41	27	6	1,8	45
		Min	6,05	1,03	0	3	1,3	24
		Maks	6,69	3,50	63	11	2,7	59
		N	16	16	15	16	10	10

Innløpet til Ørdsalsvatn (Storåna) var tidligere en referansestasjon for vassdraget, men innsjøkalking oppstrøms prøvetakingspunktet påvirker nå vannkjemien. I 2011 varierte pH mellom 5,1 og 6,4 med årsmiddel 5,6 (**tabell 2, figur 2**). Konsentrasjonen av LAI varierte mellom 2 og 40 µg/L, og årsmiddelet var 13 µg/L. Til tross for kalkpåvirkning var årsmiddelverdien for ANC bare 12 µekv/L. Forsuringstilstanden er betydelig dårligere om vinteren enn om sommeren, og klart bedre enn i Høylandsåni.

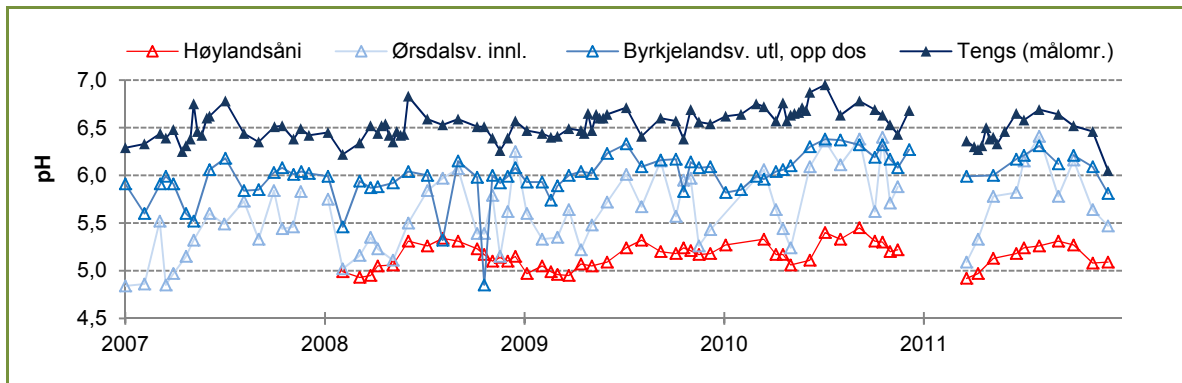


Figur 2. Utvikling av pH i 2011 for referansestasjonen (Høylandsåni) og de øvrige elvestasjonene i Bjerkreimsvassdraget er vist over to diagrammer (A og B). Utvikling for giftig aluminium (LAI) samme år er vist for tre av elvestasjonene (C). pH oppstrøms og nedstrøms doseringsanlegget på Malmei i 2011 (D). NB! Ulik inndeling på y-aksene.

2.2 Langtidstrender

Ved referansestasjonen Høylandsåni er variasjon og årsmidler omtrent på samme nivå som i de tre foregående årene, men kan ikke sammenlignes direkte på grunn av betydelige sesongvariasjoner og varierende prøvetakingsfrekvens. Ved den tidligere referansestasjonen, som nå er påvirket av kalking, var både pH og LAI omtrent på samme nivå som i de to foregående år, men registrert maksimumskonsentrasjon av LAI var noe høyere i 2011. Årsmiddel-pH ved utløpet av Byrkjelandsvatn 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, og det ble større spredning i verdiene. Årets årsmiddel-pH på 6,1 er trolig noe høyt pga. manglende målinger fra januar og februar. Det ble ikke registrert LAI-konsentrasjoner over 10 µg/L oppstrøms doseringsanlegget i 2011.

pH ved utløpet (Tengs) har stort sett variert mellom 6,3 og 6,8, og med årsmidler i underkant av 6,5 de siste 5 årene (**figur 3**). pH-verdien på 6,05 i desember 2011 var derfor spesielt lav, og skyldes trolig de forholdene som er beskrevet (mye nedbør med sjøsalter). Årsmiddel for kalsium har i samme periode variert mellom 1,4 og 1,6 mg/L.



Figur 3. pH-utvikling på fire elvestasjoner i Bjerkreimsvassdraget for perioden 2007-2011. Referansestasjonen Høylandsåni er prøvetatt fra februar 2008.

Fl .3 Bunndyr

Forfattere: Terje Bongard og Bjørn Walseng (NINA)

% .3.1 Resultater og diskusjon

Totalt for 2011 ble det i bunnprøvene fra de seks innsjøene registrert 11 døgnfluearter, to steinfluearter og 13 vårfluearter (**vedlegg C**). Dette er noen flere døgnfluearter og noen færre vårfluearter enn i undersøkelsene fra 2009. Vårfluen *Glossosoma* sp., som ikke tidligere var registrert på Sørlandet (jfr. Aagaard & Dolmen 1996) ble funnet i Svelavatn i 2009, men ble ikke funnet igjen i 2011. Den generelle trenden i materialet er nedadgående, både med hensyn til artsmangfold og sensitive arter. Prøveantallet er imidlertid lite, og vannføringen var mindre gunstig i 2011 enn i 2009. Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn og Maudalsvatn har det laveste artsmangfoldet og individtallet, selv om det i juni ble funnet et stort antall fjærmygglarver i Maudalsvatn. I septemberprøven ble det bare funnet 10 individer totalt. Døgnfluen *Caenis luctuosa* ble registrert på nytt i Oslandsvatn i 2011. Arten er spredt forekommende på Østlandet. *Caenis horaria* er oppført som forsuringfølsom av Fjellheim m.fl. (1990), og sannsynligvis er søsterarten *C. luctuosa* i samme kategori. Det ble heller ikke i år funnet noen eksemplarer av den forsuringfølsomme døgnfluearten *Baetis rhodani*, som til sammen er registrert med fire eksemplarer siden 1999. Arten hører imidlertid ikke hjemme i stillestående vann, og funn i innsjøene skyldes sannsynligvis sporadisk utspyling fra innløpsbekker. Det ble funnet svært få forsuringfølsomme arter i forhold til tidligere år, noe som gir en generell nedgang i forsuringindeksen. Vårfluen *Polycentropus irroratus* som er relativt uvanlig, men ikke forsuringfølsom, ble igjen registrert i Oslandsvatn.

Det ble i 2011 registrert 14 dyregrupper i Oslandsvatn. Dette er en færre enn i 2009. Vannet har vært den rikste lokaliteten så lenge overvåkingen har pågått. I Oslandsvatn er det funnet pH-sensitive arter som klobillen *Limnius volckmari*, krepsdyret *Gammarus lacustris*, døgnfluene *Caenis horaria*, *C. luctuosa* og *Cloeon simile*. Som tidligere år ble det funnet ertemuslinger og snegl, to grupper som er regnet for å være forsuringfølsomme. Døgnfluene *Cloeon dipterum* og *C. simile* har vekslet på å forekomme i Bjerkreimsvassdraget. I 2011 ble begge arter registrert. Fjærmygg er gjennomgående den vanligste bunndyrgruppa i ferskvann, og dominerte i de undersøkte lokalitetene i Bjerkreim. I 2011 var forekomstene igjen ujevne, men generelt noe høyere enn i 2009. Det er vanlig at fjærmyggarter kan svinge i antall gjennom året, og det er derfor usikkert om våre observasjoner er uttrykk for ustabilitet eller naturlige variasjoner.

Som i 2007 og 2009 ble det kun funnet to arter steinfluer i 2011. De registrerte artene er vanlig utbredte og relativt forsureningstolerante. Det finnes flere arter steinfluer som er forventet å være til stede i alle seks vannene.

I hovedtrekk er forskjeller i bunndyrfaunaen mellom de seks lokalitetene ganske konsistent. Oslandsvatn har den høyeste artsrikdommen og den mest mangfoldige faunaen. 21 av totalt 29 arter som ble registrert i 2011 ble funnet i Oslandsvatn. Dette er en svak nedgang fra 2009, hvor 26 av 30 arter ble funnet. Klobillen *Limnius volckmari* er blitt registrert i Oslandsvatn fra 2003 til 2011. Billen brukes i europeiske standarder som indikator for urørte økosystemer.

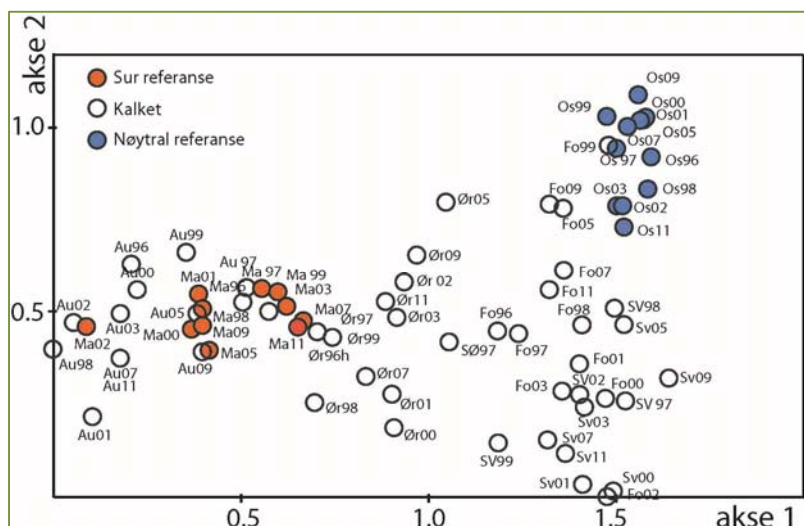
Konklusjonen er at bunndyrfaunaen er ustabil og indikerer et skadet økosystem med et mye lavere biomangfold enn forventet. Antall grupper og individtall er fortsatt generelt lavt i de kalkete vannene. Det er en liten tilbakegang i artsmangfold og forekomster sammenlignet med prøvene fra 2009, noe som muligens kan forklares ved at vannstanden var høy ved begge besøk.

Fl .4 Krepssdyr

Forfatter: Bjørn Walseng (NINA)

Det ble i 2011 påvist til sammen 51 krepssdyrarter, henholdsvis 32 arter vannlopper og 19 arter hoppekrepss (vedlegg D1). Dette er én art mindre enn det som ble funnet i 2009 men samtidig tre arter mer enn hva som ble funnet i 2007. Ingen arter var nye for vassdraget. I den opprinnelig sureste delen av vassdraget (Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn og Maudalsvatn) har det i alle år vært registrert færre arter enn i Oslandsvatn, Svelavatn og Fotlandsvatn. Dette var også tilfelle i 2011 med et snitt på 21 arter for de førstnevnte vannene mot 32 arter i de vannene som har vært bedre bufret mot sur nedbør og som hele tiden har hatt en bedre vannkvalitet. Oslandsvatn har siden 1996, hatt det rikste planktonsamfunnet der de tre vannloppene *Daphnia longispina*, *D. galeata* og *Leptodora kindti* er karakterisert som forsuringfølsomme (vedlegg D2). Ingen av disse artene har etablert seg i Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn og Maudalsvatn. Stor dominans av de to moderat forsuringfølsomme litorale artene *Ophryoxus gracilis* og *Camptocercus rectirostris*, ble registrert i Fotlandsvatn i 2011 (vedlegg D3).

Artssammensetningen for årene 1996-2011 ble analysert ved hjelp av DCA-ordinasjon og resulterte i et plott med kun små avvik fra tidligere år (figur 4).



Figur 4. DCA-ordinasjon som viser plasseringen av de undersøkte lokaliteter i Bjerkreims-vassdraget basert på likheter/forskjeller i krepssdyr-faunaen. Lokaliteter som ligger nær hverandre har en mer lik fauna enn de som ligger langt fra hverandre. Ma=Maudalsvatn, Au=Austrumdalsvatn, Ør=Ørsdalsvatn, Fo=Fotlandsvatn, Sv=Svelavatn og

Fortsatt finner vi Maudalsvatn og Austrumdalsvatn i den "sure" enden av akse 1, mens Oslandsvatn, Fotlandsvatn og Svelavatn ligger i den "nøytrale enden" (**figur 4**). Ørdsalsvatn plasserer seg sentralt i plottet. På slutten av 1990-tallet fikk dette vannet en fauna med stadig flere likhetstrekk med Svelavatn og Fotlandsvatn, det vil si med flere pH-følsomme arter. De senere årene har faunaen her imidlertid endret seg lite. Også i Austrumdalsvatn har det skjedd små endringer, dette til tross for at vannkvaliteten også her har vært stabil med en pH på ca 6,0. Erfaring fra andre større vann som er blitt kalket, for eksempel Nisser og Fyresvatn i Aust-Agder, viser at krepsdyrfaunaen i store vannvolum responderer tregt når vannene har vært forsuret over lang tid. Krepsdyrfaunaen i Maudalsvatn bekrefter at det har skjedd en naturlig bedring av vannkvaliteten her.

Fl .5 Planteplankton

Forfatter: Pål Brettum (NIVA)

Analyseresultatene er gitt i **vedlegg E** og fremstilt i **figur 5**. I figurene er resultatene for årene 1997-2009 sammenstilt med resultatene for 2011.

Maudalsvatn

Denne innsjøen har et fattig planteplanktonsamfunn med få arter/taksa og svært lave mengder målt som totalvolum (**figur 5, vedlegg E1**). Selv om resultatene et par år viste en tendens til noe økende totalvolum, er resultatene fra 2009 og 2011, omtrent som i begynnelsen av undersøkelsesperioden. Mengde planteplankton viser likevel at denne innsjøen er noe mer næringsrik enn de to kalkete innsjøene. Ut fra planteplanktonanalysene må Maudalsvatn, som tidligere, betegnes som næringsfattig til svært næringsfattig (Brettum 1989, Brettum og Andersen 2005).

Gullalger (Chrysophyceae) var den viktigste gruppen alle år, sesongen sett under ett. Resultatene for 2011 viste verdier for totalvolum innenfor variasjonene fra tidligere år, med henholdsvis 148 i juni og 63 mm³/m³ i august. Antall arter/taksa i 2011 var 32. Gruppen dinoflagellater (Dinophyceae) er også en relativt viktig gruppe, primært ved artene *Gymnodinium lacustre* og *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*). Også i 2009 var *Gymnodinium lacustre* en viktig, men ikke dominerende, komponent i planteplanktonsamfunnet. I 2011 utgjorde gruppen ca. 30 % av totalvolumet. De fleste registrerte arter/taksa fra tidligere år ble også registrert i planteplanktonsamfunnet i 2009 og 2011, selv om mengdefordelingen mellom artene og gruppene varierte en del sammenlignet med tidligere år. Her må en ta i betraktning at resultatene omfatter analyseresultater fra kun to prøver pr. år.

Ørdsalsvatn

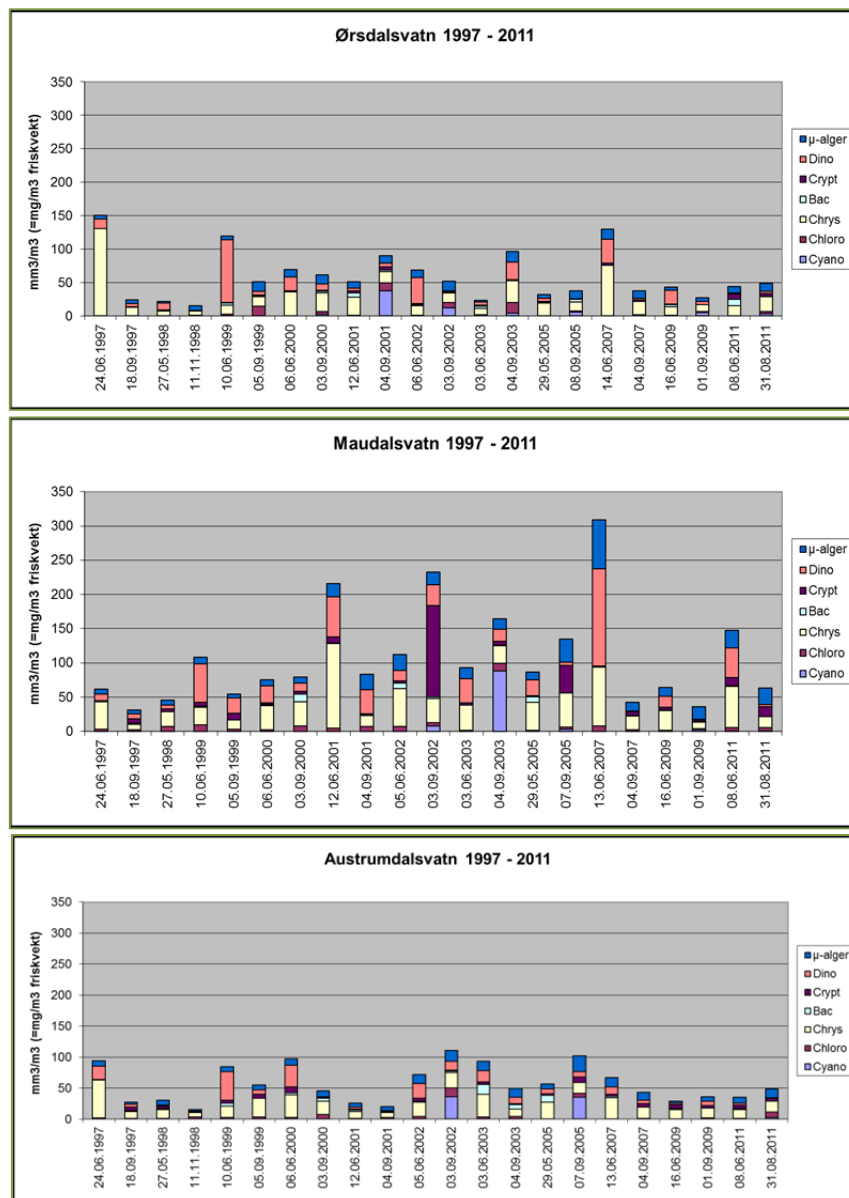
I Ørdsalsvatn er det registrert svært små mengder planteplankton, med relativt få arter alle år (**figur 5, vedlegg E2**). Arts- og gruppesammensetningen samt svært lave totalvolum indikerer at Ørdsalsvatn fremdeles er svært næringsfattig (Brettum 1989, Brettum og Andersen 2005). De artene som en registrerte i prøvene var i store trekk de samme som tidligere.

Gullalger (Chrysophyceae) var også i denne innsjøen den viktigste gruppen i vekstsesongen alle år. Analyseresultatene for 2009 viste ekstremt lave verdier for totalvolum av planteplankton, med henholdsvis 44 mm³/m³ i juni og 27 mm³/m³ i september og med 29 registrerte arter/taksa. I 2011 var verdiene 43 og 49 mm³/m³. 31 arter/taksa ble registrert. I 2009 ble både *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* registrert i prøven fra juni med noen få individer. I 2011 ble det bare funnet noen få individer av *Rhodomonas lacustris* i

prøven fra august. Begge disse cryptomonadene er ømfintlige for forsurening. Disse artene forsvinner vanligvis når pH blir lavere enn 5.0-5.5. For cyanobakterien (Cyanophyceae) *Merismopedia tenuissima*, gjelder stort sett det samme. I september 2009 utgjorde den en andel av det samlede planteplanktonvolum på 18 %. I prøven fra august 2011 ble kun noen få eksemplarer av arten funnet.

Austrumdalsvatn

Denne innsjøen har også et relativt artsfattig planteplanktonsamfunn (**figur 5, vedlegg E3**). Arts- og gruppesammensetningen samt svært lave totalvolum viser at Austrumdalsvatn også i 2011 er svært næringsfattig (Brettum 1989, Brettum og Andersen 2005).



Figur 5. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Maudalsvatn, Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn i perioden 1997 - 2011.

Gruppen gullalger (Chrysophyceae) var den viktigste gjennom alle år også i denne innsjøen. I alt 26 arter/taksa ble registrert i prøvene for 2009. Analyseresultatene for 2011 viser

totalvolumer på henholdsvis 35 i juni og 49 mm³/m³ i august, altså svært lave verdier. 35 arter/taksa ble registrert. De forsureningsfølsomme artene *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* (Cryptophyceae) ble registrert i prøvene både fra 2009 og 2011. Cyanobakterien (Cyanophyceae) *Merismopedia tenuissima*, som i 2002 og 2003 utgjorde ca. 33 %, av totalvolumet, ble registrert med små bestander både i 2009 og 2011.

Fl .6 Samlet vurdering

¶ .6.1 Vannkjemi

Året 2011 var preget av mye nedbør (138 % av normalen). Forbruket av kalk var det høyeste på fem år. Mye nedbør med sjøsalter ga relativt høy LAI-konsentrasjon ved referansestasjonen Høylandsåni i mars og desember. I desember var det også dårlig vannkjemi i utløpet av Ørdsalsvatn, dette til tross for kalking og innsjøens lange oppholdstid. Den spesielt sure avrenningen kan ha lagt seg øverst i innsjøen hvis innsjøtemperaturen var lav og avrenningen varmere. Dermed kan også utløpselva påvirkes negativt, og tiltak bør vurderes.

For at tilstanden skal klassifiseres som god i laksevasdrag må ANC og pH være høyere enn henholdsvis 40 µekv/L og 6,2, og konsentrasjonen av LAI må være lavere enn 10 µg/L i smoltifiseringsperioden (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009). Tilsvarende grenser for lakseparr er ANC > 30 µekv/L, pH > 5,6 og LAI < 20 µg/L. Vannkvaliteten i hovedelva er derfor tilfredsstillende, mens den er langt dårligere enn kriteriene for god tilstand i innløpselva til Ørdsalsvatn, særlig i smoltifiseringsperioden. Optimaliseringstiltak er her under planlegging.

Ved de to stasjonene som ligger oppstrøms doseringsanlegget ved Malmei, ble det ikke påvist LAI-konsentrasjoner høyere enn 10 µg/L i 2011, men pH var lavere enn målsettingen på 6,2 i smoltifiseringsperioden. Ved alle stasjoner som ligger nedstrøms kalkdosereren var pH høyere enn målsettingen, unntatt i tre prøver fra øverste stasjon og i én fra utløpet av Hofreistevatn. Avvikene var imidlertid relativt små.

¶ .6.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Bjerkreim i 2011.

¶ .6.3 Bunndyr

Bunndyrfaunaen er ustabil og indikerer et skadet økosystem med et mye lavere biomangfold enn forventet. 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 Krepser

Det ble i 2011 påvist til sammen 51 krepsdyrarter, henholdsvis 32 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps. Oslandsvatn, som fungerer som et referansevann, er karakterisert ved en svært stabil krepsdyrfauna både med hensyn til arts sammensetning og dominansforhold. Oslandsvatn og Fotlandsvatn hadde flest arter i 2011, med respektive 34 og 35 arter. Stor dominans av de to moderat forsurningsfølsomme artene *Ophryoxus gracilis* og *Camptocercus rectirostris* ble registrert i Fotlandsvatn i månedsskiftet august/september, noe som ikke har

vært registrert tidligere. I de siste årene har endringene i krepsdyrfaunaen i Austrumdalsvatn og Ørsdalsvatn vært små, dette til tross for at vannkvaliteten har vært stabil med en pH på ca 6,0. Erfaring fra andre større vann som er blitt kalket, for eksempel Nisser og Fyresvatn i Aust-Agder, viser at krepsdyrfaunaen i store vannvolum responderer tregt når vannene har vært forsuret over lang tid. Maudalsvatn har en fauna som tyder på at det har skjedd en naturlig bedring av vannkvaliteten i dette vannet.

6.5 Planteplankton

I det ukalkete Maudalsvatn har det vært en viss økning i artsantallet og beregnet totalvolum planteplankton gjennom undersøkelsesperioden frem til 2007, men dette var redusert igjen i 2009 og 2011. I de kalkete innsjøene Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn har totalvolum planteplankton ligget på et lavt og relativt uendret nivå gjennom hele perioden. Antall arter/taksa økte imidlertid markert etter at kalkingen satte inn og artssammensetningen har endret seg vesentlig. Blant annet har forsurningsfølsomme arter som cryptomonadene (Cryptophyceae) *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* etablert seg i planteplanktonsamfunnet. I Ørsdalsvatn ble bare *Rhodomonas* registrert i de to prøvene fra 2011, mens begge artene ble registrert i Austrumdalsvatn. Antall individer av disse forsurningsfølsomme artene var imidlertid lavt.

6.6 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

pH oppstrøms kalkdosereren på Malmei var lavere enn målet på 6,2, i smoltifiseringsperioden mens LAI-konsentrasjonen var under kritisk grense. RAI-konsentrasjonene er også svært lave. Vi mener dette ikke gir grunnlag for ytterligere kalkingstiltak så langt oppe i vassdraget. Sure episoder med høye verdier av LAI både i 2007 og 2008 indikerer at kutt i kalkingsaktiviteten i form av å begrense denne til smoltifiseringsperioden, bør kun gjennomføres etter nærmere vurdering.

Også i 2011 ble det påvist forholdsvis surt vann i innløpselva (Storåna) til Ørsdalsvatn. Hvis planlagt optimaliseringstiltak i Storåna gjennomføres, vil forholdene bedres, og det kan legges til rette for laks også her.

Surt vann i utløpet av Ørsdalsvatn kan tyde på at innsjøkalking ikke gir tilfredsstillende beskyttelse i utløpselva. Forholdene kan ha vært svært spesielle i 2011, da så lav pH ikke har vært målt etter at innsjøkalkingen begynte. Dersom det skal være aktuelt å foreslå tiltak i elva bør dette baseres på et bedre datagrunnlag enn det dagens innsjøovervåking tillater.

Fl .7 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Bjerkreimsvassdraget i 2011

Tema	Stasjonskoder	Stasjonsnavn	UTM_X_3 2	UTM_Y_3 2
Vannkjemi	1	Tengs	324802	6486028
Vannkjemi	4	Gjedrem	331124	6500264
Vannkjemi	6	Høylandsåni	348028	6506247
Vannkjemi	7	Ørsdalsvatnet innløp (Storåna)	348815	6506650
Vannkjemi	8	Austrumdalsvatnet utløp	339247	6507988
Vannkjemi	9	Hofreistevatn utløp	335360	6505911
Vannkjemi	12	Ørsdalsvatn utløp	332521	6498557
Vannkjemi	14	Malmei oppstr doserer	337597	6509751
Vannkjemi	15	Malmei nedstr doserer	337192	6509179
Vannkjemi	20A	Byrkjelandsvatn utløp oppst doserer	337500	6509586
Vannkjemi (vertikal profil)	70 - 75	Ørsdalsvatnet	336434	6500364
Vannkjemi (vertikal profil)	76 - 80	Austrumdalsvatnet	341601	6508802
Plankton/Krepsdyr/Bunndyr	Ma	Maudalsvatnet	342684	6514650
Plankton/Krepsdyr/Bunndyr	Ør	Ørsdalsvatnet	336434	6500364
Plankton/Krepsdyr/Bunndyr	Au	Austrumdalsvatnet	341601	6508802
Krepsdyr/Bunndyr	Fo	Fotlandsvatn	325750	6487586
Krepsdyr/Bunndyr	Os	Oslandsvatn	319606	6504800
Krepsdyr/Bunndyr	Sv	Svelavatn	331473	6502315

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Bjerkreimsvassdraget i 2011

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		

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	TOC mg C/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg N/l	Tot-N µg N/l	Tot-P µg P/l	SiO ₂ mg SiO ₂ /l	ANC µekv/l
1	Tengs (målovr.)	21/03/11	6,36	1,44	0,050	21	17	14	3	2,7	3,80	0,58	3,39	0,48	6,50	1,90	450	550	20	0,70	24
1	Tengs (målovr.)	04/04/11	6,30	1,15	0,040	10	19	16	3		3,10										
1	Tengs (målovr.)	11/04/11	6,27	1,14	0,030	0	22	17	5	2,2	2,90	0,42	2,47	0,27	4,70	1,40	270	350	0	0,65	25
1	Tengs (målovr.)	18/04/11	6,31	1,03	0,030	0	26	17	9		3,10										
1	Tengs (målovr.)	26/04/11	6,50	1,15	0,040	10	20	12	8		2,90										
1	Tengs (målovr.)	02/05/11	6,38	1,18	0,040	10	18	13	5		2,90										
1	Tengs (målovr.)	09/05/11	6,40	1,30	0,050	21	17	13	4	1,8	3,00	0,50	2,77	0,27	4,50	1,30	280	370	10	0,66	59
1	Tengs (målovr.)	16/05/11	6,33	1,35	0,050	21	18	14	4		3,10										
1	Tengs (målovr.)	30/05/11	6,46	1,06	0,040	10	21	17	4		3,10										
1	Tengs (målovr.)	20/06/11	6,65	1,38	0,078	50	19	14	5	1,3	2,99	0,56	3,06	0,31	5,11	1,66	310	415	4	1,39	55
1	Tengs (målovr.)	04/07/11	6,58	1,64			22	16	6	1,7	3,74	0,65	3,86	0,40	6,33	1,96	495	625	8	1,47	59
1	Tengs (målovr.)	01/08/11	6,69	1,34	0,080	52	18	14	4	1,6	3,05	0,56	2,91	0,33	4,78	1,68	355	510	3	1,33	53
1	Tengs (målovr.)	05/09/11	6,64	1,36	0,080	52	21	14	7	1,7	2,97	0,47	2,75	0,35	4,67	1,63	345	485	5	1,33	45
1	Tengs (målovr.)	03/10/11	6,52	1,33	0,078	50	25	21	4	1,9	2,85	0,52	2,63	0,32	4,43	1,66	360	530	4	1,50	46
1	Tengs (målovr.)	07/11/11	6,46	1,28	0,070	42	20	14	6	1,5	2,83	0,48	2,58	0,31	4,56	1,61	355	435	4	1,57	36
1	Tengs (målovr.)	05/12/11	6,05	3,50	0,090	63	26	15	11	1,5	6,07	0,85	4,50	1,07	8,40	2,98	1750	1910	7	2,87	44
4	Gjedrem	20/06/11	6,65	1,34	0,080	52	19	13	6		3,03										
4	Gjedrem	04/07/11	6,51	1,32	0,076	48	20	14	6		3,03										
4	Gjedrem	01/08/11	6,68	1,38	0,083	56	17	12	5		3,17										
4	Gjedrem	05/09/11	6,55	1,35	0,082	55	16	13	3		3,08										
4	Gjedrem	03/10/11	6,56	1,24	0,074	46	23	19	4		2,59										

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 C/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg N/l	Tot-N µg N/l	Tot-P µg P/l	SiO ₂ mg SiO ₂ /l	ANC µekv/l	
4	Gjedrem	07/11/11	6,48	1,19	0,065	37	19	15	4		2,57											
4	Gjedrem	05/12/11	6,04	1,35	0,062	34	25	14	11		3,21											
6	Høylandsåni	21/03/11	4,92	0,21			64	19	45	2,2	2,60	0,34	2,38	0,18	4,60	1,40	300	360	10	0,63	-34	
6	Høylandsåni	11/04/11	4,97	0,18			52	24	28	1,7	2,20	0,27	1,87	0,15	3,50	0,90	190	270	0	0,34	-15	
6	Høylandsåni	09/05/11	5,13	0,15			29	13	16	1,5	1,30	0,16	1,16	0,08	1,60	0,53	130	190	10	0,23	8	
6	Høylandsåni	20/06/11	5,18	0,21	0,028	0	35	13	22	0,87	1,85	0,27	1,96	0,10	3,47	1,04	125	190	2	0,43	-8	
6	Høylandsåni	04/07/11	5,24	0,20			40	20	20	1,3	1,76	0,24	1,87	0,10	3,02	1,11	155	215	2	0,54	-6	
6	Høylandsåni	01/08/11	5,26	0,19	0,031	0	38	20	18	1,3	1,67	0,25	1,72	0,09	2,63	1,09	164	250	5	0,47	-1	
6	Høylandsåni	05/09/11	5,31	0,15	0,031	0	44	23	21	1,9	1,32	0,16	1,32	0,06	1,98	0,94	100	235	2	0,64	-3	
6	Høylandsåni	03/10/11	5,27	0,17	0,029	0	43	24	19	1,6	1,56	0,21	1,53	0,10	2,55	1,03	140	245	2	0,77	-9	
6	Høylandsåni	07/11/11	5,08	0,23	0,023	0	46	19	27	1,2	1,90	0,24	1,76	0,12	3,18	1,07	195	265	2	0,75	-15	
6	Høylandsåni	05/12/11	5,09	0,28	0,022	0	68	13	55	0,99	2,67	0,37	2,55	0,12	5,10	1,23	180	275	3	0,81	-24	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	21/03/11	5,09	0,32			65	25	40	2,6	2,70	0,37	2,48	0,21	4,80	1,40	290	360	10	0,82	-26	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	11/04/11	5,33	0,46			44	30	14	2,5	2,10	0,29	1,96	0,22	3,70	1,00	160	240	0	0,41	1	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	09/05/11	5,78	0,38			32	26	6	2,6	1,40	0,18	1,33	0,14	1,80	0,65	90	200	10	0,31	24	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	20/06/11	5,82	0,42	0,039	9	32	25	7	1,8	1,53	0,23	1,77	0,11	2,91	0,97	72	170	3	0,36	12	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	04/07/11	6,15	0,58			34	30	4	2,2	1,49	0,22	1,65	0,12	2,44	0,98	100	185	4	0,41	25	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	01/08/11	6,41	0,72	0,058	29	22	20	2	1,9	1,52	0,20	1,57	0,09	2,13	1,07	88	215	<1	0,24	34	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	05/09/11	5,78	0,52	0,046	16	79	64	15	4,9	1,26	0,16	1,26	0,09	1,60	0,83	64	285	6	1,18	29	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	03/10/11	6,16	0,70	0,053	24	33	28	5	2,2	1,50	0,21	1,46	0,11	2,20	1,02	120	265	3	0,73	27	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	07/11/11	5,64	0,50	0,036	5	52	40	12	2,4	1,59	0,22	1,55	0,12	2,64	1,05	120	220	2	1,13	9	
7	Ørdsalsv. innl. (Storåna)	05/12/11	5,47	0,66	0,030	0	46	19	27	1,2	2,64	0,41	2,46	0,15	5,52	1,17	130	220	3	1,07	-12	
8	Austrumsdalsvatn utl.	21/03/11	6,18	1,12	0,040	10	23	21	2		2,50											
8	Austrumsdalsvatn utl.	11/04/11	6,18	1,01	0,030	0	26	22	4		2,50											
8	Austrumsdalsvatn utl.	09/05/11	6,25	1,09	0,040	10	25	20	5		2,40											
8	Austrumsdalsvatn utl.	20/06/11	6,36	1,00	0,060	31	25	21	4		2,18											
8	Austrumsdalsvatn utl.	04/07/11	6,31	1,00	0,060	31	24	21	3		2,15											
8	Austrumsdalsvatn utl.	01/08/11	6,32	0,83	0,056	27	29	26	3		1,94											
8	Austrumsdalsvatn utl.	05/09/11	6,84	1,98	0,112	86	28	20	8		2,50											
8	Austrumsdalsvatn utl.	03/10/11	6,68	1,32	0,084	57	32	28	4		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 C/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg N/l	Tot-N µg N/l	Tot-P µg P/l	SiO ₂ mg SiO ₂ /l	ANC µekv/l
8	Austrumsdalsvatn utl.	07/11/11	6,50	1,33	0,071	43	27	22	5		2,22										
8	Austrumsdalsvatn utl.	05/12/11	6,05	1,26	0,064	36	28	19	9		2,34										
9	Hofreistevatn utl.	21/03/11	6,11	0,91	0,030	0	18	15	3		2,70										
9	Hofreistevatn utl.	11/04/11	6,20	0,83	0,030	0	20	19	1		2,60										
9	Hofreistevatn utl.	09/05/11	6,29	1,13	0,030	0	20	15	5		2,70										
9	Hofreistevatn utl.	20/06/11	6,48	1,07	0,064	36	22	17	5		2,49										
9	Hofreistevatn utl.	04/07/11	6,35	1,08	0,063	35	19	15	4		2,48										
9	Hofreistevatn utl.	01/08/11	6,41	0,91	0,059	30	21	17	4		2,36										
9	Hofreistevatn utl.	05/09/11	6,49	1,10	0,067	39	17	15	2		2,44										
9	Hofreistevatn utl.	03/10/11	6,55	1,12	0,069	41	23	20	3		2,37										
9	Hofreistevatn utl.	07/11/11	6,38	1,11	0,062	34	21	16	5		2,41										
9	Hofreistevatn utl.	05/12/11	6,02	1,14	0,059	30	22	14	8		2,56										
12	Ørsdalsvatn utl.	21/03/11	6,10	0,94	0,030	0	21	18	3		2,50										
12	Ørsdalsvatn utl.	11/04/11	6,27	1,06	0,030	0	22	17	5		2,60										
12	Ørsdalsvatn utl.	09/05/11	6,32	1,21	0,030	0	22	16	6		2,60										
12	Ørsdalsvatn utl.	20/06/11	6,40	1,08	0,061	32	24	18	6		2,38										
12	Ørsdalsvatn utl.	04/07/11	6,33	1,11	0,061	32	24	18	6		2,39										
12	Ørsdalsvatn utl.	01/08/11	6,36	0,91	0,057	28	28	23	5		2,16										
12	Ørsdalsvatn utl.	05/09/11	6,34	1,03	0,058	29	25	22	3		2,22										
12	Ørsdalsvatn utl.	03/10/11	6,31	0,86	0,058	29	30	26	4		2,09										
12	Ørsdalsvatn utl.	07/11/11	6,24	1,00	0,052	23	29	23	6		2,16										
12	Ørsdalsvatn utl.	05/12/11	5,15	0,82	0,024	0	27	17	10		3,68										
12	Ørsdalsvatn utl.*	28/12/11	4,96	0,56	0,021	0	83	16	67		4,23										
20A	Byrkjeldsv. utl. oppstr. dos.	21/03/11	5,99	0,81	0,020	0	20	17	3		2,70										
20A	Byrkjeldsv. utl. oppstr. dos.	09/05/11	6,00	0,86	0,020	0	20	14	6		2,60										
20A	Byrkjeldsv. utl. oppstr. dos.	20/06/11	6,17	0,81	0,050	21	21	17	4		2,44										
20A	Byrkjeldsv. utl. oppstr. dos.	04/07/11	6,21	0,83	0,052	23	22	19	3		2,43										
20A	Byrkjeldsv. utl. oppstr. dos.	01/08/11	6,31	0,83	0,055	26	19	16	3		2,40										
20A	Byrkjeldsv. utl. oppstr. dos.	05/09/11	6,12	0,81	0,056	27	18	14	4		2,35										
20A	Byrkjeldsv. utl. oppstr. dos.	03/10/11	6,21	0,71	0,052	23	24	19	5		2,20										

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 C/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg N/l	Tot-N µg N/l	Tot-P µg P/l	SiO ₂ mg SiO ₂ /l	ANC µekv/l
20A	Byrkjeldandsv.utl.oppstr. dos.	07/11/11	6,09	0,82	0,048	19	20	14	6		2,35										
20A	Byrkjeldandsv.utl.oppstr. dos.	05/12/11	5,81	0,81	0,043	13	23	13	10		2,41										
14	Malmei oppstr	21/03/11	6,10	0,69							2,70										
14	Malmei oppstr	28/03/11	6,02	0,65							2,50										
14	Malmei oppstr	04/04/11	5,99	0,64							2,60										
14	Malmei oppstr	11/04/11	5,88	0,64							2,50										
14	Malmei oppstr	18/04/11	5,90	0,59							2,50										
14	Malmei oppstr	26/04/11	6,00	0,76							2,60										
14	Malmei oppstr	02/05/11	6,05	0,71							2,60										
14	Malmei oppstr	09/05/11	6,10	0,96							2,60										
14	Malmei oppstr	16/05/11	5,93	0,87							2,60										
14	Malmei oppstr	23/05/11	6,13	0,71							2,70										
14	Malmei oppstr	30/05/11	6,30	0,54							2,60										
14	Malmei oppstr	20/06/11	6,23	0,83							2,49										
14	Malmei oppstr	27/06/11	6,34	0,81							2,47										
14	Malmei oppstr	25/07/11	6,31	0,85							2,39										
14	Malmei oppstr	08/08/11	6,29	0,81							2,37										
14	Malmei oppstr	22/08/11	6,36	0,77							2,32										
14	Malmei oppstr	05/09/11	6,02	0,81							2,35										
14	Malmei oppstr	19/09/11	6,26	0,73							2,25										
14	Malmei oppstr	03/10/11	6,48	0,71							2,29										
14	Malmei oppstr	17/10/11	6,35	0,75							2,22										
14	Malmei oppstr	31/10/11	6,19	0,74							2,44										
14	Malmei oppstr	14/11/11	6,25	0,82							2,39										
14	Malmei oppstr	28/11/11	5,86	0,78							2,63										
14	Malmei oppstr	15/12/11	6,08	0,88							2,56										
14	Malmei oppstr	26/12/11	5,98	0,81							2,75										
15	Malmei nedstr	21/03/11	6,14	0,88							2,70										
15	Malmei nedstr	28/03/11	6,06	0,75							2,50										
15	Malmei nedstr	04/04/11	6,00	0,73							2,60										
15	Malmei nedstr	11/04/11	6,30	1,11							2,70										
15	Malmei nedstr	18/04/11	6,40	1,07							2,70										

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 C/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg N/l	Tot-N µg N/l	Tot-P µg P/l	SiO ₂ mg SiO ₂ /l	ANC µekv/l	
15	Malmei nedstr	26/04/11	6,40	1,10							2,70											
15	Malmei nedstr	02/05/11	6,32	1,29							2,80											
15	Malmei nedstr	09/05/11	6,36	1,25							2,70											
15	Malmei nedstr	16/05/11	6,30	1,33							2,80											
15	Malmei nedstr	23/05/11	6,41	1,15							2,80											
15	Malmei nedstr	30/05/11	6,48	1,20							2,80											
15	Malmei nedstr	20/06/11	6,46	0,95							2,46											
15	Malmei nedstr	27/06/11	6,44	0,91							2,44											
15	Malmei nedstr	25/07/11	6,47	0,94							2,37											
15	Malmei nedstr	08/08/11	6,33	0,82							2,21											
15	Malmei nedstr	22/08/11	6,63	0,99							2,36											
15	Malmei nedstr	05/09/11	6,45	1,04							2,33											
15	Malmei nedstr	19/09/11	6,52	0,95							2,28											
15	Malmei nedstr	03/10/11	6,56	0,88							2,27											
15	Malmei nedstr	17/10/11	6,50	0,92							2,25											
15	Malmei nedstr	31/10/11	6,44	0,90							2,44											
15	Malmei nedstr	14/11/11	6,41	0,94							2,43											
15	Malmei nedstr	28/11/11	6,18	0,99							2,40											
15	Malmei nedstr	15/12/11	6,21	0,99							2,62											
15	Malmei nedstr	26/12/11	6,17	0,96							2,66											

*Uklart om prøven fra st. 12 tatt 28/12 tilhører denne stasjonen. Verdiene er ikke med i øvrige figurer eller tabeller

St.nr.	St. navn	Dato	Dyp m	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Temp °C	Siktedyp m	Fargeobserv.
70	Ørsdalsvatn	04/12/11	1	6,15	1,03	0,054	65	6,1	9,0	Grønn
71	Ørsdalsvatn	04/12/11	10	6,07	1,00	0,054	25	6,1		
72	Ørsdalsvatn	04/12/11	20	6,05	1,06	0,054	25	6,1		
74	Ørsdalsvatn	04/12/11	100	6,09	1,16	0,059	30	4,6		
75	Ørsdalsvatn	04/12/11	200	6,11	1,18	0,060	31	4,5		
76	Austrumdalsvatn	04/12/11	1	6,20	1,29	0,067	39	5,5	8,0	Gul
77	Austrumdalsvatn	04/12/11	10	6,20	1,19	0,067	39	5,6		
78	Austrumdalsvatn	04/12/11	20	6,20	1,22	0,074	46	5,6		
80	Austrumdalsvatn	04/12/11	75	6,21	1,28	0,068	40	5,6		

Vedlegg C. Primærdata – bunndyr 2011

Antall individer av ulike bunndyrarter og –grupper i seks innsjøer i Bjerkreimvassdraget i juni og september 2011.

Lokaliteter	Fotlandsvatn		Oslandsvatn		Svelavatn		Austrumdalsvatn		Maudalsvatn		Ørsdalsvatn	
	Juni	Sept.	Juni	Sept.	Juni	Sept.	Juni	Sept.	Juni	Sept.	Juni	Sept.
Ertemuslinger				110								
Snegl												
<i>Lymnaea peregra</i>	2	9	35	85	25	140						
Skivesnegl												
<i>Gyraulus sp.</i>	5	12	20	100	5	30						
Igler		2						4				
Fåbørstemark	4		95	55	5	220	1	95	50		3	
Midd	15	30	8	5	15	10	3		25			
Krepsdyr												
<i>Gammarus lacustris</i>			15	70								2
Døgnfluer												
<i>Siphonurus alternatus</i>		5										
<i>S. lacustris</i>					2							
<i>Cloeon simile</i>	2	30		85								
<i>C. dipterum</i>				1								
<i>Centroptilum luteolum</i>					1							
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	45								1			
<i>Leptophlebia vespertina</i>	38		110		3				12			
<i>Leptophlebia marginata</i>							25				28	
<i>Paraleptophlebia strandii</i>			1									
<i>Caenis horaria</i>	1			12								
<i>Caenis luctuosa</i>			30									
Steinfluer												
<i>Nemoura cinerea</i>							6				2	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>									15			
Vårfluer												
<i>Hydroptila spp.</i>		6		25		6						
<i>Holocentropus dubius</i>				15	1			1	1		1	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			65	40				1				
<i>P. irroratus</i>				1								
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			10	14								
<i>Cyrnus trimaculatus</i>			30	1								
<i>Tinodes waeneri</i>			38	28								
<i>Limnephilus spp.</i>	1		4	15		3	2	1				
<i>L. vittatus</i>									5			
<i>Lepidostoma hirtum</i>				1								
<i>Mystacides azurea</i>				3				1				
Buksvømmere	125	200	15	60		20						
Klobiller												
<i>Elmis aenea</i>			10									
<i>Limnius volckmari</i>			10	8								
Vannkalver	1	18	8	22	1	3	1	1		1	2	
Haliplider		5			8	45						
Vannymfer	18		15									
Stankelbeinmygg		3		5		40		6		4		1
Fjærmygg	60	12	250	250	35	200	10	300	1600	5	15	3
SUM	317	332	769	1011	101	717	48	410	1709	10	51	6

Forsuringsindeks 1	1	0.5	1	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0
Antall grupper	9	11	12	13	9	10	7	6	6	3	6	3
Antall døgnfluearter	4	2	3	3	3	0	1	0	2	0	1	0
Antall steinfluearter	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Antall vårfluearter	1	1	5	11	1	2	1	4	2	0	1	0

Vedlegg D. Primærdata – krepsdyr 2011

Vedlegg D1. Artsliste for seks lokaliteter i Bjerkreimsvassdraget i juni og september 2011.

dato	juni	sept	juni	sept	juni	sept	juni	sep	juni	sept	juni	sept
Lokalitet	Maud.	Maud.	Aust.	Aust.	Ørsd.	Ørsd.	Os.	t	Svela	Svela	Fotl.	Fotl.
	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Cladocera												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T								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	
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)						x		x				
Daphnia galeata Sars							x		x	x		
Daphnia longispina (O.F.M.)							x	x				x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)						x		x	x	x		x
Simocephalus vetula (O.F.M.)												x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Iliocryptus sordidus (Liév.)											x	
Lathonura rectirostris (O.F.M.)												x
Ophryoxus gracilis Sars				x		x				x		x
Acroperus harpae (Baird)	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
Alona intermedia Sars		x								x		x
Alona rectangula Sars												x
Alona rustica Scott			x	x								
Alonella excisa (Fischer)			x	x	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
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Fischer)		x										x
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)								x	x	x	x	x
Pseudochydorus globosus (Baird)						x						
Rhynchotalona falcata Sars		x	x	x	x							
Polyphemus pediculus (Leuck.)				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig		x						x				
Leptodora kindti (Focke)								x				
Copepoda												
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Hetercope saliens (Lillj.)		x						x	x			x
cal ind											x	x
Macrocyclops albidus (Jur.)	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclops fuscus (Jur.)					x			x				x
Eucyclops denticulatus (A.Graet)										x	x	
Eucyclops macruroides (Lillj.)							x	x	x	x		
Eucyclops macrurus (Sars)					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			
Cyclops abyssorum S.L.							x	x	x	x		
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x	x	x			x	
Megacyclops gigas (Claus)								x				
Megacyclops viridis (Jur.)							x	x				
Acanthocyclops capillatus (Sars)											x	x
Acanthocyclops robustus Sars	x		x	x	x	x			x	x	x	x
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)			x									
Diacyclops nanus (Sars)	x							x				
Cryptocyclops bicolor (Sars)								x				x
ant arter vannlopper	8	14	8	13	11	12	11	19	11	18	13	21

ant arter hoppekreps	6	5	5	4	8	6	10	14	8	8	9	10
tot ant krepsdyr	14	19	13	17	19	18	21	33	19	26	22	31

Vedlegg D2. Sammensetningen av planktoniske krepsdyr i i Bjerkreimvassdraget 2011 * < 1 % ** 1-10 % *** > 10 %.

dato	mai	sept	mai	sept	mai	sept	mai	sept	mai	sept	mai	sept
Lokalitet	Maud.	Maud.	Austr.	Austr.	Ørsd.	Ørsd.	Oslan.	Oslan.	Svela	Svela	Fotl.v	Fotl.v
	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v		
Cladocera												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T										***		
Holopedium gibberum Zaddach	**	*	**	*	**	*	*	*			**	
Daphnia galeata Sars							**		*	***		
Daphnia longispina (O.F.M.)							*	*				***
Bosmina longispina Leydig	***	***	*	***	*	*	***	*	***	***	***	***
Bythotrephes longimanus Leydig		*						*				
Leptodora kindti (Focke) andre	*	*	*	*		*					***	***
Copepoda												
Eudiaptomus gracilis Sars	**	**	*	*	**	*	*	*	***	*		
Heterocope saliens (Lillj.) cal naup		*					*	*				**
cal cop	***		**	*	**		***	***			***	**
Cyclops abyssorum S.L.							**	*	***	***		
Cyclops scutifer Sars	***	**	***	***	**	**	**	***			**	
Diacyclops nanus (Sars) naup	*	*	***		***	***	***	***		**	***	
cycl cop (I-III)											**	***
antall planktoniske arter	5	6	4	4	4	4	8	9	4	5	4	4
tot ant individer	3442	3112 3	721	2663	540	4069	22150	11506	281	4180	81	44
trekkelengde (m)	20	21 2097	13	14	50	50	17	15,5	13	13,5	8,5	9
antall pr m2	2435	1	785	2692	153	1152	18437	10504	306	4381	135	69

Vedlegg D3. Sammensetning av litorale krepsdyr i Bjerkreimvassdraget 2011 * < 1 % ** 1-10 % *** > 10 %.

prøve	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	aug	juni	sept
dato	Maud.v.	Maud.v.	Austr.v	Austr.v	Ørsd.v	Ørsd.v	Osl.v	Osl.v	Svelav	Svelav	Fotl.v	Fotl.v
Cladocera												
Diaphanosoma brachyurum									***		*	
Sida crystallina					*	*	*	***		***		**
Holopedium gibberum	*	*	**	**		*	**	*				
Ceriodaph. quadrangular						*		*				
Daphnia longispina								*				
Scapholeberis mucronata						*		*	*	***		*
Simocephalus vetula									**	***	**	**
Bosmina longispina	***	***	**	***	***	***	***	***	**	***	**	**
Lathonura rectirostris											*	*
Ophryoxus gracilis				**		*					*	***

Acroperus harpae	***	***	*	**	*		*	**	*	**	*	**
Alona affinis	*	*	*	**			*	**	*	*	*	**
Alona guttata		*						*	**	*	*	*
Alona intermedia		*							*		*	*
Alona rectangula												*
Alona rustica				*					*	*	*	*
Alonella excisa			***	**	*	*	*	*	*	*	*	*
Alonella nana	*	*		**	*		*	*	**	**	**	**
Alonopsis elongata	***	***	***	***	***	***	**	***	**	***	**	***
Camptocercus rectirostris	*	**								*		***
Chydorus sphaericus	***	**	**	**	***	*	*	*	**	**	***	*
Eurycercus lamellatus		**		*	*	*	*	*	*	**	*	**
Graptoleberis testudinaria		**										**
Pleuroxus truncates								*	***	***	*	***
Pseudochyd. globosus						*						
Rhynchotalona falcata		*	**	**	***							
Polyphemus pediculus				**	*	***	**	***	***	***	***	**
Bythotreph. longimanus								*				
Leptodora kindti								*				
Copepoda												
Eudiaptomus gracilis	*	**	*	*			*	*		*		
Heterocope saliens cal naup		**					*				*	
Macrocyclops albidus	**	*			*	*	*	*	*	*	*	**
Macrocyclops fuscus				*				*			*	*
Eucyclops denticulatus								*	*	*	*	*
Eucyclops macrurides								*	*	*	*	*
Eucyclops macrurus				*	*	*	*	*	*	*	**	*
Eucyclops serrulatus	**	**	*	**	**	*	**	*	***	*	**	**
Eucyclops speratus				***	*	*	*	*	**	*	*	**
Ectocyclops phaleratus								*		*		
Cyclops abyssorum							*	*		*		
Cyclops scutifer	***		**				*	*		*		
Megacyclops gigas							*	*				
Megacyclops viridis							*	*				
Acanthocyclops capillatus											*	*
Acanthocyclops robustus	*		*	*	**	*		*	*	*	*	*
Acanthocyclops vernalis			*									
Diacyclops nanus								*				*
Cryptocyclops bicolor								*				*
Naup cycl cop (I-III)	**	**	***	**	**	*	*	**	**	**	**	**
tot ant ind	437	7496	1511	31504	10025	1E+05	5602	4288	2662	4446	6574	3016
trekkleingde (m)	20	10	10	10	4	8	2	5	3	10	3	8
ant in pr m3	309	10607	2138	44578	35463	241449	39634	12135	12556	6291	31007	5335

Vedlegg E. Primærdata - planteplankton 2011

Vedlegg E1. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Maudalsvatn

verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2011	2011
	Måned	6	8
	Dag	8	31
	Dyp	1 m	1 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)			
Merismopedia tenuissima		0,3	0,3
	Sum - Blågrønnalger	0,3	0,3
Chlorophyceae (Grønnalger)			
Chlamydomonas sp. (I=8)		0,3	0,3
Dictyosphaerium subsolitarium		4,1	4,1
Koliella sp.		0,1	.
Monoraphidium dybowskii		0,1	0,1

Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	0,2	0,3
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	0,2	.
Sum - Grønnalger	5,0	4,9
Chrysophyceae (Gullalger)		
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0,5	0,5
Chrysolykos skujai	6,9	.
Craspedomonader	0,4	.
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0,1	.
Kephyrion sp.	0,1	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	0,7	.
Mallomonas spp.	14,8	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	6,3	2,4
Ochromonas spp.	1,4	1,4
Små chrysomonader (<7)	15,7	6,1
Store chrysomonader (>7)	12,9	5,2
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0,3	0,3
Sum - Gullalger	60,1	15,9
Bacillariophyceae (Kiselalger)		
Eunotia lunaris	0,2	.
Fragilaria sp. (l=30-40)	0,1	.
Tabellaria flocculosa	1,2	0,6
Sum - Kiselalger	1,4	0,6
Cryptophyceae (Svelgflagellater)		
Cryptomonas marssonii	0,6	0,3
Cryptomonas sp. (l=15-18)	5,3	0,7
Cryptomonas sp. (l=20-22)	1,0	7,7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	4,6	5,8
Sum - Svelgflagellater	11,4	14,4
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Gymnodinium cf.lacustre	38,4	3,0
Gymnodinium sp. (l=14-16)	2,4	0,4
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	1,5	.
Ubest.dinoflagellat	0,9	.
Sum - Fureflagellater	43,3	3,4
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)		
Isthmochloron trispinatum	0,5	.
Sum - Gulgrønnalger	0,5	0,0
My-alger		
My-alger	26,0	23,4
Sum - My-alge	26,0	23,4
Sum total :	148,1	62,9

Vedlegg E2. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Ørstdalsvatn

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2011	2011
	Måned	6	8
	Dag	8	31
	Dyp	1 m	1 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)			
Merismopedia tenuissima		.	3,3
Sum - Blågrønnalger		0,0	3,3
Chlorophyceae (Grønnalger)			
Cosmarium reniforme		.	0,7
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		.	0,1
Monoraphidium dybowskii		.	0,7
Oocystis submarina v.variabilis		.	0,2
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	0,6

Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	1,4
Sum - Grønnalger	0,0	3,7
Chrysophyceae (Gullalger)		
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	0,2
Chrysolykos skujai	0,2	.
Craspedomonader	0,3	.
Cyster av chrysophyceer	.	1,9
Dinobryon crenulatum	0,2	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2,4	1,9
Ochromonas spp.	2,4	2,9
Små chrysomonader (<7)	4,9	6,5
Store chrysomonader (>7)	5,2	8,6
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	0,3
Sum - Gullalger	15,6	22,3
Bacillariophyceae (Kiselalger)		
Achnanthes spp.	0,2	.
Eunotia lunaris	.	0,2
Tabellaria fenestrata	2,5	.
Tabellaria flocculosa	7,0	.
Sum - Kiselalger	9,6	0,2
Cryptophyceae (Svelgflagellater)		
Cryptomonas marssonii	0,6	0,3
Cryptomonas sp. (l=15-18)	0,6	.
Cryptomonas sp. (l=20-22)	5,0	1,7
Cryptomonas sp. (l=24-30)	1,0	0,6
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	.	1,2
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,2	0,4
Sum - Svelgflagellater	7,4	4,1
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Gymnodinium sp. (l=14-16)	0,2	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	1,5	3,0
Ubest.dinoflagellat	.	0,2
Sum - Fureflagellater	1,7	3,2
My-alger		
My-alger	9,5	12,2
Sum - My-alge	9,5	12,2
Sum total :	43,8	49,0

Vedlegg E3. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Austrumdalsvatn

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	2011	2011
Måned	6	8
Dag	8	31
Dyp	1 m	1 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)		
Merismopedia tenuissima	.	3,1
Sum - Blågrønnalger	0,0	3,1
Chlorophyceae (Grønnalger)		
Chlamydomonas sp. (l=8)	0,2	.
Dictyosphaerium subsolitarium	0,3	0,5
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	0,2

Monoraphidium dybowskii	.	0,1
Monoraphidium griffithii	0,3	5,8
Oocystis submarina v.variabilis	0,2	0,1
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	1,9
	Sum - Grønnalger	0,9 8,6
Chrysophyceae (Gullalger)		
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0,1	.
Chrysolykos skujai	0,2	.
Craspedomonader	0,6	0,9
Dinobryon crenulatum	.	0,2
Dinobryon suecicum v.longispinum	.	0,2
Løse celler Dinobryon spp.	0,2	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2,9	2,4
Ochromonas spp.	1,9	2,4
Små chrysomonader (<7)	4,3	5,4
Store chrysomonader (>7)	3,4	4,7
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0,7	0,8
Ubest.chrysophyceae	.	0,2
	Sum - Gullalger	14,3 17,2
Bacillariophyceae (Kiselalger)		
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	0,1	.
Tabellaria flocculosa	1,4	.
	Sum - Kiselalger	1,5 0,0
Cryptophyceae (Svelgflagellater)		
Cryptaulax vulgaris	0,3	.
Cryptomonas marssonii	.	0,3
Cryptomonas sp. (l=15-18)	0,7	.
Cryptomonas sp. (l=20-22)	2,2	1,0
Cryptomonas sp. (l=24-30)	.	0,5
Katablepharis ovalis	.	1,1
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	1,4	1,9
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,9	0,5
	Sum - Svelgflagellater	5,5 5,2
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Gymnodinium cf.lacustre	1,8	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	0,4
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	1,0	.
Ubest.dinoflagellat	0,7	.
	Sum - Fureflagellater	3,5 0,4
My-alger		
My-alger	9,6	14,4
	Sum - My-alge	9,6 14,4
	Sum total :	35,4 48,9

Fí Oгна

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

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

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1Í.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

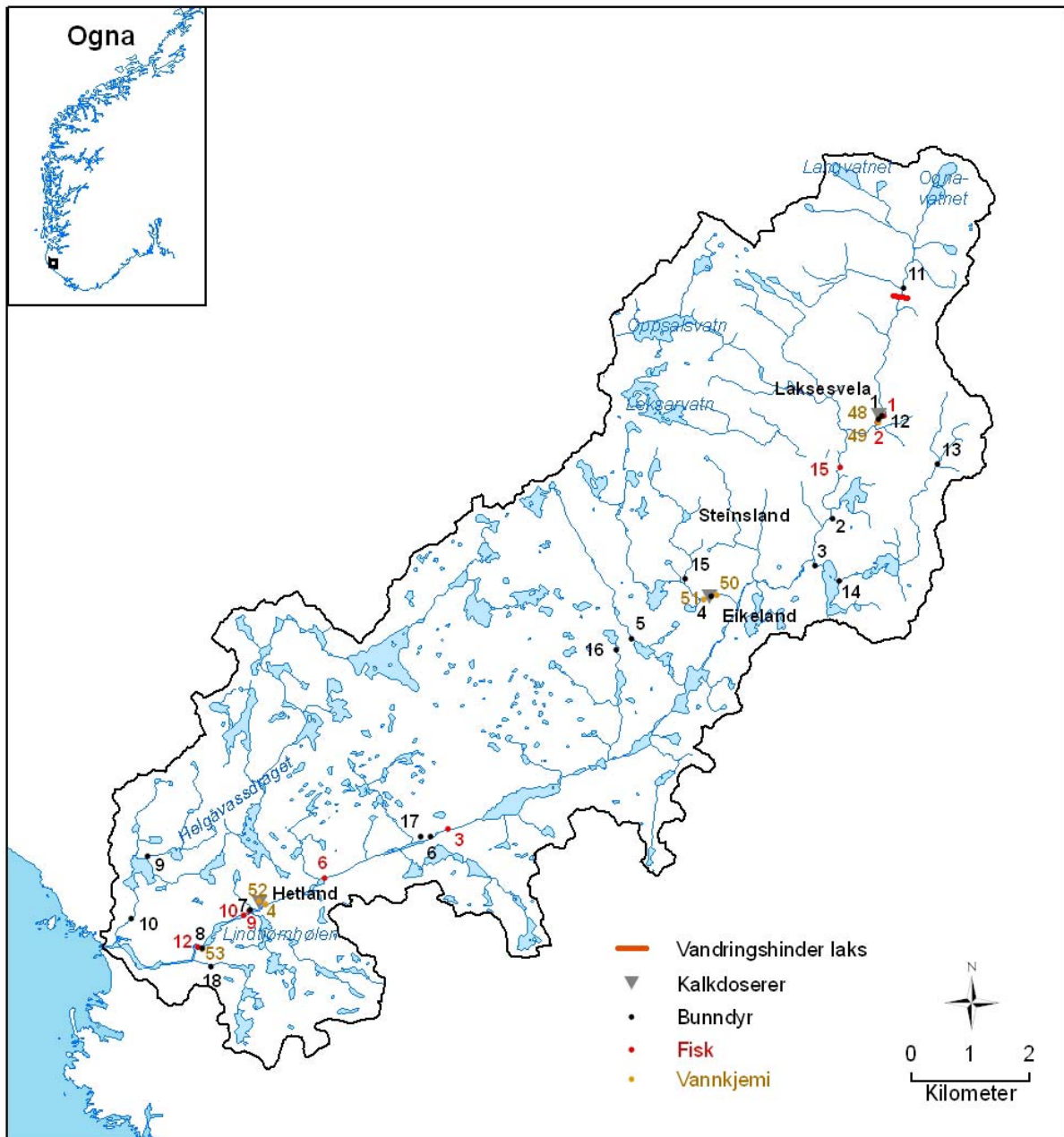
Fakta om Oгна	
Vassdragsnr.:	027.6Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	117 km ²
Vassdragsregulering:	Helgåvassdraget (39 km ²) i sørvest er overført til Hetland kraftstasjon, ca tre km fra utløpet i sjøen ved Oгна.
Spesifikk avrenning:	56,4 l/s/km ²
Middelvannføring:	6,6 m ³ /s ved utløpet ved sjøen (Enge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

Kalkforbruket i siste fem års periode (**tabell 1**) har gått kraftig ned, og spesielt de siste tre årene sammenlignet med årene før 2002 (306-389 tonn). I 2010 var det en sterk reduksjon i dosereralkaling ettersom kun Hetland-doseren var i drift, og dette ga det laveste årlige kalkforbruket på 2000-tallet. I 2011 var det igjen en økning, og det ble spredd totalt 145 tonn VK3 fra dosererne på Hetland og Egeland. 41 tonn Biokalk ble spredd på de fire innsjøene.

Det falt 2941 mm nedbør på meteorologisk stasjon 44480 Søyland i 2011, noe som er 138 % av normalen (met.no 2012). Alle månedene dette året med unntak av mars og november, hadde mer nedbør enn normalt. Mai og desember var svært nedbørrike, med en dobling i nedbørmengde i forhold til normalen for disse månedene

Tabell 1. Kalkforbruk i Oгна for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	243	213	70	19	144
Innsjøkalking	27	27	28	29	27
Sum kalkforbruk	270	240	98	48	171



Figur 1. Oyna med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

11.2 Vannkjemi

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

Medarbeidere: L. B. Skancke og T. 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 2011 er vannkjemien i Ognavassdraget overvåket på totalt syv stasjoner (**figur 1**). En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

1) .2.1 Vannkvaliteten i 2011

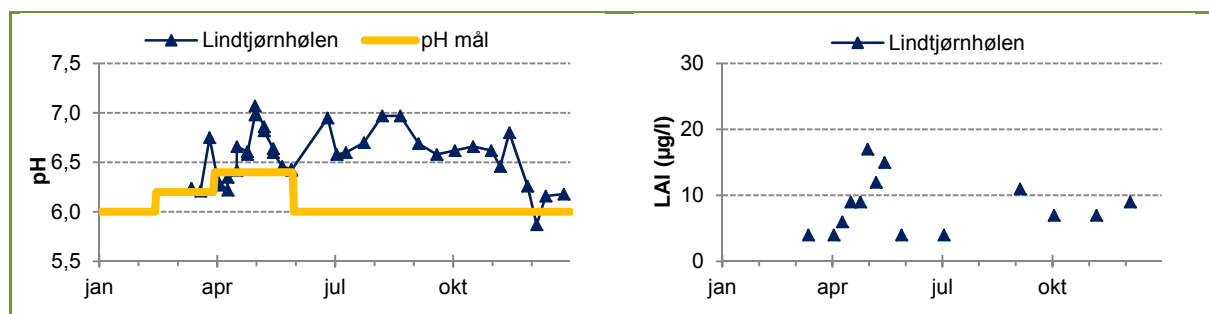
Vannkvaliteten i 2011 er stort sett tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk og andre levende organismegrupper skal kunne leve og reprodusere i elva (**figur 2**). To pH-verdier i april og en i desember lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter. Dette henger sannsynligvis sammen med sjøsaltepisoder i de to periodene. Det ble målt forhøyede verdier av Cl og Na, spesielt i desember med hhv. 13,8 og 6,7 mg/l. Det ble målt flere høye pH-verdier gjennom sommeren, og 47 % av pH-verdiene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. Ved Eikeland og ved Laksessvela nedenfor dosererer var 12 % av pH-målingene under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, mens henholdsvis 65 % og 46 % lå 0,3 pH-enheter over pH-målet (**vedlegg B**).

Ved stasjonen oppstrøms Hetland og ved Lindtjørnhølen ble det i perioder målt til dels svært høye konsentrasjoner av giftig aluminium (Um-Al/LAI) (**vedlegg B, figur 5**), som kan skyldes sjøsaltepisoder. I Ogna oppstrøms Hetland ble det målt verdier av LAI på henholdsvis 18 og 45 µg/l i november og desember (**vedlegg B**; men se merknad til denne). Dette er verdier som vil gi dårlig og svært dårlig økologisk tilstand i lakseførende vassdrag (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, veileder 01:2009).

Innholdet av organisk karbon (TOC) i nedre deler av vassdraget viser at Ogna er lite til moderat humuspåvirket (**tabell 2**). Målinger av fosfor (Tot-P) og nitrogen indikerer at vassdraget er moderat næringsbelastet (**vedlegg B**).

Doserer ved Laksessvela har ikke vært i drift etter 2007. Vannkvaliteten var forholdsvis god i 2011, både oppstrøms og nedstrøms doserereren, og pH viser stor grad av samvariasjon på de to stasjonene (**figur 3**). Sideløpet ved Eikeland fører relativt surt vann. Målinger av pH oppstrøms doserereren viste periodevis pH-verdier under 5,5 gjennom vinteren og våren (**figur 3**). Målingene nedstrøms doserereren viste store variasjoner i surhetsgrad og bufferevne.

Vannkvaliteten i Helgåvassdraget (ukalket innløp til Hetland dosererer) er fortsatt svært dårlig med lave verdier av både pH og kalsium samt høye verdier av giftig aluminium (LAI) (**tabell 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).



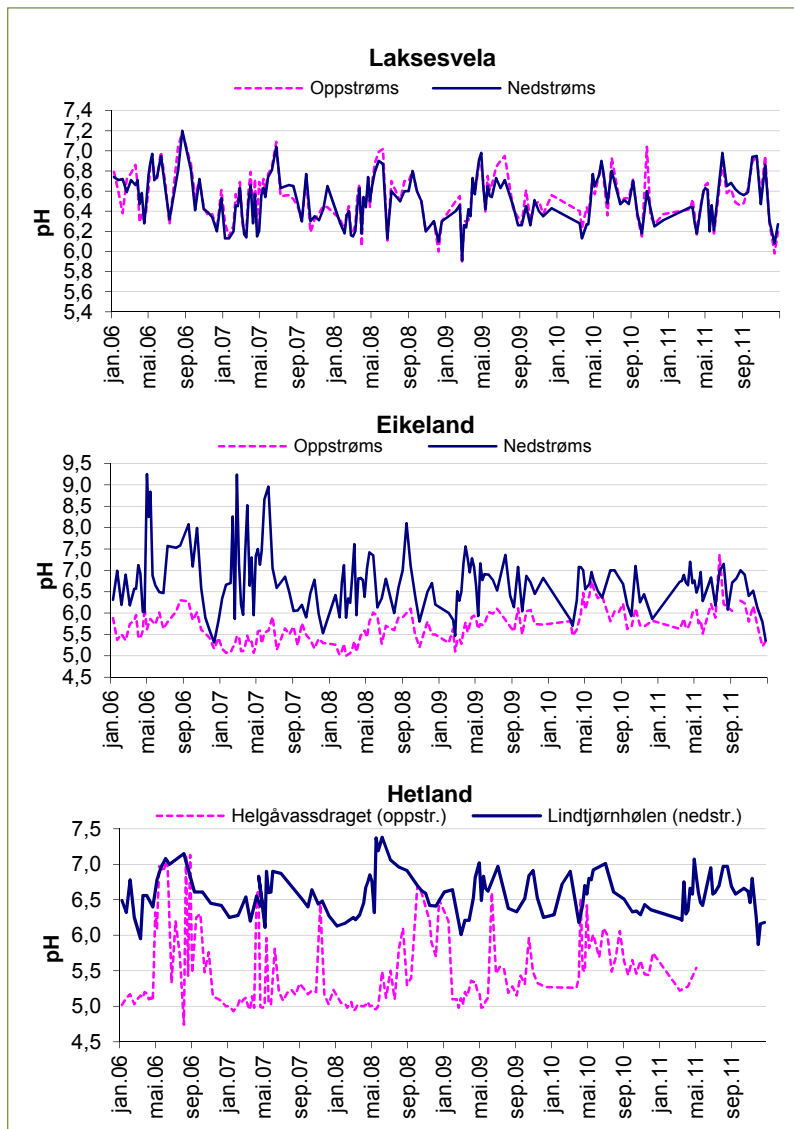
Figur 2. pH i 2011 ved Lindtjørnhølen (lakseførende strekning i Ogna) sammenholdt med pH-målet i venstre panel, og giftig aluminium (LAI) for samme tidsperiode i høyre panel.

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 Oгна i 2011. En prøve fra Eikeland oppstrøms er tatt ut av beregningene pga unormalt høy verdi (se **vedlegg B**). ¹ Problemer med prøvetaking kan ha ført til sammenblanding av prøver fra st. 52 og 4.

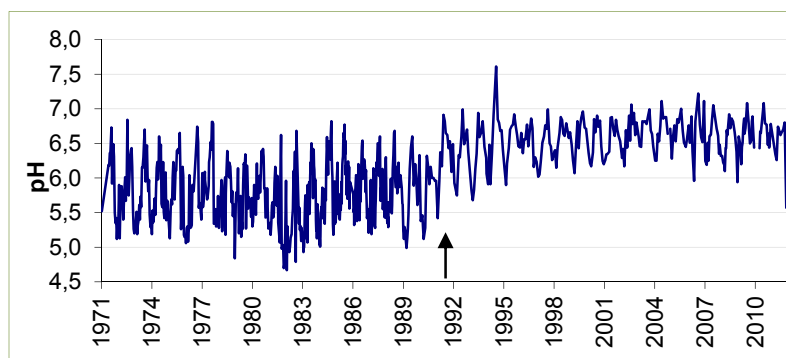
St.nr.	St.navn		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	mg/l C	µekv/l
48	Laksesvela oppstrøms	Mid	6,44	2,38				
		Min	5,98	1,11				
		Maks	6,95	4,56				
		N	26	26				
49	Laksesvela nedstrøms	Mid	6,45	2,44				
		Min	6,08	1,31				
		Maks	6,98	4,15				
		N	26	26				
50	Eikeland oppstrøms	Mid	5,77	0,71				
		Min	5,22	0,42				
		Maks	6,29	1,06				
		N	24	24				
51	Eikeland nedstrøms	Mid	6,32	1,88				
		Min	5,36	0,88				
		Maks	7,20	2,94				
		N	26	26				
52	Helgávassdraget ¹	Mid	5,33	0,46		30		
		Min	5,22	0,35		20		
		Maks	5,54	0,55		42		
		N	3	3		3		
4	Oгна oppstrøms Hetland ¹	Mid	6,17	1,56	34	12		
		Min	5,57	0,60	0	3		
		Maks	6,80	2,31	83	45		
		N	8	8	7	8		
53	Lindtjørnhølen	Mid	6,46	1,91	37	8	2,4	49
		Min	5,87	0,98	0	4	1,3	7
		Maks	7,07	3,07	104	17	3,2	120
		N	38	38	13	14	8	8

1) .2.2 Langtidstrender

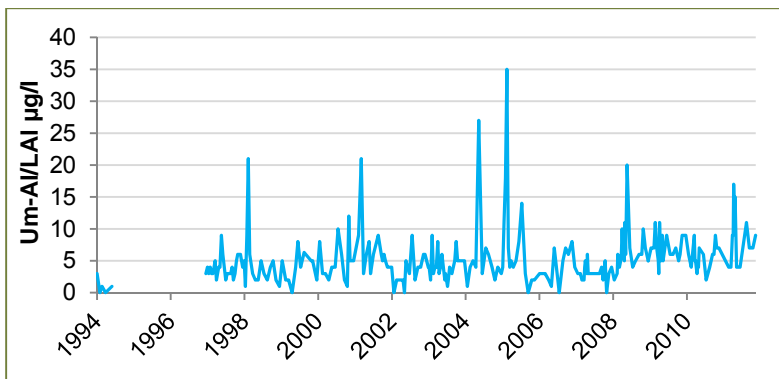
Før kalkingen startet lå pH i Ognavassdraget mellom 5,2 og 5,8. Kalking medførte en økning til pH 6,15 i 1991 og fra 1994 har årsgjennomsnittet for pH ligget over 6,4 (**figur 4**). Periodevis høye konsentrasjoner av giftig aluminium viser at ugunstige episoder fremdeles kan forekomme (**figur 4**). Dette henger sannsynligvis sammen med periodevis dårlig avsyring av vannet fra Helgåvassdraget.



Figur 3. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne i Ogna i perioden 2006-2011: Laksesvela, Eikeland og Hetland. Merk: ulik skal på y-aksene.



Figur 4. pH i Ogna oppstrøms Hetland kraftverk (st.nr. 4) i perioden 1971-2011. Pil angir tidspunkt for når permanent kalking av vassdraget kom i gang.



Figur 5. Konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al/LAl) i Ogna ved Lindtjørnhølen (st. 53) i perioden 1994-2011.

11.3 Samlet vurdering

1) .3.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i Ogna har blitt betydelig forbedret etter at kalking startet i 1991. Med unntak av to pH-verdier (april og desember) som lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter synes vannkvaliteten i Ogna i 2011 å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk skal kunne leve og reprodusere i elva. Det er imidlertid relativt store variasjoner i vannkvalitet gjennom året og perioder hvor den er ugunstig. Sjøsaltepisoder ble registrert i mai og desember. I perioder på sommeren blir det dosert ut for mye kalk, og 47 % av pH-verdiene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter i nedre del av vassdraget. Mest variabel er imidlertid vannkvaliteten ved Eikeland.

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 2011 godt over målet. Sideløpet ved Eikeland fører relativt surt vann, og pH nedstrøms dosererer viser at avsyringen av vannet ikke har fungert like godt gjennom hele 2011. Til tider blir det også dosert ut for mye kalk. Målingene fra Ogna oppstrøms Hetland kalkdoserer i 2011 viser at gjennombrudd av surt vann kan forekomme på strekningen Steinsland - Hetland kraftstasjon. Ved denne stasjonen og ved Lindtjørnhølen ble det i perioder målt til dels svært høye konsentrasjoner av giftig aluminium (Um-Al/LAl). Helgåvassdraget er fremdeles surt med pH-verdier ned mot 5,2 og høye verdier av giftig aluminium (høyeste verdi i 2011 var 42 µg/l). Prøver tatt fom juli 2011 er ikke representative for ukalket vann fra Helgåvassdraget og er derfor ikke inkludert i denne rapporten.

1) .3.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Ogna i 2011.

1) .3.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Ogna i 2011.

1) .3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten oppstrøms kalkdosereren ved Laksesvela har vært så god at denne dosereren gradvis har blitt tatt ut av drift. I årene 2003-2006 ble driften av kalkdosereren stanset i perioden juli-desember, og i 2007 ble det kun dosert ut små mengder kalk fram til mai. I perioden 2001-2004 har det blitt kalket i to ovenforliggende innsjøer, og ut fra vannkvalitetskravene kan dette synes tilstrekkelig. Ovenfor dosereren har det tidligere vært målt enkelte høye aluminium verdier. Det er viktig at vannkvaliteten i denne delen av vassdraget overvåkes nøye nå som driften av dosereren er opphørt. Nedstrøms dosereren ved Eikeland og ved Hetland kraftverk var det store variasjoner i pH og kalsium. Enkelte svært høye verdier tyder på overdosering av kalk mens lave verdier tyder på driftsstans eller at doseringsanleggene ikke klarer å avsyre vannet tilfredsstillende i perioder med store tilførsler av surt vann. En bedre styring av kalkdosereren ved Eikeland er ikke mulig. Den eneste muligheten for å bedre situasjonen her blir derfor å bytte ut doseringsanlegget med en ny og bedre modell. 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 dosereren uavhengig av kraftverket. Målinger fra Lindtjørnhølen viser at avsyringen av vannet fra Helgåvassdraget er av stor betydning for vannkvaliteten i nedre del av vassdraget.

1í .4 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Oгна i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	4	Hetland oppstr doserer (Oгна)	315794	6491343
Vannkjemi	48	Laksesvela oppstr doserer	326393	6499689
Vannkjemi	49	Laksesvela nedstr doserer	326345	6499605
Vannkjemi	50	Eikeland nedstr doserer	324222	6496961
Vannkjemi	51	Eikeland oppstr doserer	324202	6497078
Vannkjemi	52	Helgåvassdraget	315762	6491387
Vannkjemi	53	Lindtjørnhølen	314880	6490682

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Ognå 2011

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		

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	14/03/11	5,22	0,35			59	17	42		3,50										
52	Helgåvassdraget	11/04/11	5,28	0,49			51	24	27		3,50										
52	Helgåvassdraget	09/05/11	5,54	0,55			35	15	20		3,60										
4	Hetland oppstr	14/03/11	6,34	1,49	0,040	10	17	14	3		4,70										
4	Hetland oppstr	11/04/11	6,26	1,47	0,030	0	30	27	3		4,30										
4	Hetland oppstr	09/05/11	6,74	2,31	0,090	63	11	0	11		5,50										
4	Hetland oppstr	04/07/11	6,62	1,82			25	21	4		4,10										
4	Hetland oppstr	05/09/11	6,71	2,04	0,109	83	16	13	3		4,10										
4	Hetland oppstr	03/10/11	6,80	2,03	0,104	77	21	16	5		4,17										
4	Hetland oppstr	07/11/11	5,57	0,60	0,033	2	38	20	18		3,13										
4	Hetland oppstr	05/12/11	6,03	0,71	0,034	3	67	22	45		4,35										
48	Laksesvela oppstr	14/03/11	6,42	2,22							6,40										
48	Laksesvela oppstr	21/03/11	6,52	2,08							5,40										
48	Laksesvela oppstr	28/03/11	6,36	1,65							4,40										
48	Laksesvela oppstr	04/04/11	6,17	1,11							3,90										
48	Laksesvela oppstr	11/04/11	6,34	1,73							4,60										
48	Laksesvela oppstr	18/04/11	6,48	2,49							5,80										
48	Laksesvela oppstr	26/04/11	6,60	3,61							7,00										
48	Laksesvela oppstr	02/05/11	6,66	4,56							7,60										
48	Laksesvela oppstr	09/05/11	6,68	4,49							7,60										
48	Laksesvela oppstr	16/05/11	6,29	1,72							4,60										
48	Laksesvela oppstr	23/05/11	6,44	2,34							5,20										
48	Laksesvela oppstr	30/05/11	6,18	2,08							4,90										

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAI µg/l	TOC mg/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	27/06/11	6,88	2,86							5,68											
48	Laksesvela oppstr	11/07/11	6,58	2,07							4,06											
48	Laksesvela oppstr	25/07/11	6,62	2,06							3,70											
48	Laksesvela oppstr	08/08/11	6,49	1,83							3,65											
48	Laksesvela oppstr	22/08/11	6,46	1,38							3,18											
48	Laksesvela oppstr	05/09/11	6,48	2,07							4,12											
48	Laksesvela oppstr	19/09/11	6,63	2,60							4,68											
48	Laksesvela oppstr	03/10/11	6,89	2,66							5,21											
48	Laksesvela oppstr	17/10/11	6,95	3,18							5,82											
48	Laksesvela oppstr	31/10/11	6,55	1,67							4,14											
48	Laksesvela oppstr	14/11/11	6,95	3,64							6,28											
48	Laksesvela oppstr	28/11/11	6,28	2,60							7,55											
48	Laksesvela oppstr	15/12/11	5,98	1,30							5,39											
48	Laksesvela oppstr	26/12/11	6,20	1,75							5,61											
49	Laksesvela nedstr	14/03/11	6,44	2,31							6,10											
49	Laksesvela nedstr	21/03/11	6,44	2,08							5,30											
49	Laksesvela nedstr	28/03/11	6,28	1,61							4,50											
49	Laksesvela nedstr	04/04/11	6,18	1,31							4,20											
49	Laksesvela nedstr	11/04/11	6,31	1,51							4,30											
49	Laksesvela nedstr	18/04/11	6,46	2,21							5,40											
49	Laksesvela nedstr	26/04/11	6,60	3,16							6,30											
49	Laksesvela nedstr	02/05/11	6,63	4,15							7,20											
49	Laksesvela nedstr	09/05/11	6,61	4,01							7,00											
49	Laksesvela nedstr	16/05/11	6,20	1,74							4,60											
49	Laksesvela nedstr	23/05/11	6,46	1,98							4,70											
49	Laksesvela nedstr	30/05/11	6,21	1,77							4,60											
49	Laksesvela nedstr	27/06/11	6,98	2,98							5,40											
49	Laksesvela nedstr	11/07/11	6,65	2,49							4,18											
49	Laksesvela nedstr	25/07/11	6,68	2,73							4,34											
49	Laksesvela nedstr	08/08/11	6,62	2,13							3,98											
49	Laksesvela nedstr	22/08/11	6,58	1,81							3,82											
49	Laksesvela nedstr	05/09/11	6,56	2,39							4,31											
49	Laksesvela nedstr	19/09/11	6,59	2,83							4,80											
49	Laksesvela nedstr	03/10/11	6,94	3,26							5,52											
49	Laksesvela nedstr	17/10/11	6,95	3,15							5,49											
49	Laksesvela nedstr	31/10/11	6,47	1,85							4,27											

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAI µg/l	TOC mg/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	Laksesvela nedstr	14/11/11	6,86	3,68							6,12											
49	Laksesvela nedstr	28/11/11	6,30	2,78							7,74											
49	Laksesvela nedstr	15/12/11	6,08	1,59							5,87											
49	Laksesvela nedstr	26/12/11	6,27	1,97							5,98											
50	Eikeland oppstr	14/03/11	5,63	0,76							4,40											
50	Eikeland oppstr	21/03/11	5,74	0,64							3,70											
50	Eikeland oppstr	28/03/11	5,87	0,53							3,30											
50	Eikeland oppstr	04/04/11	5,64	0,45							3,60											
50	Eikeland oppstr	11/04/11	5,66	0,42							3,40											
50	Eikeland oppstr	18/04/11	5,77	0,64							3,50											
50	Eikeland oppstr	26/04/11	6,00	0,66							3,70											
50	Eikeland oppstr	02/05/11	6,08	0,76							3,80											
50	Eikeland oppstr	09/05/11	6,07	0,77							3,80											
50	Eikeland oppstr	16/05/11	5,76	0,70							3,60											
50	Eikeland oppstr	23/05/11	5,83	0,53							3,20											
50	Eikeland oppstr	30/05/11	5,52	0,77							3,60											
50	Eikeland oppstr	27/06/11	6,21	0,73							3,21											
50	Eikeland oppstr	11/07/11	5,89	0,68							2,42											
50	Eikeland oppstr*	25/07/11	7,36	0,82							3,17											
50	Eikeland oppstr	08/08/11	6,21	0,72							2,41											
50	Eikeland oppstr	22/08/11	6,13	0,74							2,42											
50	Eikeland oppstr	05/09/11	6,05	0,82							2,62											
50	Eikeland oppstr	03/10/11	6,29	0,65							2,72											
50	Eikeland oppstr	17/10/11	6,23	0,70							3,04											
50	Eikeland oppstr	31/10/11	5,80	0,65							3,29											
50	Eikeland oppstr	14/11/11	6,16	0,80							3,23											
50	Eikeland oppstr	28/11/11	5,72	1,06							5,51											
50	Eikeland oppstr	15/12/11	5,22	1,00							6,69											
50	Eikeland oppstr	26/12/11	5,34	0,86							5,75											
51	Eikeland nedstr	14/03/11	6,73	2,44							5,10											
51	Eikeland nedstr	21/03/11	6,75	2,38							4,50											
51	Eikeland nedstr	28/03/11	6,89	2,45							4,10											
51	Eikeland nedstr	04/04/11	6,71	1,93							4,20											
51	Eikeland nedstr	11/04/11	6,65	1,65							3,90											
51	Eikeland nedstr	18/04/11	7,20	2,94							4,80											

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/Il	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
51	Eikeland nedstr	26/04/11	6,70	2,30							4,50											
51	Eikeland nedstr	02/05/11	6,76	2,69							4,80											
51	Eikeland nedstr	09/05/11	6,48	2,79							4,90											
51	Eikeland nedstr	16/05/11	6,63	1,96							4,20											
51	Eikeland nedstr	23/05/11	6,96	2,22							4,00											
51	Eikeland nedstr	30/05/11	6,28	1,62							3,90											
51	Eikeland nedstr	27/06/11	6,83	1,65							3,66											
51	Eikeland nedstr	11/07/11	6,18	0,89							2,48											
51	Eikeland nedstr	25/07/11	6,98	2,37							2,88											
51	Eikeland nedstr	08/08/11	7,15	2,60							3,24											
51	Eikeland nedstr	22/08/11	6,08	0,88							2,40											
51	Eikeland nedstr	05/09/11	6,71	1,63							3,00											
51	Eikeland nedstr	19/09/11	6,81	1,47							2,82											
51	Eikeland nedstr	03/10/11	7,00	1,79							3,30											
51	Eikeland nedstr	17/10/11	6,90	1,81							3,50											
51	Eikeland nedstr	31/10/11	6,40	1,08							3,45											
51	Eikeland nedstr	14/11/11	6,52	1,23							3,41											
51	Eikeland nedstr	28/11/11	6,13	1,62							5,62											
51	Eikeland nedstr	15/12/11	5,79	1,49							5,95											
51	Eikeland nedstr	26/12/11	5,36	0,98							5,70											
53	Lindtjørnhølen	14/03/11	6,24	1,19	0,030	0	22	18	4	2,3	4,20	0,67	4,71	0,75	7,60	1,80	660	890	10	0,71	40	
53	Lindtjørnhølen	14/03/11	6,23	1,19							4,20											
53	Lindtjørnhølen	21/03/11	6,21	0,98							4,20											
53	Lindtjørnhølen	28/03/11	6,75	2,34							4,30											
53	Lindtjørnhølen	04/04/11	6,27	1,06	0,030	0	27	23	4		4,00											
53	Lindtjørnhølen	04/04/11	6,30	1,09							4,00											
53	Lindtjørnhølen	11/04/11	6,22	1,39	0,030	0	37	31	6	3,1	4,10	0,61	3,30	0,74	6,50	2,00	570	810	10	0,61	16	
53	Lindtjørnhølen	11/04/11	6,35	1,55							4,10											
53	Lindtjørnhølen	18/04/11	6,42	1,50	0,040	10	30	21	9		4,30											
53	Lindtjørnhølen	18/04/11	6,66	1,52							4,30											
53	Lindtjørnhølen	26/04/11	6,61	2,69	0,020	0	19	10	9		5,30											
53	Lindtjørnhølen	26/04/11	6,58	2,54							5,30											
53	Lindtjørnhølen	02/05/11	6,98	2,89	0,100	73	27	10	17		5,60											
53	Lindtjørnhølen	02/05/11	7,07	2,97							5,60											
53	Lindtjørnhølen	09/05/11	6,86	2,99	0,130	104	20	8	12	3,2	5,80	0,99	4,73	1,00	8,80	2,60	550	810	20	0,19	120	
53	Lindtjørnhølen	09/05/11	6,82	3,07							5,80											

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAI µg/l	TOC mg/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	16/05/11	6,64	2,47	0,100	73	15	0	15		5,60											
53	Lindtjørnhølen	16/05/11	6,60	2,51							5,60											
53	Lindtjørnhølen	23/05/11	6,46	1,32							4,30											
53	Lindtjørnhølen	30/05/11	6,43	2,10	0,050	21	25	21	4		4,90											
53	Lindtjørnhølen	30/05/11	6,42	2,18							4,90											
53	Lindtjørnhølen	27/06/11	6,95	2,54							5,06											
53	Lindtjørnhølen	04/07/11	6,58	1,62			27	23	4	3,2	3,96	0,79	4,03	0,61	6,36	2,37	500	715	15	1,05	72	
53	Lindtjørnhølen	11/07/11	6,60	1,83							3,87											
53	Lindtjørnhølen	25/07/11	6,70	1,74							3,69											
53	Lindtjørnhølen	08/08/11	6,97	2,44							4,22											
53	Lindtjørnhølen	22/08/11	6,97	2,24							4,35											
53	Lindtjørnhølen	05/09/11	6,69	1,72	0,092	65	28	17	11	2,5	3,73	0,60	3,47	0,51	5,90	2,15	425	625	6	1,22	58	
53	Lindtjørnhølen	19/09/11	6,58	1,27							3,45											
53	Lindtjørnhølen	03/10/11	6,62	1,45	0,091	64	31	24	7	2,1	3,75	0,64	3,42	0,51	5,89	2,19	405	570	6	1,41	46	
53	Lindtjørnhølen	17/10/11	6,66	1,44							3,73											
53	Lindtjørnhølen	31/10/11	6,62	1,60							4,34											
53	Lindtjørnhølen	07/11/11	6,46	1,56	0,070	42	26	19	7	1,7	3,92	0,64	3,72	0,54	6,91	2,29	480	605	5	1,68	29	
53	Lindtjørnhølen	14/11/11	6,80	2,38							4,81											
53	Lindtjørnhølen	28/11/11	6,26	1,64							4,86											
53	Lindtjørnhølen	05/12/11	5,87	1,83	0,053	24	37	28	9	1,3	6,36	1,14	6,71	0,68	13,80	2,84	550	675	4	1,80	7	
53	Lindtjørnhølen	12/12/11	6,16	2,17							8,19											
53	Lindtjørnhølen	26/12/11	6,18	1,63							5,96											

*Verdier ikke tatt med i figurer eller beregning av gjennomsnitt

1Î Frafjordelva

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

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

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1Î.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

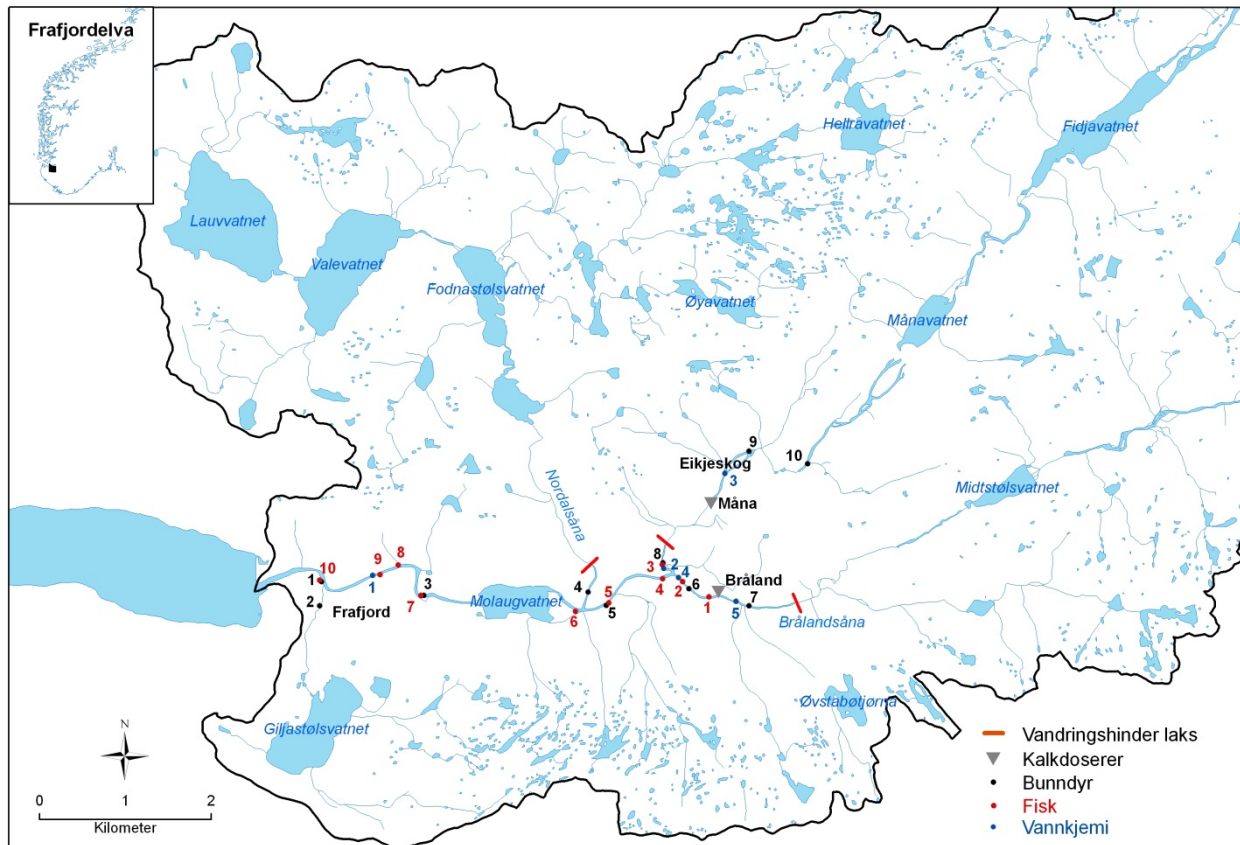
Fakta om Frafjordelva	
Vassdragsnr.:	030.z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	171 km ² (før regulering).
Vassdragsregulering:	17,6 km ² overført til Lysefjord-området
Spesifikk avrenning:	93,5 l/s/km ²
Middelvannføring:	14,3 m ³ /s (før regulering)
Lakseførende strekning:	Totalt ca. 5 km, derav hhv. 0,3 og 1 km opp i Måna og Brådlandsåna
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen var utdødd.
Tiltaksplan:	Kalkingsplan fra fylkesmannen i Rogaland (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 forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	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.

Største rapporterte kalkmengde i Frafjordelva var i 2001, med 921 tonn CaCO₃ i dosererne og 38 tonn i innsjøer. Årlig kalkforbruk etter 2001 har variert mye. I siste femårsperiode varierer kalkmengden mellom 333 og 751 tonn CaCO₃ (**tabell 1**).

Tabell 1. Kalkforbruk i Frafjordelva for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	717	545	409	301	476
Innsjøkalking	34	34	34	32	23
Sum kalkforbruk	751	579	443	333	499

Meteorologisk stasjon 43810 Maudal er benyttet som nedbørstasjon for Frafjordelva siden 2008. I løpet av ni måneder i 2011 falt det 2782 mm nedbør på Maudal, og dette er på nivå med normalverdien for hele året (met.no 2012). Pr februar 2012 mangler fortsatt nedbørdata for månedene juni, august og september. Mai og desember var svært nedbørrike i 2011, og det ble registrert over en dobling i nedbørmengde i forhold til normalen for disse månedene.



Figur 1. Frafjordelva med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A.**

1.2 Vannkjemi

Forfattere: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

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

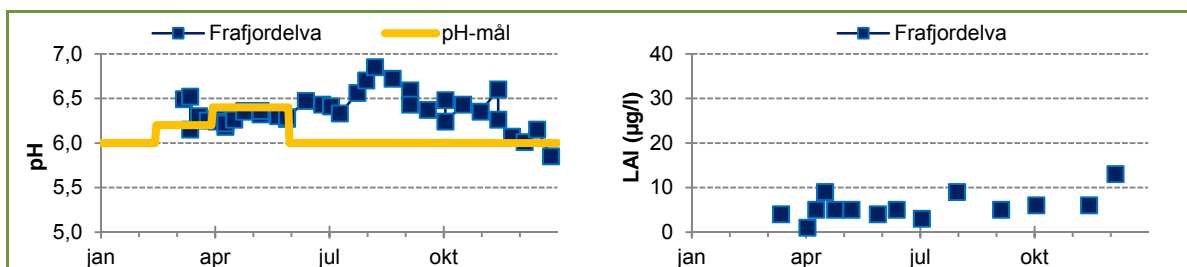
Frafjordelva ble i 1969 inkludert i DN/NINAs vannkjemiske overvåkingsprogram «Elveserien» med én målestasjon ved Molaug bru i hovedelva, og ble fra 1995 videreført som en del av kalkingovervåkingen. I 2011 ble vannkjemien i vassdraget overvåket på totalt fem stasjoner (**figur 1**). En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

1*.2.1 Vannkvaliteten i 2011

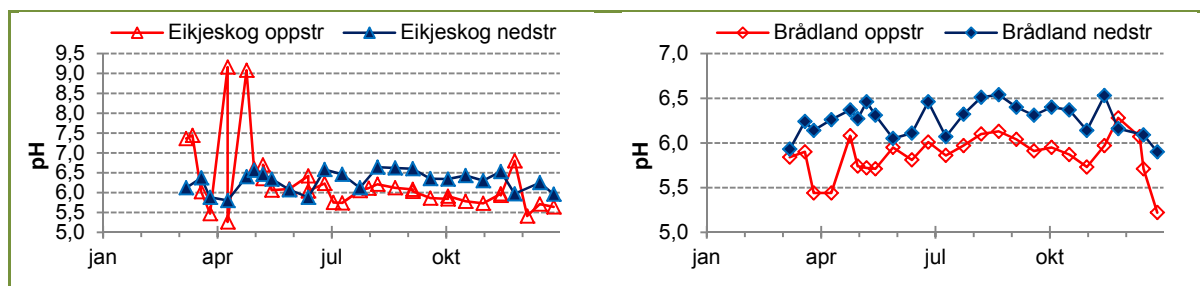
Vannkvaliteten på den anadrome strekningen av Frarfjordelva, her representert ved st. 1, var ikke helt tilfredsstillende sammenlignet med de krav som er satt med hensyn til pH (**figur 2**). 24 % av målingene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter og enkelte pH-verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet. Utover sommeren og høsten ble det målt enkelte høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og 39 % av målingene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. I Brålandselva nedenfor kalkdoserer var heller ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende (**figur 3**). 21 % av pH-verdiene lå under pH-målet, og enkelte verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet. I desember ble det registrert mer enn dobbelt så mye nedbør som normalen ved nedbørstasjonen i Maudal. pH-målingene i samme periode viser generelt lavere verdier ved alle målestasjonene sammenlignet med ellers i året (**figur 2 og 3, vedlegg B**). Det ble også målt en forhøyet verdi av klorid og negativ ikke marin natrium i desember (**vedlegg B**). Det var mye nedbør også i mai, men det ble ikke registrert noen tilsvarende dropp i pH eller forhøyede Cl og Na verdier.

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 2011, målt som reaktivt aluminium (Al/R), var også lave (< 34 µg/l). I smoltifiseringsperioden til laksen var innholdet av giftig aluminium (LAI) <6 µg/l, noe som indikerer god økologisk tilstand. Høyeste verdi av LAI ble målt i desember med 13 µg/l (**figur 2, vedlegg B**), samtidig med forhøyet verdi av Cl og Na (**vedlegg B**).

Mengden av totalt organisk karbon (TOC) og næringssaltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) viser at vassdraget er lite humuspåvirket og næringsfattig (**vedlegg B**). Det ble imidlertid målt en høy verdi av fosfor og nitrogen, hhv. 30 µg P/l (mars) og 2980 µg N/l (august).



Figur 2. pH-utvikling i 2011 sammenholdt med pH-målet (venstre panel) samt labilt aluminium (LAI; høyre panel) er vist for st. 1 på lakseførende strekning (målområdet) i Frarfjordelva.



Figur 3. pH oppstrøms og nedstrøms kalkingsanleggene i Eikjeskog (venstre panel) og Brådland (høyre panel) i 2011. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

I de siste seks årene har det vært stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene ved Eikjeskog, spesielt stasjonen ovenfor doserer (figur 3). Seks prøver fra Eikjeskog oppstrøms doserer er tatt ut av beregningene for 2011 (tabell 2), og i tillegg er to prøver oppstrøms og nedstrøms doserer byttet (se vedlegg B). 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. Den største usikkerheten knyttes imidlertid til at målinger fra Eikjeskog oppstrøms doserer, utført på ulike analyselaboratorier, viser svært sprikende resultater fra prøver tatt samme dato. Tilsvarende er også registrert tidligere år.

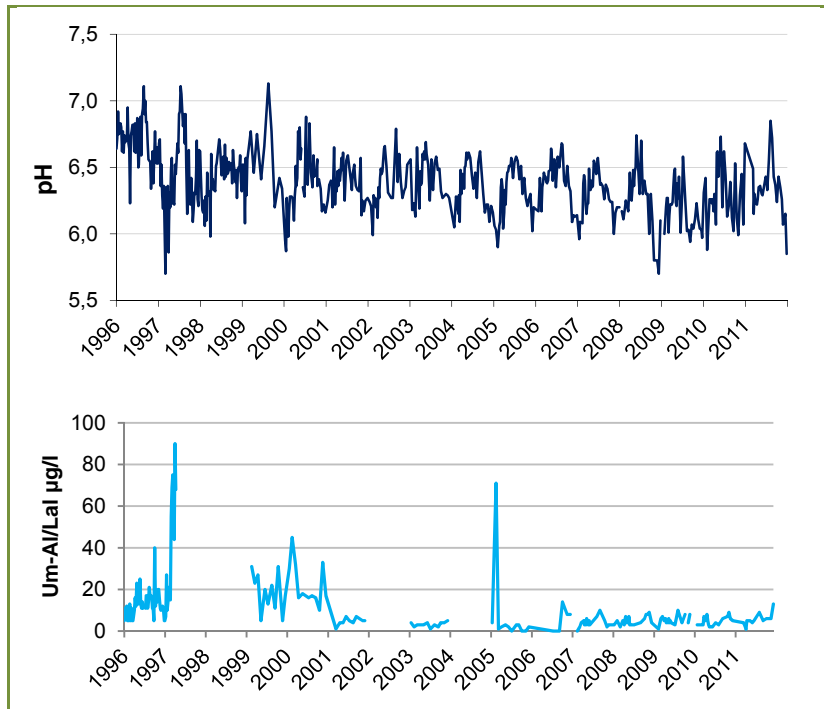
Ved Eikjeskog ble det målt høye konsentrasjoner av giftig aluminium (Um-Al) på våren; mellom 13-23 µg/l (vedlegg B). Dette er verdier som tilsvarer moderat til svært dårlig økologisk tilstand for lakseførende vassdrag (Direktoratsgruppa vanndirektivet, Veileder 01:2009). Tidligere analyser av aluminium viser også at vannkvaliteten i denne delen av elva er marginal i forhold til overlevelse av fisk (jfr. Saksgård & Schartau 2007).

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 2011. Seks prøver fra Eikjeskog oppstrøms doserer er tatt ut av beregningene.

St.nr.	St.navn		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	mg/l C	µekv/l
3	Eikjeskog oppstrøms dos	Mid	5,82	0,46	10	11	1,2	5
		Min	5,26	0,20	0	5	0,7	-13
		Maks	6,35	1,66	17	27	1,8	17
		N	28	28	6	8	8	8
2	Eikjeskog nedstrøms dos	Mid	6,27	1,23				
		Min	5,80	0,69				
		Maks	6,80	6,24				
		N	24	24				
5	Brådland oppstrøms dos	Mid	5,79	0,46				
		Min	5,22	0,17				
		Maks	6,28	2,24				
		N	25	25				
4	Brådland nedstrøms dos	Mid	6,23	0,80				
		Min	5,90	0,49				
		Maks	6,54	1,41				
		N	24	24				
1	Frafjordelva (målomr.)	Mid	6,31	1,48	41	6	1,5	63
		Min	5,85	0,76	0	1	0,7	25
		Maks	6,85	5,51	144	13	1,8	131
		N	38	38	13	14	9	9

1* .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 aluminiumskonsentrasjonene fra 1988 til 1996 (Saksgård & Schartau 2002). I perioden 1996-2011 har pH på dagens hovedstasjon, med få unntak, ligget mellom 6,0 og 7,0, og fra 2001 har pH stabilisert seg med mindre variasjon gjennom året (**figur 4**). Innholdet av giftig aluminium (Um-Al/LAl) 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/LAl) ved målområdet i Frafjordelva i perioden 1996-2011

1.3 Bunndyr

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

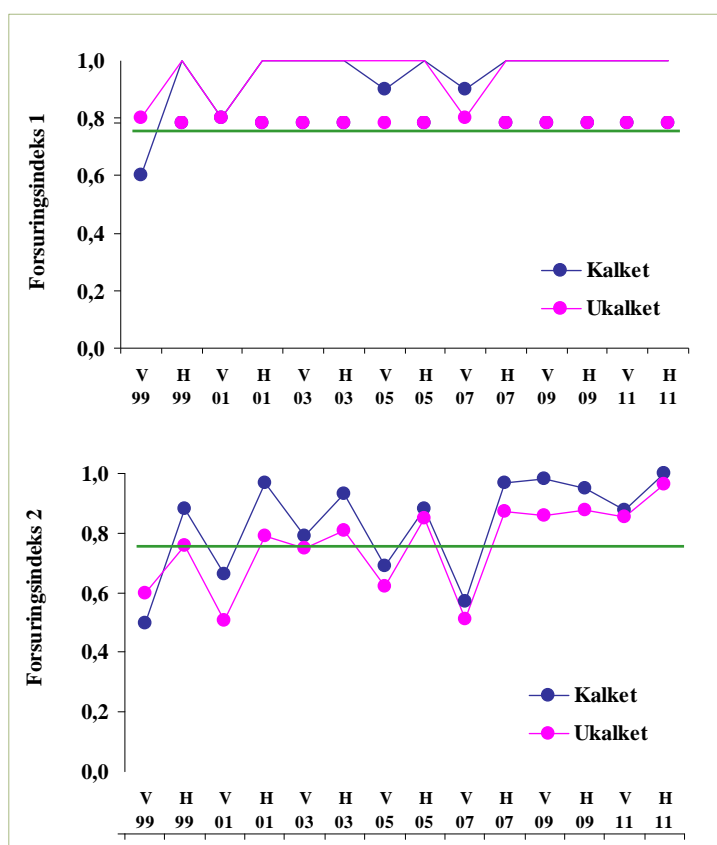
Bunndyrovervåkingen i Frafjordelva ble startet våren 1999 og inkluderer 10 stasjoner (**figur 1**). (Fjellheim & Raddum 1999). Fem av disse stasjonene er ukalkete stasjoner, resten er kalket. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på forsuringsskade og biologisk mangfold. En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

1* .3.1 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 4 døgnfluearter, 12 steinfluearter, og 13 arter/slekter av vårfluer i Frafjordelva i 2011 (**vedlegg C**). Diversiteten i bunndyrprøvene var større enn det som ble registrert i 2009. Tretten av de registrerte arter/grupper er sensitive overfor forsuring, (Fjellheim & Raddum 1990).

Forsuringsindeksene indikerer at økologisk tilstand hele tiden har vært god i kalket del av vassdraget. I 2011 var forsuringsindeks 1 =1,0 både i de kalkete lokalitetene og i de ukalkete lokalitetene både vår og høst (**figur 5**). Den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* forekom på samtlige stasjoner. Forsuringsindeks 2 var noe lavere enn indeks 1 i de ukalkete lokalitetene. 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 35 individer av arten pr. prøve høsten 2011. Dette vil også ha stor betydning for fisken i vassdraget, ettersom døgnfluene, der de finnes, utgjør en viktig del av næringsgrunnet for aure- og lakseunger.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Frafjordelva i perioden 1999 -2011. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand) jfr. vannforskriften.

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 lokalitetene skyldes sannsynligvis en generell forbedring av vannkjemien i nedslagsfeltet i de siste ti-år. Dette har også gitt utslag i at aurebestander i flere tidligere skadete vatn lenger oppe i nedslagsfeltet nå tar seg opp igjen (E. Enge pers. medd.). I tillegg er ringvirkningene fra kalkingen av betydning, blant annet ved at sensitive dyr kan rekolonisere over mindre avstander i perioder med god vannkvalitet.

1.4 Samlet vurdering

1*.4.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i Frafjordelva i 2011 var ikke helt tilfredsstillende ved hovedstasjonen på anadrom strekningen i forhold til vannkvalitetsmålet. 24 % av målingene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter og enkelte pH-verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet. Utover sommeren og høsten ble det målt enkelte høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og 39 % av målingene lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. Giftig aluminium (LAI) var i smoltfiseringsperioden til laksen <6 µg/l, noe som indikerer god økologisk tilstand. Vannkvaliteten i Brålandselva var ikke helt tilfredsstillende. Her lå 21 % av pH-verdiene under pH-målet, og enkelte verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet. Det ble registrert store nedbørmengder i desember og pH-målingene i samme periode viser generelt lavere verdier ved alle målestasjonene sammenlignet med ellers i året. Det ble også målt en forhøyet verdi av klorid og negativ ikke marin natrium i desember. Mye nedbør også i mai, men det ble ikke registrert noen tilsvarende dropp i pH eller forhøyede Cl og Na verdier.

Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren ved Eikjeskog var ikke helt tilfredsstillende i 2011 i forhold til vannkvalitetsmålet. Det er stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene ved Eikjeskog, spesielt stasjonen ovenfor doserer. I perioder på vinteren kan det være problematisk å få tatt prøver ved Eikjeskog grunnet is og snødekke. Enkelte lave verdier kan skyldes at prøven er tatt over isen, og at prøven derfor representerer overflatevann/smeltevann. Den største usikkerheten knyttes imidlertid til at målinger utført av ulike analyselaboratorier viser svært sprikende resultater fra prøver tatt samme dato ved Eikjeskog oppstrøms doserer.

1*.4.2 Fisk

Det ble ikke gjennomført fiskeundersøkelser i Frafjordelva i 2011 grunnet nedbør og vedvarende flomvannføring.

1*.4.3 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 2011 og forsuringssindeksene her indikerer at miljømålet er nådd. Det biologiske mangfoldet viser en økende tendens. 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.

1*.4.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Overvåkingen av kalkdosereren ved Eikjeskog viser at driften er svært ustabil. Det har tidligere vært uheldige driftsavbrudd, og problemer med å holde en stabil vannkvalitet i Frafjordelva. Kombinasjon av lav vannføring og kald vinter gjør at inntaket til doserereren ved

Eikjeskog fryser til. Dette kan forklare noe av problemene ved Eikjeskog vinteren 2010 (hva med 2011?). Det ble foretatt en ombygging av kalkdosererne i 1998/1999, og begge fungerte tilfredsstillende i perioden 1999-2001, men driften har senere variert. På stasjonene ved

Eikjeskog kan det i perioder på vinteren være problematisk å få tatt prøver på samme sted grunnet is og snødekke. En bør derfor se nærmere på prøvetakingen ved Eikjeskog og eventuelt vurdere å flytte stasjonene for å sikre at prøvene er mest mulig representative for vannkvaliteten i denne delen av vassdraget. Dagens overvåking gir resultater som er lite egnet for å vurdere vannkvaliteten ved Eikjeskog generelt og driften av dosereren spesielt.

Vedlegg A. Primærdata for vannkjemi i Frafjordelva 2011

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		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAl µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	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	09/03/11	6,49	2,78							4,20										
1	Frafjordelva	14/03/11	6,52	2,40	0,110	84	10	6	4	1,7	4,00	0,65	2,63	0,85	4,90	1,30	370	480	30	0,98	118
1	Frafjordelva	14/03/11	6,15	0,93							2,00										
1	Frafjordelva	21/03/11	6,30	1,74							3,30										
1	Frafjordelva	28/03/11	6,25	1,71							3,40										
1	Frafjordelva	04/04/11	6,27	0,85	0,020	0	26	25	1		2,70										
1	Frafjordelva	04/04/11	6,24	0,84							2,60										
1	Frafjordelva	11/04/11	6,18	1,10	0,020	0	26	21	5	1,8	2,50	0,33	2,16	0,22	4,30	1,00	200	250	0	0,43	25
1	Frafjordelva	11/04/11	6,22	0,99							2,50										
1	Frafjordelva	18/04/11	6,26	0,99	0,030	0	26	17	9		2,60										
1	Frafjordelva	26/04/11	6,36	1,15	0,030	0	20	15	5		2,10										
1	Frafjordelva	26/04/11	6,35	1,22							1,90										
1	Frafjordelva	09/05/11	6,32	1,08	0,050	21	21	16	5	1,5	1,90	0,19	1,60	0,20	2,40	0,72	160	280	10	0,39	50
1	Frafjordelva	09/05/11	6,36	1,12							1,80										
1	Frafjordelva	23/05/11	6,30	0,93							2,00										
1	Frafjordelva	30/05/11	6,27	0,89	0,030	0	23	19	4		2,10										
1	Frafjordelva	30/05/11	6,29	1,03							2,10										
1	Frafjordelva	14/06/11	6,47	0,93	0,067	39	18	13	5	0,7	1,70	0,24	1,66	0,23	2,61	0,92	155	225	1	0,71	40
1	Frafjordelva	27/06/11	6,43	1,18							2,08										
1	Frafjordelva	04/07/11	6,41	0,87			28	25	3		1,64										
1	Frafjordelva	11/07/11	6,33	0,90							1,91										
1	Frafjordelva	25/07/11	6,56	1,02							1,56										
1	Frafjordelva	01/08/11	6,70	5,51	0,168	144	25	16	9	1,8	6,20	0,74	2,95	1,65	4,32	2,39	2850	2980	2	1,75	131
1	Frafjordelva	08/08/11	6,85	1,66							2,11										
1	Frafjordelva	22/08/11	6,72	1,08							1,77										

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LA1	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
1	Frafjordelva	05/09/11	6,59	0,95	0,072	44	26	21	5	1,7	1,64	0,23	1,49	0,21	2,01	1,01	230	360	3	1,01	42	
1	Frafjordelva	05/09/11	6,43	1,01							1,68											
1	Frafjordelva	19/09/11	6,37	0,94							1,53											
1	Frafjordelva	03/10/11	6,48	1,90	0,105	79	27	21	6	1,6	2,96	0,39	1,77	0,55	2,70	1,35	790	895	2	1,24	57	
1	Frafjordelva	03/10/11	6,24	2,14							2,89											
1	Frafjordelva	17/10/11	6,43	1,05							2,08											
1	Frafjordelva	31/10/11	6,35	1,20							2,18											
1	Frafjordelva	14/11/11	6,60	2,19	0,094	67	19	13	6	1,1	3,12	0,43	1,95	0,69	3,15	1,75	850	950	3	1,62	61	
1	Frafjordelva	14/11/11	6,26	2,17							3,04											
1	Frafjordelva	25/11/11	6,07	0,76							2,20											
1	Frafjordelva	05/12/11	6,01	2,25	0,079	51	34	21	13	1,2	3,88	0,58	2,96	0,54	6,20	1,57	695	810	5	1,44	45	
1	Frafjordelva	15/12/11	6,15	3,77							5,13											
1	Frafjordelva	26/12/11	5,85	1,03							3,62											
2	Eikjeskog nedstr dos	09/03/11	6,12	1,07							2,40											
2	Eikjeskog nedstr dos	21/03/11	6,37	1,59							2,70											
2	Eikjeskog nedstr dos	28/03/11	5,88	1,08							2,70											
2	Eikjeskog nedstr dos	11/04/11	5,80	1,68							3,70											
2	Eikjeskog nedstr dos	26/04/11	6,40	0,81							1,70											
2	Eikjeskog nedstr dos	02/05/11	6,56	1,04							1,70											
2	Eikjeskog nedstr dos	09/05/11	6,46	0,94							1,70											
2	Eikjeskog nedstr dos	16/05/11	6,34	0,76							1,60											
2	Eikjeskog nedstr dos	30/05/11	6,07	1,25							1,70											
2	Eikjeskog nedstr dos**	14/06/11	5,88	0,37							1,31											
2	Eikjeskog nedstr dos	27/06/11	6,58	0,87							1,48											
2	Eikjeskog nedstr dos	11/07/11	6,46	0,97							1,48											
2	Eikjeskog nedstr dos	25/07/11	6,12	1,72							2,96											
2	Eikjeskog nedstr dos	08/08/11	6,64	0,84							1,32											
2	Eikjeskog nedstr dos	22/08/11	6,62	0,74							1,30											
2	Eikjeskog nedstr dos	05/09/11	6,60	0,88							1,23											
2	Eikjeskog nedstr dos	19/09/11	6,35	0,69							1,12											
2	Eikjeskog nedstr dos	03/10/11	6,34	0,86							1,45											
2	Eikjeskog nedstr dos	17/10/11	6,43	0,88							1,69											
2	Eikjeskog nedstr dos	31/10/11	6,30	0,69							1,61											
2	Eikjeskog nedstr dos	14/11/11	6,53	1,01							1,64											
2	Eikjeskog nedstr dos**	25/11/11	5,97	0,59							1,57											
2	Eikjeskog nedstr dos	15/12/11	6,25	1,12							2,89											

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LA1	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
2	Eikjeskog nedstr dos	26/12/11	5,96	0,98							3,35											
3	Eikjeskog oppstr dos*	09/03/11	7,36	10,7							16,4											
3	Eikjeskog oppstr dos*	14/03/11	7,44	10,46	0,240	217	60	47	13	6,1	16,4	1,82	11,30	5,12	24,90	3,30	5100	6100	190	1,15	159	
3	Eikjeskog oppstr dos	21/03/11	6,02	0,62							2,40											
3	Eikjeskog oppstr dos	28/03/11	5,47	0,52							2,80											
3	Eikjeskog oppstr dos*	11/04/11	9,16	9,86							4,80											
3	Eikjeskog oppstr dos	11/04/11	5,26	0,26			38	15	23	1,6	2,30	0,31	2,10	0,18	4,20	0,90	140	180	0	0,36	-13	
3	Eikjeskog oppstr dos*	26/04/11	9,08	6,13							2,20											
3	Eikjeskog oppstr dos*	02/05/11	6,60	1,06							1,80											
3	Eikjeskog oppstr dos	09/05/11	6,35	1,66							3,00											
3	Eikjeskog oppstr dos*	09/05/11	6,70	1,81	0,080	52	27	13	14	1,2	2,10	0,18	1,44	0,11	2,20	0,66	100	170	0	0,33	88	
3	Eikjeskog oppstr dos	16/05/11	6,06	0,68							1,30											
3	Eikjeskog oppstr dos	30/05/11	6,09	0,69							1,50											
3	Eikjeskog oppstr dos	14/06/11	6,42	0,80							1,48											
3	Eikjeskog oppstr dos**	14/06/11	6,04	0,45	0,045	15	21	16	5	0,8	1,32	0,19	1,47	0,11	2,33	0,84	89	155	3	0,66	15	
3	Eikjeskog oppstr dos	27/06/11	6,23	0,42							3,23											
3	Eikjeskog oppstr dos	04/07/11	5,75	0,20			36	28	8	1,5	1,10	0,15	1,29	0,08	1,78	0,81	71	130	2	0,71	8	
3	Eikjeskog oppstr dos	11/07/11	5,74	0,27							1,23											
3	Eikjeskog oppstr dos	25/07/11	6,05	0,49							1,29											
3	Eikjeskog oppstr dos	01/08/11	6,11	0,29	0,047	18	16	10	6	1,1	1,08	0,14	1,24	0,07	1,56	0,89	59	137	4	0,39	15	
3	Eikjeskog oppstr dos	08/08/11	6,21	0,54							4,43											
3	Eikjeskog oppstr dos	22/08/11	6,12	0,40							1,31											
3	Eikjeskog oppstr dos	05/09/11	6,08	0,27							0,98											
3	Eikjeskog oppstr dos	05/09/11	6,03	0,21	0,045	15	32	24	8	1,8	1,00	0,15	1,19	0,10	1,43	0,80	49	190	6	0,83	17	
3	Eikjeskog oppstr dos	19/09/11	5,86	0,22							0,93											
3	Eikjeskog oppstr dos	03/10/11	5,84	0,28							1,13											
3	Eikjeskog oppstr dos	03/10/11	5,91	0,22	0,039	9	24	19	5	1,2	1,11	0,20	1,17	0,08	1,90	0,78	66	135	1	0,75	6	
3	Eikjeskog oppstr dos	17/10/11	5,78	0,33							1,47											
3	Eikjeskog oppstr dos	31/10/11	5,73	0,31							1,43											
3	Eikjeskog oppstr dos	14/11/11	5,97	0,36							1,35											
3	Eikjeskog oppstr dos	14/11/11	5,93	0,30	0,033	2	19	13	6	0,8	1,34	0,19	1,42	0,09	2,37	0,93	105	165	5	1,05	1	
3	Eikjeskog oppstr dos**	25/11/11	6,80	6,24							3,55											
3	Eikjeskog oppstr dos	05/12/11	5,41	0,64	0,029	0	40	13	27	0,7	2,82	0,44	2,73	0,30	6,24	1,00	110	175	9	0,90	-10	
3	Eikjeskog oppstr dos	15/12/11	5,71	0,65							2,73											
3	Eikjeskog oppstr dos	26/12/11	5,64	0,79							3,39											

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LA1	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
4	Brådland nedstr dos	09/03/11	5,93	0,72							2,00											
4	Brådland nedstr dos	21/03/11	6,24	1,11							2,40											
4	Brådland nedstr dos	28/03/11	6,14	1,08							2,70											
4	Brådland nedstr dos	11/04/11	6,26	0,89							2,50											
4	Brådland nedstr dos	26/04/11	6,37	0,89							1,80											
4	Brådland nedstr dos	02/05/11	6,27	0,85							1,50											
4	Brådland nedstr dos	09/05/11	6,46	1,41							1,80											
4	Brådland nedstr dos	16/05/11	6,31	0,71							1,60											
4	Brådland nedstr dos	30/05/11	6,05	1,09							1,50											
4	Brådland nedstr dos	14/06/11	6,11	0,49							1,36											
4	Brådland nedstr dos	27/06/11	6,46	0,74							2,47											
4	Brådland nedstr dos	11/07/11	6,07	0,54							1,20											
4	Brådland nedstr dos	25/07/11	6,32	0,56							1,18											
4	Brådland nedstr dos	08/08/11	6,51	0,69							1,23											
4	Brådland nedstr dos	22/08/11	6,54	0,71							1,29											
4	Brådland nedstr dos	05/09/11	6,40	0,64							1,19											
4	Brådland nedstr dos	19/09/11	6,31	0,64							1,27											
4	Brådland nedstr dos	03/10/11	6,40	0,67							1,26											
4	Brådland nedstr dos	17/10/11	6,37	0,70							1,57											
4	Brådland nedstr dos	31/10/11	6,14	0,53							1,49											
4	Brådland nedstr dos	14/11/11	6,53	0,88							1,57											
4	Brådland nedstr dos	25/11/11	6,16	0,64							1,68											
4	Brådland nedstr dos	15/12/11	6,09	1,02							2,68											
4	Brådland nedstr dos	26/12/11	5,90	1,06							4,02											
5	Brådland oppstr dos	09/03/11	5,84	0,63							2,00											
5	Brådland oppstr dos	21/03/11	5,90	0,62							2,10											
5	Brådland oppstr dos	28/03/11	5,44	0,52							2,60											
5	Brådland oppstr dos	11/04/11	5,44	0,34							2,30											
5	Brådland oppstr dos	26/04/11	6,08	0,17							1,40											
5	Brådland oppstr dos	02/05/11	5,74	0,17							1,30											
5	Brådland oppstr dos	09/05/11	5,72	0,31							1,40											
5	Brådland oppstr dos	16/05/11	5,71	0,23							1,30											
5	Brådland oppstr dos	30/05/11	5,95	0,40							1,50											
5	Brådland oppstr dos	14/06/11	5,81	0,27							1,33											
5	Brådland oppstr dos	27/06/11	6,01	0,29							1,41											
5	Brådland oppstr dos	11/07/11	5,86	0,38							1,17											

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LA1	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
5	Brådland oppstr dos	25/07/11	5,97	0,30							1,10											
5	Brådland oppstr dos	08/08/11	6,10	0,36							1,09											
5	Brådland oppstr dos	22/08/11	6,13	0,30							1,10											
5	Brådland oppstr dos	05/09/11	6,04	0,37							1,07											
5	Brådland oppstr dos	19/09/11	5,91	0,26							0,92											
5	Brådland oppstr dos	03/10/11	5,95	0,31							1,11											
5	Brådland oppstr dos	17/10/11	5,87	0,39							1,38											
5	Brådland oppstr dos	31/10/11	5,73	0,33							1,44											
5	Brådland oppstr dos	14/11/11	5,97	0,46							1,40											
5	Brådland oppstr dos	25/11/11	6,28	0,40							1,52											
5	Brådland oppstr dos	12/12/11	6,07	2,24							4,63											
5	Brådland oppstr dos	15/12/11	5,71	0,71							2,53											
5	Brådland oppstr dos	26/12/11	5,22	0,65							4,05											

*Verdier ikke tatt med i beregning av middelverdier. ** verdier er byttet oppstrøms – nedstrøms doserer

Vedlegg B. Primærdata – bunndyr 2011

Vedlegg B1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 22.06.2011

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Turbellaria										
** <i>Crenobia alpina</i>					1		1			
Nematoda			3			3	4		1	
Oligochaeta	3	1	5	4			1		1	4
Acari	5	2	2		2		2	2	1	1
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	6	21	21	14	2	23	24	7	11	4
*** <i>Baetis fuscatus/scambus</i>				1						
*** <i>Baetis subalpinus/vernus</i>		9		7						
*** <i>Baetis</i> sp.		3		11						
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	1		3		1	3				
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	6	29	3	37	11	20	40	13	41	8
<i>Amphinemura sulcicollis</i>					1	1	7			
<i>Amphinemura standfussi</i>	1	14					2			1
<i>Amphinemura</i> sp.									1	
<i>Leuctra hippopus</i>						2				
<i>Leuctra fusca</i>	13	12	10	4	15	17	7		7	25
<i>Leuctra</i> sp.cf. <i>digitata</i>						1				
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>						1				
Taeniopterygidae indet.										1
** <i>Isoperla grammatica</i>	1		1							
** <i>Diura</i> sp.				3		6	7	1		2
Trichoptera										
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	5	1	4		1	3		8	
<i>Polycentropus</i>	3		3	1	1	4				4
<i>Plectrocnemia conspersa</i>						2				
<i>Halesus radiatus</i>	1									
<i>Oxyethira</i> sp.	2									
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>			1							
** <i>Wormaldia</i> sp.		1	8	14		2				
** <i>Lepidostoma hirtum</i>					1	1				
** <i>Hydropsyche sitalai</i>			4	5						
Chironomidae	145	132	106	119	57	78	76	77	83	105
Ceratopogonidae										
Simuliidae	1	15	24	22	1	10	63	15	30	38
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.							1			1
Diptera										
Empididae indet.	3	4	6	2	1			2	1	2
Dolichopodidae										
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>	1									
Sum	194	248	201	248	94	175	238	117	185	196
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,80	1,00	1,00	1,00	0,57	1,00	0,93	1,00	0,72	0,61

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

Vedlegg B2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 03.10.2011

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Turbellaria										
** <i>Crenobia alpina</i>									1	
Nematoda	1		2		1				1	
Oligochaeta	1	2	9	1	1	1			3	5
Acari	2	2	1	2	2	4	1	1	1	
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	8	38	22	53	57	77	61	118	67	23
** <i>Heptagenia sulphurea</i>			5		2	6				
<i>Heptagenia</i> sp.			4				3			
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>		23	22	49	20	8	27	69	53	1
<i>Amphinemura sulciollis</i>	1	14	5	6	7	4	25	24	44	4
<i>Leuctra hippopus</i>	12	34	1				2	1	21	1
<i>Leuctra</i> sp.		1	1		4		3		3	
<i>Protonemura meyeri</i>	2	13		3		1			1	
Nemouridae indet.		1								
<i>Brachyptera risi</i>		13	5	17	17	17	20	41	32	17
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>								1	2	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	1							1	
** <i>Isoperla grammatica</i>								2		
** <i>Isoperla</i> sp.						1				
Trichoptera										
<i>Potamophylax cingulatus</i>								1		
Limnephilidae indet.					2		1			
<i>Rhyacophila nubila</i>		6	2	5	3	3		2	4	3
<i>Oxyethira</i> sp.	10		8		1				1	4
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3		5		1		1			2
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		3								
<i>Neureclipsis bimaculata</i>		2								
** <i>Apatania</i> sp.									1	
** <i>Ithytricia lamellaris</i>	8		4							
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	1		4	3		2	1	1		
** <i>Hydropsyche siltalai</i>			1	7						
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>	1									
** <i>Hydropsyche</i> sp.		1	2	1						
Chironomidae	89	18	65	21	88	26	16	32	29	34
Ceratopogonidae	1									
Simuliidae		6	3	4	3	2		3	6	3
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.							1	2		
<i>Tipula</i> sp.								1	4	1
Diptera										
Empididae indet.	2	2	2	1	1	2	1	1	4	1
Psychodidae indet.				3				1		
Scatophagidae				1			1			
Ubestemt		1						2		1
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>	2						1			1
Collembola								1		
Crustacea										
Harpacticoida								1	2	
Chydoridae									1	6
Sum	145	181	173	177	210	154	165	305	281	107
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00
*** Meget følsom,										
** Moderat følsom,										
* Lite følsom										

1.1 Espedalselva

Koordinator: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1.1.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

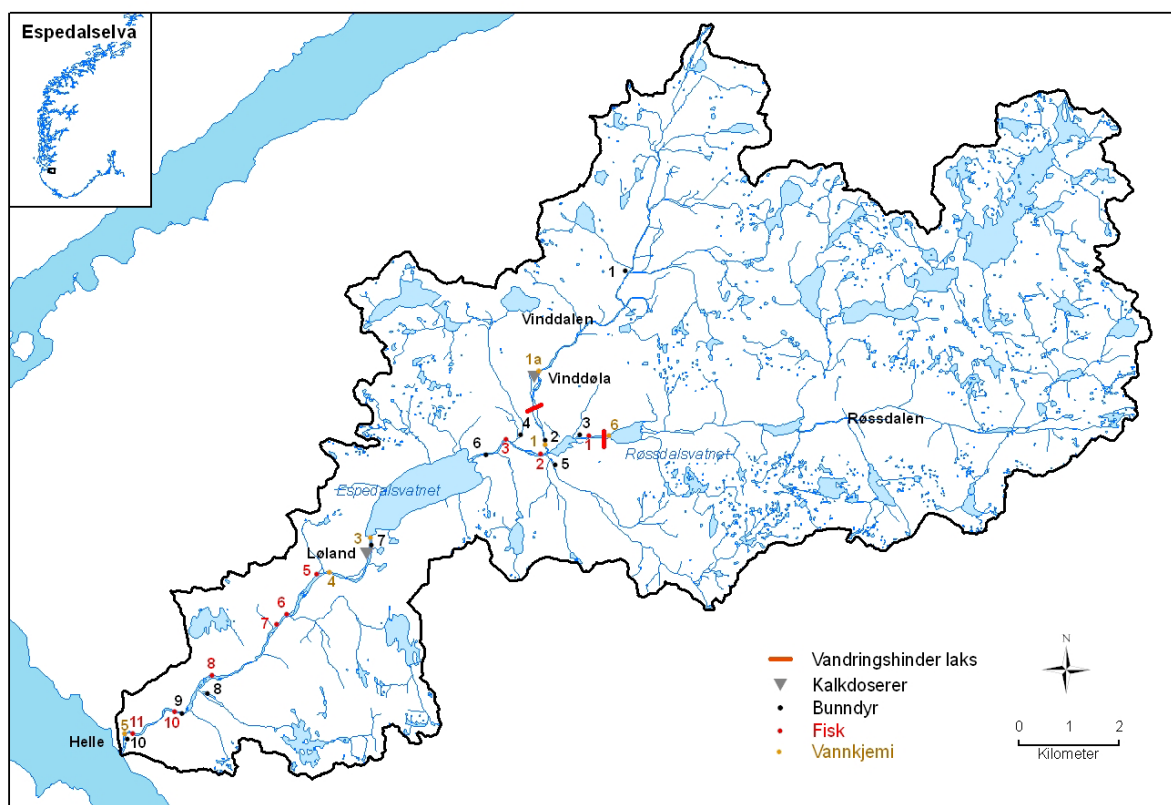
Fakta om Espedalselva	
Vassdragsnr.:	030.4z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	138 km ² (før regulering)
Vassdragsregulering:	Øvre deler av Fossåna er overført til vassdrag i øst.
Spesifikk avrenning:	61,66 l/s/km ²
Middelvannføring:	12,2 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 12 km i Espedalselva (endepunkt Røssdalsvatn) og i underkant av 1 km i Vinddøla.
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen er 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. Fortsatt (2011) kalkes åtte innsjøer. Kalkdoserer i hovedelva ved Løland, nedstrøms utløpet av Espedalsvatn, samt en enkel kalkdoserer i sidevassdraget Vinddøla. Kalkdosereren ved Løland har siden 2006 ikke dosert (evt. kun dosert ut små mengder kalk) i perioden 25. juli – 15. oktober.

Årlig kalkforbruk i Espedalselva har variert mellom 79 (2001) og 672 (1997) tonn CaCO₃. De siste årene har hovedandelen av kalken blitt spredd fra to kalkdoserere, Vinddøla og Løland. Kalkforbruket i 2011 var det laveste i siste femårsperiode, med en reduksjon på omlag 38 % i forhold til året før (**Tabell 1**).

Det falt 2782 mm nedbør på meteorologisk stasjon 43810 Maudal fordelt på ni måneder i 2011 (met.no 2012). Pr februar 2012 mangler nedbørdata for månedene juni, august og september. Mai og desember var svært nedbørrike, og det ble registrert over en dobling i nedbørmengde i forhold til normalen for disse månedene.

Tabell 1. Kalkforbruk i Espedalselva for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	175	354	208	283	160
Innsjøkalking	70	70	70	58	53
Sum kalkforbruk	245	424	278	341	213



Figur 1. Espedalselva med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i vedlegg A.

1.2 Vannkjemi

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

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

Espedalselva ble i 1972 inkludert i DN/NINAs vannkemiske overvåkingsprogram "Elveserien" med én målestasjon i vassdragets utløp (nåværende stasjon 5) og ble fra 1995 videreført som en del av kalkingovervåkingen. I 2011 ble vannkemien i vassdraget overvåket på totalt fem stasjoner (**figur 1**). En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

1+.2.1 Vannkvaliteten i 2011

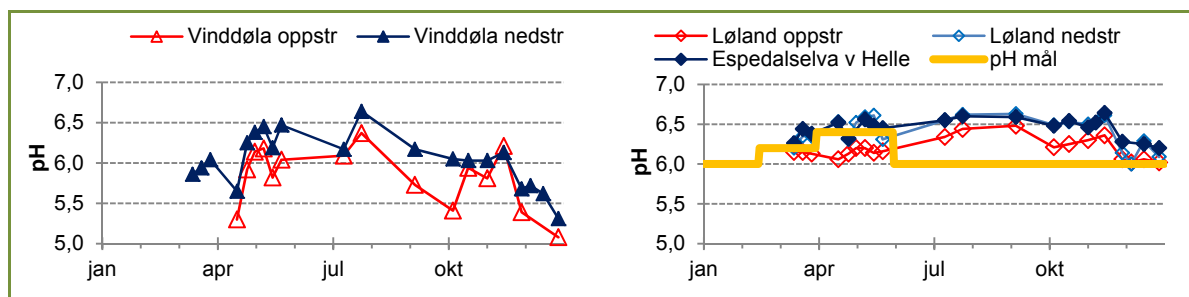
Vannkvaliteten nederst i vassdraget, ved Helle, og nedstrøms kalkdosereren ved Løland var tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget, men to pH-verdier var marginale (**figur 2, vedlegg B**). Det er fortsatt enkelte dype fall i pH nedenfor kalkdoseringsanlegget i Vinddøla og det er stor variasjon gjennom året (**figur 2, tabell 2**). Hele 50 % av pH-verdiene var her mer enn 0,1 pH-enheter under vannkvalitetsmålet.

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 2011. En prøve ved Vinddøla oppstrøms er tatt ut av beregningene pga. unormalt høy verdi (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 oppstrøms	Mid	5,66	0,42				
		Min	5,08	0,25				
		Maks	6,37	0,59				
		N	15	15				
1	Vinddøla nedstrøms	Mid	5,91	0,56				
		Min	5,31	0,13				
		Maks	6,64	1,49				
		N	20	20				
3	Løland oppstrøms	Mid	6,17	0,74				
		Min	6,02	0,50				
		Maks	6,48	1,75				
		N	20	20				
4	Løland nedstrøms	Mid	6,37	1,30				
		Min	6,00	0,67				
		Maks	6,63	2,04				
		N	20	20				
5	Espedalselva v Helle	Mid	6,43	1,09	28	5	1,4	46
		Min	6,20	0,81	0	3	1,0	19
		Maks	6,64	1,56	42	8	1,7	73
		N	19	19	9	9	6	6

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 6,4 i måleperioden (**tabell 2**). Konsentrasjonen av ulike aluminiumsfraksjoner var lav gjennom hele prøvetakingsperioden og innholdet av giftig aluminium (LAI \leq 8 µg/l) indikerer god økologisk status for lakseførende vassdrag. Store nedbørmengder i mai og desember 2011 ser ikke ut til å ha påvirket vannkjemien nevneverdig. Det ble ikke registrert forhøyede verdier av verken klorid eller natrium, men disse parameterne er ikke målt ved alle tidspunkt.

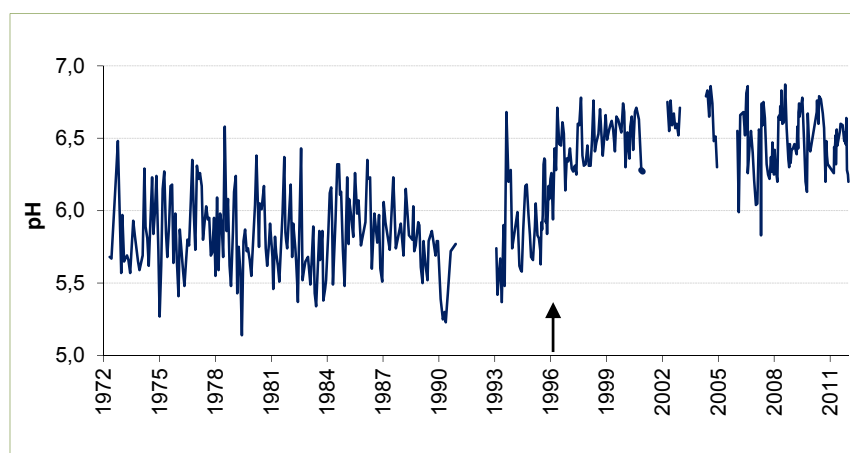
Innholdet av organisk karbon (TOC), nitrogen (Tot-N) og fosfor (Tot-P) viser at Espedalselva er lite påvirket av humus og er et næringsfattig vassdrag (**vedlegg B**).



Figur 2. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdoseringsanleggene i Vindøla (venstre panel) og Løland samt nederst i Espedalselva v Helle i 2011 sammenholdt med pH-målet (høyre panel). En prøve ved Vindøla oppstrøms er tatt ut av figuren pga unormalt høy verdi (se vedlegg B).

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 konsentrasjoner. I 2006 ble det imidlertid registrert aluminiumsverdier >200 µg/l i forbindelse med sjøsaltepisoder (Saksgård & Schartau 2011). Konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al/LAI) har vært lav i hele undersøkelsesperioden med verdier stort sett <6 µg/l.



Figur 3. pH i Espedals-elva ved Helle (st. 5) i perioden 1972-2011. Pil angir tidspunkt for første større innsjøkalking i vassdraget.

1.3 Bunndyr

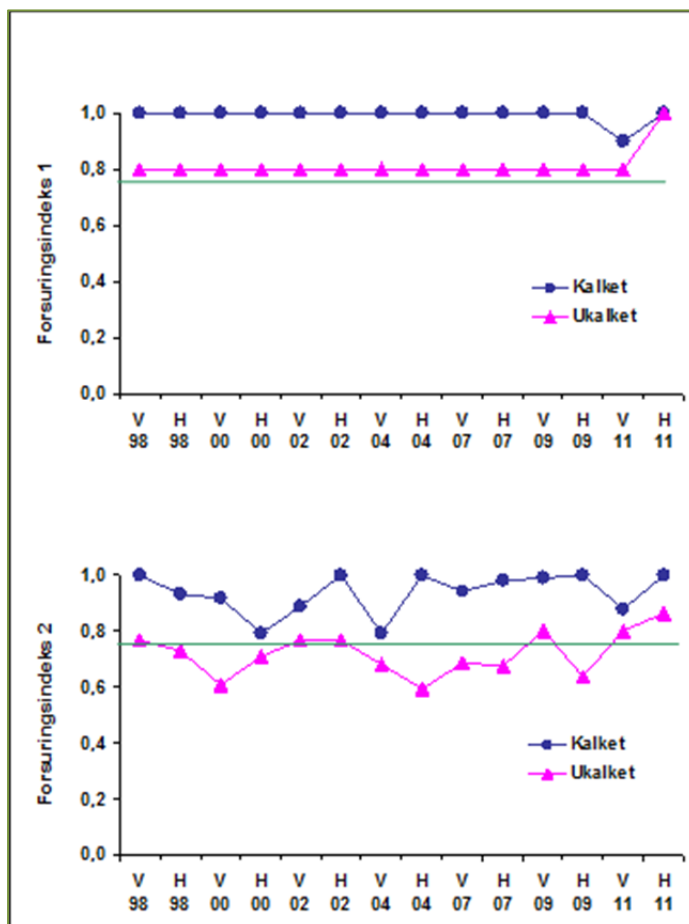
Forfattere: Arne Fjellheim, Arne Johannessen og Torunn Svanevik Landås (LFI, Uni Miljø)

Bunndyrovurvaingen i Espedalselva ble startet våren 1998. Det er valgt ut 10 stasjoner hvorav fem er ukalket (figur 4). 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.

1+3.1 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 5 døgnfluearter, 12 steinfluearter, og 14 arter/slekter av vårfluer i Espedalselva i 2011 (**vedlegg C**). Bunndyrmangfoldet var i samme størrelsesorden som registrert i forrige undersøkelse (Fjellheim 2010). Fjorten av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forsurening (Fjellheim & Raddum 1990), litt flere enn ved forrige undersøkelse.

Forsuringsindeksene indikerer at økologisk tilstand hele tiden har vært god i kalket del av vassdraget. I 2011 var skadene på bunndyrsamfunnene relativt små i den kalkete delen, indeks 1 = 0,9 (**figur 4**). Denne indeksen var likevel dårligere en det som er registrert i de foregående år. Årsaken er fravær av sterkt forsuringssensitive bunndyr i en av lokalitetene, utløpet fra Espedalsvatnet. De ukalkete stasjonene hadde indeks 1 = 0,8 om våren. I motsetning til tidligere år var indeks 1 = 1,0 i denne delen av vassdraget om høsten. Årsaken er at den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* for første gang ble registrert i Vinddøla oppstrøms kalkingspunktet. Indeks 2 verdiene har vært ustabile gjennom hele perioden, og har i snitt variert mellom 0,79 og 1,0 for kalkete deler av vassdraget (**figur 4**). Indeks 2 varierte tidligere mellom 0,6 og 0,8 på de ukalkete stasjonene, mens den i 2011 var henholdsvis 0,8 og 0,86 vår og høst. Den tidligere omtalte registreringen av *B. rhodani* i Vinddøla er årsak til den forbedrede høstverdien. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres som sterkt påvirket av forsurening. Indeks 2 var her 0 om våren og 0,53 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.



Figur 4. Gjenomsnittlig forsuringindeks for stasjonene i Espedalselva i perioden 1998 - 2011. V: vår, H: høst. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand jfr. vannforskriften).

En sammenligning med data fra Espedalselva i forbindelse med Verneplan 4 i august 1989 (Raddum & Fjellheim 1990) viser at vassdraget den gang hadde lavere artsmangfold med færre arter av stein-, døgn- og vårfluer. Innslaget av forsurende sensitive dyr var også lavere og gjennomsnittets forsuringssensitiv indeks (indeks 1) for alle stasjonene var 0,54 mot 0,95 i 2011. Selv om stasjonsnettene var noe forskjellige, er det sannsynlig at bunndyrsfunnene i vassdraget er mindre forsuringsskadede nå sammenlignet med 1989 og at kalkingen av vassdraget er hovedårsaken til denne bedringen.

11.4 Samlet vurdering

1+4.1 Vannkjemien

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 2011 stort sett god i hele måleperioden. Vannkvaliteten var også stort sett tilfredsstillende for den delen av vassdraget som ligger nedstrøms kalkdosereren ved Løland. På begge stasjoner var imidlertid en av prøvene i april marginal i forhold til vannkvalitetsmålet. Konsentrasjonen av giftig aluminium var lav nederst i vassdraget ($\leq 8 \mu\text{g/l}$). Det er fortsatt dype fall i pH nedenfor kalkdoseringsanlegget i Vinddøla og til dels store variasjoner i pH. 50 % av pH-verdiene var under pH-målet minus 0,1 pH-enheter. Fra Vinddøla finnes ingen aluminiumsmålinger. Mye nedbør i mai og desember 2011 ser ikke ut til å ha påvirket vannkjemien nevneverdig. Det ble ikke registrert forhøyede verdier av verken klorid eller natrium, men disse parameterne er ikke målt ved alle tidspunkt.

1+4.2 Fisk

Det ble ikke gjennomført fiskeundersøkelser i Espedalselva i 2010 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

1+4.3 Bunndyr

I 2011 var skadene på bunndyrsfunnene små i de kalkete delene av Espedalselva. De ukalkete stasjonene hadde noe lavere indeksverdier, men også her er det biologiske mangfoldet økende. Den kalkete delen av Espedalselva har hatt små skader på bunndyrsfunnene i hele overvåkingsperioden. Forsuringssensitiv indeksene indikerer at miljømålet er nådd. Dette viser at kalkingen har vært vellykket. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres å være sur, men noe bedre i 2011. Det er fortsatt behov for kalking. En sammenligning med data fra undersøkelser i 1989 viser at artsmangfoldet i vassdraget har økt. Selv om stasjonsnettene er endret, er det sannsynlig at forsuringsskadene på bunndyrsfunnene er redusert i løpet av de senere år og at kalkingen av vassdraget er hovedårsaken til denne bedringen.

1+4.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

I kalkingsstrategien for vassdraget er det lagt vekt på de vannkjemiske forholdene på strekningen nedstrøms Løland. Med dagens kalkingsstrategi er det vanskelig å oppnå en mer stabilt god vannkvalitet i Vinddøla og i øvre del av Espedalselva. For å oppnå en bedre vannkvalitet i øvre del av lakseførende strekning bør derfor følgende alternativer utredes: 1) å flytte kalkdosereren i Vinddøla til rett oppstrøms samløpet med Espedalselva, 2) utlegging av skjellsand eller grovkalk i øvre deler av Vinddøla. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må

fortsatt karakteriseres å være sur basert på vannkjemien og bunndyrindeksen i 2011. Det er derfor fortsatt behov for kalking i denne delen av vassdraget.

I 2011 ble det ikke foretatt noen vannkjemisk overvåking på stasjonen ved utløpet av Røssdalsvatnet (stasjon 6). Den øvre delen av Espedalselva er viktig for produksjonen av sjøaure i vassdraget. Fra tidligere er det vist at vannkvaliteten her er ugunstig. Det anbefaler at stasjonen tas inn på nytt i overvåkingsprogrammet.

11.5 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Espedalselva i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjem	1a	Vinddøla oppstr doserer	344073	6535689
Vannkjem	1	Vinddøla nedstr doserer	344196	6534210
Vannkjem	3	Løland oppstr doserer	340675	6532335
Vannkjem	4	Løland nedstr doserer	339853	6531641
Vannkjem	5	Espedalselva v Helle	335749	6528400
Vannkjem	6	Røssdalsvatn utløp	345476	6534380
Bunndyr	1	Vindøla oppstr doserer	345800	6537700
Bunndyr	2	Vindøla nedstr doserer	344200	6534300
Bunndyr	3	Lona innløp	344900	6534400
Bunndyr	4	Kvernaskaret	343700	6534400
Bunndyr	5	Tofribekken	344400	6533800
Bunndyr	6	Espedalsvatn innløp	343000	6534000
Bunndyr	7	Espedalsvatnet utløp	340700	6532200
Bunndyr	8	Bekk v Kleppa	337400	6529200
Bunndyr	9	Espedalselva v Kleppa	336900	6528800
Bunndyr	10	Espedalselva v utløp	335800	6528300

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Espedalselva 2011

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		

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
1a	Vinddøla oppstr*	21/03/11	6,36	1,01							3,10											
1a	Vinddøla oppstr	18/04/11	5,30	0,25							1,90											
1a	Vinddøla oppstr	26/04/11	5,92	0,25							1,50											
1a	Vinddøla oppstr	02/05/11	6,14	0,46							1,60											
1a	Vinddøla oppstr	09/05/11	6,18	0,43							1,40											
1a	Vinddøla oppstr	16/05/11	5,82	0,52							2,20											
1a	Vinddøla oppstr	23/05/11	6,04	0,29							1,60											
1a	Vinddøla oppstr	11/07/11	6,09	0,45							1,53											
1a	Vinddøla oppstr	25/07/11	6,37	0,52							1,61											
1a	Vinddøla oppstr	05/09/11	5,73	0,28							1,35											
1a	Vinddøla oppstr	05/10/11	5,41	0,39							1,77											
1a	Vinddøla oppstr	17/10/11	5,94	0,49							1,88											
1a	Vinddøla oppstr	01/11/11	5,81	0,39							1,76											
1a	Vinddøla oppstr	14/11/11	6,21	0,59							2,00											
1a	Vinddøla oppstr	28/11/11	5,39	0,46							2,84											
1a	Vinddøla oppstr	27/12/11	5,08	0,57							4,53											
1	Vinddøla nedstr	14/03/11	5,86	0,35							2,60											
1	Vinddøla nedstr	21/03/11	5,94	0,48							2,50											
1	Vinddøla nedstr	28/03/11	6,04	0,59							2,90											
1	Vinddøla nedstr	18/04/11	5,65	0,13							1,80											
1	Vinddøla nedstr	26/04/11	6,25	0,55							1,70											

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	Vinddøla nedstr	02/05/11	6,38	0,78							1,80										
1	Vinddøla nedstr	09/05/11	6,45	0,75							1,70										
1	Vinddøla nedstr	16/05/11	6,19	0,72							2,30										
1	Vinddøla nedstr	23/05/11	6,47	1,49							2,80										
1	Vinddøla nedstr	11/07/11	6,17	0,48							1,55										
1	Vinddøla nedstr	25/07/11	6,64	0,90							1,77										
1	Vinddøla nedstr	05/09/11	6,17	0,37							1,51										
1	Vinddøla nedstr	05/10/11	6,05	0,38							1,66										
1	Vinddøla nedstr	17/10/11	6,03	0,37							1,77										
1	Vinddøla nedstr	01/11/11	6,03	0,37							1,79										
1	Vinddøla nedstr	14/11/11	6,13	0,39							1,81										
1	Vinddøla nedstr	28/11/11	5,68	0,42							2,18										
1	Vinddøla nedstr	05/12/11	5,72	0,44							2,45										
1	Vinddøla nedstr	15/12/11	5,62	0,64							2,98										
1	Vinddøla nedstr	27/12/11	5,31	0,57							4,05										
3	Løland oppstr	14/03/11	6,15	0,64							2,30										
3	Løland oppstr	21/03/11	6,15	0,69							2,20										
3	Løland oppstr	28/03/11	6,13	0,63							2,30										
3	Løland oppstr	18/04/11	6,06	0,59							2,30										
3	Løland oppstr	26/04/11	6,13	0,50							2,30										
3	Løland oppstr	02/05/11	6,20	0,54							2,20										
3	Løland oppstr	09/05/11	6,20	0,53							2,20										
3	Løland oppstr	16/05/11	6,14	0,73							2,30										
3	Løland oppstr	23/05/11	6,16	0,74							2,30										
3	Løland oppstr	11/07/11	6,34	0,65							1,85										
3	Løland oppstr	25/07/11	6,44	0,62							1,85										
3	Løland oppstr	05/09/11	6,48	0,78							1,89										
3	Løland oppstr	05/10/11	6,21	0,76							1,83										
3	Løland oppstr	17/10/11	6,25	0,54							1,81										
3	Løland oppstr	01/11/11	6,30	0,71							1,94										
3	Løland oppstr	14/11/11	6,36	0,68							1,96										
3	Løland oppstr	28/11/11	6,06	0,68							1,94										

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	Løland oppstr	05/12/11	6,02	1,20							2,69											
3	Løland oppstr	15/12/11	6,06	1,75							4,07											
3	Løland oppstr	27/12/11	6,02	0,80							2,66											
4	Løland nedstr	14/03/11	6,20	0,84							2,70											
4	Løland nedstr	21/03/11	6,35	1,25							2,60											
4	Løland nedstr	28/03/11	6,35	1,30							2,80											
4	Løland nedstr	18/04/11	6,53	1,54							2,90											
4	Løland nedstr	26/04/11	6,31	1,20							2,50											
4	Løland nedstr	02/05/11	6,52	2,02							3,20											
4	Løland nedstr	09/05/11	6,59	2,04							3,10											
4	Løland nedstr	16/05/11	6,61	1,72							2,80											
4	Løland nedstr	23/05/11	6,31	0,74							1,80											
4	Løland nedstr	11/07/11	6,55	1,35							2,55											
4	Løland nedstr	25/07/11	6,62	1,32							2,67											
4	Løland nedstr	05/09/11	6,63	1,18							2,40											
4	Løland nedstr	05/10/11	6,49	1,50							2,62											
4	Løland nedstr	17/10/11	6,53	1,26							2,72											
4	Løland nedstr	01/11/11	6,50	1,31							2,64											
4	Løland nedstr	14/11/11	6,61	1,64							3,10											
4	Løland nedstr	28/11/11	6,14	0,86							2,17											
4	Løland nedstr	05/12/11	6,00	0,67							2,11											
4	Løland nedstr	15/12/11	6,29	1,42							3,08											
4	Løland nedstr	27/12/11	6,09	0,84							2,68											
5	Espedalselva v Helle	14/03/11	6,26	1,12	0,020	0	18	15	3	1,5	3,10	0,48	2,71	0,46	4,60	1,10	360	410	0	1,10	47	
5	Espedalselva v Helle	21/03/11	6,44	1,25							3,00											
5	Espedalselva v Helle	28/03/11	6,38	0,97							2,60											
5	Espedalselva v Helle	18/04/11	6,52	1,22	0,060	31	20	13	7		2,70											
5	Espedalselva v Helle	26/04/11	6,32	1,41	0,030	0	17	13	4		2,40											
5	Espedalselva v Helle	09/05/11	6,56	1,56	0,070	42	16	11	5		2,80											
5	Espedalselva v Helle	16/05/11	6,48	1,48	0,070	42	18	12	6	1,3	2,70	0,39	2,24	0,23	3,70	0,97	170	240	10	0,79	73	
5	Espedalselva v Helle	23/05/11	6,45	1,28	0,050	21	19	11	8	1,4	2,50	0,33	2,26	0,20	3,40	1,10	180	240	10	0,72	63	

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	Espedalselva v Helle	11/07/11	6,55	0,93							2,06										
5	Espedalselva v Helle	25/07/11	6,60	1,00							2,12										
5	Espedalselva v Helle	05/09/11	6,59	0,96	0,070	42	21	17	4	1,3	2,11	0,32	2,17	0,22	3,26	1,22	185	290	2	1,78	44
5	Espedalselva v Helle	05/10/11	6,48	0,83	0,065	37	30	25	5	1,7	1,99	0,32	1,96	0,24	3,09	1,19	190	310	3	1,75	34
5	Espedalselva v Helle	17/10/11	6,54	0,94							2,16										
5	Espedalselva v Helle	01/11/11	6,46	0,89							2,24										
5	Espedalselva v Helle	07/11/11	6,52	0,81	0,066	38	21	16	5	1,0	2,28	0,44	2,42	0,28	4,70	1,20	175	445	2	1,64	19
5	Espedalselva v Helle	14/11/11	6,64	1,15							2,51										
5	Espedalselva v Helle	28/11/11	6,28	0,93							2,19										
5	Espedalselva v Helle	15/12/11	6,25	1,07							3,14										
5	Espedalselva v Helle	27/12/11	6,20	0,91							2,77										
6	Røssdalsvatn utløp	09/05/11	5,56	0,40	0,000	0	49	37	12		1,80										

*Verdier ikke tatt med i figurer eller beregning av middelverdier

Vedlegg C

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Espedalselva 24.06.2011.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nematoda		1	1		1	1		1		
Oligochaeta	1	4	9	5	2	5	11	1	8	
Acari	8	4	2			4	1	1	2	
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>		7	7	39	12	5		10	24	11
*** <i>Baetis</i> sp.cf. <i>fuscatus</i> / <i>scambus</i>		19		3	1				2	6
*** <i>Baetis</i> sp.cf. <i>subalpinus</i> / <i>vernus</i>								7		
*** <i>Baetis</i> sp.					17					2
<i>Kageronica fuscogrisea</i>									1	
** <i>Heptagenia sulphurea</i>							5		3	6
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	36	13	1	17	12		10	4	6	9
<i>Amphinemura</i> sp.cf. <i>standfussi</i>				1				3		
<i>Brachyptera risi</i>	1									
<i>Leuctra hippopus</i>										
<i>Leuctra fusca</i>	7	25	1	13	9	12	36	2	19	1
<i>Protonemura meyeri</i>					1		1	1		
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	2	1								
** <i>Diura</i> sp.		1		1	4					
** <i>Isoperla grammatica</i>							1		1	
Trichoptera										
<i>Rhyacophila nubila</i>		1			12		13	1	9	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1	1	1		1	2			1	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			1							
<i>Oxyethira</i> sp.			1			2	1			
** <i>Hydroptila</i> sp.									6	9
** <i>Sericostoma personatum</i>									1	
** <i>Wormaldia</i> sp.		1					1		6	2
** <i>Lepidostoma hirtum</i> .		1	1						2	2
** <i>Hydropsyche silatalai</i>			1				5		27	
Chironomidae	115	167	55	115	58	126	101	88	164	212
Ceratopogonidae								3		2
Simuliidae	12	22	3	37	46	1	28	37	15	5
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.	3	2		1	1	1		1		
Diptera										
Empididae indet.		6	7	2	2	5	2		11	8
<i>Antocha vitripennis</i>		1					1		4	
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>		5							7	
<i>Elodes</i> sp.					1			1		
<i>Limnius volckmari</i>							3		12	
Collembola					1					
Sum	3	14	7	3	5	6	6	2	34	8
Forsuringsindeks 1	0	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,50	1,00	1,00	1,00

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Espedalselva 31.10.2011.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nematoda										2
Oligochaeta	1	2		1	1	2	7	3	11	1
Acari		2	1	5		3		2	3	1
Ephemeroptera										
** <i>Baetis rhodani</i>	5	63	4	128	47	39	64	52	78	167
** <i>Heptagenia sulphurea</i>										6
<i>Kageronica fuscogrisea</i>							1			
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	9	45		60	15	6	1	10	7	2
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	25	26		24	27	7	26	30	7	7
<i>Leuctra hippopus</i>	8	2				2	9	23	2	11
<i>Leuctra</i> sp.		1		2			1			1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1								
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	9		3				1			
<i>Protonemura meyeri</i>	6	12		18	10	1	8	26	21	8
<i>Nemoura cinerea</i>								1		
<i>Brachyptera risi</i>	118	13	1	29	56	8		58	1	3
** <i>Diura nanseni</i>				1			3			
** <i>Isoperla grammatica</i>		2		1						1
** <i>Isoperla</i> sp.			1				1		2	
Trichoptera										
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1		1		5				
<i>Plectrocnemia conspersa</i>				1				2		
<i>Rhyacophila nubila</i>	5	1		7	2		10	4	7	9
<i>Oxyethira</i> sp.		1	2			7			1	
<i>Hydroptila</i> sp.										
<i>Potamophylax cingulatus</i>					4			1		
Limnephilidae indet				1	3			1		
** <i>Philopotamus montanus</i>		1		1						
** <i>Apatania</i> sp.		3				1				
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>		4				2	7		4	12
** <i>Lepidostoma hirtum</i>						1		1	1	
** <i>Hydropsyche silatalai</i>				1			8		10	4
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>							2		1	
Chironomidae	118	193	12	120	22	277	67	59	99	41
Ceratopogonidae								2		
Simuliidae	20	3	3	9	3	1	7	22	2	1
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.	4	1			1				2	1
<i>Tipula</i> sp.							2			1
<i>Antocha vitripennis</i>									2	
Diptera										
Empididae indet	1	6		2	1		1	7	4	
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>		2							5	
<i>Limnius volckmari</i>							1		4	
<i>Elodes</i> sp.								2		
Collembola					1					1
Crustacea										
Ostracoda		1								
Chydoridae indet.						2				
Sum	329	386	27	412	193	364	227	306	274	280
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,53	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,85	1,00	1,00

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

1Ì Lysevassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1Ì.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.

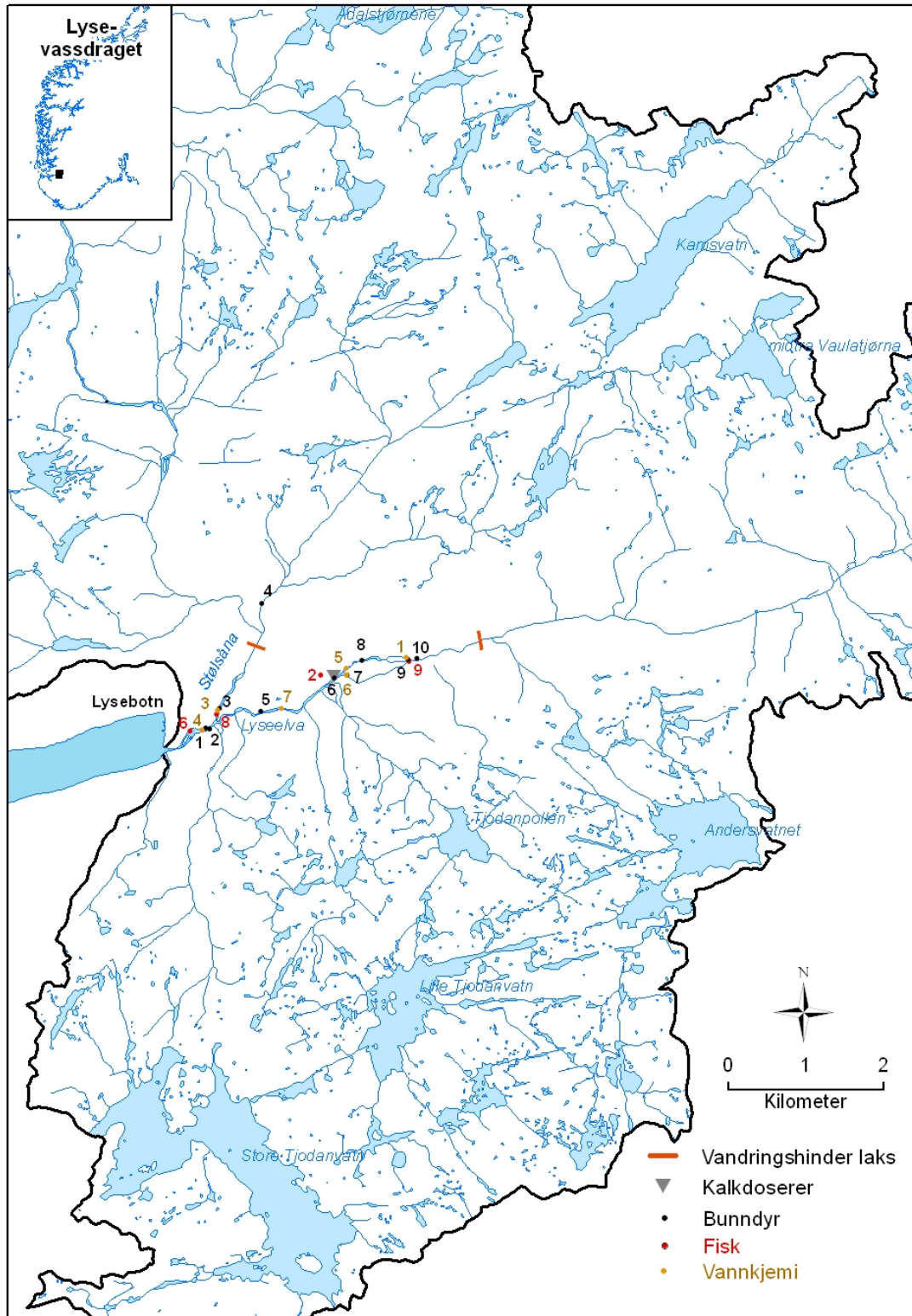
I Lysevassdraget kalkes det fra ett doseringsanlegg, og det er ingen innsjøkalking. I 2011 ble det dosert kun 55 tonn VK3, noe som gir en reduksjon på om lag 58 % i forhold til året før (**tabell 2**). Dette til tross for mye nedbør.

Tabell 2. Kalkforbruk i Lysevassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	189	253	147	131	54

Det falt 2673 mm nedbør på meteorologisk stasjon 45350 Lysebotn i 2011, mens normalen for året er 2078 mm (met.no 2012). Fire måneder hadde noe lavere nedbørmengder enn

normalen, men det generelle bildet er at det var mye nedbør i 2011. Desember var svært nedbørrik (560 mm), med over en dobling i nedbørmengde i forhold til normalen.



Figur 1. Lysevassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserer, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i vedlegg A.

1.2 Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo og Atle Hindar (NIVA)

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

Den vannkemiske overvåkingen av Lysevassdraget har pågått i varierende omfang siden 1994, men det har vært flere lange avbrudd. Kalkingen av vassdraget startet i 2000. En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel. Primærdata er presentert i **vedlegg B**.

1.2.1 Vannkvaliteten i 2011

Referansestasjon i hovedelva oppstrøms kalkdoserer (st. 1)

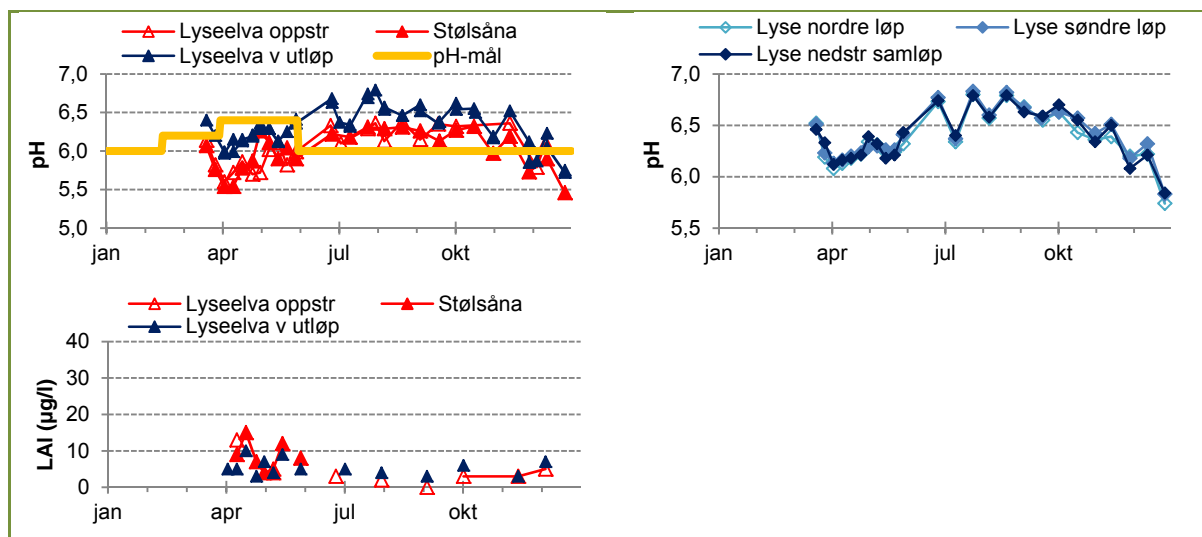
Vannet er kalkfattig og svært klart. Tidligere overvåking i vassdraget har vist at det er betydelig sesongvariasjon i vannets surhetsgrad (pH). De laveste pH-verdiene har pleid å forekomme om våren, som også er årstiden da laksen er mest sårbar for surt vann. I 2011 ble de laveste pH-verdiene målt i april (pH 5,6) og desember (pH 5,8) (**figur 2**) i forbindelse med sjøsaltepisoder. Minimumsverdien for syrenøytraliserende kapasitet (ANC) på -16 $\mu\text{ekv/L}$ ble også registrert i en prøve fra april, og er den laveste siden 2007. Det ble imidlertid ikke påvist høyere konsentrasjoner av giftige aluminium (LAI) enn 13 $\mu\text{g/L}$ i 2011 (**tabell 2**), dette til tross for sjøsaltepisoden på dette tidspunktet (høy konsentrasjon av Cl og negativ ikke-marin Na).

Stølsåna (st. 3)

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. Minimumsverdier for året, pH 5,5, ble målt i prøver fra april og desember (**figur 2**). Aluminium måles kun i prøver fra april/mai og den høyeste konsentrasjonen av LAI var 15 $\mu\text{g/L}$.

Lyseelva – kalket del (st. 4, 5, 6 og 7)

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 unntatt den 26. desember (pH 5,7-5,8). 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. Målsettingen for pH (se kapittel 1.2) ble underskredet om våren og i november/desember. I den sårbare smoltifiseringsperioden var pH 0,1-0,4 enheter under målet på 8 av 11 prøvetakingsdatoer (**figur 2**). Det kan derfor se ut til at kalkingen ikke håndterer den høye avrenningen som kjennetegnet disse periodene. Konsentrasjonen av LAI var $\leq 10 \mu\text{g/L}$, og det kan være at vannkvaliteten likevel ikke var kritisk for smolt (jfr. vannforskriftens miljømål).



Figur 2. pH-utvikling i 2011 samt pH-målet er vist for elvestasjoner i Lysevassdraget. Verdier for giftig aluminium (LAI) er vist for tre av stasjonene for samme tidsperiode.

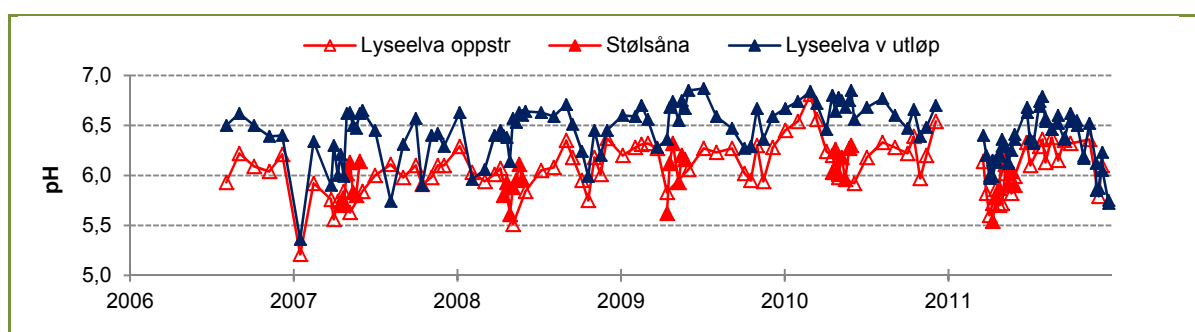
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Lysevassdraget i 2011. * En svært høy LAI-verdi den 18.9.2011 skyldes trolig tastefeil og er tatt ut.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
1	Lyseelva oppstrøms	Mid	5,98	0,49	16	15	0,6	13
		Min	5,60	0,20	0	0	0,4	-16
		Maks	6,38	0,92	24	13*	1,0	24
		N	23	23	7	9	9	9
3	Stølsåna	Mid	5,93	0,46	0	9		
		Min	5,46	0,25	0	4		
		Maks	6,32	0,76	0	15		
		N	25	25	3	7		
5	Lyse nordre løp	Mid	6,30	0,85				
		Min	5,74	0,48				
		Maks	6,80	1,91				
		N	25	25				
6	Lyse søndre løp	Mid	6,34	0,95				
		Min	5,83	0,60				
		Maks	6,83	1,60				
		N	25	25				
7	Lyse nedstrøms samløp	Mid	6,32	1,01				
		Min	5,84	0,60				
		Maks	6,79	1,92				
		N	25	25				
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	Mid	6,23	0,75	16	5	1,0	28
		Min	5,72	0,39	0	3	0,6	-7
		Maks	6,79	1,19	61	10	1,4	58
		N	49	49	14	14	8	8

1, .2.2 Langtidstrender

I ukalket del av hovedelva og i Stølsåna var pH i 2011 gjennomgående noe lavere enn i de to foregående årene (**figur 3**), selv om middelerverdier ikke kan sammenlignes direkte pga. manglende prøvetaking i begynnelsen av året. 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. Årsmiddelet for ANC på 13 µekv/L er det laveste siden 2007.

Ved utløpet av Lyseelva var også pH noe lavere i 2011 enn i de to foregående år. Årsmiddel på 6,23 er den laveste verdien siden 2007. Målte konsentrasjoner av LAI har vært lave i flere år og man må tilbake til 2008 for å finne verdier over 10 µg/L. Årsmiddelkonsentrasjonen av kalsium i 2011 var betydelig lavere enn i de fire foregående årene. Dette skyldes at det ble tilsatt mellom 40 og 80 % mindre kalk i 2011 til tross for mye nedbør og sjøsaltepisoder.



Figur 3. pH-utvikling på tre elvestasjoner i Lysevassdraget for perioden 2006-2011. Det var ingen prøvetaking i vassdraget mellom 2002 og 2006. For Stølsåna er det bare tatt med prøver fra perioden april-mai for årene 2007- 2011.

1.3 Fisk

Forfatter: Alv Arne Lyse (BioVest Alv Arne Lyse)

1, .3.1 Innledning

Det var ingen ordinære fiskeundersøkelser i Lysevassdraget i 2011, men det ble gjennomført en begrenset undersøkelse av ungfiskbestanden samt gytefiskregistreinger. Det foreligger undersøkelser på ungfisk siden 1993 (unntatt i 1997), dvs. fra syv år før kalking (Helgøy & Enge 1995, Helgøy 1999, Lyse 2005). Det er fanget laks- og aureunger i alle år med undersøkelser.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 4 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i oktober 2011 (**figur 1**). En av stasjonene (stasjon 9) ligger ovenfor utslipp av kalk. Elfisket ble gjennomført etter metodikk beskrevet i eget metodekapittel. Ungfiskundersøkelsen ble gjennomført på to dager under gode forhold med moderat vannføring.

Det ble dykket og talt gytefisk av sjøaure i Stølsånå og i hovedelva 13. oktober. Det ble videre dykket og talt gytelaks 11., 12. og 13. november med to dykkere i Lysevassdraget inkl. Stølsånå. Det fulgte til en hver tid en landmann med dykkerne som med jevne mellomrom noterte ned observasjonene av antall, fiskeart, størrelse, kjønn på fisken og lokalitet. Det ble ikke observert oppdrettslaks eller rømt regnbueaure.

1, .3.2 Resultater

Ungfiskundersøkelser

Det ble i 2011 fanget til sammen på lakseførende strekning i Lysevassdraget fanget totalt 31 stk 0+ laks og 64 lakseunger ($\geq 1+$) ved 3 ganger overfiske med elektrisk fiskeapparat (**tabell 3**). Det ble i tillegg fanget 15 stk 0+ av sjøaure samt 40 stk sjøaureunger ($\geq 1+$). Det ble fisket totalt fire stasjoner med et areal på 412 m². Laks- og aureunger ble påvist på alle stasjonene.

Tabell 3. Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og aure på ulike stasjoner i Lyseelva 14. og 15. oktober 2011, samt beregnet tetthet av laks og aure i Lysevassdraget. Sjøaure i parentes kommer i tillegg, disse er ikke tatt med i estimatene.

Stasjon		Fangst (N)				Beregnet tetthet ind./100 m ²			
Stasjonsnr	Areal	Laks		Aure		Laks		Aure	
	m ²	0+	$\geq 1+$	0+	$\geq 1+$	0+	$\geq 1+$	0+	$\geq 1+$
2	100	9	14	4	9	9	14	4	9
6	136	8	32	1	7	5,9	23,5	0,8	5,1
8	96	12	16	7	18	12,5	16,7	7,3	18,8
9 ¹	80	2	2	3	6 (2)	2,5	2,5	3,8	7,5
Sum	412	31	64	15	40	7,5 \pm 4,2	14,1 \pm 8,7	4,0 \pm 2,7	10,1 \pm 6,0

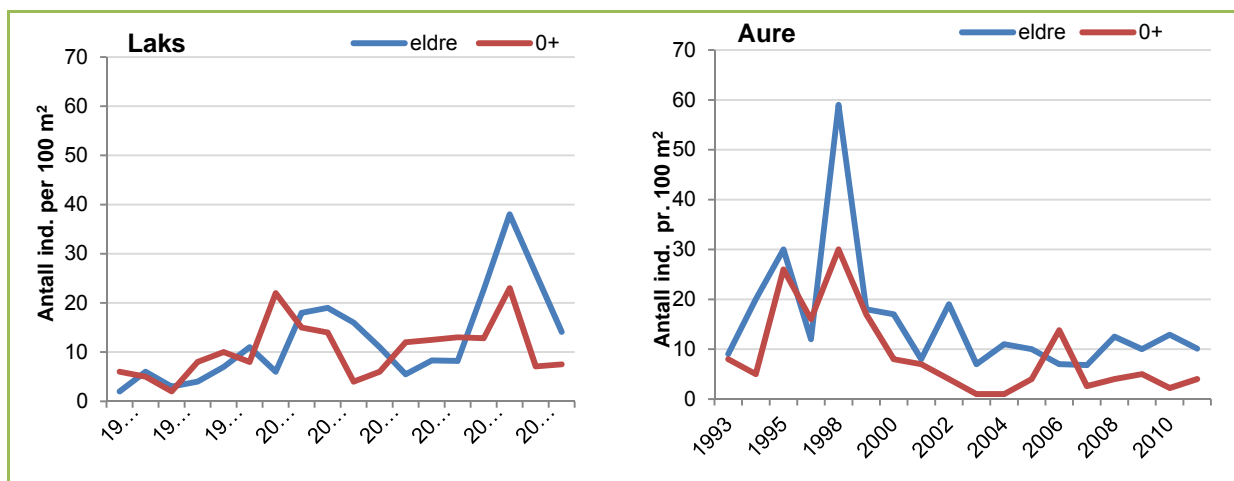
¹ Stasjon 9 ligger ovenfor kalka del av anadrom strekning. Sjøaure i parentes kommer i tillegg; disse er ikke tatt med i estimatene.

Laks

Den samlede tettheten av laksunger i elva må karakteriseres som middels til god. Den totale tettheten av årsunger ble høsten 2011 beregnet til bare 7,5 fisk pr. 100 m² (**tabell 3**). Men tettheten av eldre laksunger var imidlertid god med 14,1 fisk pr. 100 m². Både årsunger og eldre lakseunger ble funnet på ukalka strekning på stasjon 9, og på alle stasjoner på kalka strekning inklusiv Stølsånå. De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble funnet på stasjon 8 i Stølsåna og på stasjon 6 i Lyseelva (**tabell 3**). Tettheten av eldre lakseunger og årsyngel har de senere år stabilisert seg på et klart høyere nivå enn før kalkingen startet i januar 2000 (**figur 4**).

Aure

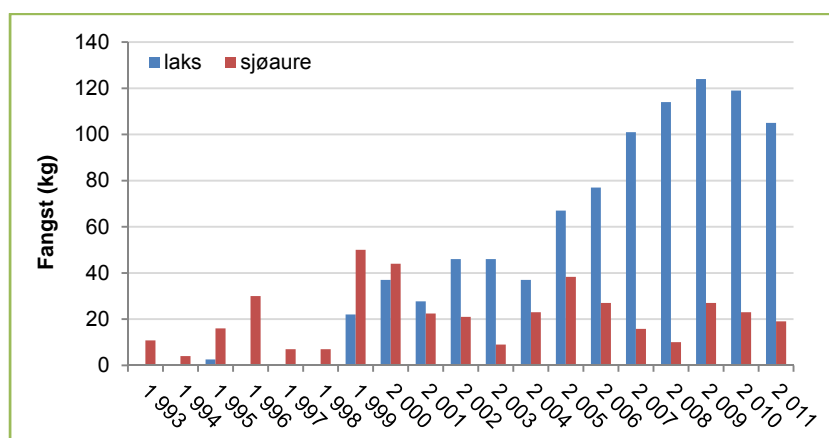
Materialet av årsunger (0+) av aure var lite (**tabell 3**) med kun 15 stk fanget. To sjøaurer > 20 cm ble også fanget. Den totale tettheten av årsunger (0+) av aure var bare 4,0 fisk pr. 100 m², og tettheten var jevnt over lav på alle stasjonene (**tabell 3**). Tettheten av eldre aureunger var med 10,1 pr. 100 m² relativt god. Eldre aureunger ble funnet på alle stasjoner, og tettheten var høyest på stasjon 2 og 9 (**tabell 3**). Tettheten av eldre aureunger og årsyngel har de senere år stabilisert seg på et noe lavere nivå enn før kalking (**figur 4**).



Figur 4. Tetthet i antall individ pr 100 m² av lakseunger (øverst) og aure (nederst) i Lyseelva i perioden fra 1993 til 2011

Fangststatistikk

I Offentlig statistikk foreligger det opplysninger om fangst av anadrom fisk siden 1993. Fangstene av laks og sjøaure er ikke spesielt høye, alle år fram til 2006 mindre enn ca. 75 kg for laks og 50 kg for sjøaure (**figur 5**). De første årene inngår så å si bare sjøaure i fangstene. Den første relativt høye fangsten av laks kom i 1999, og siden har det vært en økning i fangstene av laks. I 2007 ble det for første gang fanget over 100 kg idet det ble fanget 101 kg laks. Siden 2007 har laksefangstene variert mellom 101 og 125 kg. I 2011 ble det fanget 24 laks med en samlet vekt på 105 kg. Fangstene av sjøaure viser relativt store årlige variasjoner. I de første årene med økende fangster av laks var det en nedgang i aurefangstene, deretter en økning i fangstene fram til 2005. I 2007 og 2008 ble det bare tatt 16 kg sjøaure, mens det de tre siste åra har vært tatt mellom 19 kg (i 2011) og 25 kg sjøaure (**figur 5**).

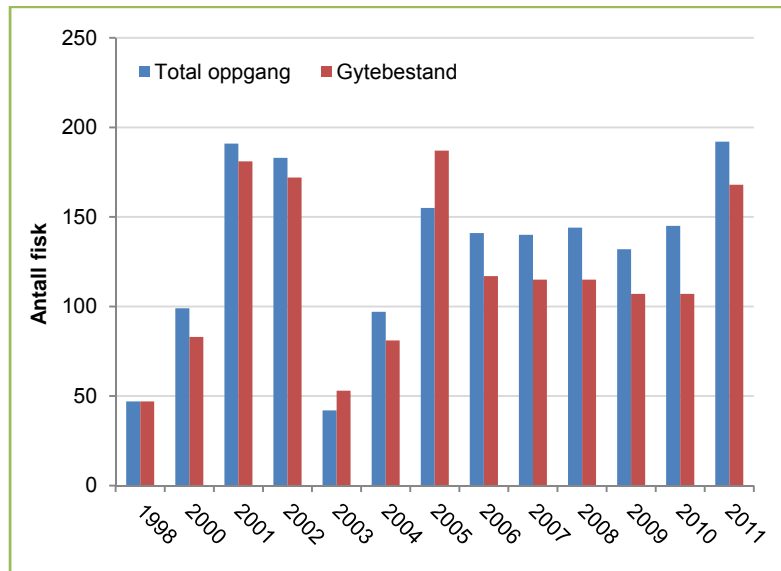


Figur 5. Fangst av laks- og sjøaure i Lyse-vassdraget i perioden 1993 til 2011. Det var forbud mot å fange laks i 1997 og 1998.

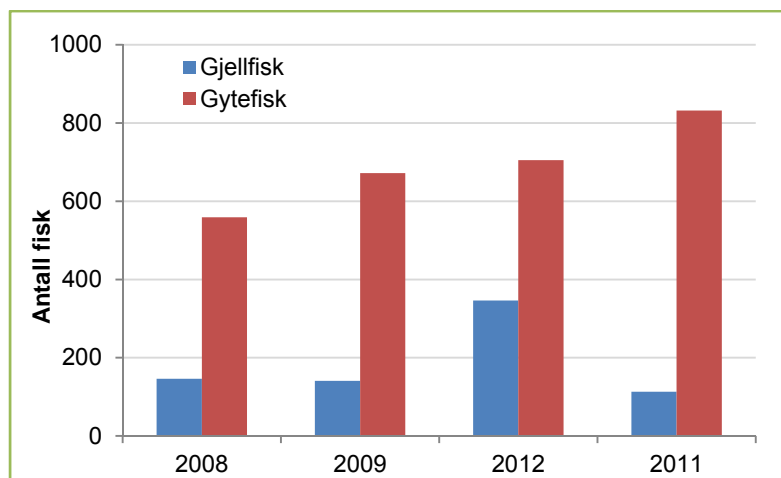
Gytfisktelinger av laks og sjørret

Tellingene viste at antall gytelaks i 2011 i Lysevassdraget var høyere enn de foregående fire åra (**figur 6**). Beskatningen i sportsfiskesesongen på oppvandrende laks var i 2011 på 12,5 %, med en fangst på 24 laks og en gytebestand på 168 laks estimeres årets oppgang av laks til 192 individer (**figur 6**). Med en observert andel hunnlaks på 59,5 % og den registrerte størrelsesfordelingen av laksen høsten 2011 får vi en biomasse hunnlaks på ca 400 kg. Det er vanlig å anslå antall lagte egg pr. kilo kroppsvekt til 1300 egg pr. kg for laks (Sættem

1995). og at det er gytt cirka 520 000 rogn i 2011, mot 423 000 rogn året før. Dette gir 5,2 rogn pr m² oppveksareal med et totalt tilgjengelig elveareal på 100 000 m² inklusiv sideelva Stølsånå og inklusiv ukalka øvre områder i hovedelva på ca 10 000 m². Gytebestanden av laks høsten 2011 var således over GBM for vassdraget.



Figur 6. Samlet oppgang av laks i Lyseelva basert på fangsttall og gytefisktellinger for perioden 1998 til 2011. Laksen var fredet i 1998 og søylen her utgjør kun gytefisktellinger. I 1999 var det for høg vannføring i gytetida om høsten til å få gode tellinger av gytebestanden.



Figur 7. Samlet oppgang av gytefisk og gjellfisk av sjøaure i Lyseelva basert på gytefisktellinger for perioden 2008 til 2011

Det var en gytebestand på 832 sjøaurer i vassdraget i 2011 (**tabell 4**). Det anslås at den gytemodne hunnsjøauren i gjennomsnitt veier 0,75 kg. Videre antas en fordeling hunn – hann på 1,6-1,8 : 1 (Jonsson 1985), her brukes 1,7:1 i beregningene tilsvarende 63 % hunnfisk. Vekten av gytebestanden av sjøaure i vassdraget inkl. sideelva Stølsånå av hunnfisk var i 2011 på 393 kg. mot 169,5 kg i 2010, ca 170,5 kg i 2009 og ca 145 kg i 2008. Man regner 1900 rognkorn pr kilo hunnfisk hos sjøaure: Rognmengden blir da i hovedelva inkl. Stølsånå ca 747 000 rogn i 2011, mot ca 322050 rogn i 2010, 323 950 rogn i 2009 og 275 500 rogn i 2008. Inkludert tilgjengelig areal ovenfor kalka strekning er det totale oppvekstarealet i vassdraget ca 100 000 m². Dette gir tettheter av rogn for sjøaure på ca 7,5 rogn i 2011, mot 5,4 rogn pr m² i 2010, ca 5,3 rogn pr m² i 2009 og ca 3,3 rogn pr m² i 2008 basert på et oppvekstareal på 100 000 m².

Tabell 4. Antall sjøaure observert ved dykking og synfaring av på lakseførende strekning i Lysevassdraget inkl. sideelva Stølsånå i gyteperioden 2008 – 2011.

Observasjon sjøaure	Totalt 2011	Totalt 2010	Totalt 2009	Totalt 2008
Gjellfisk av sjøaure ¹	113	346	141 (53)	146 (88)
Bestand gytefisk sjøaure ved synfaring ²	832	705	672	559 (337)
Total oppgang sjøaure ³	971	1086	848	718

Note 1. Anslått antall sjøaure (direkte observasjoner oppgitt i parentes) pluss 133 % tillegg for fisk på ikke-synfart halvdel av elva samt fisk som ikke ble observert ved synfaringen på befart strekning.

Note 2. Gytebestand av sjøaure

Note 3. Total oppgang av sjøaure (gytefisk, gjellfisk pluss stangfangst) i Lyseelva; i 2011 fangst 26 stykk sjøaurer totalt 19 kg

1, .2.3 Diskusjon

Det ble funnet eldre laksunger på alle stasjonene i 2011, og den totale tettheten som beregnes er god.

For årsunger var det i 2011 høyere tettheter enn i 2010, på nivå de foregående år, men den tettheten som beregnes for eldre laksunger er i 2011 lavere enn i 2010. Men sett i forhold til tidligere år, må både 0+ tettheten og tettheten av eldre laksunger i 2011 karakteriseres som tilfredsstillende. Det er en klar tendens til økt tetthet av lakseunger etter kalkingen startet (**figur 4**). Imidlertid er det at lavere antall stasjoner i 2011 enn tidligere år, så resultatene er ikke fullt ut sammenlignbare.

Undersøkelsen omfattet i 2011 stasjon 9, dette er en lokalitet som ligger øverst i hovedelva og ovenfor kalket strekning. Her ble det i 2010 funnet alle årsklasser av laks, og det samme gjentok seg i 2011. I 2008 ble det funnet 0+ laks her. I 2006 ble det ikke funnet laksunger på stasjon 9 på ukalket strekning og konklusjonen var da at vannkvaliteten ovenfor kalket område ikke var bra nok til at laks kunne overleve her (Saltveit *et al.* 2007). Funn av 0+ og eldre aureunger indikerte imidlertid at ukalket vann da var tilfredsstillende for aure, og resultatene fra 2008 og 2009 tyder på en ytterligere forbedring på ukalket strekning. Det har også i perioden etter 2006 vært en økning i tetthet av laks øverst i elva.

Fravær av laksunger ovenfor kalkningsområdet i tidligere år kunne derfor både være et resultat av mangel på gytefisk og dårlig vannkvalitet. Imidlertid tyder resultatene nå på en gradvis forflytning av gytefisk oppover vassdraget og en forbedring av vannkvalitet også der det ikke kalkes. Bakgrunnen for at kalkutslippet ble flyttet lengre opp i vassdraget var at begge sideløpene skulle bli kalket. Begge disse løpene utgjør til sammen betydelige oppvekstområder. Resultatene tyder på at laksen nå er i ferd med å ta i bruk de øverste delene av elva.

Tettheten av aureunger har stabilisert seg på et middels nivå de siste åra, etter en nedgang første halvdel av 2000-tallet etter kalkingen startet.

Det er gode gytebestander av både laks og sjøaure, og det anslås at det høsten 2011 ble gytt 5,2 lakserogn og 7,5 sjøaurerogn pr m² i vassdraget. Dette er godt over gytebestandsmålet (GBM) for begge arter. Gytelaksen var fordelt over hele vassdraget, inkludert sideelva Stølsånå samt ovenfor kalka strekning i hovedelva. Det ble ikke observert rømt laks eller regnbueaure under gytefisktellingen.

1.4 Samlet vurdering

1.4.1 Vannkjemi

Året 2011 var preget av mye nedbør (128 % av normalen) og sjøsaltepisoder, blant annet en i smoltifiseringsperioden. Totalt årsforbruk av kalk var likevel det laveste på fem år.

Sjøsaltepisoder ga relativt lav pH i ukalkede Stølsåna og oppstrøms dosereren i hovedelva i april og desember, men det ble ikke målt høyere LAI-konsentrasjoner enn 15 µg/L i 2011. Årsmiddelverdien for ANC oppstrøms dosereren var 13 µekv/L.

I smoltifiseringsperioden var pH i det kalkede målområdet gjennomgående 0,1-0,4 enheter lavere enn målsettingen for vassdraget. pH og ANC var også lavere enn grensene for god/moderat tilstand i vannforskriften (Direktoratsgruppa vanndirektivet, 2009).

1.4.2 Fisk

Det var ingen ordinære fiskeundersøkelser i Lysevassdraget i 2011, men det ble gjennomført en begrenset undersøkelse av ungfiskbestanden samt gytefiskregistreinger.

For laks har kalkingen i Lyseelva gitt gode resultater, både i form av økt overlevelse og større fangster. Tettheten av lakseunger er nå høyere enn det den var for kalking og det er tettheten av eldre laksunger er stabilisert på et høyere nivå. Laksefisket i elva har blitt bedre etter kalking, og ligger nå på et stabilt høyere nivå enn før kalking.

Fangstene av sjøaure viser betydelige årlige variasjoner. Samlet fangst av anadrom fisk er relativt lav og altså nå dominert av laks. Beskatningen av laks og sjøaure er imidlertid lav sammenliknet med de fleste andre vassdrag.

Gytebestandene av laks og sjøaure er gode med rogn tettheter godt over GBM for begge arter. I 2011 ble det også observert nok gytelaks i Stølsåna til at GBM også her var dekket med god margin. I Stølsåna er det også en svært god gytebestand av sjøaure.

Sett i forhold til tidligere år, må tettheten av eldre lakseunger de siste åra karakteriseres som tilfredsstillende. For laks synes behovet for kalking å være tilstede.

Ovenfor kalket strekning påvises dog en økende tetthet av alle årsklasser av laks, i tillegg øker mengde laks på den øvre delen av kalket strekning. Dette kan tyde på at laks er i ferd med å etablere seg for fullt i de øvre deler av vassdraget.

1.4.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Lysevassdraget i 2011.

1.4.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Lav pH i smoltifiseringsperioden skyldtes uvanlig lavt kalkforbruk, og viser at doseringen ikke holder tritt med høy avrenning om våren. På den annen side var LAI-konsentrasjonen svært lav (lik eller lavere enn grenseverdien i vannforskriften), og det kan være vannkvaliteten likevel var tilfredsstillende. Tiltak bør imidlertid settes inn for å holde pH over målet.

11.5 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Lysevassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Lyseelva oppstrøms doserer	368076	6549377
Vannkjemi	3	Stølsåna	365636	6548694
Vannkjemi	4	Lyseelva v utløp (målområde)	365432	6548438
Vannkjemi	5	Lyse nordre løp	367294	6549246
Vannkjemi	6	Lyse søndre løp	367300	6549160
Vannkjemi	7	Lyse nedstrøms samløp	366464	6548719
Fisk	2	Lyseelva ved doserer	367138	6549127
Fisk	6	Lyseelva ovenfor campingen	365280	6548423
Fisk	8	Stølsåna nedenfor vegbro	365624	6548689
Fisk	9	Lyseelva oppstrøms doserer	368135	6549371

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Lysevassdraget 2011

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		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAl	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
1	Lyseelv oppstrøms	21/03/11	6,14	0,92							2,4										
1	Lyseelv oppstrøms	28/03/11	5,82	0,79							3,1										
1	Lyseelv oppstrøms	04/04/11	5,60	0,74							3,1										
1	Lyseelv oppstrøms	11/04/11	5,72	0,63			23	10	13	0,7	2,8	0,40	2,66	0,18	5,90	1,10	160	180	0	0,4	-16
1	Lyseelv oppstrøms	18/04/11	5,86	0,45							2,4										
1	Lyseelv oppstrøms	26/04/11	5,70	0,33							1,8										
1	Lyseelv oppstrøms	02/05/11	5,72	0,32							1,5										
1	Lyseelv oppstrøms	09/05/11	6,02	0,26	0,010	0	16	12	4	1,0	1,3	0,16	1,28	0,07	1,70	0,62	80	140	0	0,3	17
1	Lyseelv oppstrøms	16/05/11	6,11	0,26							1,2										
1	Lyseelv oppstrøms	23/05/11	5,82	0,20							1,2										
1	Lyseelv oppstrøms	30/05/11	5,99	0,49							1,7										
1	Lyseelv oppstrøms	26/06/11	6,33	0,36	0,047	18	11	8	3	0,5	1,12	0,14	1,21	0,09	1,57	1,06	59	101	<1	0,9	14
1	Lyseelv oppstrøms	04/07/11	6,10	0,30							0,88										
1	Lyseelv oppstrøms	25/07/11	6,29	0,35							0,96										
1	Lyseelv oppstrøms	31/07/11	6,36	0,45	0,053	24	19	17	2	0,5	1,22	0,15	1,34	0,11	1,41	1,28	105	175	2	1,3	22
1	Lyseelv oppstrøms	07/08/11	6,13	0,36							0,84										
1	Lyseelv oppstrøms	21/08/11	6,38	0,48							1,09										
1	Lyseelv oppstrøms	04/09/11	6,15	0,44	0,047	18	6	6	0	0,7	1,08	0,15	1,20	0,08	1,23	1,22	110	180	2	1,2	21
1	Lyseelv oppstrøms	18/09/11	6,35	0,43			114*	12	102*	0,8	1,06	0,15	1,17	0,08	1,25	1,09	68	128	1	1,3	24
1	Lyseelv oppstrøms	02/10/11	6,32	0,51	0,053	24	12	9	3	0,6	1,19	0,16	1,20	0,10	1,62	1,10	100	160	4	1,3	18
1	Lyseelv oppstrøms	13/11/11	6,36	0,55	0,046	16	11	8	3	0,4	1,34	0,17	1,32	0,10	1,96	1,15	135	165	<1	1,4	13
1	Lyseelv oppstrøms	04/12/11	5,79	0,78	0,040	10	13	8	5	0,4	2,19	0,35	2,16	0,15	4,73	0,97	95	138	1	1,3	5

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAl µg/l	TOC mg/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	Lyseelv oppstrøms	11/12/11	6,10	0,85							2,07										
3	Stølsåna	21/03/11	6,07	0,76							2,6										
3	Stølsåna	28/03/11	5,76	0,73							3,1										
3	Stølsåna	04/04/11	5,54	0,56							2,8										
3	Stølsåna	11/04/11	5,54	0,45			35	26	9		2,5										
3	Stølsåna	18/04/11	5,78	0,36			41	26	15		1,9										
3	Stølsåna	26/04/11	5,87	0,30			35	28	7		1,4										
3	Stølsåna	02/05/11	6,26	0,25	0,010	0	19	15	4		1,4										
3	Stølsåna	09/05/11	6,11	0,28	0,020	0	28	23	5		1,2										
3	Stølsåna	16/05/11	5,90	0,25			57	45	12		1,4										
3	Stølsåna	23/05/11	6,04	0,34							1,5										
3	Stølsåna	30/05/11	5,90	0,45	0,010	0	33	25	8		2,0										
3	Stølsåna	27/06/11	6,22	0,52							1,75										
3	Stølsåna	11/07/11	6,18	0,37							1,19										
3	Stølsåna	25/07/11	6,31	0,37							1,28										
3	Stølsåna	07/08/11	6,29	0,44							1,22										
3	Stølsåna	21/08/11	6,31	0,35							1,24										
3	Stølsåna	04/09/11	6,26	0,49							1,42										
3	Stølsåna	19/09/11	6,13	0,37							1,23										
3	Stølsåna	02/10/11	6,27	0,57							1,68										
3	Stølsåna	16/10/11	6,32	0,53							1,78										
3	Stølsåna	31/10/11	5,97	0,39							1,46										
3	Stølsåna	13/11/11	6,19	0,58							1,81										
3	Stølsåna	28/11/11	5,73	0,61							2,30										
3	Stølsåna	12/12/11	5,90	0,73							2,64										
3	Stølsåna	26/12/11	5,46	0,48							2,71										
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	21/03/11	6,40	1,19							2,8										
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	28/03/11	6,20	1,18							3,3										
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	04/04/11	5,99	0,80							3,0										
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	04/04/11	5,97	0,91	0,010	0	28	23	5		3,0										
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	11/04/11	6,15	0,98							2,8										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAl µg/l	TOC mg/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	Lyseelva v utløp (målovr.)	11/04/11	5,99	1,03	0,020	0	20	15	5	1,2	2,8	0,37	2,52	0,21	6,00	1,20	140	160	0	0,6	-7	
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	18/04/11	6,13	0,64							2,3											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	18/04/11	6,15	0,62	0,020	0	25	15	10		2,3											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	26/04/11	6,19	0,46							1,8											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	26/04/11	6,21	0,54	0,020	0	21	18	3		1,8											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	02/05/11	6,36	0,57							1,7											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	02/05/11	6,29	0,51	0,020	0	35	28	7		1,6											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	09/05/11	6,29	0,52							1,4											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	09/05/11	6,29	0,50	0,030	0	17	13	4	1,4	1,4	0,17	1,35	0,06	1,80	0,68	70	100	0	0,4	29	
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	16/05/11	6,12	0,43							1,4											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	16/05/11	6,13	0,39	0,010	0	43	34	9		1,4											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	23/05/11	6,25	0,53							1,5											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	30/05/11	6,41	1,13							2,1											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	30/05/11	6,36	1,00	0,030	0	17	12	5		2,0											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	27/06/11	6,68	0,91							1,68											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	27/06/11	6,63	0,93							1,72											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	03/07/11	6,37	0,59	0,060	31	31	26	5	1,4	1,36	0,16	1,47	0,10	1,85	1,16	58	110	2	1,1	28	
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	11/07/11	6,34	0,52							1,14											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	11/07/11	6,32	0,55							1,28											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	25/07/11	6,74	0,86							1,45											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	25/07/11	6,69	0,81							1,46											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	31/07/11	6,79	1,18	0,088	61	22	18	4	0,8	1,95	0,23	1,87	0,16	2,20	1,68	110	175	2	1,7	58	
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	07/08/11	6,54	0,77							1,19											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	07/08/11	6,57	0,76							1,20											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	21/08/11	6,46	0,47							1,31											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	21/08/11	6,46	0,47							1,31											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	04/09/11	6,60	0,83							1,52											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	04/09/11	6,52	0,81	0,068	40	14	11	3	1,0	1,50	0,19	1,57	0,14	1,76	1,38	100	175	2	1,6	42	
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	18/09/11	6,36	0,60							1,38											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	19/09/11	6,38	0,62							1,36											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	02/10/11	6,62	0,88							1,79											
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	02/10/11	6,54	0,87	0,068	40	22	16	6	1,1	1,70	0,22	1,68	0,19	2,27	1,44	120	200	1	1,9	37	
4	Lyseelva v utløp (målovr.)	16/10/11	6,55	0,72							1,80											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAl µg/l	TOC mg/l C	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	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	Lyseelva v utløp (målomr.)	17/10/11	6,50	0,75							1,77											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	31/10/11	6,19	0,56							1,48											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	31/10/11	6,17	0,55							1,50											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	13/11/11	6,52	0,83	0,060	31	15	12	3	0,7	1,89	0,24	1,89	0,18	2,73	1,63	145	205	2	2,3	27	
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	28/11/11	6,12	0,79							1,99											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	28/11/11	5,85	0,79							1,99											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	04/12/11	5,87	0,95	0,045	15	21	14	7	0,6	2,59	0,44	2,52	0,25	5,42	1,21	130	195	1	1,8	12	
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	12/12/11	6,23	1,03							2,55											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	12/12/11	6,05	1,01							2,70											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	26/12/11	5,72	0,71							2,94											
4	Lyseelva v utløp (målomr.)	26/12/11	5,75	0,69							2,93											
5	Lyse nordre løp	21/03/11	6,52	1,91							2,9											
5	Lyse nordre løp	28/03/11	6,19	1,22							3,3											
5	Lyse nordre løp	04/04/11	6,08	1,13							3,2											
5	Lyse nordre løp	11/04/11	6,13	1,03							3,0											
5	Lyse nordre løp	18/04/11	6,18	0,86							2,5											
5	Lyse nordre løp	26/04/11	6,22	0,68							1,9											
5	Lyse nordre løp	02/05/11	6,34	0,56							1,6											
5	Lyse nordre løp	09/05/11	6,31	0,61							1,5											
5	Lyse nordre løp	16/05/11	6,24	0,60							1,4											
5	Lyse nordre løp	23/05/11	6,24	0,48							1,3											
5	Lyse nordre løp	30/05/11	6,32	0,85							1,9											
5	Lyse nordre løp	27/06/11	6,73	0,98							1,43											
5	Lyse nordre løp	11/07/11	6,34	0,53							0,99											
5	Lyse nordre løp	25/07/11	6,80	1,01							1,30											
5	Lyse nordre løp	07/08/11	6,57	0,83							1,03											
5	Lyse nordre løp	21/08/11	6,79	1,00							1,40											
5	Lyse nordre løp	04/09/11	6,68	0,91							1,31											
5	Lyse nordre løp	19/09/11	6,55	0,74							1,25											
5	Lyse nordre løp	02/10/11	6,63	0,86							1,42											
5	Lyse nordre løp	17/10/11	6,43	0,63							1,42											
5	Lyse nordre løp	31/10/11	6,36	0,73							1,33											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAl µg/l	TOC mg/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	13/11/11	6,39	0,72							1,42											
5	Lyse nordre løp	28/11/11	6,20	0,70							1,75											
5	Lyse nordre løp	12/12/11	6,22	0,91							2,19											
5	Lyse nordre løp	26/12/11	5,74	0,74							3,08											
6	Lyse søndre løp	21/03/11	6,51	1,60							2,8											
6	Lyse søndre løp	28/03/11	6,23	1,36							3,3											
6	Lyse søndre løp	04/04/11	6,13	1,18							3,2											
6	Lyse søndre løp	11/04/11	6,16	1,07							3,1											
6	Lyse søndre løp	18/04/11	6,20	0,84							2,6											
6	Lyse søndre løp	26/04/11	6,23	0,64							2,1											
6	Lyse søndre løp	02/05/11	6,29	0,71							1,8											
6	Lyse søndre løp	09/05/11	6,30	0,66							1,5											
6	Lyse søndre løp	16/05/11	6,26	0,60							1,5											
6	Lyse søndre løp	23/05/11	6,26	0,63							1,5											
6	Lyse søndre løp	30/05/11	6,41	1,18							2,0											
6	Lyse søndre løp	27/06/11	6,77	1,17							1,71											
6	Lyse søndre løp	11/07/11	6,37	0,60							1,10											
6	Lyse søndre løp	25/07/11	6,83	1,20							1,57											
6	Lyse søndre løp	07/08/11	6,60	0,91							1,14											
6	Lyse søndre løp	21/08/11	6,82	1,10							1,65											
6	Lyse søndre løp	04/09/11	6,67	1,12							1,66											
6	Lyse søndre løp	18/09/11	6,57	0,92							1,60											
6	Lyse søndre løp	02/10/11	6,63	1,03							1,74											
6	Lyse søndre løp	17/10/11	6,57	0,78							1,65											
6	Lyse søndre løp	31/10/11	6,42	0,79							1,49											
6	Lyse søndre løp	13/11/11	6,51	1,05							1,87											
6	Lyse søndre løp	28/11/11	6,18	0,77							1,83											
6	Lyse søndre løp	12/12/11	6,32	1,09							2,29											
6	Lyse søndre løp	26/12/11	5,83	0,80							3,05											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	Al/R µg/l	Al/Il µg/l	LAl µg/l	TOC mg/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 nedstrøms samløp	21/03/11	6,46	1,92							3,2										
7	Lyse nedstrøms samløp	28/03/11	6,33	1,46							3,4										
7	Lyse nedstrøms samløp	04/04/11	6,12	1,23							3,3										
7	Lyse nedstrøms samløp	11/04/11	6,16	1,18							3,1										
7	Lyse nedstrøms samløp	18/04/11	6,18	0,87							2,6										
7	Lyse nedstrøms samløp	26/04/11	6,21	0,69							2,0										
7	Lyse nedstrøms samløp	02/05/11	6,39	0,73							1,8										
7	Lyse nedstrøms samløp	09/05/11	6,32	0,72							1,6										
7	Lyse nedstrøms samløp	16/05/11	6,18	0,67							1,5										
7	Lyse nedstrøms samløp	23/05/11	6,21	0,66							1,5										
7	Lyse nedstrøms samløp	30/05/11	6,43	1,42							2,2										
7	Lyse nedstrøms samløp	27/06/11	6,74	1,14							1,70										
7	Lyse nedstrøms samløp	11/07/11	6,40	0,60							1,15										
7	Lyse nedstrøms samløp	25/07/11	6,79	1,10							1,55										
7	Lyse nedstrøms samløp	07/08/11	6,58	0,94							1,21										
7	Lyse nedstrøms samløp	21/08/11	6,79	1,10							1,66										
7	Lyse nedstrøms samløp	04/09/11	6,63	1,04							1,59										
7	Lyse nedstrøms samløp	19/09/11	6,59	1,00							1,60										
7	Lyse nedstrøms samløp	02/10/11	6,70	1,14							1,84										
7	Lyse nedstrøms samløp	17/10/11	6,55	0,84							1,74										
7	Lyse nedstrøms samløp	31/10/11	6,34	0,83							1,56										
7	Lyse nedstrøms samløp	13/11/11	6,50	1,01							1,91										
7	Lyse nedstrøms samløp	28/11/11	6,08	0,88							1,92										
7	Lyse nedstrøms samløp	12/12/11	6,21	1,16							2,48										
7	Lyse nedstrøms samløp	26/12/11	5,84	0,88							3,12										

*Svært høy verdi skyldes trolig tastefeil og er ikke vurdert i rapporten.

1J Jørpelandsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

1J.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 forsureningsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/5: pH 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0.
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking, deretter doserererkalking 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 et vannføringsstyrt silikat-anlegg ved Storåsfossen f.o.m. 2011.

I perioden 1995-2010 bestod kalkingsaktiviteten i Jørpelandsvassdraget av innsjøkalking. Antall innsjøer ble redusert i perioden, og i 2011 ble det satt i drift et silikat-anlegg ved Storåsfossen som skal erstatte innsjøkalking. **Tabell 1** viser kalkforbruket for siste femårsperiode i dette vassdraget.

Det falt 1881 mm nedbør på meteorologisk stasjon 45600 Bjørheim i Ryfylke fordelt på 11 måneder i 2011, mens normalen for året er 1615 mm (met.no 2012). I februar 2012 var nedbørdata for mars enda ikke klare. August og november hadde noe lavere nedbørmengder enn normalen, mens de øvrige månedene var mer nedbørrike enn normalen, spesielt mai og desember.

Tabell 1. Kalkforbruk i Jørpelandsvassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO_3 for innsjøene og tonn silikat for doseringsanlegget. I parentes antall innsjøer som ble kalket. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking - silikat	-	-	-	-	120
Innsjøkalking	164 (9)	164 (9)	166 (9)	36 (5)	-



Figur 1. Jørpelandsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

1J.2 Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo og Atle Hindar (NIVA)

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

Vannkemisk overvåking samt kalking startet høsten 1995. Sidegrenen fra Svortingsvatn har vært mest påvirket av forsurening, 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 2011 overvåket på to stasjoner (**figur 1**). En nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i eget metodekapittel.

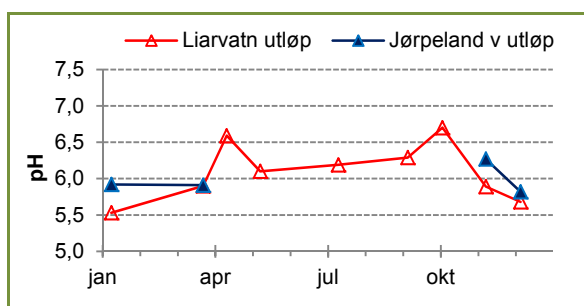
1- .2.1 Vannkvaliteten i 2011

Utløp Liarvatn (st. 1)

Stasjonen ligger oppstrøms vandringshinder og silikatdoserer. I 2011 varierte pH i stikkprøvene mellom 5,5 (januar) og 6,7 (oktober) med årsmiddel 6,0 (**figur 2, tabell 2**). Minimumsverdien er den laveste som er målt ved denne stasjonen. Høyeste målte konsentrasjon av den giftigste formen for aluminium (LAI) var 13 µg/L i desember. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble beregnet i de fem siste prøvene som ble tatt, og alle viste positive verdier. Den høye middelverdien på 49 µekv/L ble imidlertid sterkt påvirket av en avvikende enkeltprøve (**vedlegg B**).

Utløp ved Jørpeland (st. 4)

Stasjonen ligger i målområdet i lakseførende strekning. Prøvene som ble tatt mellom april og oktober inneholder opptil flere prosent sjøvann, og resultatene for disse må ses bort fra. I de resterende fire prøvene fra 2011 varierte pH mellom 5,8 og 6,3 (**figur 2**), og pH var 0,1-0,3 enheter lavere enn det gamle pH-målet i tre av dem. Det er imidlertid konsentrasjonen av LAI som må vurderes for å avgjøre om silikatdoseringen har fungert etter hensikten. Tre målinger av LAI-konsentrasjoner på henholdsvis 6, 9 og 12 µg/L anses som pålitelige. Disse er på nivå med det som ble målt oppstrøms på samme dato, men konsentrasjonen av SiO₂ var 0,4-1,6 mg/L høyere ved utløpet.



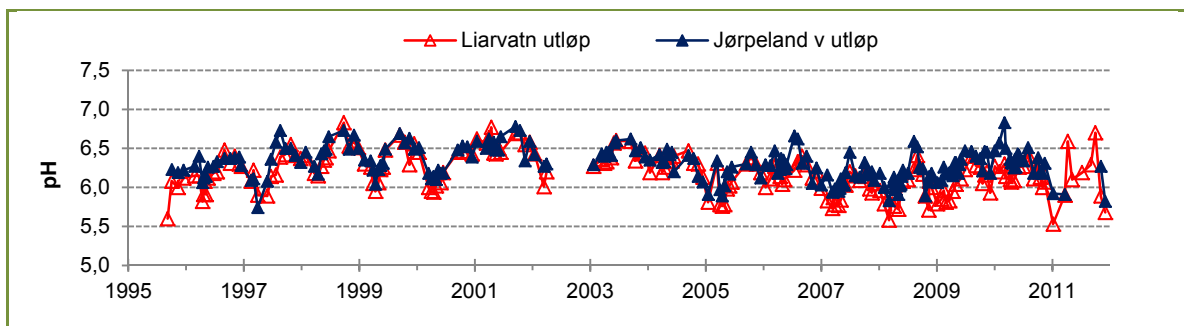
Figur 2. pH-utvikling i 2011 er vist for elvestasjonene i Jørpelandsvassdraget. Flertallet av prøvene tatt ved utløpet ved fjorden var tydelig sjøvannspåvirket og disse prøvene er utelatt i denne figuren.

Tabell 2. Middell-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i 2011 for utløpet av Liarvatn. Flertallet av prøvene tatt ved utløpet ved fjorden var tydelig sjøvannspåvirket og derfor er stasjonen utelatt i denne tabellen.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
1	Liarvatn utløp	Mid	5,95	1,01	31	8	2,3	49
		Min	5,53	0,55	0	3	1,7	6
		Maks	6,70	3,53	199	13	2,8	181
		N	9	9	9	8	5	5

1- .2.2 Langtidstrender

Som følge av redusert innsjøkalking har årsmiddel-pH ved utløpet av Liarvatn falt fra 6,3-6,4 rundt tusenårsskiftet til 6,0-6,1 de siste 5 årene. Det er også en tendens til at sesongvariasjonene har blitt større (**figur 3**).



Figur 3. pH-utvikling på de to elvestasjonene i Jørpelandsvassdraget for perioden 1995-2011. Flertallet av prøvene tatt ved utløpet ved fjorden i 2011 var tydelig sjøvannspåvirket og er utelatt i denne figuren.

1J.3 Samlet vurdering

1- .3.1 Vannkjemi

Oppstrøms silikatdosereren har pH blitt lavere som følge av redusert innsjøkalking, og er nå lavere enn grenseverdien for god tilstand i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Konsentrasjonen av LAI er imidlertid relativt lav, og konsentrasjoner over 10 µg/L (11 og 13 µg/L) ble kun målt i høstprøver. I de fire prøvene som ble tatt ved utløpet ved Jørpeland og som ikke inneholder sjøvann, var pH og LAI omtrent som ved utløpet av Liarvatn, mens konsentrasjonen av SiO₂ var 0,8-1,6 mg/L høyere.

1- .3.2 Fisk

Det ble ikke gjennomført fiskeundersøkelser i Jørpelandselva i 2011 grunnet nedbør og vedvarende flomvannføring.

1- .3.3 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene i forbindelse med effektkontrollen i Jørpelandsvassdraget bekostes av Jørpeland kraft AS. Sen avklaring førte til at undersøkelsene på våren ble utsatt til 2012. Resultatene rapporteres samlet i 2013.

1- .3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Mangelfulle data gir ikke grunnlag for å vurdere om kalkingen har vært tilfredsstillende.

1J.4 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Jørpelandsvassdraget i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	1	Liarvatn utløp	334843	6549249
Vannkjemi	4	Jørpeland v utløp	330457	6545739

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Jørpelandselva 2011

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-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
1	Liarvatn utløp	09/01/11	5,53	0,70	0,030	0					3,16									1,0	
1	Liarvatn utløp	24/03/11	5,90	0,68	0,010	0	30	27	3		2,60										
1	Liarvatn utløp	12/04/11	6,59	1,14	0,040	10	42	36	6		2,40										
1	Liarvatn utløp	09/05/11	6,10	0,70	0,010	0	34	27	7		2,00										
1	Liarvatn utløp	11/07/11	6,19	0,55	0,051	22	48	42	6	2,8	1,95	0,25	2,26	0,13	3,62	1,02	60	185	3	0,9	22
1	Liarvatn utløp	05/09/11	6,29	0,59	0,056	27	44	37	7	2,6	2,31	0,23	2,10	0,14	3,40	0,99	61	190	2	1,2	22
1	Liarvatn utløp	03/10/11	6,70	3,53	0,222	199	42	31	11	1,7	4,39	0,46	3,32	0,55	4,22	2,28	350	470	3	5,0	181
1	Liarvatn utløp	07/11/11	5,89	0,62	0,041	11	46	39	7	2,4	1,94	0,26	2,12	0,16	3,82	0,98	63	155	2	1,3	16
1	Liarvatn utløp	05/12/11	5,68	0,59	0,037	6	46	33	13	2,2	2,26	0,31	2,39	0,18	4,65	1,06	63	175	2	1,2	6
4	Jørpeland v utløp	09/01/11	5,92	1,13	0,043	13					4,03									2,6	
4	Jørpeland v utløp	24/03/11	5,91	0,70	0,010	0	39	30	9	2,6	2,90	0,41	3,00	0,27	5,70	1,40	150	200	0	0,7	5
4	Jørpeland v utløp *	05/04/11	6,24	4,32	0,030	0	39	27	12		73,2										
4	Jørpeland v utløp *	12/04/11	6,44	6,16			52	25	27	3,6	262	45,7	433	13,6	902	107	190	260	0	0,8	-4432
4	Jørpeland v utløp *	18/04/11	6,35	6,17			56	15	41		108										
4	Jørpeland v utløp *	28/04/11	6,75	9,68	0,210	187	65	23	42		564										
4	Jørpeland v utløp *	04/05/11	6,22	3,35	0,040	10	39	30	9		46,9										
4	Jørpeland v utløp *	09/05/11	6,53	5,99	0,050	21	32	29	3	2,1	81,2	13,5	129	4,68	183	30,6	130	200	0	0,7	1331
4	Jørpeland v utløp *	30/05/11	6,70	6,45	0,190	166	72	25	47		525										
4	Jørpeland v utløp *	11/07/11	6,49	1,46			57	46	11	3,3	15,1	2,46	20,8	0,83	36,7	6,16	110	265	5	1,4	30
4	Jørpeland v utløp *	05/09/11	7,12	36,5	0,292	270	84	41	43	3,5	578	114	943	31,0	7,86	247	66	285	4	1,6	47641
4	Jørpeland v utløp *	03/10/11	6,96	26,7	0,229	206	74	53	21	3,3	419	84	673	21,0	1240	176	120	325	3	2,0	-595

4	Jørpeland v utløp	07/11/11	6,27	0,99	0,055	26	41	35	6	2,2	2,47	0,33	2,62	0,20	4,65	1,33	120	210	2	1,9	28	
4	Jørpeland v utløp	05/12/11	5,82	0,91	0,044	14	50	38	12	2,1	3,13	0,46	3,17	0,25	6,55	1,38	105	215	7	2,0	6	
*		Inneholder								opptil			flore							prosent		sjøvann

G€ Suldalslågen

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

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

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn M. Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

G€.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

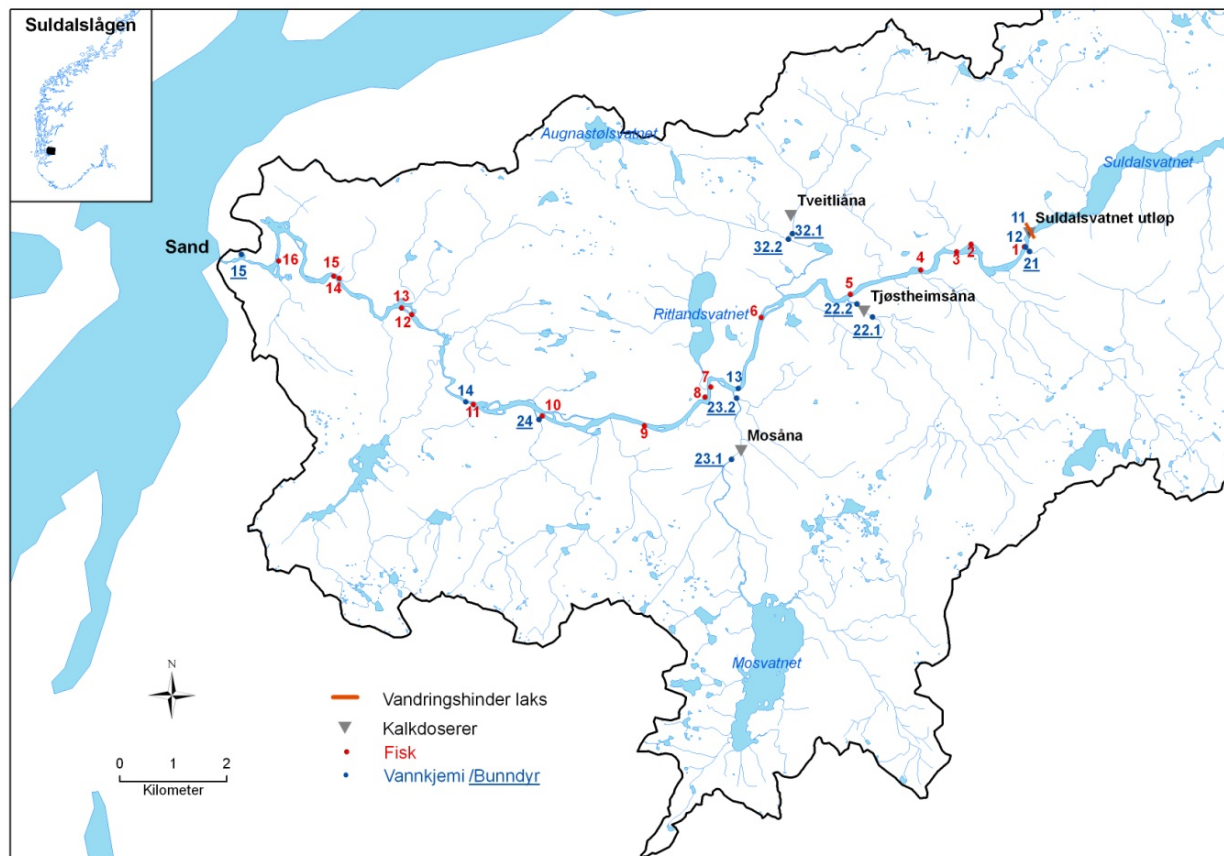
Fakta om Suldalslågen	
Vassdragsnr.:	036.z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	1466 km ² (før regulering), restfelt Suldalslågen 135 km ²
Vassdragsregulering:	Omfattende regulering (Ulla-Førre og Røldal-Suldal kraft)
Spesifikk avrenning:	34,1 l/s/km ² (før regulering)
Middelvannføring:	50 m ³ /s
Lakseførende 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 forsurningsfølsomme 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 doserererkalking. Kalkdoserer i hovedelven ved utløp av Suldalsvatnet og i tre sidevassdrag; Tjøstheimsåna, Tveitliåna og Mosåna. Innsjøkalking i mindre innsjøer ble avsluttet i 2005. Dagens kalkingsaktivitet siden 1998.

Forbedringen i forsuringssituasjonen i de senere årene har medført at det ikke har vært innsjøkalking etter 2005. Kalkingen av Suldalslågen foregår nå fra fire kalkdoserere. I 2011 var det dosering ved alle anleggene, og kalkforbruket var totalt 327 tonn VK3. Dette er det høyeste kalkforbruket i siste femårsperiode (**tabell 1**).

Tabell 1. Kalkforbruk i Suldalslågen for perioden 2007-2011, omregnet til tonn CaCO₃. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Osvad doserer	219	113	164	190	175
Tjøstheimsåna doserer	43	44	44	16	92
Tveitliåna doserer		19		22	5
Mosåna doserer	12	26	34		51
Sum kalkforbruk	274	202	242	228	323

Det falt 2633 mm nedbør på meteorologisk stasjon 46300 Suldalsvatn i 2011. Dette utgjør 145 % av normalen (met.no 2012). Bare månedene juli og august var tørrere enn normalen dette året, og spesielt mai og desember var svært nedbørrike.



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. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

6.2 Vannkjemi

Forfatter: Thomas C. Jensen (NINA)

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

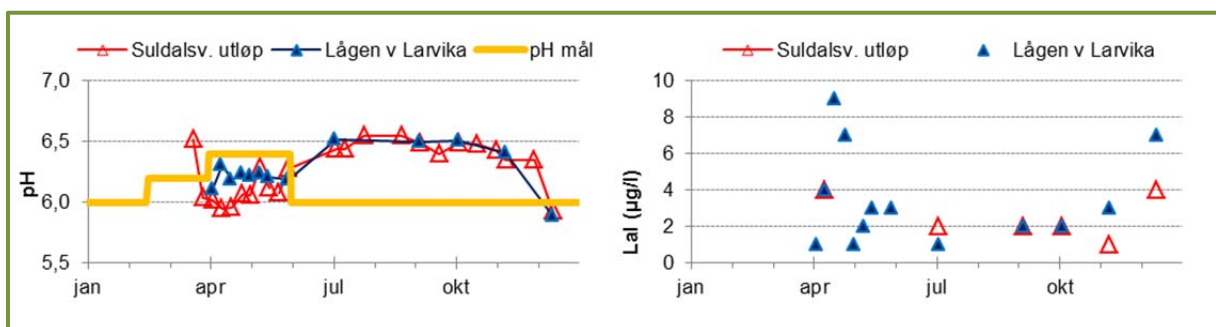
Data for vannkvaliteten i Suldalslågen for denne rapporteringen strekker seg fra oktober 2004 til desember 2011. Tidsseriedata fra tidligere har ikke vært tilgjengelig og vurdering av data fra perioden før 2004 er basert på figurer og konklusjoner fra tidligere rapport (Blakar et al. 2004).

6.2.1 Vannkvaliteten i 2011

Øverst på den lakseførende strekning av Suldalslågen, nedstrøms Suldalsvatnet (st 12), var vannkvaliteten dårlig i smoltifiseringsperioden i 2011 og med unntak av en måling var pH under vannkvalitetsmålet. Resten av året lå pH vesentlig over vannkvalitetsmålet. 38 % 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. pH var under vannkvalitetsmålet i smoltifiseringsperioden, men resten av året lå pH vesentlig over vannkvalitetsmålet med unntak av en måling i desember (figur 2).

I referansebekken Fossåna (st 24) kalkes det ikke, og pH-nivået her var blant de laveste som ble registrert på de undersøkte lokaliteter i 2011. Årsgjennomsnitt var 5,7 (tabell 2). Vannkvaliteten i hovedvassdraget var vesentlig bedre enn i Fossåna (figur 2). Ved utløpet av Suldalsvatnet var middelerdien for pH i 2011 6,3 (tabell 2). Vannkvaliteten i Suldalslågen nederst ved Larvika var stort sett den samme som øverst i vassdraget. Middelerdi for pH ved Larvika var 6,2 (tabell 2).

På den lakseførende strekningen er det ikke registrert nivåer av labilt aluminium (LAI) over 10 µg/l, bortsett fra nederst ved Larvika hvor høyeste måling var 13 µg/l (figur 2). På referanselokaliteten Fossåna var høyeste mengde LAI 33 µg/l, hvilket må betegnes som høyt, tilsvarende dårlig tilstand for laks (Direktoratsgruppa vanddirektivet, veileder 01:2009).



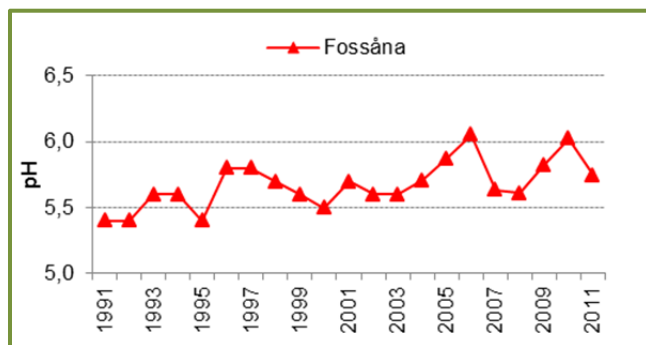
Figur 2 pH i 2011 på lakseførende strekning i Suldalsvatn samholdt med pH-målet i vassdraget i venstre panel, og giftig aluminium (LAI) for samme tidsperiode i høyre panel.

Nedstrøms kalkdosereren i Tjøstheimsåna var vannkvaliteten jevnt over bedre enn oppstrøms, men med den største variasjon i pH observert på alle stasjoner i 2011 (tabell 2). De høyeste pH-verdier ble målt i smoltifiseringsperioden i 2011. Det kan tyde på en viss overkalking i denne del av året. Vannkvaliteten på de to stasjonene i Tveitliåna opp- og nedstrøms kalkdosereren var svært lik og samsvarer gjennom hele 2011, med pH under pH-målet i store deler av smoltifiseringsperioden (Vedlegg B). Dosereren i Tveitliåna var ikke i drift i 2009 men har vært i drift i 2010 og 2011. På bakgrunn av pH-målingene (tabell 2), ser det

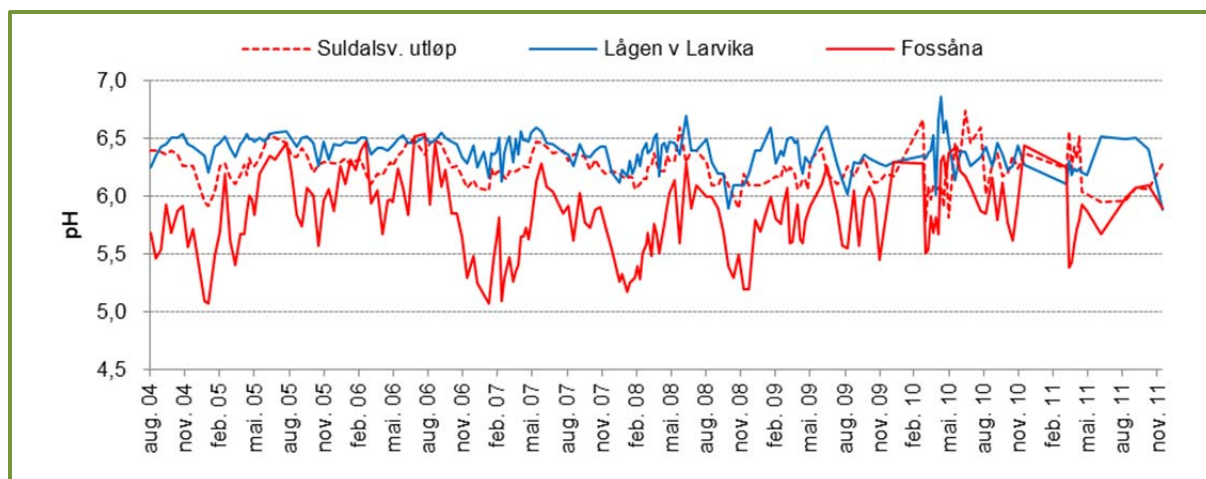
ut som om det fremdeles er behov for kalking fra dosereren i Tveitliåna, spesielt i deler av smoltifiseringsperioden. Kalkdosereren i Mosåna bidro til å bedre vannkvaliteten i sidevassdraget, slik at pH økte nedstrøms dosereren i forhold til oppstrøms, spesielt i smoltifiseringsperioden (**tabell 2**). På bakgrunn av pH-målingene i Mosåna ser det ut til at kalkingen har fungert bra i 2011 bortsett fra enkelte dykk i pH i smoltifiseringsperioden.

2.2 Langtidstrender

Øvre del av Suldalslågen har vært kalket siden 1985. Fra 1998 har det blitt kalket via tre kalkdoserere i sidebekker til Suldalslågen og i flere innsjøer (Blakar et al. 2004). Kalkingen har sammen med mindre sur nedbør bidratt til en gradvis forbedring av vannkvaliteten i elven som især er tydelig etter 2000. Den bedre vannkvaliteten er illustrert ved en økende trend for årsmiddelerverdier av pH i perioden 1991-2011 i den ukalkede referansebekken Fossåna (**figur 3**). Ved utløpet av Suldalsvatnet så vel som nederst i Suldalslågen var pH-nivået noe høyere enn i Fossåna for perioden 2004 til 2011, 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 et al. 2004), som ble tilskrevet redusert sur nedbør og kalkingen fra 1998 (nederst i elven). Etter 2004 har det ikke vært vesentlige endringer i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene i Suldalslågen (**figur 4**).



Figur 3 Årsmiddelerverdier for pH i referansefeltet Fossåna (st. 24) i perioden 1991-2011. For perioden 1991-2003 er pH-data hentet fra Blakar et al. (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) i perioden 2004-2010.

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 Suldalsvassdraget i 2011.

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	6,22	0,77	20	3	1,0	27
		Min	5,93	0,62	0	1	0,6	18
		Maks	6,55	0,87	34	4	1,6	31
		N	23	23	6	6	7	7
12	Osvad nedstr	Mid	6,31	0,91				
		Min	6,09	0,69				
		Maks	6,60	1,17				
		N	21	21				
21	Gjuvet	Mid	6,39	1,25	35	3		
		Min	6,11	0,70	0	2		
		Maks	6,75	1,68	79	4		
		N	6	6	5	6		
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	Mid	5,86	0,80				
		Min	5,50	0,27				
		Maks	7,17	3,53				
		N	21	21				
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	Mid	6,22	1,87				
		Min	5,49	0,51				
		Maks	8,12	4,71				
		N	21	21				
32.1	Tveitliåna oppstr	Mid	6,08	0,68				
		Min	5,60	0,29				
		Maks	6,82	1,57				
		N	21	21				
32.2	Tveitliåna nedstr	Mid	6,18	0,78				
		Min	5,87	0,34				
		Maks	6,69	2,08				
		N	21	21				
13	Lågen oppstr Mosåna	Mid	6,27	1,14	29	2		
		Min	6,03	0,87	10	0		
		Maks	6,68	1,72	52	4		
		N	7	7	6	7		
23.1	Mosåna oppstr	Mid	5,34	0,54				
		Min	4,52	0,25				
		Maks	6,20	1,23				
		N	21	21				
23.2	Mosåna nedstr	Mid	6,41	1,70				
		Min	6,00	0,93				
		Maks	6,78	3,34				
		N	21	21				
24	Fossåna	Mid	5,66	0,38	12	11	2,3	14
		Min	5,21	0,22	0	4	1,3	-12
		Maks	6,10	0,76	21	33	3,7	30
		N	13	13	4	13	7	7
14	Lågen oppstr Hiimsåna	Mid	6,26	0,99	23	3		
		Min	5,98	0,81	0	1		
		Maks	6,45	1,22	38	5		
		N	7	7	6	7		
15	Lågen v Larvika	Mid	6,24	1,00	14	3	1,3	35
		Min	5,89	0,70	0	1	0,9	27
		Maks	6,52	1,29	39	9	2,3	40
		N	13	13	12	13	7	7

6.3 Bunndyr

Forfatter: Terje Bongard (NINA)

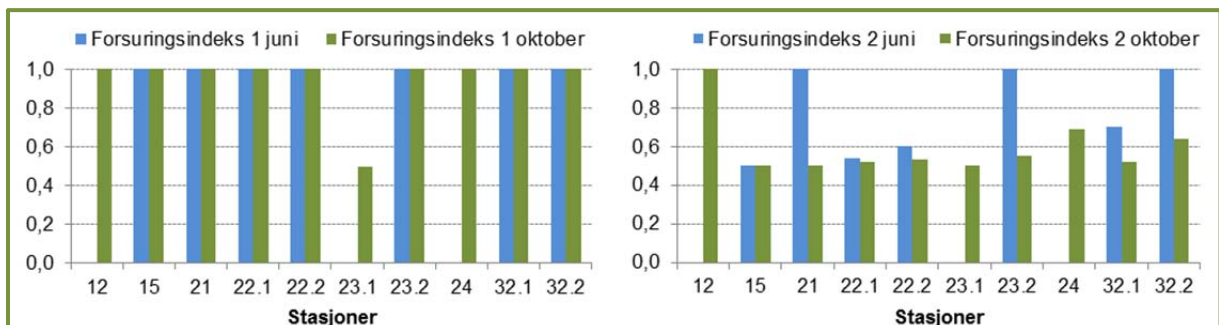
Bunndyrovervåkingen i Suldalslågen omfatter 10 stasjoner som overvåkes annet hvert år, vår og høst (**figur 5**). Fem av stasjonene er ukalkete referansestasjoner i bekker, tre stasjoner er nedenfor kalkdoserere i bekkene, og to stasjoner er i hovedelva, den ene nedenfor doserer. Hensikten med undersøkelsene 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.

6.3.1 Resultater og diskusjon

Antall organismer per prøve var gjennomgående lavt eller svært lavt. Tominutters sparkeprøver fra upåvirkede bekker og elver i Norge kan forventes å ha mellom 500 og 1000 organismer. Prøvene fra Suldalslågen hadde, med to unntak, mellom 17 og 250 dyr per prøve (**Vedlegg C**). Det ble registrert 6 døgnfluearter, 13 steinfluearter, og 11 arter av vårfluer i Suldalslågen og sidebekker i 2011. Artsinventaret var ganske likt det som ble funnet i tidligere undersøkelser (Saltveit & Bremnes, 2004). Forventet arts mangfold burde vært høyere i Suldal. Kun 6 av de registrerte arter og grupper av bunndyr er sensitive overfor forursing (Raddum & Fjellheim, 1990). Det ble funnet et eksemplar av vårfluen *Glossosoma intermedium*. Den har svært få funn fra Sørvestlandet, antakelig en konsekvens av at ferskvannsfaunaen i Norge er dårlig undersøkt. Det ble også funnet en voksen hunn av vårfluen *Apatania dalecarlica*, som nå har fått egen artsstatus (Salokannel, Rantala, & Wahlberg, 2010). Arten kan sannsynligvis være vanlig i store deler av landet, ved at den tidligere er plassert i *A. zonella*-gruppen.

Prøvene fra 2011 viste at alle stasjoner generelt er mer eller mindre forursingspåvirket (**figur 5**). Selv om den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* var til stede på de fleste stasjonene, var forekomstene svært lave. Generelt ble det registrert svært få forursingssensitive arter og grupper.

Resultatene av bunndyrundersøkelsene er usikre og sprikende, men viser en tendens til bedre forhold i kalkede lokaliteter. Resultatene blir påvirket av varierende og til dels vanskelige prøvetakingsforhold. Mange av bekkene har grovt substrat. Nedbørsforholdene og derav vannføringsforholdene var i tillegg svært problematiske og uforutsigbare i 2011, (spesielt høst). Når vannføringen veksler opp og ned med korte mellomrom, tynnes bunndyrforekomstene langs breddene ut. Det kan ha betydning for resultatene.



Figur 5. Forsuringsindekser for bunndyrprøver på ulike stasjoner i Suldalslågen 2011. Forsuringsindeks 1 i venstre panel og forsuringsindeks 2 i høyre panel. Der hvor søyler mangler, er verdiene 0. For full oversikt og lokalisering av stasjoner, se **vedlegg A** samt **figur 1**.

6.4 Samlet vurdering

6.4.1 Vannkjemi

Igangsetting av kalking har hatt en positiv effekt på vannkvaliteten i Suldalslågen. Resultatene for 2011 viser at vannkvaliteten er bedre i hovedvassdraget enn i ukalkede sidevassdrag, men fremdeles periodevis for dårlig. Nedenfor dosereren ved Osvad øverst på lakseførende strekning, var det for dårlig vannkvalitet i forhold til målsettingen i smoltifiseringsperioden i 2011. Det samme var tilfellet nederst i vassdraget ved Larvika. I den ukalkede referansebekken Fossåna, var vannkvaliteten dårlig i 2011 med lave pH-verdier og giftig aluminium som indikerer dårlig 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 nedbør og igangsetting av kalking i sidevassdrag til Suldalslågen. Etter 2004 er det ingen vesentlige endringer i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene i selve Suldalslågen.

6.4.2 Fisk

Det ble ikke utført fiskeundersøkelser i Suldalslågen i 2011 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

6.4.3 Bunndyr

Antall organismer per prøve var gjennomgående lavt eller svært lavt i bunndyrsundersøkelsene i 2011. Artsinventaret var ganske likt det som ble funnet tidligere (Saltveit & Bremnes, 2004). Det er registrert svært få forsuringssensitive arter og grupper i 2011, og undersøkelsene viste at alle stasjoner generelt er mer eller mindre forsuringspåvirket. Resultatene er noe usikre og sprikende, delvis pga. varierende og vanskelige prøvetakingsforhold. Dog er det en tendens til bedre forhold på kalkede lokaliteter.

6.4.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

pH-målingene i Fossåna og stasjonene i de kalkede sidevassdragene oppstrøms dosererne viser at det fremdeles er nødvendig med kalking for å oppnå vannkvalitetsmålene, spesielt i smoltifiseringsperioden. Utfra pH-målingene i 2011 ser det ut til at kalkingen stort sett har fungert bra i Mosåna. Resultatene fra Tjostheimsåna indikerer en viss overkalking i smoltifiseringsperioden. Målingene ved Osvad indikerer et økt behov for kalking her. Dessuten ser det ut som om det fremdeles er behov for kalking i Tveitliåna.

6.5 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Suldalslågen i 2011.

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	11	Suldalsvatnet utløp	359432	6597334
Vannkjemi	12	Osvad nedstr	359339	6597061
Vannkjemi	13	Lågen oppstr Mosåna	353972	6594420
Vannkjemi	14	Lågen oppstr Hiimsåna	348877	6594168
Vannkjemi/Bunndyr	15	Lågen v Larvika	344680	6596924
Vannkjemi/Bunndyr	21	Gjuvet	359412	6596975
Vannkjemi/Bunndyr	22.1	Tjøstheimsåna oppstr doserer	356431	6595787
Vannkjemi/Bunndyr	22.2	Tjøstheimsåna nedstr doserer	356230	6595967
Vannkjemi/Bunndyr	23.1	Mosåna oppstr doserer	353840	6593088
Vannkjemi/Bunndyr	23.2	Mosåna nedstr doserer	353938	6594233
Vannkjemi/Bunndyr	24	Fossåna	350244	6593836
Vannkjemi/Bunndyr	32.1	Tveitliåna oppstr doserer	354979	6597312
Vannkjemi/Bunndyr	32.2	Tveitliåna nedstr doserer	354902	6597210

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Suldalslågen 2011

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-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	Suldalsvatnet utløp	21/03/11	6,52	0,71							1,90										
11	Suldalsvatnet utløp	28/03/11	6,04	0,81							2,10										
11	Suldalsvatnet utløp	04/04/11	6,02	0,75							1,90										
11	Suldalsvatnet utløp	11/04/11	5,95	0,78	0,010	0	19	15	4	1,6	2,00	0,27	1,68	0,20	3,30	1,00	110	130	0	0,45	18
11	Suldalsvatnet utløp	18/04/11	5,96	0,86							2,00										
11	Suldalsvatnet utløp	26/04/11	6,07	0,69							1,70										
11	Suldalsvatnet utløp	02/05/11	6,06	0,74							1,70										
11	Suldalsvatnet utløp	09/05/11	6,29	0,62	0,020	0				0,9	1,50	0,17	1,12	0,19	1,70	0,82	90	180	0	0,37	27
11	Suldalsvatnet utløp	16/05/11	6,12	0,66							1,40										
11	Suldalsvatnet utløp*	18/05/11	6,54	8,60	0,130	104	59	21	38		339										
11	Suldalsvatnet utløp	23/05/11	6,08	0,77							1,40										
11	Suldalsvatnet utløp	30/05/11	6,28	0,64							1,50										
11	Suldalsvatnet utløp	04/07/11	6,44	0,75			13	11	2	1,0	1,23	0,17	1,06	0,15	1,58	0,97	98	150	2	0,73	30
11	Suldalsvatnet utløp	11/07/11	6,44	0,82							1,21										
11	Suldalsvatnet utløp	25/07/11	6,55	0,77							1,18										
11	Suldalsvatnet utløp	22/08/11	6,55	0,77							1,15										
11	Suldalsvatnet utløp	05/09/11	6,49	0,80	0,061	32	8	6	2	0,6	1,16	0,14	0,83	0,16	1,28	0,94	89	195	3	0,71	30
11	Suldalsvatnet utløp	19/09/11	6,40	0,83							1,16										
11	Suldalsvatnet utløp	03/10/11	6,49	0,78	0,062	34	11	9	2	0,9	1,14	0,16	0,85	0,15	1,26	0,95	90	170	1	0,81	31
11	Suldalsvatnet utløp	17/10/11	6,48	0,85							1,20										
11	Suldalsvatnet utløp	31/10/11	6,43	0,79							1,24										

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	Suldalsvatnet utløp	07/11/11	6,35	0,83	0,060	31	9	8	1	0,8	1,23	0,15	0,87	0,16	1,40	0,96	120	165	3	0,81	28
11	Suldalsvatnet utløp	28/11/11	6,35	0,87							1,33										
11	Suldalsvatnet utløp	12/12/11	5,93	0,80	0,050	21	21	17	4	1,1	1,42	0,21	1,13	0,18	2,07	0,97	93	185	3	0,96	26
12	Osvad nedstr	21/03/11	6,28	0,78							1,50										
12	Osvad nedstr	28/03/11	6,09	0,93							2,10										
12	Osvad nedstr	04/04/11	6,25	1,15							2,00										
12	Osvad nedstr	11/04/11	6,23	1,14							2,20										
12	Osvad nedstr	18/04/11	6,18	1,17							2,10										
12	Osvad nedstr	26/04/11	6,26	1,09							2,00										
12	Osvad nedstr	02/05/11	6,09	0,79							1,60										
12	Osvad nedstr	09/05/11	6,31	1,01							1,50										
12	Osvad nedstr	16/05/11	6,12	0,69							1,4										
12	Osvad nedstr	23/05/11	6,19	0,82							1,5										
12	Osvad nedstr	30/05/11	6,28	0,88							1,5										
12	Osvad nedstr	11/07/11	6,48	0,83							1,22										
12	Osvad nedstr	25/07/11	6,56	0,77							1,18										
12	Osvad nedstr	22/08/11	6,60	0,78							1,14										
12	Osvad nedstr	05/09/11	6,49	0,86							1,14										
12	Osvad nedstr	19/09/11	6,48	0,86							1,17										
12	Osvad nedstr	03/10/11	6,58	0,84							1,18										
12	Osvad nedstr	17/10/11	6,47	0,87							1,28										
12	Osvad nedstr	31/10/11	6,47	0,87							1,25										
12	Osvad nedstr	28/11/11	6,30	0,91							1,35										
12	Osvad nedstr	15/12/11	6,29	0,99							1,51										
13	Lågen oppstr Mosåna	11/04/11	6,19	1,72	0,040	10	19	17	2		2,9										
13	Lågen oppstr Mosåna	09/05/11	6,17	1,17	0,040	10	11	7	4		1,9										
13	Lågen oppstr Mosåna	04/07/11	6,37	0,87			14	13	1		1,4										
13	Lågen oppstr Mosåna	05/09/11	6,68	0,93	0,080	52	8	6	2		1,35										
13	Lågen oppstr Mosåna	03/10/11	6,42	0,89	0,064	36	12	12	0		1,24										
13	Lågen oppstr Mosåna	07/11/11	6,28	1,08	0,063	35	12	9	3		1,50										
13	Lågen oppstr Mosåna	05/12/11	6,03	1,29	0,059	30	25	21	4		2,08										

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	
14	Lågen oppstr Hiimsåna	11/04/11	6,27	1,18	0,030	0	25	21	4		2,6											
14	Lågen oppstr Hiimsåna	09/05/11	6,20	0,81	0,040	10	12	8	4		1,6											
14	Lågen oppstr Hiimsåna	04/07/11	6,40	0,88			18	17	1		1,39											
14	Lågen oppstr Hiimsåna	05/09/11	6,41	0,95	0,066	38	12	9	3		1,26											
14	Lågen oppstr Hiimsåna	03/10/11	6,45	0,93	0,064	36	13	12	1		1,26											
14	Lågen oppstr Hiimsåna	07/11/11	6,35	0,99	0,062	34	13	10	3		1,38											
14	Lågen oppstr Hiimsåna	05/12/11	5,98	1,22	0,053	24	32	27	5		2,24											
15	Lågen v Larvika	04/04/11	6,11	1,14	0,030	0	34	33	1		2,8											
15	Lågen v Larvika	11/04/11	6,31	1,19	0,040	10	25	21	4	2,3	2,6	0,35	2,08	0,29	4,20	1,20	140	160	0	0,54	33	
15	Lågen v Larvika	18/04/11	6,19	1,22	0,030	0	27	18	9		2,4											
15	Lågen v Larvika	26/04/11	6,24	0,96	0,040	10	22	15	7		2,0											
15	Lågen v Larvika	02/05/11	6,22	1,04	0,030	0	12	11	1		1,7											
15	Lågen v Larvika	09/05/11	6,24	0,93	0,040	10	12	10	2	1,1	1,6	0,20	1,23	0,18	1,90	0,99	100	140	0	0,38	40	
15	Lågen v Larvika	16/05/11	6,21	0,70	0,030	0	12	9	3		1,5											
15	Lågen v Larvika	30/05/11	6,19	0,84	0,030	0	28	25	3		1,9											
15	Lågen v Larvika	04/07/11	6,52	0,92			20	19	1	1,4	1,44	0,21	1,23	0,18	1,75	1,09	135	190	3	0,90	39	
15	Lågen v Larvika	05/09/11	6,50	0,95	0,067	39	15	13	2	1,1	1,29	0,16	0,93	0,17	1,38	1,01	110	190	<1	0,88	38	
15	Lågen v Larvika	03/10/11	6,51	0,83	0,065	37	13	11	2	1,0	1,30	0,19	0,95	0,18	1,40	1,05	130	215	1	0,92	32	
15	Lågen v Larvika	07/11/11	6,41	0,99	0,063	35	14	11	3	0,9	1,43	0,19	1,02	0,20	1,65	1,12	131	195	2	1,01	35	
15	Lågen v Larvika	12/12/11	5,89	1,29	0,052	23	36	29	7	1,5	2,54	0,42	2,08	0,29	4,74	1,18	160	255	2	1,39	27	
21	Gjuvet	11/04/11	6,23	1,17	0,030	0	26	23	3		2,5											
21	Gjuvet	09/05/11	6,39	0,70	0,040	10	22	18	4		1,5											
21	Gjuvet	04/07/11	6,68	1,11			33	31	2		1,77											
21	Gjuvet	03/10/11	6,75	1,46	0,105	79	24	21	3		2,19											
21	Gjuvet	07/11/11	6,56	1,37	0,081	54	30	26	4		1,99											
21	Gjuvet	05/12/11	6,11	1,68	0,060	31	26	22	4		2,85											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	22/03/11	6,22	1,32							3,3											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	28/03/11	5,88	1,00							3,0											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	04/04/11	7,17	3,53							3,9											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	11/04/11	5,54	0,54							1,5											

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	18/04/11	5,68	0,35							2,0											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	26/04/11	5,76	0,27							1,5											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	02/05/11	5,84	0,38							1,4											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	09/05/11	5,94	0,27							1,2											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	16/05/11	5,84	0,30							1,3											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	23/05/11	5,50	0,52							1,7											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	30/05/11	5,57	0,38							1,7											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	11/07/11	6,92	2,38							1,86											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	25/07/11	6,37	0,59							1,24											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	22/08/11	5,77	0,47							1,19											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	05/09/11	5,90	0,63							1,27											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	19/09/11	6,20	0,61							1,32											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	03/10/11	6,33	0,63							1,42											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	17/10/11	6,29	0,65							1,50											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	31/10/11	5,90	0,51							1,39											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	28/11/11	5,76	0,64							1,96											
22.1	Tjøstheimsåna oppstr	15/12/11	5,59	0,88							2,55											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	21/03/11	7,58	4,71							5,3											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	28/03/11	6,55	2,04							3,5											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	04/04/11	5,49	0,56							2,6											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	11/04/11	7,14	2,84							3,6											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	18/04/11	7,01	2,50							3,0											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	26/04/11	7,72	2,92							2,9											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	02/05/11	6,46	2,36							2,3											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	09/05/11	8,12	3,95							2,6											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	16/05/11	7,63	3,24							2,7											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	23/05/11	5,82	0,65							1,8											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	30/05/11	7,21	2,88							3,0											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	11/07/11	5,81	0,51							1,16											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	25/07/11	6,64	0,91							1,40											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	22/08/11	5,78	0,56							1,20											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	05/09/11	5,98	0,72							1,30											

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	19/09/11	6,39	0,84							1,41											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	03/10/11	6,57	0,92							1,57											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	17/10/11	6,42	0,79							1,57											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	31/10/11	6,19	0,78							1,47											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	28/11/11	6,42	1,96							2,45											
22.2	Tjøstheimsåna nedstr	15/12/11	6,53	2,64							3,17											
23.1	Mosåna oppstr	21/03/11	5,83	1,23							3,7											
23.1	Mosåna oppstr	28/03/11	5,46	0,96							3,6											
23.1	Mosåna oppstr	04/04/11	5,00	0,40							2,9											
23.1	Mosåna oppstr	11/04/11	5,28	0,45							2,2											
23.1	Mosåna oppstr	18/04/11	5,43	0,26							1,8											
23.1	Mosåna oppstr	26/04/11	5,58	0,29							1,3											
23.1	Mosåna oppstr	02/05/11	5,83	0,25							1,3											
23.1	Mosåna oppstr	09/05/11	5,88	0,36							1,2											
23.1	Mosåna oppstr	16/05/11	5,59	0,45							1,4											
23.1	Mosåna oppstr	23/05/11	5,04	0,32							2,0											
23.1	Mosåna oppstr	30/05/11	5,25	0,34							2,0											
23.1	Mosåna oppstr	11/07/11	4,52	0,47							1,34											
23.1	Mosåna oppstr	25/07/11	5,78	0,65							1,39											
23.1	Mosåna oppstr	22/08/11	5,32	0,50							1,45											
23.1	Mosåna oppstr	05/09/11	5,68	0,75							1,51											
23.1	Mosåna oppstr	19/09/11	6,20	0,70							1,42											
23.1	Mosåna oppstr	03/10/11	6,12	0,65							1,52											
23.1	Mosåna oppstr	17/10/11	6,10	0,67							1,72											
23.1	Mosåna oppstr	31/10/11	5,56	0,46							1,46											
23.1	Mosåna oppstr	28/11/11	5,74	0,56							1,69											
23.1	Mosåna oppstr	15/12/11	5,41	0,62							2,64											
23.2	Mosåna nedstr	21/03/11	6,78	3,34							5,1											
23.2	Mosåna nedstr	28/03/11	6,47	2,46							4,3											
23.2	Mosåna nedstr	04/04/11	6,14	1,38							3,3											
23.2	Mosåna nedstr	11/04/11	6,72	1,64							2,9											

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	Mosána nedstr	18/04/11	6,49	1,53							2,4											
23.2	Mosána nedstr	26/04/11	6,58	1,56							2,0											
23.2	Mosána nedstr	02/05/11	6,58	1,87							2,0											
23.2	Mosána nedstr	09/05/11	6,62	2,05							1,9											
23.2	Mosána nedstr	16/05/11	6,62	1,98							2,3											
23.2	Mosána nedstr	23/05/11	6,28	1,26							2,3											
23.2	Mosána nedstr	30/05/11	6,43	1,35							2,5											
23.2	Mosána nedstr	11/07/11	6,47	1,54							1,71											
23.2	Mosána nedstr	25/07/11	6,59	1,66							1,84											
23.2	Mosána nedstr	22/08/11	6,41	1,40							1,69											
23.2	Mosána nedstr	05/09/11	6,34	1,57							1,88											
23.2	Mosána nedstr	19/09/11	6,49	1,96							2,22											
23.2	Mosána nedstr	03/10/11	6,68	1,65							2,06											
23.2	Mosána nedstr	17/10/11	6,58	1,91							2,42											
23.2	Mosána nedstr	31/10/11	6,33	1,18							1,69											
23.2	Mosána nedstr	28/11/11	6,00	0,93							1,86											
23.2	Mosána nedstr	15/12/11	6,07	1,45							2,80											
24	Fossána	04/04/11	5,38	0,40			54	39	15		2,4											
24	Fossána	11/04/11	5,43	0,46			42	29	13	2,1	2,2	0,27	2,02	0,18	3,90	0,90	60	80	0	0,43	5	
24	Fossána	18/04/11	5,59	0,35			43	25	18		1,9											
24	Fossána	26/04/11	5,72	0,33			32	21	11		1,5											
24	Fossána	02/05/11	5,80	0,24			27	22	5		1,4											
24	Fossána	09/05/11	5,93	0,26			25	19	6	1,4	1,2	0,14	1,22	0,11	1,70	0,69	40	80	0	0,34	15	
24	Fossána	16/05/11	5,88	0,22			36	30	6		1,2											
24	Fossána	30/05/11	5,68	0,28			41	30	11		1,8											
24	Fossána	04/07/11	5,99	0,34			64	57	7	3,6	1,09	0,15	1,33	0,09	1,43	0,92	15	126	3	0,77	29	
24	Fossána	05/09/11	6,08	0,43	0,050	21	60	51	9	3,7	1,15	0,15	1,26	0,10	1,43	0,91	32	175	3	1,09	30	
24	Fossána	03/10/11	6,10	0,40	0,047	18	37	33	4	2,2	1,24	0,18	1,33	0,15	1,89	0,99	41	136	1	1,18	20	
24	Fossána	07/11/11	5,90	0,47	0,039	9	39	33	6	1,9	1,36	0,19	1,37	0,13	2,37	0,90	57	116	2	1,18	12	
24	Fossána	12/12/11	5,21	0,76	0,027	0	62	29	33	1,3	2,78	0,45	2,44	0,21	6,18	0,96	57	135	1	1,16	-12	
32.1	Tveitliána oppstr	21/03/11	6,82	1,57							3,4											
32.1	Tveitliána oppstr	28/03/11	6,13	1,49							4,0											

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	Tveitliána oppstr	04/04/11	5,60	0,95							3,8											
32.1	Tveitliána oppstr	11/04/11	5,79	0,73							3,0											
32.1	Tveitliána oppstr	18/04/11	5,88	0,55							2,6											
32.1	Tveitliána oppstr	26/04/11	6,09	0,34							1,8											
32.1	Tveitliána oppstr	02/05/11	5,90	0,29							1,6											
32.1	Tveitliána oppstr	09/05/11	6,47	0,36							1,4											
32.1	Tveitliána oppstr	16/05/11	6,37	0,34							1,4											
32.1	Tveitliána oppstr	23/05/11	5,79	0,45							1,8											
32.1	Tveitliána oppstr	30/05/11	5,75	0,46							1,9											
32.1	Tveitliána oppstr	11/07/11	6,19	0,41							0,96											
32.1	Tveitliána oppstr	25/07/11	6,38	0,51							1,11											
32.1	Tveitliána oppstr	22/08/11	6,30	0,46							1,07											
32.1	Tveitliána oppstr	05/09/11	6,35	0,62							1,21											
32.1	Tveitliána oppstr	19/09/11	6,57	0,93							1,51											
32.1	Tveitliána oppstr	03/10/11	6,58	0,72							1,51											
32.1	Tveitliána oppstr	17/10/11	6,46	0,75							1,72											
32.1	Tveitliána oppstr	31/10/11	6,20	0,64							1,56											
32.1	Tveitliána oppstr	28/11/11	6,12	0,74							2,00											
32.1	Tveitliána oppstr	15/12/11	6,14	1,08							2,65											
32.2	Tveitliána nedstr	21/03/11	6,69	2,08							3,6											
32.2	Tveitliána nedstr	28/03/11	6,10	1,46							3,9											
32.2	Tveitliána nedstr	04/04/11	5,89	1,10							3,8											
32.2	Tveitliána nedstr	11/04/11	5,98	0,86							3,1											
32.2	Tveitliána nedstr	18/04/11	5,87	0,63							2,6											
32.2	Tveitliána nedstr	26/04/11	6,17	0,54							1,8											
32.2	Tveitliána nedstr	02/05/11	6,01	0,43							1,6											
32.2	Tveitliána nedstr	09/05/11	6,18	0,34							1,4											
32.2	Tveitliána nedstr	16/05/11	6,20	0,43							1,4											
32.2	Tveitliána nedstr	23/05/11	6,31	1,01							2,0											
32.2	Tveitliána nedstr	30/05/11	6,14	0,58							2,0											
32.2	Tveitliána nedstr	11/07/11	6,24	0,43							0,97											
32.2	Tveitliána nedstr	25/07/11	6,40	0,52							1,12											

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	
32.2	Tveitliåna nedstr	22/08/11	6,34	0,45							1,08											
32.2	Tveitliåna nedstr	05/09/11	6,35	0,62							1,20											
32.2	Tveitliåna nedstr	19/09/11	6,59	0,89							1,52											
32.2	Tveitliåna nedstr	03/10/11	6,57	0,69							1,50											
32.2	Tveitliåna nedstr	17/10/11	6,45	0,76							1,71											
32.2	Tveitliåna nedstr	31/10/11	6,22	0,65							1,57											
32.2	Tveitliåna nedstr	28/11/11	6,05	0,78							2,01											
32.2	Tveitliåna nedstr	15/12/11	6,15	1,13							2,68											

*Verdier ikke tatt med i figurer eller beregning av middelerverdier

Vedlegg C. Primærdata – bunndyr 2011

Tabell. C1 Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Suldalslågen 06.06.2011.

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	Tveitiåna oppstr. 32.1	Tverriåna nedstr. 32.2
Fåbørstemark			3			1		1	3	
Døgnfluer										
<i>Siphonurus sp.</i>		1								
<i>Baetis rhodani</i>		3	63	2	2		2		7	25
<i>Centroptilum luteolum</i>		1								
<i>Ephemerella aroni</i>		43								
<i>Leptophlebia vespertina</i>	1					2				
<i>Leptophlebia marginata</i>		2								
Steinfluer										
<i>Isoperla grammatica</i>			12							
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				21	1			5	7	1
<i>Brachyptera risi</i>			8	10	7			2	14	2
<i>Amphinemura borealis</i>		120	2	1	2			10	2	2
<i>Amphinemura sulcicollis</i>			2	16	8				11	12
<i>Nemoura cinerea</i>	3				1					
<i>Protonemura meyeri</i>			6					1		
<i>Nemurella pictetii</i>	5			1					1	
<i>Leuctra fusca</i>		2			1	1		1		1
<i>Leuctra hippopus</i>										
<i>Leuctra nigra</i>										1
Palpebiller			1							
Klobiller										
<i>Elmis aenea</i>			4							
Vårfluer										
<i>Rhyacophila nubila</i>	1		7	4	3				1	1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	2					5				1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	8									
<i>Potamophylax latipennis</i>		1								
<i>P. cingulatus</i>			1							
<i>Apatania spp.</i>		2								
<i>Apatania dalecarlica ad. hunn</i>					1					
Tovinger						1				
Stankelbeinmygg		1		1	1	1			1	
Knott	1		44	66	9	10		9	52	35
Fjærmygg	155	410	11	31	18	11	15	20	25	28
SUM	176	586	164	153	54	32	17	49	124	109
Forsuringsindeks 1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Forsuringsindeks 2	0	0,5	1	0,54	0,6	0	1	0	0,7	1

Tabell. C2 Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Suldalslågen 18.10.2011.

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	Tveitliåna oppstr. 32.1	Tverrliaåna nedstr. 32.2
Snegl										
<i>Lymnaea peregra</i>	3									
Fåbørstemark		1	3	2	7	2	2		5	
Midd	5									
Døgnfluer										
<i>Baetis rhodani</i>			1	3	15		2	25	5	12
<i>Ephemera aroni</i>	9	1		1						
<i>Leptophlebia sp.</i>							1			
<i>Leptophlebia marginata</i>						6				
Steinfluer										
<i>Diura nanseni</i>		1			2	8		4	2	
<i>Isoperla grammatica</i>						1				
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				6	4	5		2		
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>					2	30				
<i>Brachyptera risi</i>				35	185	140	1	25	18	25
<i>Amphinemura borealis</i>		5	165	68	250	200	25	75	50	50
<i>Nemoura cinerea</i>				4	5	3				
<i>Protonemura meyeri</i>			16		15	4		18	2	3
<i>Nemurella pictetii</i>					13	35	8		10	8
<i>Leuctra fusca</i>							1			
<i>Leuctra hippopus</i>	5		6	9	25	12	2	12	6	
<i>Leuctra nigra</i>		8			6					
Buksvømmere		1								
Vannkalvlarver		2					1			
Palpebiller			4							
Klobiller										
<i>Elmis aenea</i>			2							
Vårfluer										
<i>Rhyacophila nubila</i>		1	3		10	2		6	2	3
<i>Glossosoma intermedium</i>					1					
<i>Oxyethira spp.</i>		3				4				
<i>Plectrocnemia conspersa</i>					8	10	2	2		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	11			2	15	8				2
<i>Lepidostoma hirtum</i>	1	6								
<i>Limnephilus rhombicus</i>		2								
<i>Potamophylax sp.</i>			18		8		3	2		1
<i>Apatania spp.</i>	2		6	3						
Stankelbeinmygg	2			6	4	4	2	3	5	
Knott				10		5		16		
Fjærmygg	10	225	5	22	25	20	10	32	8	6
SUM	48	256	229	171	600	499	60	222	113	110
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1	0,5	0,5	0,52	0,53	0,5	0,55	0,69	0,52	0,64

GF Vikedalsvassdraget

Koordinator: Ann Kristin L. Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Atle Hindar (NIVA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

GF.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

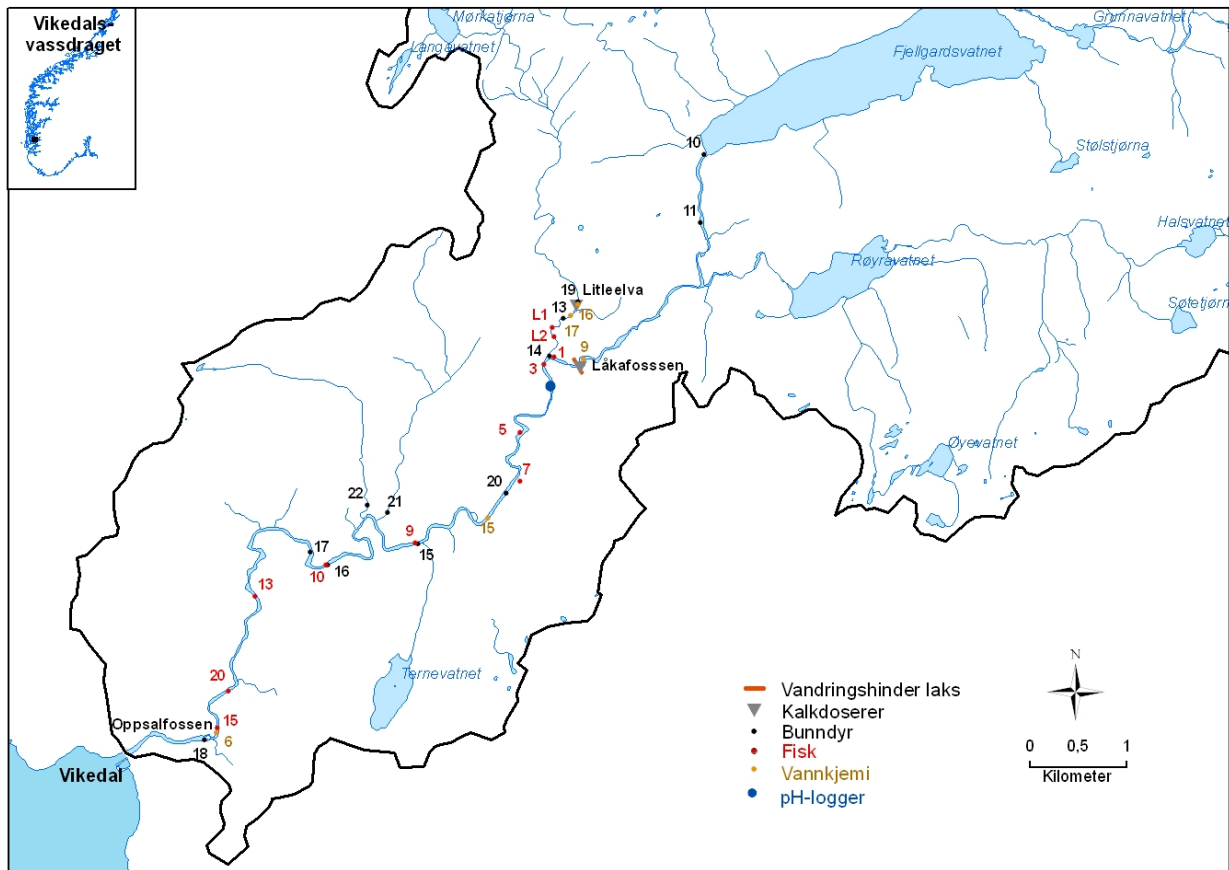
Fakta om Vikedalsvassdraget	
Vassdragsnr.:	038
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	118,4 km ²
Vassdragsregulering:	Ingen
Spesifikk avrenning:	86,6 l/s/km ²
Middelvannføring:	10,3 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Ca 10 km, til Låkafossen
Bakgrunn for tiltak:	Tilbakegang i laksefisket. I flere år fra 1981 ble 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 forsurefølsomme 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, og doseringen styres automatisk etter pH nedstrøms. 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.

Kalkforbruket i 2011, totalt 237 tonn VK3 kalk, er det høyeste som er registrert i siste 5 års periode (**tabell 1**). Den største økningen var i Litleelva-anlegget.

Det falt 2872 mm nedbør på meteorologisk stasjon 46910 Nedre Vats fordelt på 11 måneder i 2011, mens normalen for året er 2260 mm (met.no 2012). Pr februar 2012 mangler nedbørdata for november. Mars og august hadde noe lavere nedbørmengder enn normalen, mens de øvrige månedene var mer nedbørrike enn normalen, spesielt juni, september og desember.

Tabell 1. Kalkforbruk i Vikedalsvassdraget for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Låkafossen doserer	114	158	156	72	119
Littleelva doserer	51	55	69	45	118
Sum kalkforbruk	165	213	225	117	237



Figur 1. Vikedalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse for kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

GF.2 Vannkjemi

Forfatter: Øyvind Garmo og Atle Hindar (NIVA)

Medarbeidere: L. B. Skancke og T. 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**).

1.2.1 Vannkvaliteten i 2011

Ukalket referansestasjon (st. 9)

På referansestasjonen oppstrøms dosereren ved Låkafossen ble det tatt 27 prøver mellom 21. mars og 26. desember (**vedlegg B**). Mindre sjøsaltepisoder ble registrert i april og desember. Det er betydelige sesongvariasjoner, og pH varierte mellom 5,7 (21. mars) og 6,8 (11. juli) (**figur 2, tabell 2**). Det er god overensstemmelse mellom pH målt i laboratoriet (**figur 2**) og kontinuerlig i elva (**figur 3**). Konsentrasjonen av den giftigste formen for aluminium (LAI) var lav (0-7 µg/L) i de syv prøvene der dette ble målt.

Litleelva oppstrøms (st. 16)

Stasjonen ligger oppstrøms dosereren i Litleelva (**figur 1**). Vannet er surere enn ved referansestasjonen i hovedelva, og er gjennomgående 0,3-0,5 pH-enheter lavere ved sammenfallende prøvetidspunkt. Nærmere beskrivelser av analysemetoder er gitt i eget metodekapittel. To prøver i desember hadde høy pH og kalsiumkonsentrasjon, og er trolig påvirket av kalking. Primærdata er presentert i **vedlegg B**.

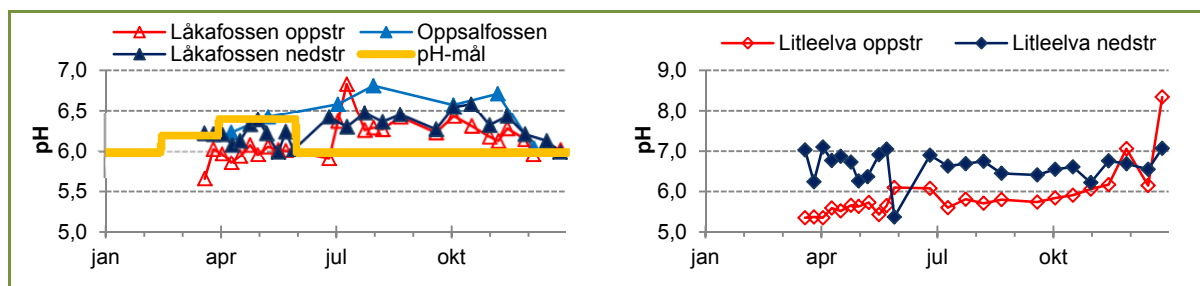
Litleelva nedstrøms (st. 17)

Det ble dosert betydelig mere kalk i Litleelva i 2011 sammenlignet med tidligere år. Dette ga jevnt over høy pH (**figur 2**). Målt pH var over 7,0 og 6,5 i henholdsvis 4 og 17 av 24 prøver. Kun én prøve viste pH lavere enn 6,0 (5,4 den 30. mai).

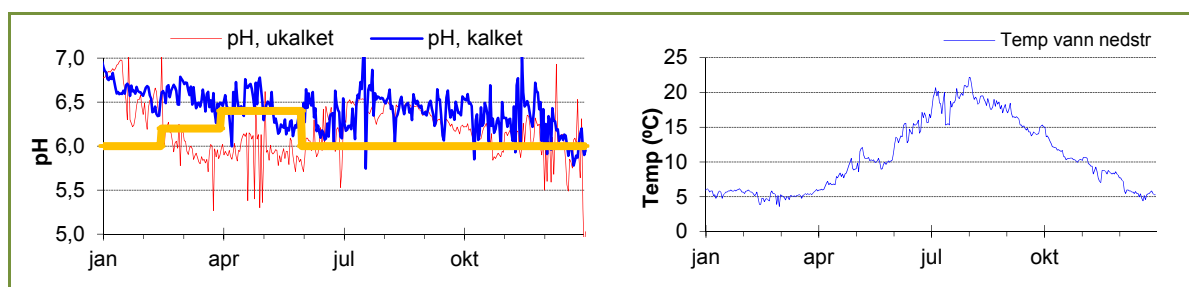
Lakseførende strekning (st. 15 og 6)

Stasjon 15 ligger nedstrøms samløpet med Litleelva (**figur 1**). Her er det kontinuerlig pH-overvåking som styrer kalktilsats fra anlegget oppstrøms Låkafossen. I 42 døgn var pH under målet, 27 av dem i perioden med pH-mål 6,4 (**figur 3**). I åtte døgn var pH mer enn 0,2 enheter lavere enn målet. Det er god overensstemmelse mellom pH målt i laboratoriet (**figur 2**) og kontinuerlig i elva (**figur 3**).

Ved Oppsalfossen (st. 6) nær utløpet til fjorden ble det tatt 7 prøver mellom 11. april og 5. desember. Sjøsaltepisoder ble registrert i april og desember. Kun én prøve viste pH lavere enn målsettingen (6,2 den 11. april), og LAI ≤ 8 µg/L ved alle prøvetidspunkt.



Figur 2. pH-utvikling i 2011 i hovedelva sammen med pH-målet (venstre panel) og i sidevassdraget Litleelva (høyre panel) i Vikedalsvassdraget. NB! Ulik skala på y-aksene.



Figur 3. Kontinuerlig måling av pH oppstrøms og nedstrøms (venstre panel) og vanntemperatur (høyre panel) ved Låka i Vikedalsvassdraget i 2011.

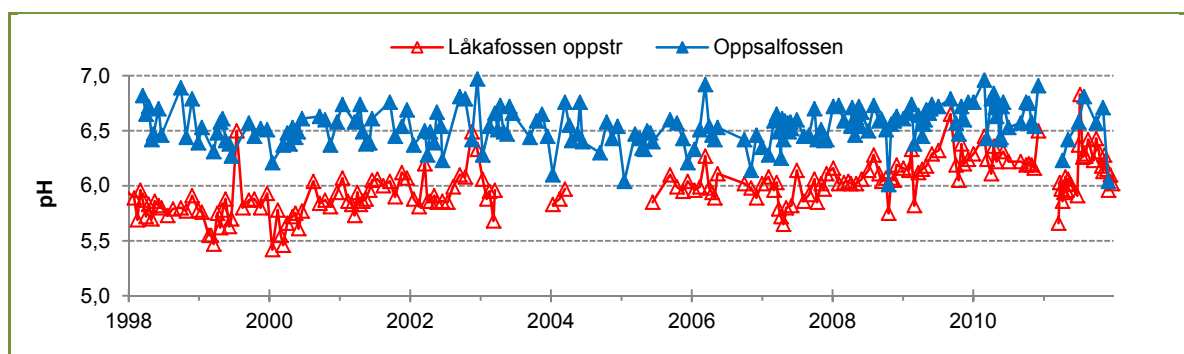
Tabell 2. Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Vikedalsvassdraget i 2011.

St. nr.	St. navn		pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	LAI µg/l	TOC mg/l C	ANC µekv/l
9	Låka oppstrøms	Mid	6,09	0,99	36	4	1,4	42
		Min	5,66	0,47	0	0	0,9	11
		Maks	6,83	2,49	141	7	2,1	134
		N	27	27	6	7	7	7
6	Oppsalfossen	Mid	6,40	1,38	46	5	1,5	52
		Min	6,04	0,69	0	3	0,9	21
		Maks	6,81	1,92	82	8	1,9	76
		N	7	7	6	7	7	7
15	Låka nedstrøms	Mid	6,24	0,96				
		Min	5,99	0,48				
		Maks	6,58	1,43				
		N	24	24				
16	Litleelva oppstrøms	Mid	5,71	2,22				
		Min	5,35	0,16				
		Maks	8,34	32,3				
		N	24	24				
17	Litleelva nedstrøms	Mid	6,38	1,69				
		Min	5,37	0,19				
		Maks	7,10	2,91				
		N	24	24				

&1.2.2 Langtidstrender

Det er en tydelig økning i pH som følge av redusert svovelnedfall i Vikedalselva. Økningen var spesielt stor omkring midten av 1990-tallet, men trenden er positiv også etter år 2000 (**figur 4**). Ved referansestasjonen oppstrøms Låkafoss var årsmiddel-pH 6,1 i 2011 (**tabell 2**). Dette er ca. 0,1 enhet lavere enn i de to foregående årene. Årsmiddelverdiene for alkalitet og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) på henholdsvis 36 og 42 $\mu\text{ekv/L}$ er de høyeste som er registrert ved stasjonen. Det er imidlertid verdt å merke seg at en avvikende enkeltprøve trekker årsmidlene opp. Konsentrasjonen av LAI har vært lav de siste 10 årene.

Ved Oppsalfossen nær utløpet har pH vært relativt stabil rundt 6,5 siden 1998. Årsmiddelverdien av kalsium ved Oppsalfossen (1,38 mg/L) er den laveste som er registrert ved denne stasjonen til tross for at årsforbruket av kalk var høyere i 2011 enn i de fire foregående årene.



Figur 4. pH-utvikling for to av elvestasjonene i hovedelva i Vikedalsvassdraget er vist for perioden 1998-2011.

G1.3 Samlet vurdering

&1.3.1 Vannkjemi

Året 2011 var preget av mye nedbør (127 % av normalen). Forbruket av kalk var det høyeste på fem år og skyldes at doseringen i Litleelva er mer enn fordoblet. Dette ga høy pH nedstrøms dosereren i Litleelva.

Vannkvaliteten ved den ukalkede referansestasjonen i hovedelva har blitt bedre de siste 10 årene, men er fortsatt under vannforskriftens krav til god tilstand mht. pH og ANC i smoltfiseringsperioden (Direktoratsgruppa vanndirektivet, 2009). Det har imidlertid ikke blitt registrert LAI-konsentrasjoner over 10 $\mu\text{g/L}$ siden 2008.

Litleelva er surere, men høy kalkdosering gjorde at pH stort sett lå over 6,5 nedstrøms dosereren.

Vannkvaliteten i hovedelva nedstrøms samløpet med Litleelva er tilfredsstillende, med unntak av enkelt døgn med marginale underskridelser av pH-målet i smoltfiseringsperioden.

&1.3.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Vikedal i 2011.

&1.3.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Vikedal i 2011.

&1.3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Konsentrasjonen av både RAI og LAI på referansestasjonen er svært lav, og det kan være grunn til å undersøke om pH-målet bør justeres ned. Det doseres i perioder unødvendig mye kalk fra Littleelva.

G1.4 Vedlegg

Vedlegg B. Stasjonsoversikt – overvåking av Vikedalsvassdraget i 2011.

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	6	Vikedalselva v Oppsalfossen	325310	6599717
Vannkjemi	9	Låkafossen oppstr doserer	329103	6603532
Vannkjemi	15	Låkafossen nedstr doserer	328121	6601936
Vannkjemi	16	Littleelva oppstr doserer	329053	6604151
Vannkjemi	17	Littleelva nedstr doserer	328973	6604031

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Vikedalsvassdraget 2011

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		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAl	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC		
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l		
9	Låkafossen oppstr	21/03/11	5,66	0,58							3,1												
9	Låkafossen oppstr	28/03/11	6,03	0,81							2,6												
9	Låkafossen oppstr	04/04/11	5,97	0,59							2,3												
9	Låkafossen oppstr	11/04/11	5,86	0,73	0,010	0	20	17	3	1,6	2,2	0,32	1,97	0,22	3,80	1,30	130	180	0	0,4	11		
9	Låkafossen oppstr	18/04/11	5,94	0,61							2,2												
9	Låkafossen oppstr	26/04/11	6,08	0,72							2,1												
9	Låkafossen oppstr	02/05/11	5,96	0,54							2,0												
9	Låkafossen oppstr	10/05/11	6,06	0,54	0,020	0	16	16	0	1,2	2,0	0,34	1,85	0,20	3,00	1,10	110	160	0	0,4	25		
9	Låkafossen oppstr	18/05/11	6,02	0,61							2,0												
9	Låkafossen oppstr	24/05/11	6,01	0,47							2,1												
9	Låkafossen oppstr	27/06/11	5,91	0,54							1,64												
9	Låkafossen oppstr	04/07/11	6,37	1,33			23	19	4	1,6	2,39	0,41	2,26	0,20	3,56	1,36	125	200	4	1,2	66		
9	Låkafossen oppstr	11/07/11	6,83	1,57							2,10												
9	Låkafossen oppstr	25/07/11	6,26	0,57							1,51												
9	Låkafossen oppstr	01/08/11	6,29	0,53	0,052	23	19	15	4	1,5	2,25	0,25	1,57	0,15	2,45	1,25	80	180	3	0,5	18		
9	Låkafossen oppstr	08/08/11	6,27	2,08							2,98												
9	Låkafossen oppstr	22/08/11	6,42	2,49							3,37												
9	Låkafossen oppstr	19/09/11	6,23	1,06							2,01												
9	Låkafossen oppstr	03/10/11	6,43	2,49	0,166	141	25	18	7	2,1	3,54	0,59	2,61	0,57	3,87	1,98	235	405	8	2,9	134		
9	Låkafossen oppstr	17/10/11	6,31	1,72							2,94												
9	Låkafossen oppstr	31/10/11	6,18	0,62							1,72												
9	Låkafossen oppstr	07/11/11	6,13	0,74	0,048	19	18	14	4	1,1	1,77	0,28	1,65	0,19	2,92	1,35	105	165	2	0,9	19		

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
9	Låka fossen oppstr	14/11/11	6,28	0,80							1,79										
9	Låka fossen oppstr	28/11/11	6,15	0,82							1,89										
9	Låka fossen oppstr	05/12/11	5,96	1,17	0,062	34	19	12	7	0,86	2,55	0,40	2,24	0,33	4,35	1,70	195	235	<1	1,2	25
9	Låka fossen oppstr	15/12/11	6,10	1,17							2,67										
9	Låka fossen oppstr	26/12/11	6,02	0,83							2,30										
6	Oppsalfossen	11/04/11	6,23	1,11	0,030	0	19	16	3	1,9	2,6	0,38	2,14	0,32	4,50	1,30	180	260	0	0,4	21
6	Oppsalfossen	10/05/11	6,42	0,69	0,040	10	14	9	5	1,7	2,3	0,35	1,99	0,37	3,20	1,20	120	440	0	0,4	35
6	Oppsalfossen	04/07/11	6,58	1,34			20	16	4	1,7	2,32	0,40	2,07	0,31	3,15	1,55	260	350	5	0,8	58
6	Oppsalfossen	01/08/11	6,81	1,77	0,106	80	12	5	7	1,4	2,76	0,44	2,08	0,39	3,10	1,76	370	485	4	1,0	74
6	Oppsalfossen	03/10/11	6,57	1,42	0,090	63	19	14	5	1,7	2,37	0,42	1,82	0,35	2,79	1,66	260	385	3	1,0	62
6	Oppsalfossen	07/11/11	6,71	1,92	0,108	82	14	9	5	1,1	2,61	0,38	1,87	0,30	3,26	1,61	210	300	3	1,1	76
6	Oppsalfossen	05/12/11	6,04	1,42	0,071	43	21	13	8	0,86	2,78	0,48	2,33	0,36	4,55	1,70	285	365	3	1,1	37
15	Låka fossen nedstr	21/03/11	6,22	1,33							3,6										
15	Låka fossen nedstr	28/03/11	6,21	1,08							2,6										
15	Låka fossen nedstr	04/04/11	6,21	0,86							2,4										
15	Låka fossen nedstr	12/04/11	6,08	0,83							2,4										
15	Låka fossen nedstr	18/04/11	6,13	0,73							2,3										
15	Låka fossen nedstr	26/04/11	6,33	0,99							2,2										
15	Låka fossen nedstr	02/05/11	6,39	1,27							2,3										
15	Låka fossen nedstr	09/05/11	6,22	0,54							2,1										
15	Låka fossen nedstr	18/05/11	5,99	0,83							2,5										
15	Låka fossen nedstr	24/05/11	6,24	0,90							2,4										
15	Låka fossen nedstr	30/05/11	6,02	0,48							2,0										
15	Låka fossen nedstr	27/06/11	6,42	1,26							1,83										
15	Låka fossen nedstr	11/07/11	6,30	1,14							2,41										
15	Låka fossen nedstr	25/07/11	6,47	1,01							1,76										
15	Låka fossen nedstr	08/08/11	6,36	0,98							1,71										
15	Låka fossen nedstr	22/08/11	6,45	0,75							1,66										
15	Låka fossen nedstr	19/09/11	6,27	0,85							1,65										
15	Låka fossen nedstr	03/10/11	6,54	0,83							1,78										
15	Låka fossen nedstr	17/10/11	6,58	1,08							2,01										

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC	
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l	
15	Låka fossen nedstr	31/10/11	6,32	0,81							1,89											
15	Låka fossen nedstr	14/11/11	6,43	1,43							2,88											
15	Låka fossen nedstr	28/11/11	6,21	0,91							1,97											
15	Låka fossen nedstr	15/12/11	6,13	1,11							2,77											
15	Låka fossen nedstr	26/12/11	5,99	0,97							2,78											
16	Littlelva oppstr	21/03/11	5,35	0,69							4,0											
16	Littlelva oppstr	28/03/11	5,37	0,66							3,1											
16	Littlelva oppstr	04/04/11	5,35	0,29							2,3											
16	Littlelva oppstr	11/04/11	5,59	0,16			28	24	4	2,5	2,0	0,25	1,90	0,15	3,50	1,00	90	160	0	0,2	-11	
16	Littlelva oppstr	18/04/11	5,52	0,16							1,7											
16	Littlelva oppstr	26/04/11	5,66	0,27							1,3											
16	Littlelva oppstr	02/05/11	5,63	0,23							1,3											
16	Littlelva oppstr	10/05/11	5,73	0,36			19	14	5	2,2	1,4	0,19	1,34	0,08	1,80	0,77	70	140	0	0,1	22	
16	Littlelva oppstr	18/05/11	5,43	0,39							1,7											
16	Littlelva oppstr	24/05/11	5,65	0,68							2,9											
16	Littlelva oppstr	30/05/11	6,10	0,55							2,2											
16	Littlelva oppstr	27/06/11	6,08	0,99							1,35											
16	Littlelva oppstr	11/07/11	5,60	0,49							1,31											
16	Littlelva oppstr	25/07/11	5,81	0,64							1,25											
16	Littlelva oppstr	08/08/11	5,71	0,73							1,30											
16	Littlelva oppstr	22/08/11	5,80	0,58							1,36											
16	Littlelva oppstr	19/09/11	5,74	0,49							1,34											
16	Littlelva oppstr	03/10/11	5,84	0,55							1,78											
16	Littlelva oppstr	17/10/11	5,91	0,57							1,84											
16	Littlelva oppstr	31/10/11	6,06	0,76							1,90											
16	Littlelva oppstr	14/11/11	6,17	0,82							1,83											
16	Littlelva oppstr	28/11/11	7,06	8,27							3,69											
16	Littlelva oppstr	15/12/11	6,15	1,67							4,42											
16	Littlelva oppstr	26/12/11	8,34	32,3							5,98											

St. nr.	St. navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC		
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l		
17	Littlelva nedstr	21/03/11	7,03	2,91							4,9												
17	Littlelva nedstr	28/03/11	6,24	1,29							3,3												
17	Littlelva nedstr	04/04/11	7,10	2,65							3,3												
17	Littlelva nedstr	11/04/11	6,77	2,15							2,8												
17	Littlelva nedstr	18/04/11	6,87	1,83							2,5												
17	Littlelva nedstr	26/04/11	6,73	1,46							1,8												
17	Littlelva nedstr	02/05/11	6,26	0,95							1,7												
17	Littlelva nedstr	09/05/11	6,37	0,96							1,9												
17	Littlelva nedstr	18/05/11	6,91	2,11							2,5												
17	Littlelva nedstr	24/05/11	7,05	2,60							3,8												
17	Littlelva nedstr	30/05/11	5,37	0,19							2,3												
17	Littlelva nedstr	27/06/11	6,90	2,29							1,83												
17	Littlelva nedstr	11/07/11	6,63	1,46							1,69												
17	Littlelva nedstr	25/07/11	6,69	1,61							1,89												
17	Littlelva nedstr	08/08/11	6,75	2,21							1,80												
17	Littlelva nedstr	22/08/11	6,45	1,12							1,66												
17	Littlelva nedstr	19/09/11	6,41	1,06							1,59												
17	Littlelva nedstr	03/10/11	6,55	1,11							2,09												
17	Littlelva nedstr	17/10/11	6,61	1,21							2,26												
17	Littlelva nedstr	31/10/11	6,22	0,88							2,00												
17	Littlelva nedstr	14/11/11	6,76	1,89							2,64												
17	Littlelva nedstr	28/11/11	6,69	1,49							2,60												
17	Littlelva nedstr	15/12/11	6,55	2,49							4,76												
17	Littlelva nedstr	26/12/11	7,07	2,62							4,72												

GG Rødneelva

Koordinator: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin Lien Schartau (NINA)

Ansvarlig overvåking fisk: Bjørn Mejdell (NINA)

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim (Uni Miljø)

GG.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

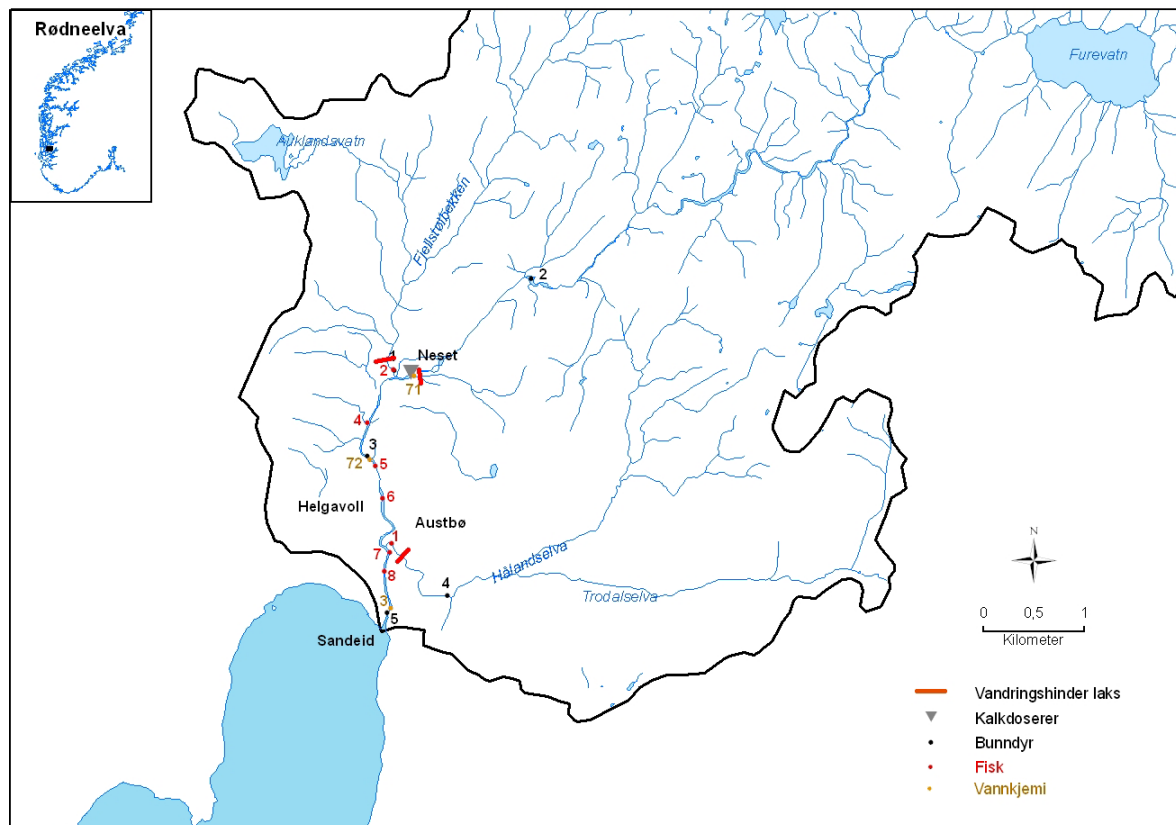
Fakta om Rødneelva	
Vassdragsnr.:	038.3Z
Fylke:	Rogaland
Nedbørfeltareal:	61,2 km ²
Vassdragsregulering:	Elvekraftverk etablert i 2006.
Spesifikk avrenning:	70-80 l/s/km ²
Middelvannføring:	4,9 m ³ /s
Lakseførende strekning:	3,6 km, til like ovenfor samløpet mellom Rødneelva og Fjellstølbekken. Fisk kan også vandre et stykke opp i Hålandselva.
Bakgrunn for tiltak:	Laksestammen er truet.
Tiltaksplan:	Kalkingsplan fra Kaste m.fl. (1996).
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurefølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	En kombinasjon av innsjø- og doserererkalking. Holmavatn, Furevatn og Lysevatt, øverst i hovedstrengens nedbørfelt, er kalket fra 1996. Auklandsvatt i sidefeltet Fjellstølbekken har vært kalket siden 1989. Kalkdosering siden 1997 fra en doserer ved Neset i øvre del av lakseførende strekning.

I 1999 ble det kalket med 387 tonn CaCO₃ i dette vassdraget. Siden har kalkforbruket variert mye, og det var nede i 75 tonn i 2008. I 2011 var kalkforbruket det høyeste innen siste femårsperiode (**tabell 1**). Det ble kalket fra dosereren på Neset og i innsjøen Lysevatt.

Tabell 1. Kalkforbruk i Rødneelva for perioden 2007-2011 omregnet til tonn CaCO₃. Det ble benyttet kalktypen VK3 i dosereren og Biokalk til innsjøkalking i 2011. Data fra Fylkesmannen i Rogaland.

År	2007	2008	2009	2010	2011
Dosererkalking	100	34	139	75	174
Innsjøkalking	41	41	40	37	30
Sum kalkforbruk	141	75	179	112	204

Det falt 2724 mm nedbør på meteorologisk stasjon 46850 Hunseid i Vikedal fordelt på syv måneder i 2011 (met.no 2012). Pr februar 2012 mangler nedbørdata for månedene februar - juni. September og desember var svært nedbørrike, og det ble registrert nær en dobling i nedbørmengde i desember i forhold til normalen.



Figur 1. Rødneelva med nedbørfelt og stedsangivelse av kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Stasjoner overvåket i 2011 er nærmere beskrevet i **vedlegg A**.

GG.2 Vannkjemi

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

Medarbeidere: L. B. Skancke og T. 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 vannkemiske overvåkingsprogrammet omfatter i dag tre stasjoner (**figur 1.1**) Nærmere beskrivelser av analysemetoder er gitt i eget metodekapittel.

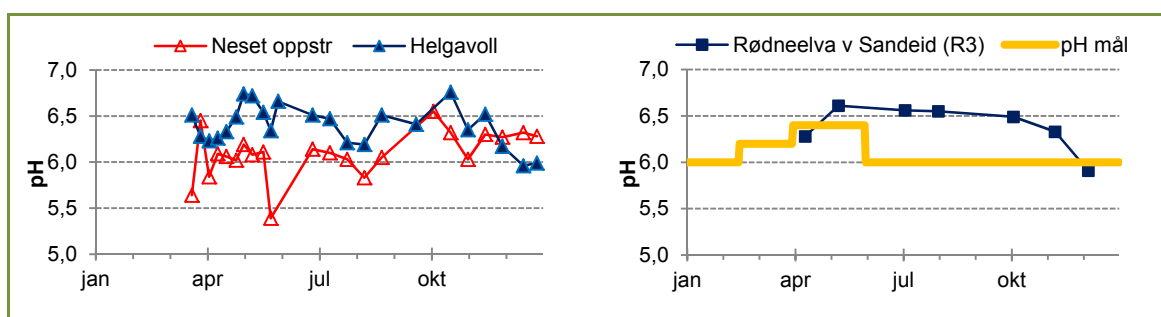
&&2.1 Vannkvaliteten i 2011

Med bakgrunn i de vannkemiske dataene for 2011 er ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget (**figur 2, vedlegg B**). Ved Helgavoll lå 9 % av pH-verdiene under vannkvalitetsmålet med mer enn 0,1 pH-enheter, og likeledes var 17 % marginale i forhold til pH-målet. Det ble registrert en forhøyet verdi av Cl og negativ verdi av ikke marint Na ved Sandeid i desember (**vedlegg B**). pH var samtidig under 6,0, (**figur 2**) men giftig aluminium var lav med 6,0 µg/l.

Det er god samvariasjon i vannkvaliteten nedstrøms Neset ved Helgavoll og på stasjonen nederst i vassdraget ved Sandeid (**tabell 2**). Det ble imidlertid tatt færre prøver ved Sandeid. Oppstrøms kalkdosereren ved Neset var det til dels stor variasjon i vannkvaliteten og pH lå her mellom 5,4 og 6,6, årsgjennomsnittet var 6,0 (**tabell 2**).

Konsentrasjonen av reaktivt aluminium (Al/R) var i 2011 $\leq 33 \mu\text{g/l}$, og giftig aluminium målt som labilt aluminium (LAL) var $\leq 9 \mu\text{g/l}$ (**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 $< 4,9 \text{ mg C/l}$) viser at Rødneelva er lite til moderat humuspåvirket. 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 1,5 og 249 $\mu\text{g/l}$ og indikerer svært god tilstand.



Figur 2. pH i 2011 oppstrøms kalkdoseringsanlegget på Neset og stasjonen nedstrøms ved Helgavoll (venstre panel), og stasjonen ved Sandeid sammenholdt med pH-målet (høyre panel). To prøver oppstrøms Neset er tatt ut av figuren pga unormalt høye verdier (se vedlegg B).

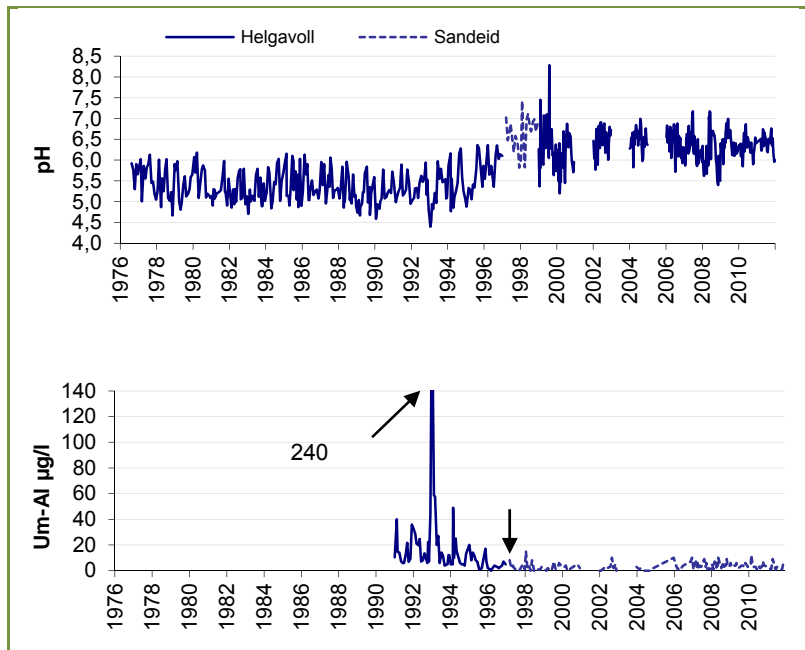
Tabell 2. Middell-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Rødneelva i 2011. To prøver oppstrøms Neset er tatt ut av beregningene pga unormalt høye verdier (se vedlegg B).

St.nr.	St.navn		pH	Ca mg/l	Alk-E $\mu\text{ekv/l}$	LAI $\mu\text{g/l}$	TOC mg/l C	ANC $\mu\text{ekv/l}$
71	Neset oppstrøms	Mid	6,01	0,92				
		Min	5,39	0,44				
		Maks	6,55	1,74				
		N	22	22				
72	Helgavoll	Mid	6,34	1,35				
		Min	5,96	0,95				
		Maks	6,76	2,08				
		N	23	23				
3	Rødneelva v Sandeid	Mid	6,32	1,29	34	3	2,8	53
		Min	5,91	0,97	0	1	1,4	22
		Maks	6,61	1,96	63	9	4,9	106
		N	7	7	6	7	7	7

17.2.2 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. Ved de fleste måletidspunktene var imidlertid verdiene under 100 µg/l, og etter kalking er slike verdier sjeldent målt (Saksgård & Schartau 2011). Før oppstart av kalkdosereren varierte konsentrasjonen av giftig aluminium (Helgavoll) mellom <6 og 240 µg/l, 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/LAl) i nedre deler av Rødneelva i perioden 1976-2011. Pil angir tidspunkt for driftsstart av kalkdoserer.

GG.3 Bunndyr

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

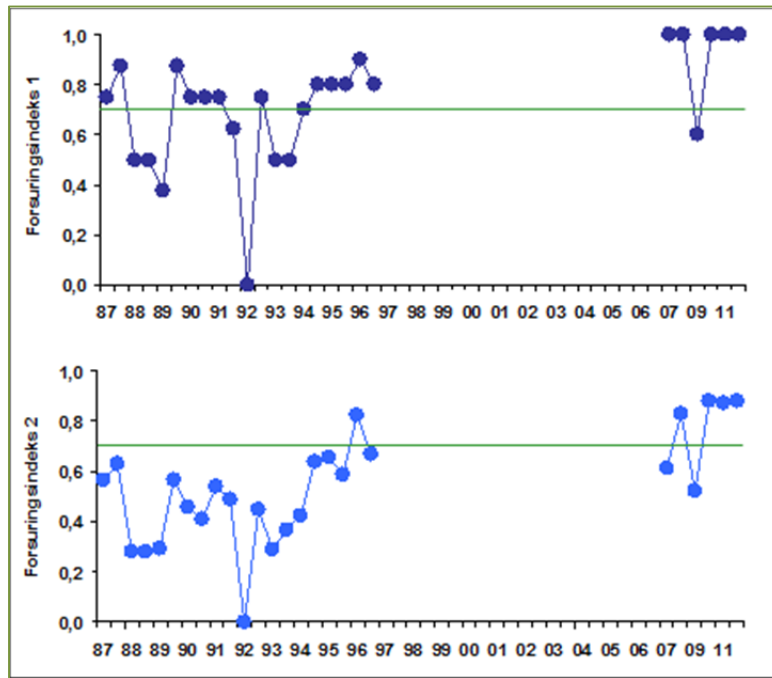
Rødneelva ble overvåket i perioden 1987 - 1996 i forbindelse med programmet "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" (Fjellheim & Raddum 1988, 1997). I tiårsperioden 1997 - 2006 ble det ikke utført bunndyrstudier i vassdraget, men fra 2007 har bunndyr vært inkludert i kalkingsovervåkingen i Rødneelva (Fjellheim, 2008). Stasjonsnettet er imidlertid endret; dette er beskrevet i Fjellheim (2008). Det er bare en av stasjonene, (st. 4, Hålandselva), som er ukalket. Denne har en naturlig god vannkvalitet.

&&3.1 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 1 døgnflueart, 14 steinfluearter, og 8 arter/slekter av vårfluer i Rødneelva i 2011 (**vedlegg C**). Bunndyrmangfoldet var noe større enn det som er registrert i tidligere undersøkelser. Åtte 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 2008 og 2010 registrert henholdsvis 33 og 29 EPT-taksa (Fjellheim 2009, 2011). Dette kan forklares med at antall innsamlingslokaliteter i Rødneelva var færre og med at den halvparten så store Rødneelva har færre biototyper.

Forsuringsindeksene (**figur 4**) er, grunnet det lave antallet av prøvetakingslokaliteter etter oppstart av kalkingen med kun en lite forsuret ukalket stasjon, framstilt uten å skille ukalkete stasjoner og kalkete stasjoner. I 2011 var Indeks 1 = 1,0 både vår og høst. Indeks 2-verdier like under 0,9 både vår og høst viser svake subletale skader på døgnfluefaunaen (**vedlegg C**). De laveste indeks 2-verdiene ble registrert i den øverste lokaliteten, ovenfor inntaket til kraftstasjonen (stasjon 2). Denne lokaliteten representerer tilstanden før elvekalkingen. Forsuringsindeksene i den kalkete delen av elva ligger alle over miljømålet (**vedlegg C**). 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 4. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Rødneelva i perioden 1987 - 2011. Horisontal linje angir miljømålet (god økologisk tilstand jfr. vannforskriften). Resultatene fra 1987-1997 representerer en ukalket situasjon, mens resultatene fom. 2007 representerer vassdraget etter kalking.

GG.4 Samlet vurdering

&&4.1 Vannkjemi

Etter at kalkdosereren kom i drift i løpet av våren 1997 har den nedre delen av vassdraget fått en gunstigere vannkvalitet over året, med høyere pH og lavere aluminiumkonsentrasjoner. Med bakgrunn i de vannkjemiske dataene fra 2011 er ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet. To av pH-verdiene ved Helgavoll, hovedstasjonen på anadrom strekning, var 0,1-0,2 pH-enheter under vannkvalitetsmålet, mens fire var marginale. Lenger ned i vassdraget, ved Sandeid, var kun en pH-verdi under vannkvalitetsmålet, men her er det tatt færre prøver. Stikkprøver viste stort sett lave verdier av giftig aluminium i den nedre delen av vassdraget. Det ble registrert en sjøsaltepisode ved Sandeid i desember og pH var samtidig under 6,0, men innholdet av giftig aluminium var lavt.

&&4.2 Fisk

Det ble ikke gjennomført fiskeundersøkelser i Rødneelva i 2011 som følge av nedbør og vedvarende flomvannføring.

4.3 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 2011. 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 skadet. Det har vært en svak økning i artsmangfoldet.

4.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten på den anadrome strekningen kan være noe ustabil. I 2011 var vannkvaliteten stort sett tilfredsstillende, men var i en periode på våren under vannkvalitetsmålet. I forbindelse med etablering av et elvekraftverk i Rødneelva i 2006 ble inntaket til kalkdosereren flyttet. Det har vært en generell nedgang i tettheten av ungfisk av både ørret og laks i perioden 2007-2010. Det er usikkert om dette kan ha sammenheng med reguleringen av vassdraget og de endringene som ble gjort på kalkingsanlegget. Inntil videre vurderes det ikke som aktuelt å gjennomføre noen større endringer i kalkingsstrategien i Rødneelva.

GG.5 Vedlegg

Vedlegg A. Stasjonsoversikt – overvåking av Rødneelva i 2011

Tema	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM_X_32	UTM_Y_32
Vannkjemi	3	Rødneelva v Sandeid	323050	6605050
Vannkjemi	71	Neset oppstr doserer	323082	6607125
Vannkjemi	72	Rødneelva v Helgavoll	322909	6606114
Bunndyr	1	Fjellstølbekken	323146	6606993
Bunndyr	2	Rødneelv oppstr doserer	324490	6607897
Bunndyr	3	Rødneelva v Helgavoll	322881	6606152
Bunndyr	4	Trodalselva	323666	6604774
Bunndyr	5	Rødneelva v Sandeid	323077	6604604

Vedlegg B. Primærdata for vannkjemi i Rødneelva 2011

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-labil aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Labil aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	Al/R	Al/II	LAI	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃ -N	Tot-N	Tot-P	SiO ₂	ANC
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l C	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l N	µg/l N	µg/l P	mg/l SiO ₂	µekv/l
3	Rødneelva v Sandeid (R3)	11/04/11	6,28	0,97	0,030	0	20	19	1	3,3	2,2	0,28	1,86	0,24	3,50	0,90	120	190	0	0,29	32
3	Rødneelva v Sandeid (R3)	09/05/11	6,61	1,96	0,090	63	17	8	9	2,2	2,5	0,29	1,60	0,17	2,30	0,87	90	160	0	0,25	106
3	Rødneelva v Sandeid (R3)	04/07/11	6,56	1,17			33	32	1	4,9	1,86	0,30	2,00	0,22	2,38	1,14	99	255	4	0,43	78
3	Rødneelva v Sandeid (R3)	01/08/11	6,55	1,42	0,067	39	10	7	3	1,5	2,92	0,56	2,56	0,13	3,89	3,32	230	305	<1	0,92	36
3	Rødneelva v Sandeid (R3)	03/10/11	6,49	1,22	0,074	46	27	25	2	3,8	2,14	0,37	1,84	0,23	3,00	1,24	135	300	2	1,03	57
3	Rødneelva v Sandeid (R3)	07/11/11	6,33	1,10	0,062	34	22	21	1	2,6	2,17	0,34	1,95	0,21	3,42	1,31	170	265	2	1,05	37
3	Rødneelva v Sandeid (R3)	05/12/11	5,91	1,20	0,052	23	20	14	6	1,4	2,85	0,46	2,72	0,25	5,67	1,35	180	270	2	0,83	22

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/l	Kond mS/m
71	Neset oppstr	21/03/11	5,64	0,79	3,5
71	Neset oppstr	28/03/11	6,45	1,44	3,5
71	Neset oppstr	04/04/11	5,84	0,47	2,2
71	Neset oppstr	11/04/11	6,09	0,58	1,9
71	Neset oppstr	18/04/11	6,06	0,52	1,8
71	Neset oppstr	26/04/11	6,02	0,44	1,6
71	Neset oppstr	02/05/11	6,19	1,32	3,3
71	Neset oppstr	09/05/11	6,08	0,45	1,6
71	Neset oppstr	18/05/11	6,11	0,73	1,7
71	Neset oppstr	24/05/11	5,39	0,51	2,6
71	Neset oppstr*	30/05/11	6,96	2,57	3,2
71	Neset oppstr	27/06/11	6,14	1,09	1,58
71	Neset oppstr	11/07/11	6,10	0,95	1,93
71	Neset oppstr	25/07/11	6,03	0,88	1,32
71	Neset oppstr	08/08/11	5,83	0,83	1,44
71	Neset oppstr	22/08/11	6,05	0,71	1,43
71	Neset oppstr*	19/09/11	6,89	2,10	1,95
71	Neset oppstr	03/10/11	6,55	1,10	1,80
71	Neset oppstr	17/10/11	6,32	0,88	1,87
71	Neset oppstr	31/10/11	6,03	1,11	2,57
71	Neset oppstr	14/11/11	6,30	0,97	1,85
71	Neset oppstr	28/11/11	6,27	1,69	2,56
71	Neset oppstr	15/12/11	6,32	1,74	4,36
71	Neset oppstr	26/12/11	6,28	1,08	3,18
72	Helgavoll	21/03/11	6,51	1,85	4,5
72	Helgavoll	28/03/11	6,28	1,33	3,5
72	Helgavoll	04/04/11	6,23	1,08	2,5
72	Helgavoll	11/04/11	6,26	0,96	2,2
72	Helgavoll	18/04/11	6,33	0,95	2,2
72	Helgavoll	26/04/11	6,49	1,14	2,1
72	Helgavoll	02/05/11	6,74	2,08	2,5
72	Helgavoll	09/05/11	6,72	1,99	2,5
72	Helgavoll	18/05/11	6,54	1,75	2,4
72	Helgavoll	24/05/11	6,34	1,48	3,3
72	Helgavoll	30/05/11	6,66	1,19	2,4
72	Helgavoll	27/06/11	6,51	1,74	2,06
72	Helgavoll	11/07/11	6,47	1,35	1,93
72	Helgavoll	25/07/11	6,21	1,01	1,59
72	Helgavoll	08/08/11	6,19	1,26	1,76
72	Helgavoll	22/08/11	6,51	1,27	1,88
72	Helgavoll	19/09/11	6,41	1,18	1,78
72	Helgavoll	17/10/11	6,76	1,37	2,6
72	Helgavoll	31/10/11	6,35	1,15	2,14
72	Helgavoll	14/11/11	6,52	1,51	2,58
72	Helgavoll	28/11/11	6,17	0,95	2,26
72	Helgavoll	15/12/11	5,96	1,42	4,61
72	Helgavoll	26/12/11	5,99	1,04	3,44

*Verdier ikke tatt med i figurer eller beregning av middelverdier

Vedlegg C

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Rødneelva 12.05.2011.

Stasjon	1	2	3	4	5
Turbellaria					
** <i>Crenobia alpina</i>					2
Nematoda		3	1		
Oligochaeta	1	17	3	3	2
Acari	4	2		3	4
Hirudinea					
** <i>Helobdella stagnalis</i>		2			
Ephemeroptera					
*** <i>Baetis rhodani</i>	109	1	41	94	57
Plecoptera					
<i>Amphinemura borealis</i>	27	41	55	22	35
<i>Amphinemura sulciollis</i>	9	35	14	17	10
<i>Amphinemura</i> sp.cf. <i>standfussi</i>			6	1	
<i>Protonemura meyeri</i>			3		
<i>Nemurella pictetii</i>				1	
<i>Leuctra hippopus</i>	4	1	9	1	11
<i>Leuctra</i> sp.		78	1	1	18
<i>Brachyptera risi</i>	29	15	11	31	49
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	14	4	4	4
** <i>Capnia</i> sp.				1	
** <i>Isoperla grammatica</i>				7	1
** <i>Isoperla</i> sp.		4			
** Perlodidae indet.cf. <i>Diura</i> sp.		2		1	
Trichoptera					
<i>Rhyacophila nubila</i>	14	3	4	17	9
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>					2
<i>Plectrocnemia conspersa</i>				1	2
<i>Halesus radiatus</i>					1
<i>Oxyethira</i> sp.		3			

**	<i>Philopotamus montanus</i>	1				
	Chironomidae	83	106	134	174	170
	Ceratopogonidae	2	1		3	
	Simuliidae	16		3	2	11
	Tipuloidea					
	<i>Dicranota</i> sp.		5		1	1
	<i>Tipula</i> sp.		1			
	Diptera					
	Empididae indet.	8		4	20	4
	Brachycera indet.	1				
	Coleoptera					
	<i>Elodes</i> sp.	4				
	<i>Limnius volckmari</i>	4			1	
	<i>Elmis aenea</i>	2	1	1	14	
	Collembola				1	
	Crustacea					
	Cyclopoida		1			
	Sum	319	336	294	421	393
	Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	1,00	0,51	0,90	1,00	0,95
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom						

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Rødneelva 03.11.2011.

Stasjon	1	2	3	4	5
Nematoda			1		
Oligochaeta	4	10	6	2	9
Acari		3	1	1	
Ephemeroptera					
*** <i>Baetis rhodani</i>	66	15	41	73	28
Plecoptera					
<i>Amphinemura borealis</i>	13	5	35	1	6
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	6	12	15	5	5
<i>Leuctra hippopus</i>	5		19	2	22

<i>Leuctra</i> sp.	1	22	6		
<i>Brachyptera risi</i>	17	24	25	72	52
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		8	2		
<i>Protonemura meyeri</i>	37		3	7	3
<i>Nemoura cinerea</i>	1		1		
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		5			
** <i>Diura nanseni</i>	2	8	1		
** <i>Isoperla</i> sp.cf. <i>grammatica</i>		1	1		1
Trichoptera					
<i>Rhyacophila nubila</i>	8	1	4	2	3
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1			
<i>Potamophylax cingulatus</i>	1				
Limnephilidae indet.	1		1		
** <i>Hydropsyche</i> sp.cf. <i>pellucidula</i>					1
Chironomidae	43	53	32	47	38
Ceratopogonidae					
Simuliidae	29	5	3	15	4
Tipuloidea					
<i>Dicranota</i> sp.		6	1	2	3
<i>Tipula</i> sp.		5			
Limoniidae indet.		1	1		
Psychodidae indet.					1
Diptera					
Empididae indet.			2		
Coleoptera					
<i>Elmis aenea</i>	1				
Collembola					1
Sum	235	185	201	229	177
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1,00	0,70	0,89	1,00	0,82
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom					

GH Uskedalselva

Koordinator og ansvarlig for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen.

GH.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Uskedalselva ligger sentralt i Kvinnherad kommune, vassdraget har tre greiner. Bergartene i nedbørsfeltet er hovedsakelig granitt og gneis. Elva er uregulert og har en anadrom elvestrekning på totalt 13 km. Av disse er det 11 km opp til Fjellandsbøvatnet og omlag 2 km opp i sideelven Børsdalselva. I tillegg kan anadrom fisk benytte to tilløpselver til Fjellandsbøvatnet (**figur 1.1**). Den øvre delen av anadrom strekning (ovenfor el.fiskestasjon 6) har et parti med store fosser som kan være vanskelig for anadrom fisk å forsere. I tillegg har et ras ca. 150 meter nedstrøms Fjellandsbøvatnet høsten 2005 vanskeliggjort videre oppvandring.

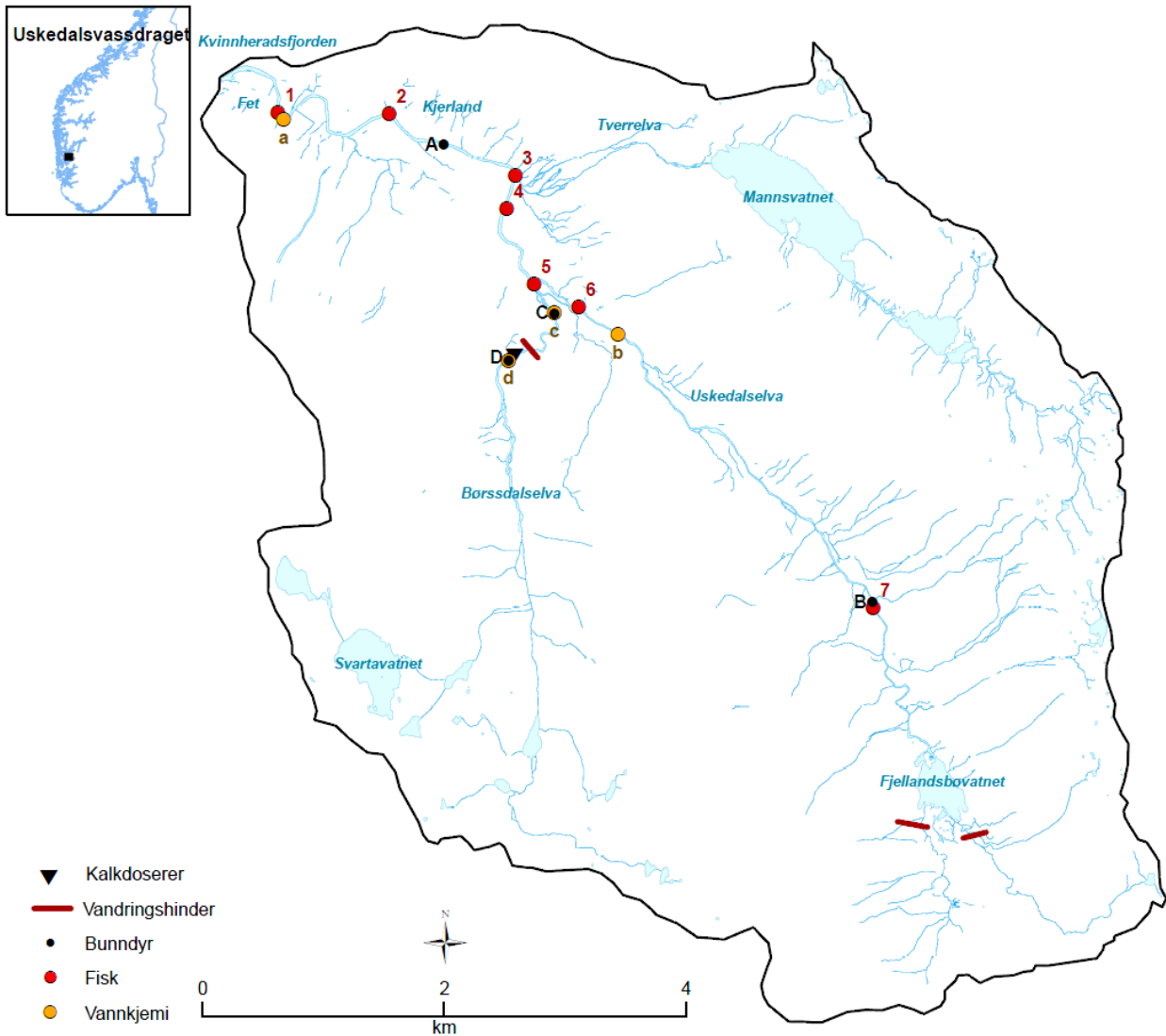
Det ble nesten ikke fanget ungfisk av laks i elva på midten av nittitallet. Siden 2002 har produksjonen av laks økt, og det fiskes både laks og aure ved sportsfiske som er åpent for alle i fiskesesongen fra 15. juni til 15. september.

Fakta om Uskedalselva	
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 Fjellandsbøvannet og ca. 2 km opp Børsdalselva, samt to tilløpsbekker til Fjellandsbøvannet
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 forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål	pH ≥ 6,2 i perioden 15. februar - 31. mai, pH ≥ 6,0 resten av året
Kalkingsstrategi	Doserer i Børsdalselva siden 2002. Grovkalk i hovedelven ovenfor samløp med Børsdalselva uregelmessig i 20 år, hvert år siden 2002. Grovkalk i Børsdalselva oppstrøms doserer de seinere år.

Mengdene med kalk tilført vassdraget har variert mellom 42 og 188 tonn i perioden 2002 til 2011, tilførselene i 2011 var relativt høye med 145 tonn kalk (**tabell 1**).

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Uskedalselva i årene 2006-2011 Fra juli 2004 er det brukt K3-kalk, tidligere NK3-kalk. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO₃.

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Doserer	75	71	72	69	51	32	36	68	108	145
Utlagt grovkalk	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Totalt	85	81	82	79	61	42	46	78	118	155



Figur 1. Uskedalselva nedbørsfelt og stedsangivelse for kalkdoserere og vandringshinder for laksefisk, stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Kartet er utarbeidet av Linn Eilertsen.

Månedlige nedbørmengder for 2011 er hentet fra meteorologisk stasjon ved Husnes. Samlet nedbørmengde i 2011 var 2808 mm, som er 36 % mer enn normalen for perioden 1961 – 1990. August var eneste måned med nedbør under normalen. Størst avvik var det i juni da det falt 222 % av normalen.

GH.2 Vannkjemi

Forfattere: Bjart Are Hellen og Geir Helge Johnsen (Rådgivende Biologer AS)

Den vannkjemiske overvåkingen i vassdraget har pågått siden 1999. Stasjonsplasseringen og navnsettingen er endret flere ganger, 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 1**).

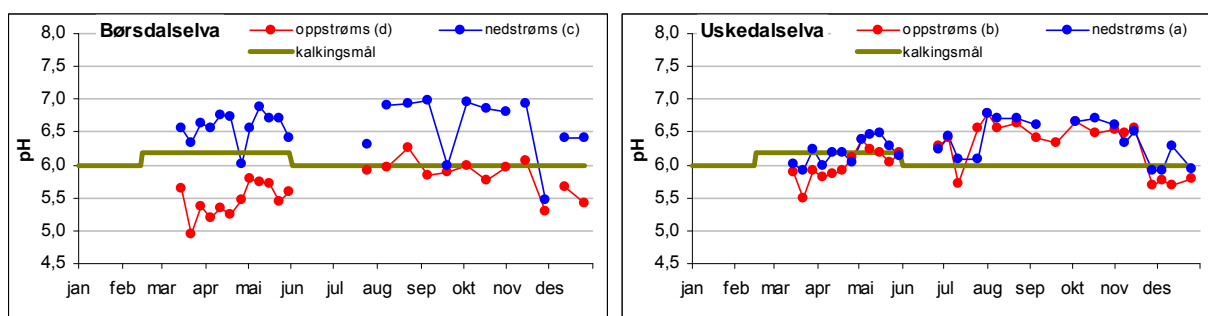
& .2.1 Vannkvaliteten i 2011

pH i øvre del av Uskedalselva (st B) varierte mellom 5,5 og 6,8 med en middelerverdi på 6,2 (**vedlegg A**). i kalket del (nedstrøms Børsdalselva) varierte pH mellom 5,9 og 6,8, og middelerverdien var 6,3. Variasjonene i labilt aluminium var fra 6 til 24 µg/l både i øvre og nedre del av Uskedalselva. Middelerverdiene var 11 og 10 µg/l på hhv. øvre og nedre stasjon. Det ble registrert sjøsaltepisoder om våren og om høsten, lavest pH og høyest giftig aluminium ble målt i forbindelse med slike episoder. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) varierte mellom -14 og 61 µekv/l i øvre del og 18-70 µekv/l i nedre del. Middeler ANC var 30 og 53 µekv/l i hhv. øvre og nedre del av hovedelven (**vedlegg A**).

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

Oppstrøms kalkdosereren ved i Børsdalselva (Lok D), varierte pH mellom 4,9 og 6,3 med et årsgjennomsnitt på 5,6 (**figur 2, vedlegg A**). Nedstrøms kalkdosereren (Lok C) varierte pH mellom 5,5 og 7,0 med et årsgjennomsnitt på 6,6 (**figur 2, Vedlegg A**). Kalsiumkonsentrasjonen varierte her mellom 0,3 og 2,6 mg/l (**Vedlegg A**). En gang i slutten av mai, i oktober og i desember var pH under pH-målet i Børsdalselva.

I Uskedalselva ble det målt pH under målsettingen tre ganger om våren og tre ganger i november/desember (**figur 2, vedlegg A**). Som tidligere ser doseringen i Børsdalselva ut til å ha vært tilstrekkelig til å avsyre sideelva, men har ikke bidratt nok til å holde målsettingen på pH 6,2 i hovedelven gjennom hele våren.

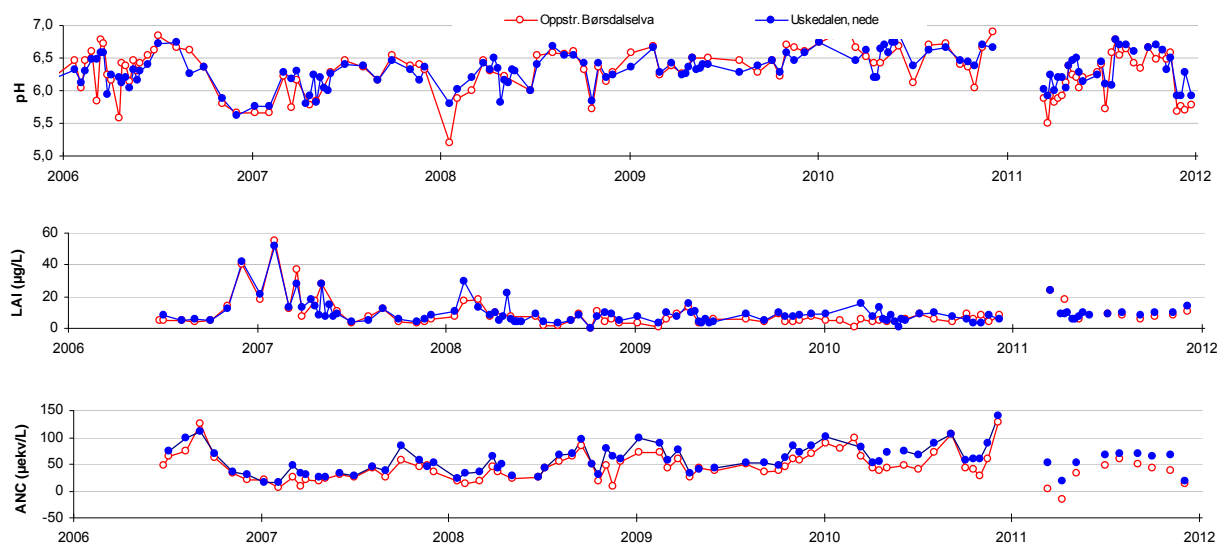


Figur 2. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne ved i Børsdalselva (Lok C og D) og i Uskedalselva oppstrøms (b) og nedstrøms (a) med samløp med Børsdalselva, i Uskedalsvassdraget i 2011.

& .2.3 Langtidstrender

Før oppstart av kalkdosereren var pH i gjennomsnitt noe bedre oppe i Uskedalselva sammenlignet med nedom samløp med Børsdalselva. Fram til og med 2001 var gjennomsnitts pH oppstrøms mellom 6,1 og 6,3, mens den var mellom 6,0 og 6,1 nedstrøms. I denne perioden var laveste målte pH oppstrøms og nedstrøms hhv 5,4 og 5,0. Etter at kalkdosereren kom i drift har årlig gjennomsnitts pH vært mellom 6,3 og 6,6 oppstrøms samløp, og mellom 6,1 og 6,6 nedstrøms.

Laveste registrerte pH hvert enkeltår var i perioden 1999 til og med 2002 med mellom 5,0 og 5,5 oppstrøms samløp og mellom 5,4 og 5,6 nedstrøms samløp. Etter 2002 har minimums pH alle år, med unntak av i 2008, år vært over 5,7 oppstrøms samløp. Nedstrøms samløp har minimums pH i samme periode, med ett unntak, vært over 5,6.



Figur 3. Utvikling i pH, giftig aluminium (LAL) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC), for perioden 2006-2011 ved de to stasjonene i Uskedalselva; oppstrøms Børsdalselva (ukalket – (b)) og utløp v/Fet (kalket (a)).

GH.3 Fisk

Forfatter: Bjart Are Hellen (Rådgivende Biologer AS)

Medarbeider: Geir Helge Johnsen (Rådgivende Biologer AS)

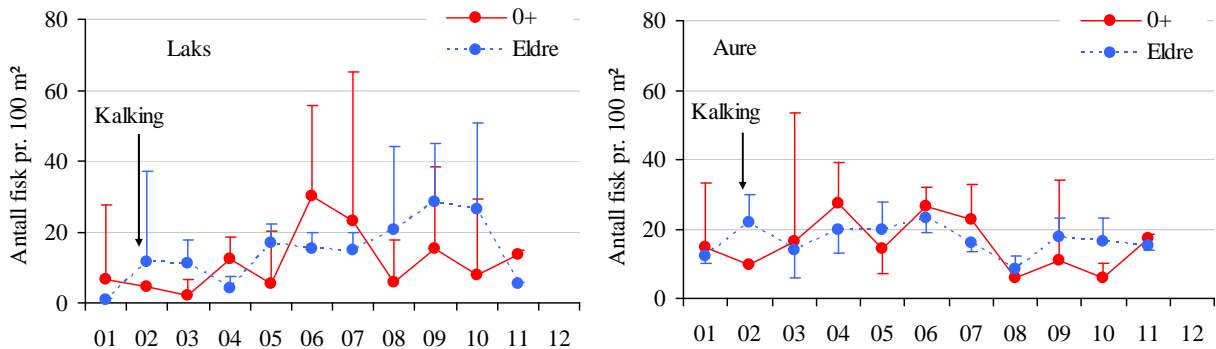
& .3.1 Ungfiskundersøkelser

Totalt sju stasjoner fordelt på den lakseførende strekningen ble undersøkt i oktober 2011. En av stasjonene ligger i sideelven Børsdalselva. De fiskebiologiske undersøkelsene i forbindelse med kalkingen av Uskedalselva har vært utført årlig siden 2002, men vassdraget er også tidligere undersøkt (se referanser i DN 2010). Detaljer om fangsten på de ulike stasjonene finnes i **vedlegg B2** og **B3**.

Ungfisktettheter i hovedvassdraget

Laks

Ved undersøkelsene av de 6 stasjonene i hovedløpet i Uskedalselva høsten 2011 var de gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig og eldre laks henholdsvis 13,7 og 5,4 individer pr. 100 m². Undersøkelsene viser en klar økning i ungfisktettheten fra 2001, de siste fire årene har tettheten av årsyngel vært relativt lav (**figur 4, Vedleggstabell B1**). Som så mange andre år var tettheten av årsyngel laks høyest på stasjon 6 (**tabell 2**). Tetthetene av eldre laks økte fra 2005 til 2010, men falt igjen i 2011. Lite gytefisk i 2009, er trolig hovedforklaringen på dette (DN 2010).



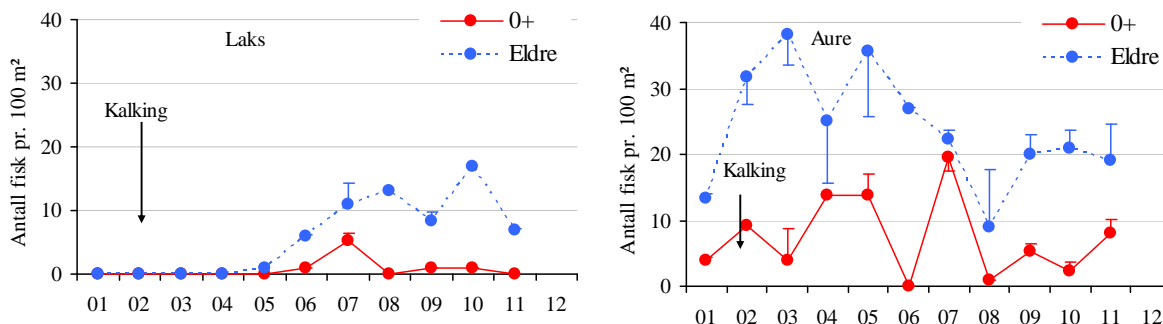
Figur 4. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure på de seks stasjonene i hovedvassdraget i Uskedalselva i perioden 2001 til 2011.

Aure

Gjennomsnittlig tetthet av ensomrig aure var 17 individer pr. 100 m². Tettheten av eldre aure var 15 individer pr. 100 m². Det har vært en stabil tetthet av aure i hele overvåkingsperioden, og tettheten av eldre aure har stort sett vært på mellom 15 og 20 fisk pr. 100 m² i denne perioden, dette er litt lavere eller på nivå med det som ble registrert i 1995 og 1997 (Kålås mfl 1995, 1999).

Børsdalselva

I 2011 ble det ikke påvist ensomrig laks, mens tettheten av eldre laks var 7 per 100 m². Undersøkelsene viser en positiv utvikling for tettheten av laks i Børsdalselva i overvåkingsperioden, spesielt for eldre laks (**figur 5**). Gjennomsnittlig tetthet av ensomrig aure var 8 individer pr. 100 m² og tettheten av eldre aure var 19 individer pr. 100 m² i 2011 (**figur 5**). Tetthetene av ensomrig aure og eldre aure har variert mye i undersøkelsesperioden. Det er en tendens til lavere tetthet av eldre aure siden 2006, i den samme perioden har det vært en økning i tettheten av eldre aure (**figur 5, Vedleggstabell B3**). De lave tettheten av årsyngel laks i Børsdalselva, kan indikere at laks i liten grad gyter i elven, men at eldre lakseunger trekker opp i elven, og bruker den som oppvekstområde.



Figur 5. Gjenomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for stasjonen fisket i Børsdalselva i perioden 2001-2010.

Tabell 2. Antall fisk av ulike arter fanget per stasjon og bestandstetthet (\pm konfidensintervall) av laks og aure på ulike stasjoner i Uskedalselva høsten 2011.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100 m ²		Aure N/100 m ²	
		Laks	Aure	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	10	23	3	1,0	9,2	21,8	4,0
2	100	12	50		2,0	10,1	27,7	23,3
3	100	11	49		5,2	6,1	32,7	19,2
4	100	2	9		0,0	2,0	4,0	5,0
6	100	73	16		73,8	3,0	13,1	3,8
7	100	1	40		0,0	1,0	7,0	36,3
Sum	600	109	187	3				
Tetthet 1					13,7 (1,1)	5,2 (0,2)	17,3 (1,0)	15,0 (0,8)
Tetthet 2					13,7 (23,6)	5,2 (3,1)	17,7 (9,2)	15,3 (10,6)
5	100	7	22		0,0	7,0	8,0	19,0

& .3.2 Fangststatistikk

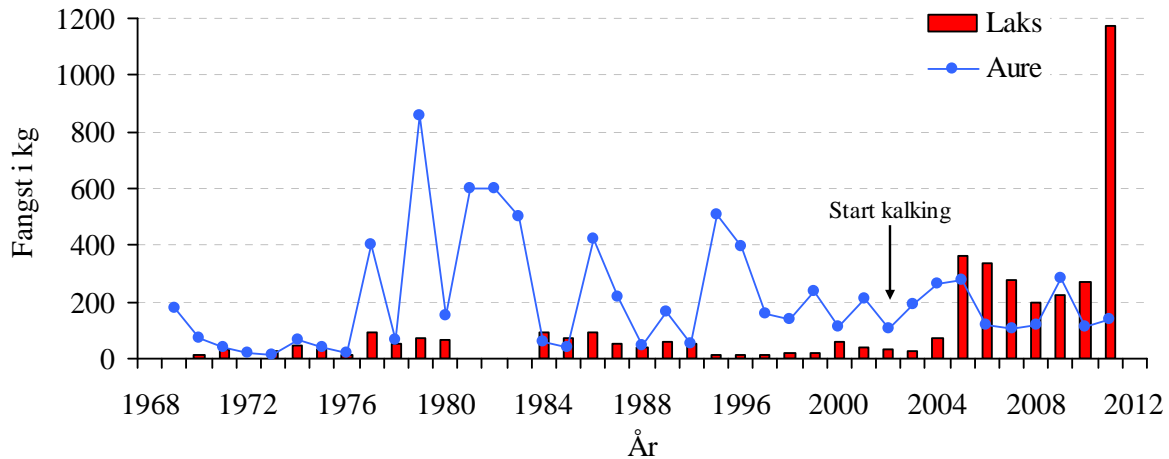
Den offisielle fangststatistikken for Uskedalselva går tilbake til 1914. Det ble ikke skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1969. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert var på 930 kilo i 1979. Gjennomsnittlig fangst i perioden var 172 kilo. Det var en tydelig økning i fangstene på slutten av 70-tallet og frem til 2010. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1914 til 1976 var 79 kilo, mens tilsvarende i perioden 1977 til 2010 var 342 kilo. Det er grunn til å tro at fangstene til den offisielle fangststatistikken var spesielt underrapportert i perioden før 1980.

Laks

I følge den offisielle fangststatistikken for Uskedalselva ble det i gjennomsnitt fanget 39 kilo laks pr. år ved sportsfiske i perioden før kalkingen fikk effekt (1969-2004), mens det i perioden etter 2004 i gjennomsnitt er blitt fanget 405 kilo (figur 6). Den desidert største fangsten av laks kom i 2011 med 1175 kg, tre ganger mer enn det noen gang tidligere er fanget.

Sjøaure

Av sjøaure ble det i gjennomsnitt fanget 217 kilo sjøaure pr. år ved sportsfiske i perioden fram til 2004, mens det etter 2004 er fanget i snitt 164 kg (figur 3.4). Den høyeste fangsten av sjøaure ble innrapportert i 1979 med 855 kilo, mens fangsten i 2011 var på 139 kilo.



Figur 6. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Uskedalselva i perioden 1969-2011. (<http://www.laksereg.no/>).

Ved gytefisktellinger i Uskedalselva i 2011, ble det talt 197 laks og 179 sjøaure, 15 av laksene var klare oppdrettslaks. Villaksene fordelte seg med 58 små-, 122 mellom- og 2 storlaks (Svein Erik Gabrielsen, pers. medd.). Samlet innsig av laks og sjøaure i 2011 var hhv. 551 og 300 stk. Dette gir en fangsteffektivitet på 64 % for laksen, og 60 % for aure.

GH.4 Bunndyr

Forfatter: Bjart Are Hellen (Rådgivende Biologer AS)

Medarbeider: Geir Helge Johnsen (Rådgivende Biologer AS), Mats Uppman (Pelagia Miljøkonsult AB)

Det har vært gjort bunndyrundersøkelser i Uskedalselva i siden 1996. De fleste prøvene er samlet inn om våren (**figur 7, vedlegg C**). Med unntak av høsten 1997 og våren 1998 er Børsdalselva inkludert i prøvene. Fra 2003 til 2007 ble det tatt prøver årlig, etter dette vår og høst annet hvert år. I 2011 ble det samlet inn bunndyr på de fire prøvepunktene den 16. juni og 3. oktober. To prøver ble tatt i Børsdalselva, en ovenfor og en nedenfor kalkdoserer, og 2 prøver ble tatt i hovedelven (**figur 1**).

& .4.1 Resultater og diskusjon

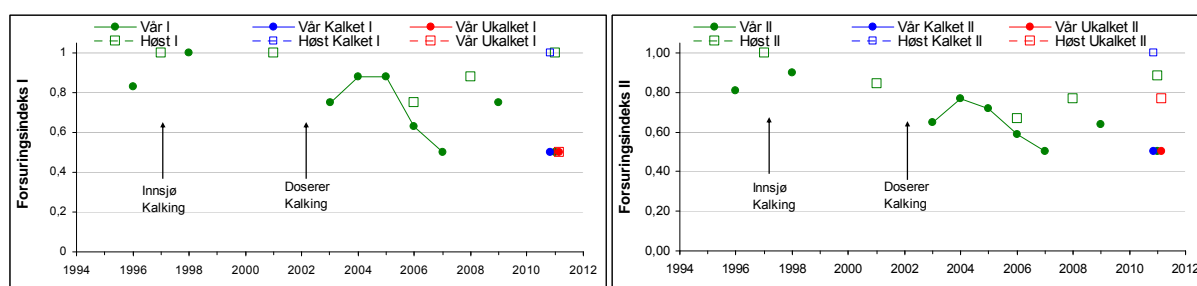
Det ble registrert en art av døgnfluer, 13 arter steinfluer og 8 arter vårfluer. Av disse er døgnfluen (*Baetis rhodani*) svært følsom for forsurening, mens det blant steinfluene og vårfluene var 3 arter som er moderat følsomme for forsurening (**Vedlegg C**).

B. rhodani ble funnet på begge stasjonene i hovedelven både vår og høst, mens den ikke ble registrert i Børsdalselva om våren (St. C). Arten har i tidligere undersøkelser bare vært sporadisk til stede i vårprøvene nedenfor dosereren i Børsdalselva (Kålås, 2003, 2004, 2005, 2006, DN 2009). 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.

Høsten 2011 ble det registrert 10 individer av den moderat sensitive steinfluen *Diura nanseni* på lokaliteten oppstrøms dosereren i Børsdalselva (St. D). Denne ble også påvist der i 2009, det var da første gang det ble funnet følsomme arter oppstrøms dosereren i Børsdalselva.

Forsuringsindeks 1 og 2 har begge verdien 1,0 om våren og høsten på St. A og B i hovedelven. Dette indikerer ingen forsuringbelastning på bunndyrfaunaen. På St. C og D i Børdsalselva var forsuringsindeks 1 0 om våren, men 1,0 om høsten. Forsuringsindeks 2 var 1,0 nedstrøms dosereren (C) om høsten, men 0,5 oppstrøms dosereren (D). Dette indikerer at det har vært betydelig forsuringpåvirkning i Børdsalselva vinteren/våren 2011, mens forholdene fra våren og fram til oktober har vært gode. i hovedelven har vannkvaliteten vært god siden høsten 2010 og fram til oktober 2011.

Utviklingen i forsuringsindeksene er vist i **figur 7**. Fra og med 2003 er verdiene basert på alle fire lokalitetene i Uskedals- og Børdsalselva. Gjennomsnittene fra våren 1996 og høsten 2001 baserer seg bare på 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 viser en reduksjon om våren i forhold til i 2007, og er tilbake til nivået fra 2007. Om høsten er det en økning i forhold til tidligere år. økning både vår og høst i 2009 sammenlignet med 2007. Det er både vår og høst bedre forsuringsindeks på de kalkede lokalitetene sammenlignet med lokalitetene som ikke er kalket.



Figur 7. 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 (grønn).

GH.5 Samlet vurdering

& .5.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i 2011 var påvirket av to sjøsaltepisoder, pH var i perioder lav og ble registrert under 5,0 i Børdsalselva våren 2011. Sjøsaltepisodene gav også de høyest registrerte konsentrasjonene av giftig aluminium siden 2008. Det ble også registrert lavere ANC verdier enn noen gang siden 2006. Som tidligere ser doseringen i Børdsalselva ut til å ha vært tilstrekkelig til å avsyre sideelva, men har ikke bidratt nok til å holde målsettingen på pH 6,2 i hovedelven gjennom hele våren. Generelt sett har avrenningen fra Børdsalselva relativt liten innvirkning på vannkvaliteten i hovedelven. Vannkvaliteten i hovedelven oppstrøms Børdsalselva har også vært problematisk i perioder, og det er dokumentert en episode med økning av giftig aluminium her i 2011, sjøsalteffekt var årsaken til dette i 2011.

& .5.2 Fisk

Undersøkelsene av fisk i den lakseførende viser en klar økning i ungfisktettheten av laks i perioden 2001-2010, mens tettheten av eldre lakseunger var relativt lav i 2011, noe som trolig skyldes lave gytebestander i 2009. Tettheten av ensomrig laks 2011 var relativt god, men som mange år tidligere var tettheten av årsyngel laks høyest på stasjon 6, som ikke er kalkpåvirket.

Tetthetene av aure har vært relativt stabile i hele perioden, men er litt lavere eller på nivå med det som ble registrert i 1995 og 1997 (Kålås mfl 1995, 1999). Tettheten av eldre aureunger ser ut til å ha gått noe tilbake i Børsdalselva etter at laksen etablerte seg der.

I Uskedalselva var gjennomsnittsfangsten 39 kilo laks pr. år under sportsfisket i perioden før kalkingen fikk effekt, mens det i perioden etter i gjennomsnitt er blitt fanget 405 kilo. Fangsten i 2011 var en absolutt topp med 1175 kg, tre ganger mer enn noen gang tidligere. Av sjøaure ble det i gjennomsnitt fanget 217 kilo sjøaure pr. år fram til 2004, mens det etter 2004 er fanget i snitt 164 kg.

& .5.3 Bunndyr

Bunndyrsundersøkelsene indikerer at vannkjemien i Uskedalselva er god, mens vannkjemien i Børsdalselva fremdeles er for dårlig til å ha et uskadet bunndyrsamfunn. Dette gjelder også den kalkede delen av Børsdalselva, der kalkingen fremdeles ikke klarer å forebygge skader på bunndyrsamfunnet. Bunndyrsamfunnet viser imidlertid ingen tegn til skade nedenfor samløpet mellom Børsdalselva og Uskedalselva. Undersøkelsene i 2011 viser en liten forverring om våren i Børsdalselva sammenlignet med i 2009. Høstprøvene viste bedre forsuringssindekser i Børsdalselva ovenfor dosereren enn det som noen gang tidligere er registrert.

& .5.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten i 2011 har vært påvirket av mye nedbør og to sjøsaltepisoder, vannkvaliteten i vassdraget har således vært noe dårligere enn på flere år. Rekrutteringen av laks var under middels, men er sterkt påvirket av god rekruttering på stasjonen i Uskedalselva ovenfor samløpet med Børsdalselva. Nedenfor samløpet er rekrutteringen av laks lav. Lav forsuringssindeks nede i Børsdalselva, kan indikere at det har vært en periode uten god avsyring i løpet av vinteren som ikke ble fanget opp av det vannkjemiske prøveprogrammet.

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. Svært store laksefangster i 2011 indikerer at gytebestanden av laks også vil bli stor i 2011, dette vil trolig føre til økt konkurranse og redusert tetthet av aure i vassdraget (Fiske og Jensen 2004).

Fangstene av aure har vært noe lavere etter kalking sammenlignet med perioden før kalking, det har imidlertid vært en generell markert tilbakegang i fangstene av sjøaure siden 2005, bildet av fangstutviklingen i Uskedalselva skiller seg dermed ikke fra andre sjøaureelver i Hordaland (DN 2009b). Det er dermed ikke grunnlag for å si at nedgangen i fangst av sjøaure så langt kan kobles til kalking og eventuell økt konkurranse av laks.

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.

GH.6 Vedlegg

Vedlegg 1. 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
Børdsalselva, nedenfor doserer	c	Vannkjemi	326 993	6 645 779	Kalket
Børdsalselva, 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
Børdsalselva	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
Børdsalselva, nedenfor doserer	C	Bunndyr	326 993	6 645 779	Kalket
Børdsalselva, over doserer	D	Bunndyr	326 614	6 645 390	Referanse

Vedlegg A. Primærdata for vannkjemi i Uskedalselva 2011

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		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

Vedlegg A. Uskedalselva 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
Børsdals- elva, oppom doserer St. D	14.03.2011	4,1	5,64		1,1													
	21.03.2011	4	4,94		0,44													
	28.03.2011	3,6	5,36		0,66													
	04.04.2011	2,9	5,19		0,48													
	11.04.2011	3,2	5,35		0,58													
	18.04.2011	2,6	5,24		0,33													
	26.04.2011	1,9	5,47		0,28													
	02.05.2011	1,8	5,79		0,24													
	09.05.2011	1,4	5,75		0,36													
	16.05.2011	1,3	5,72		0,11													
	23.05.2011	1,5	5,45		0,13													
	30.05.2011	2	5,58		0,36													
	25.07.2011	0,97	5,91		0,583													
	08.08.2011	0,82	5,96		0,21													
	22.08.2011	1,1	6,27		0,33													
	05.09.2011	0,82	5,84		0,23													
	19.09.2011	0,76	5,9		0,2													
03.10.2011	1,27	5,98		0,395														
17.10.2011	1,87	5,76		0,45														
31.10.2011	1,57	5,97		0,412														
14.11.2011	1,68	6,07		0,611														

Vedlegg A. Uskedalselva 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
	28.11.2011	2,27	5,3		0,408													
	12.12.2011	3,18	5,66		0,753													
	26.12.2011	5,13	5,41		0,674													
	Snitt	2,2	5,6		0,4													
	Min	0,8	4,9		0,1													
	Maks	5,1	6,3		1,1													
	Antall	24	24		24													
Børsdals- elva, nedom doserer st C	14.03.2011	5	6,57		2,9													
	21.03.2011	4,1	6,33		1,47													
	28.03.2011	4,3	6,64		2,5													
	04.04.2011	3,4	6,55		1,95													
	11.04.2011	3,8	6,77		2,28													
	18.04.2011	3,1	6,73		2,09													
	26.04.2011	2	6,01		0,61													
	02.05.2011	2,4	6,57		1,85													
	09.05.2011	2,1	6,88		1,72													
	16.05.2011	1,9	6,72		1,66													
	23.05.2011	2,2	6,71		1,73													
	30.05.2011	2,4	6,42		1,48													
	25.07.2011	1,07	6,31		1,12													
	08.08.2011	1,41	6,92		1,48													
	22.08.2011	1,54	6,94		1,61													
	05.09.2011	1,41	6,97		1,75													
	19.09.2011	0,76	5,99		0,32													
	03.10.2011	1,83	6,96		1,66													
	17.10.2011	2,32	6,85		1,58													
	31.10.2011	1,98	6,82		1,56													
	14.11.2011	2,62	6,94		2,58													
	28.11.2011	2,25	5,46		0,459													
	12.12.2011	3,49	6,41		1,72													
	26.12.2011	5,38	6,41		1,66													
	Snitt	2,4	6,6		1,5													
	Min	0,8	5,5		0,3													
	Maks	5,4	7,0		2,6													

Vedlegg A. Uskedalselva 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
	Antall	10	10		10													
Uskedals- elva, oppom samløp st B	14.03.2011	4,6	5,89	0,02	1,405	0,77	5,04	0,58	1,1	10,7	520	44	20	24	1	4,4	10	630
	21.03.2011	3,3	5,49		0,62													
	28.03.2011	3,5	5,92		1,02													
	04.04.2011	2,7	5,82		0,8													
	11.04.2011	2,7	5,87	0	0,765	0,38	2,53	0,33	1	5,9	180	35	17	18	1,2	-14,9	0	230
	18.04.2011	2,3	5,92		0,6													
	26.04.2011	2	6,11		0,64													
	02.05.2011	2	6,39		0,61													
	09.05.2011	1,6	6,235	0,02	0,5	0,2	1,67	0,26	0,76	2,2	110	17	11	6	1	32,5	10	220
	16.05.2011	1,9	6,19		0,61													
	23.05.2011	2,3	6,04		0,74													
	30.05.2011	4,2	6,2		2,55													
	27.06.2011	1,24	6,28		0,496													
	04.07.2011	1,54	6,41	0,07	0,673	0,27	1,57	0,27	1,16	1,81	105	37	28	9	1,63	48,3	8	195
	11.07.2011	1,29	5,72		0,55													
	25.07.2011	1,54	6,57		0,879													
	01.08.2011	1,95	6,78	0,09	1,01	0,29	1,77	0,35	1,3	2,07	195	22	14	8	1,2	60,8	2	275
	08.08.2011	1,42	6,55		0,655													
	22.08.2011	1,61	6,64		0,846													
	05.09.2011	1,62	6,42	0,071	0,715	0,21	1,5	0,37	1,03	1,6	170	42	36	6	2,8	48,9	12	405
	19.09.2011	1,12	6,34		0,437													
	03.10.2011	1,82	6,66	0,07	0,795	0,27	1,68	0,34	1,14	2,27	200	33	26	7	1,4	41,6	3	320
	17.10.2011	2,31	6,48		0,939													
	31.10.2011	2,1	6,53		0,857													
	07.11.2011	2,09	6,48	0,063	0,946	0,31	1,94	0,36	1,12	3,11	260	27	19	8	0,99	36,7	3	315
	14.11.2011	2,36	6,57		1,17													
	28.11.2011	2,14	5,68		0,612													
	05.12.2011	3,31	5,76	0,044	1,12	0,54	3,09	0,43	1,11	6,9	195	36	25	11	0,47	14,1	4	275
	12.12.2011	3,51	5,69		1,11													
	26.12.2011	4,74	5,79		1,12													
	Snitt	2,4	6,2	0,0	0,9	0,4	2,3	0,4	1,1	4,1	215,0	32,6	21,8	10,8	1,3	30,3	5,8	318,3
	Min	1,1	5,5	0,0	0,4	0,2	1,5	0,3	0,8	1,6	105,0	17,0	11,0	6,0	0,5	-14,9	0,0	195,0
	Maks	4,7	6,8	0,1	2,6	0,8	5,0	0,6	1,3	10,7	520,0	44,0	36,0	24,0	2,8	60,8	12,0	630,0
	Antall	30	30	9	30	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9	9

Vedlegg A. Uskedalselva 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

Stasjon	Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 µgN/l	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	
Uskedals- elva, nede st A	14.03.2011	4,8	6,02	0,03	1,7	0,79	4,69	0,87	1,2	8,8	710	56	32	24	1,6	51,7	20	850	
	21.03.2011	3,6	5,92		1														
	28.03.2011	4	6,25		1,59														
	04.04.2011	3,15	6	0,02	1,155							43	34	9					
	11.04.2011	3,2	6,2	0,03	1,31	0,43	2,63	0,4	1,1	5,9	250	35	26	9	1,2	18,2	0		
	18.04.2011	2,7	6,2	0,04	1,125							30	20	10					
	26.04.2011	2,25	6,03	0,01	0,745							18	12	6					
	02.05.2011	2,3	6,39	0,05	1,26							19	13	6					
	09.05.2011	1,9	6,455	0,04	1,07	0,22	1,61	0,18	0,7	2,4	140	17	10	7	0,74	51,9	10		
	16.05.2011	2	6,49	0,04	1,095							27	17	10					
	23.05.2011	2,4	6,29		0,98														
	30.05.2011	3	6,145	0,04	1,37							32	24	8					
	27.06.2011	1,62	6,23		0,766														
	04.07.2011	2,11	6,44	0,089	1,22	0,36	1,81	0,47	1,28	2,5	235	34	25	9	1,48	67,3	5		
	11.07.2011	1,89	6,1		1,19														
	25.07.2011	2,29	6,09		1,89														
	01.08.2011	2,4	6,79	0,1	1,36	0,37	1,9	0,54	1,44	2,57	320	21	11	10	1,2	69,4	4	630	
	08.08.2011	1,81	6,7		1,26														
	22.08.2011	2	6,7		1,35														
	05.09.2011	1,73	6,6	0,087	1,19	0,23	1,44	0,35	0,98	1,54	220	36	28	8	2,3	70,3	11		
	19.09.2011				0,663														230
	03.10.2011	2,28	6,67	0,09	1,43	0,38	1,69	0,44	1,35	2,45	365	34	24	10	1,4	64,1	3		
	17.10.2011	2,54	6,71		1,4														
	31.10.2011	2,35	6,61		1,27														
	07.11.2011	2,73	6,33	0,095	1,51	0,45	2,06	0,65	1,43	3,35	385	34	24	10	1,4	66,8	6	220	
	14.11.2011	2,79	6,51		1,6														
	28.11.2011	2,35	5,91		0,771														
	05.12.2011	3,22	5,92	0,056	1,32	0,55	2,79	0,54	1,32	6,22	350	39	25	14	0,76	18,4	4		
	12.12.2011	4,34	6,29		1,61														
	26.12.2011	4,24	5,93		1,22														195
Snitt		2,7	6,3	0,1	1,2	0,4	2,3	0,5	1,2	4,0	330,6	31,7	21,7	10,0	1,3	53,1	7,0	425,0	
Min		1,6	5,9	0,0	0,7	0,2	1,4	0,2	0,7	1,5	140,0	17,0	10,0	6,0	0,7	18,2	0,0	195,0	
Maks		4,8	6,8	0,1	1,9	0,8	4,7	0,9	1,4	8,8	710,0	56,0	34,0	24,0	2,3	70,3	20,0	850,0	
Antall		29	29	15	30	9	9	9	9	9	9	15	15	15	9	9	9	5	

Vedlegg B1. Uskedalselva. Utbredelse er angitt som prosentdel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1, Tetthet 2, median, min, og max tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m². For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavvik angitt i parentes.

År	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Dato	15.12.	17.10.	20.10.	14.10.	19.10.	16.10.	22.10.	04.12.	16.11.	19.11.	03.10.
Ant. stasj.	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Areal, m ²	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Vanntemp (°C)											11,5-12,1
Laks 0+											
Utbredelse	83,0	17,0	17,0	83,0	83,0	83,0	100,0	83,0	83,3	71,4	66,7
Tetthet 1	6,4 (10,7)	4,5 (41,9)	2,1 (2,2)	12,5 (3,1)	5,3 (7,5)	29,9 (12,9)	23,2 (21,0)	5,7 (47,8)	15,3 (11,6)	7,8 (21,6)	13,7 (1,3)
Tetthet 2	5,2 (5,3)	5,2 (5,8)	2,1 (5,0)	12,7 (17,1)	5,9 (4,0)	29,5 (36,7)	23,8 (19,8)	5,7 (9,7)	15,5 (23,0)	8,1 (9,4)	13,7 (29,5)
Median	4,0	4,0	0,0	6,2	6,3	16,0	15,5	2,1	9,0	2,1	1,5
Min tetthet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Max tetthet	14,9	13,7	12,3	45,7	10,2	93,8	63,0	25,0	61,0	29,0	73,8
Laks eldre enn 0+											
Utbredelse	33,0	17,0	83,0	83,0	100,0	83,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tetthet 1	0,7 (0,2)	11,7 (13,7)	11,1 (3,4)	4,2 (1,6)	16,9 (2,6)	15,1 (2,3)	15,0 (2,4)	20,7 (11,8)	28,5 (8,2)	26,3 (24,5)	5,4 (0,4)
Tetthet 2	0,7 (1,2)	13,1 (7,0)	11,1 (9,2)	4,3 (3,0)	17,0 (9,7)	14,8 (12,1)	17,7 (11,4)	20,8 (15,9)	26,7 (17,6)	27,3 (14,6)	5,4 (3,6)
Median	0,0	14,6	11,6	4,8	16,2	11,1	16,1	15,2	23,1	23,5	4,6
Min tetthet	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	1,0	8,0	3,0	10,0	2,0
Max tetthet	3,1	20,6	20,6	7,0	31,7	31,0	32,1	51,0	54,0	60,0	10,1
Aure 0+											
Utbredelse	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	83,0	100,0	100,0	100,0
Tetthet 1	14,8 (9,2)	9,5 (53,4)	16,3 (18,5)	27,5 (5,9)	14,5 (3,6)	26,5 (2,7)	22,9 (5,0)	6,0 (–)	11,0 (11,6)	6,1 (4,2)	17,3 (1,2)
Tetthet 2	14,0 (8,4)	10,8 (11,4)	19,1 (16,8)	28,0 (20,2)	15,0 (6,0)	26,7 (21,5)	22,1 (17,4)	6,0 (7,5)	11,4 (7,6)	6,2 (2,1)	17,7 (11,5)
Median	11,8	8,0	16,7	28,6	16,9	20,3	21,2	2,1	12,8	5,8	17,5
Min tetthet	4,6	1,0	1,0	4,0	5,7	1,0	4,4	0,0	1,0	3,1	4,0
Max tetthet	28,6	30,9	47,5	52,2	21,5	62,2	40,0	17,0	20,0	10,2	32,7
Aure eldre enn 0+											
Utbredelse	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tetthet 1	12,1 (1,0)	21,9 (3,9)	14,0 (4,0)	19,6 (3,2)	20,0 (3,9)	23,0 (2,1)	16,2 (1,3)	8,4 (2,0)	17,6 (2,8)	16,6 (6,6)	15,0 (1,0)
Tetthet 2	12,2 (6,9)	22,2 (10,2)	14,3 (10,6)	20,1 (8,6)	20,1 (10,2)	23,1 (10,6)	16,2 (17,0)	8,4 (7,1)	16,7 (9,7)	16,2 (6,1)	15,3 (13,3)
Median	10,6	19,4	10,8	17,6	18,6	19,9	11,6	6,1	14,2	14,8	12,1
Min tetthet	6,1	8,0	4,4	10,2	10,3	12,6	4,0	3,0	9,0	9,0	3,8
Max tetthet	25,6	34,7	33,0	33,0	33,5	41,2	50,0	22,3	34,9	30,4	36,3

Vedlegg B1. Børsdalselva. Utbredelse er angitt som prosentdel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1, Tetthet 2, median, min, og max tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m². For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavvik angitt i parentes.

År	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Dato	15.12.	17.10.	20.10.	14.10.	19.10.	16.10.	22.10.	04.12.	16.11.	19.11.	03.10.
Ant. stasj.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Areal, m ²	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Vanntemp (°C)											11,6
Laks 0+											
Utbredelse	0	0	0	0	0	100	100	0	100	100	0
Tetthet 1	0	0	0	0	0	1	5,2	0	1	1	0
Tetthet 2	0	0	0	0	0	1	5,2	0	1	1	0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Min tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Max tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Laks eldre enn 0+											
Utbredelse	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100,0
Tetthet 1	0	0	0	0	1	6	10,9	13	8,3	17	7,0 (0,1)
Tetthet 2	0	0	0	0	1	6	10,9	13	8,3	17	7,0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Min tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Max tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Aure 0+											
Utbredelse	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100,0
Tetthet 1	4	9,1	3,8	13,7	13,9	0	19,6	1	5,2	2,2	8,0 (2,1)
Tetthet 2	4	9,1	3,8	13,7	13,9	0	19,6	1	5,2	2,2	8,0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Min tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Max tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Aure eldre enn 0+											
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0
Tetthet 1	13,3	31,7	38,2	25,1	35,7	27	22,3	9	20	20,9	19,0 (5,5)
Tetthet 2	13,3	31,7	38,2	25,1	35,7	27	22,3	9	20	20,9	19,0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Min tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Max tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Vedlegg B2. Fangst, tetthet og lengde for laks per stasjon i Uskedalsvassdraget 2011.

Stasjon	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+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	54,0		54,0	54,0
100 m ²	>0+	7	1	1	9	9,2	1,2	0,71	111,2	15,1	94,0	134,0
	Sum	8	1	1	10	10,2	1,1	0,74	105,5	23,0	54,0	134,0
St. 2	0+	1	0	1	2	2,0		0,00	63,0	4,2	60,0	66,0
100 m ²	>0+	8	2	0	10	10,1	0,5	0,82	133,1	15,4	105,0	159,0
	Sum	9	2	1	12	12,3	1,4	0,71	121,4	30,7	60,0	159,0
St. 3	0+	4	0	1	5	5,2	1,3	0,65	61,0	7,5	52,0	68,0
100 m ²	>0+	4	2	0	6	6,1	1,0	0,71	116,3	15,5	95,0	137,0
	Sum	8	2	1	11	11,4	1,6	0,68	91,2	31,3	52,0	137,0
St. 4	0+	0	0	0	0	0,0						
100 m ²	0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	117,5	0,7	117,0	118,0
	0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	117,5	0,7	117,0	118,0
St. 5	0+	0	0	0	0	0,0						
100 m ²	0+	6	1	0	7	7,0	0,3	0,87	116,4	15,8	86,0	129,0
	0+	6	1	0	7	7,0	0,3	0,87	116,4	15,8	86,0	129,0
St. 6	0+	45	20	5	70	73,8	5,9	0,63	58,7	6,3	44,0	73,0
100 m ²	>0+	3	0	0	3	3,0	0,0	1,00	117,3	10,2	110,0	129,0
	Sum	48	20	5	73	76,4	5,5	0,64	61,1	13,3	44,0	129,0
St. 7	0+	0	0	0	0	0,0						
100 m ²	>0+	0	1	0	1	1,0		0,00	145,0		145,0	145,0
	Sum	0	1	0	1	1,0		0,00	145,0		145,0	145,0
Totalt	0+	51	20	7	78	11,8	0,9	0,62	58,9	6,3	44,0	73,0
700 m ²	>0+	30	7	1	38	5,5	0,2	0,79	121,4	16,8	94,0	159,0
	Sum	81	27	8	116	17,1	0,8	0,68	76,7	30,1	44,0	159,0

Vedlegg B3. Fangst, tetthet og lengde for aure per stasjon i Uskedalsvassdraget 2011.

Stasjon	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	0+	12	3	4	19	21,8	7,1	0,49	58,7	6,3	44,0	69,0
100 m ²	>0+	3	1	0	4	4,0	0,5	0,78	126,3	23,9	103,0	158,0
	Sum	15	4	4	23	25,4	5,7	0,55	70,5	28,2	44,0	158,0
St. 2	0+	19	7	1	27	27,7	2,1	0,71	62,3	5,1	51,0	74,0
100 m ²	>0+	18	4	1	23	23,3	1,3	0,77	125,3	32,7	91,0	218,0
	Sum	37	11	2	50	50,9	2,4	0,74	91,3	38,7	51,0	218,0
St. 3	0+	18	9	3	30	32,7	5,7	0,57	58,7	6,0	47,0	67,0
100 m ²	>0+	15	3	1	19	19,2	1,2	0,77	100,1	15,0	81,0	137,0
	Sum	33	12	4	49	51,3	4,4	0,65	74,7	22,8	47,0	137,0
St. 4	0+	4	0	0	4	4,0	0,0	1,00	63,0	3,9	59,0	68,0
100 m ²	0+	4	1	0	5	5,0	0,4	0,82	135,8	36,3	98,0	189,0
	0+	8	1	0	9	9,0	0,2	0,90	103,4	46,2	59,0	189,0
St. 5	0+	4	2	1	7	8,0	4,2	0,50	58,0	7,3	50,0	71,0
100 m ²	0+	8	4	3	15	19,0	11,1	0,41	114,5	27,9	83,0	186,0
	0+	12	6	4	22	26,8	11,0	0,44	96,5	35,5	50,0	186,0
St. 6	0+	11	1	1	13	13,1	0,8	0,80	64,5	7,2	55,0	76,0
100 m ²	>0+	2	0	1	3	3,8	5,0	0,41	146,3	20,6	123,0	162,0
	Sum	13	1	2	16	16,3	1,5	0,73	79,8	34,5	55,0	162,0
St. 7	0+	6	1	0	7	7,0	0,3	0,87	60,9	7,8	53,0	76,0
100 m ²	>0+	21	7	5	33	36,3	6,5	0,55	131,2	32,6	90,0	221,0
	Sum	27	8	5	40	42,5	5,0	0,61	118,9	40,2	53,0	221,0
Totalt	0+	74	23	10	107	16,0	0,9	0,65	60,8	6,3	44,0	76,0
700 m ²	>0+	71	20	11	102	15,3	0,9	0,64	123,4	31,3	81,0	221,0
	Sum	145	43	21	209	31,2	1,3	0,65	89,9	38,2	44,0	221,0

Vedlegg C1. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Uskedalsvassdraget 03.10.2011. Detaljer om stasjonene finnes i figur 1.1 og Vedlegg 1.

Taxa	Stasjon	ind-eks	Vår				Høst				
			Uskedal		Børsdal		Uskedal		Børsdal		
			A	B	C	D	A	B	C	D	
Fåbørstemark											
Oligochaeta			4			8		18	50	8	
Vannmidd											
Hydracarina				8		16					
Døgnfluer											
Baetis rhodani		1	94	200				273	1448	220	36
Steinfluer											
Brachyptera risi		0							375	57	267
Amphinemura borealis		0	16	63	23	492				24	108
Amphinemura standfussi		0	1		5	61					
Amphinemura sulcicollis		0						48	136	78	339
Nemoura sp.									2		
Nemoura cinerea		0									4
Protonemura meyeri		0						4	18	8	26
Leuctra sp.									32		
Leuctra hippopus		0	1					99	404	68	158
Leuctra digitata		0	83	135	15	178					
Diura nanseni		0,5						2			10
Siphonoperla burmeisteri		0				12					
Vårfluer											
Rhyacophila nubila		0	4	27	1	27		22	32	6	10
Polycentropodidae											1
Polycentropus flavomaculatus		0						15	1		
Limnephilidae										23	21
Apatania sp.									16		
Plectrocnemia sp.						4					
Potamophylax cingulatus		0				1					
Chaetopteryx sp.						1					
Biller											
Elmis aenea				5				3	84		
Limnius volckmari			2								
Tovinger											
Tipula sp.								1	33		
Dicranota sp.			11	5	2	49		40	51	9	59
Simuliidae			1	24	121	228			211		6
Chironomidae			752	1495	221	950		235	664	82	62
Empididae			4	4		10			16		
Ceratopogonidae						1					
Sum			973	1966	388	2038		760	3573	583	1107
Forsuringsindeks I			1	1	0	0		1	1	1	1
Forsuringsindeks II			1,00	1,00	-	-		1,00	1,00	1,00	0,54
Antall arter			12	10	7	15		12	17	11	14
Referanse/kalket			Kalk	Ref	Kalk	Ref		Kalk	Ref	Kalk	Ref

G Vossovassdraget

Koordinator og ansvarlig for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen.

G .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 og 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.

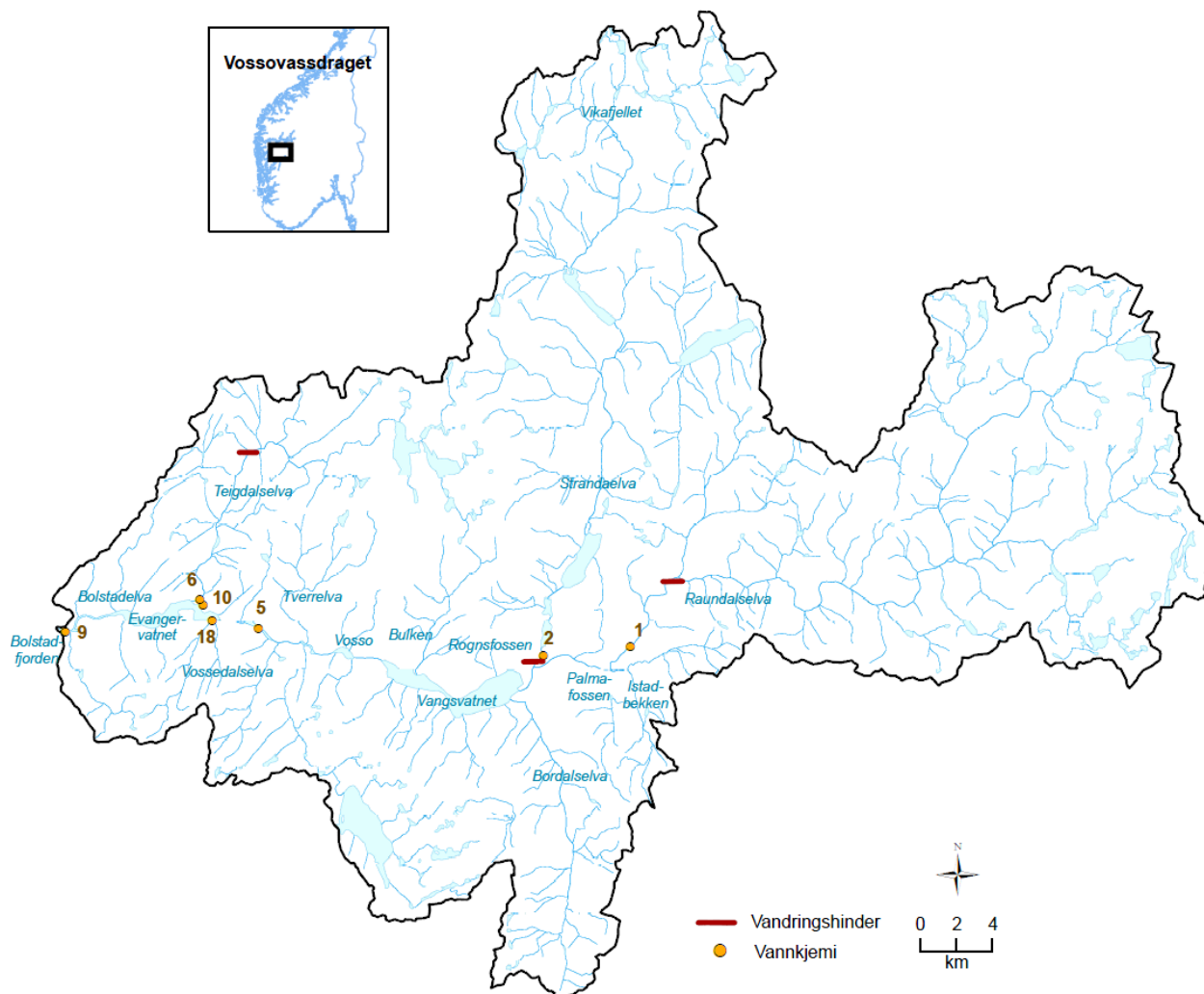
Den naturlige lakseførende strekningen i vassdraget er ca 44 km hvorav innsjøene utgjør omtrent 18 km. Bolstadelva opp til Evangervatnet utgjør ca. 3,5, Teigdalselva utgjør ca. 10 km. Fra Evangervatnet til Vangsvatnet er Vosso ca 10 km og videre er det en 1,5 km elvestrekning fra Vangsvatnet og opp til samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva. Oppgangshinder for laksefisk ligger ca. 0,5 km opp i Strandaelva (Rognsfossen) og ca. 2 km opp i Raundalselva ved Palmafossen. I Palmafossen ble det på slutten av 1950-tallet bygd laksetrapp. Trappa 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).

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, A. & Kroglund, F. 2000, Hindar, A. & Schartau A. K. L. 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. Innsjøer i nedbørfeltet til Raundalselva (1999-), Strandaelva (1993-), Teigdalselva (1997-) og Rasdalselva (1997-) samt flere mindre nedbørfelt kalkes årlig.

Mengdene med kalk tilført vassdraget vært rundt 50-60 tonn per år siden 2006, i 2011 ble det kalket med ca 50 tonn i innsjøer som drenerer til hovedelven (**tabell 1**).

Tabell 3. Kalkforbruk i tonn i Vossovassdraget i årene 2003-2011. Fra juli 2004 er det brukt K3-kalk, tidligere NK3-kalk. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO₃.

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Doserer	360	500	610	0	0	0	0	0	0
Teigdalselva	150	0	0	0	0	0	0	0	0
Innsjø(er)/bekker	85	53	27	48	60	65	43	49	50
Totalt	595	553	637	48	60	65	43	49	50



Figur 8. Vossovassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse for kalkdoserere, vandringshinder for laksefisk og stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Kartet er utarbeidet av Linn Eilertsen.

Månedlige nedbørmengder for 2011 er hentet fra meteorologisk stasjon ved Bulken, samlet nedbørmengde i 2011 var 2722 mm, som er 51 % mer enn normalen for perioden 1961 – 1990. Januar og august hadde nedbør under normalen, mens de andre månedene hadde mer nedbør enn normalt. Størst avvik var det i mai som hadde 245 % av normalen.

Gl .2 Vannkjemi

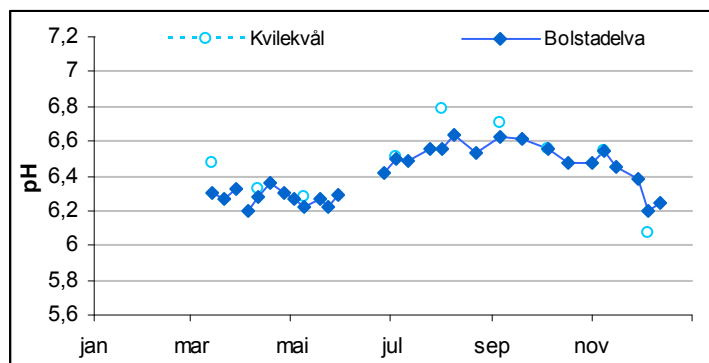
Forfattere: Bjart Are Hellen og Geir Helge Johnsen (Rådgivende Biologer AS)

Den vannkjemiske overvåkingen i vassdraget har pågått siden slutten av 1980-tallet, men flere av målestasjonene er først opprettet i perioden 1993 – 1994. Flere av stasjonene er tatt ut igjen av overvåkingsprogrammet rundt 2002. Siden 2002 har overvåkingsnettets med få unntak vært det samme (**figur 1**). Overvåkingen i 2011 dokumenterer vannkvaliteten i den anadrome delen av vassdraget. De vannkjemiske analysene i 2011 er utført av NIVA.

Gl .2.1 Vannkvaliteten i 2011

I hovedløpet i Vosso (st 5, Kvilekvål) var vannkvaliteten pH målet mellom 6,2 og 6,4 i perioden april og mai (**figur 2**). Det var større variasjon i pH i 2011, enn det har vært som har vanlig. Gjennomsnittsverdien for pH i hovedløpet var 6,5 i 2011, men antall målinger var relativt få (**figur 2, Vedlegg A**). Største konsentrasjonen av giftig aluminium ble målt til 5 µg/l, og ANC var alltid over 30 µekv/l .

Vannkvaliteten ved Bolstadelva ble hyppigere registrert gjennom 2011 sesongen. Verdiene ligger stort sett på samme nivå som i Vosso gjennom hele sesongen (**figur 2, Vedlegg A**). Det ble registrert svake sjøsaltepisoder i begynnelsen av mars og april ved Kvilekvål og i Bolstadelva.



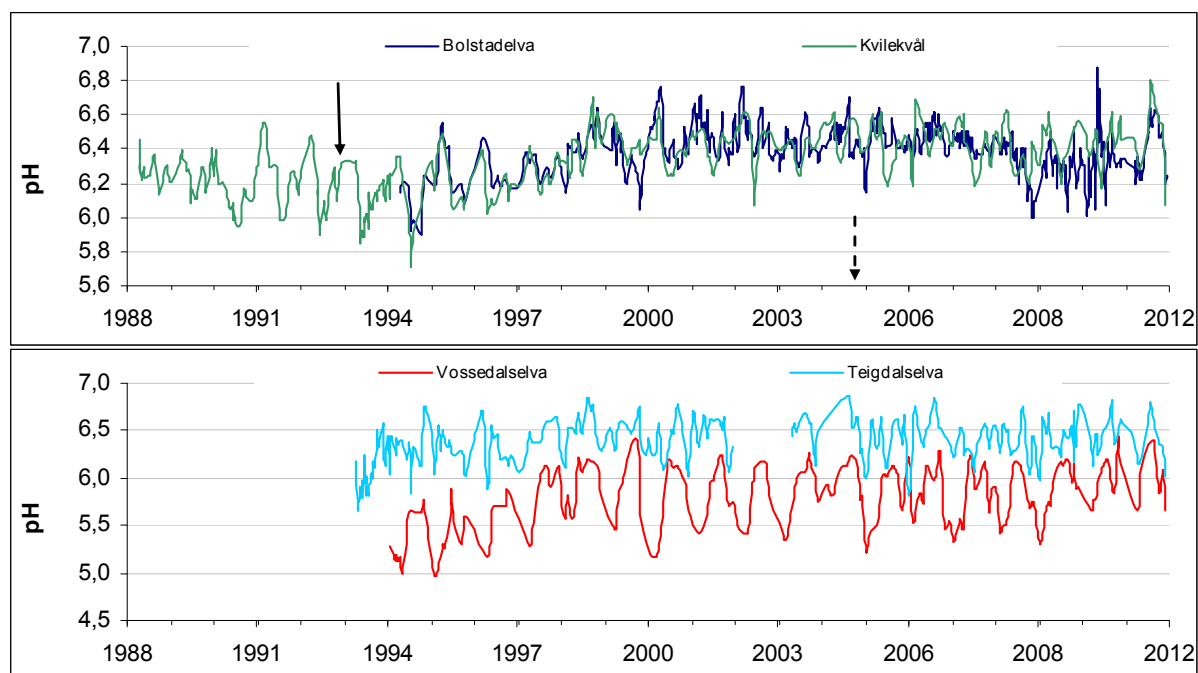
Figur 9. Variasjon i pH på lokaliteter som representerer lakseførende strekning i Vosso, Hordaland, i 2010.

Øverst i vassdraget, Raundalselva (Lok. 1) og Strandaelva (Lok. 2), viser månedlige prøver en stort sett god vannkvalitet. Men en enkeltmåling med verdi 5,6 i Raundalseva, er første måling med pH under 6,0 siden 1998, gjennomsnittlig pH var fra 6,3-6,4 i de to elvene. Høyeste konsentrasjon av giftig aluminium var 5 µg/l i Raundalselva og 10 µg/l i Strandaelva (**vedlegg A**).

Målt vannkvalitet i Teigdalseva var relativt god i 2011, gjennomsnittlig pH var 6,4, og alltid målt over pH 6,0, høyeste måling med giftig aluminium var 8 µg/l. I Vossedalselva var vannkvaliteten dårligst, surhet varierte mellom 5,6 og 6,4, men giftig aluminium ble ikke målt høyere enn 12 µg/l (**vedlegg A**).

& .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 < 6,2 etter 1997. En pH måling på 6,1 ved Kvilekvål desember 2011, er den laveste pH verdien som er registrert siden 2002 på denne stasjonen. I Bolstadelva er det også en klar tendens til bedring i pH (høyere og jevnere) (**figur 3**). Denne stasjonen fanger opp variasjonen i pH for hele vassdraget med bidrag av sure sideelver, og målingene viser at det har vært en forbedring i vannkvaliteten for vassdraget samlet til tross for gradvis nedtrapping av kalkingen fra 2001. Fra høsten 2008 ligger imidlertid pH-verdiene gjennomgående noe lavere sammenlignet med perioden etter 2000; i perioden oktober-november 2008, våren 2009 og 2010 ble det målt pH-verdier på nivå med det som ble målt i 1994-95, i 2011 var det imidlertid ingen perioder med spesielt lav pH, og laveste måling var pH 6,2. Det har også vært lave konsentrasjoner av giftig aluminium gjennom hele måleperioden, i 2011 var konsentrasjonen på nivå med de siste årene i Bolstadelva og ved Kvilekvål, med høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium på 5 µg/l. Bedring i vannkvaliteten i Vosso gjelder ikke bare de 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 innsjøkalkingen har i forhold til vannkvaliteten lenger ned i vassdraget er uklart (Hindar & Kroglund 2000). Utviklingen i den ukalkede Vossedalselva indikerer likevel en naturlig redusert forsuring vannkvaliteten i Vosso fram til om lag 2000 og at denne utviklingen deretter har stanset opp til 2008, men at det har vært en liten positiv tendens etter det (**figur 3**). I 2011 var det imidlertid flere pH-verdier under 6,0 i øvre deler av vassdraget sammenlignet med de siste årene.



Figur 10. Langtidsserier (1988-2010) for pH på utvalgte stasjoner i Vosso, Hordaland. Merk: ulik skala på y-aksen.

Gl .3 Samlet vurdering

& .3.1 Vannkjemi.

Fordi vannkvaliteten oppstrøms kalkingsanlegget i Evanger var forholdsvis god med pH > 6,0 hele året ble driften av dosereren stanset fra og med 2006, og Vossovassdraget kalkes nå stort sett ved innsjøkalking.

De vannkjemiske resultatene fra 2011 viser at vannkvaliteten for Vosso er tilfredsstillende. Med unntak av tre prøver fra Vossedalselva og en prøve fra Raundalselva var alle prøvene fra vassdraget over pH 6,0, og innholdet av giftig aluminium er generelt lavt. Med to unntak, et i Strandaelva og et i Vossedalselva, var konsentrasjonen av giftig aluminium alltid under 10 µg/l.

Vannkvaliteten viste en positiv utvikling både på kalkede lokaliteter og referansestasjoner 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.

& .3.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Vosso i 2011.

& .3.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Vosso i 2011.

& .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 kalkede og ukalkede lokaliteter og viser en naturlig bedring av forsureningssituasjonen. Det var svake sjøsaltepisoder i 2011, uten at dette fikk merkbart utslag på vannkvaliteten i hovedelven. Nyere arbeider viser også at 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 noen forverring av de vannkjemiske forholdene vurderes det som lite sannsynlig at de vannkjemiske forholdene i ferskvannsfasen har noen negativ påvirkning på laksebestanden (Barlaup 2008). Vannkvaliteten i Vossovassdraget har de siste årene vært så god at kun en begrenset innsjøkalking har vært forsvarlig, det er sannsynlig at avslutning av innsjøkalkingen ikke vil få negative virkninger for laksen i vassdraget.

Gl .4 Vedlegg

Vedlegg 1. Stasjonsoversikt

Undersøkte lokaliteter i Vossovassdraget med UTM referanser.

Stasjonsnavn	St. nr	Type	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Raundalselva (1)	1	Vannkjemi	364 710	6 725 531	
Strandaelva (2)	2	Vannkjemi	359 920	6 725 047	
Kvilekvål (5)	5	Vannkjemi	344 260	6 726 539	
Teigdalselva (6)	6	Vannkjemi	341 039	6 728 112	
Vossedalselva (18)	18	Vannkjemi	341 707	6 726 954	
Evanger kr.st. nedstr.	10	Vannkjemi	341 222	6 727 796	
Bolstadelva (9)	9	Vannkjemi	333 660	6 726 355	
	1	Fisk	333 399	6 726 433	
	2	Fisk	334 441	6 727 161	
	3	Fisk	335 507	6 727 151	
	4	Fisk	340 787	6 728 034	
	5	Fisk	340 892	6 729 667	
	6	Fisk	342 262	6 732 576	
	7	Fisk	343 711	6 736 009	
	8	Fisk	344 908	6 725 976	
	9	Fisk	346 792	6 725 624	
	10	Fisk	343 268	6 726 781	
	11	Fisk	342 804	6 726 938	
	12	Fisk	345 389	6 725 687	
	13	Fisk	359 294	6 724 226	
	14	Fisk	359 888	6 724 456	
	15	Fisk	362 221	6 724 654	
	16	Fisk	364 332	6 725 142	
	1	Bunndyr	388 079	6 730 852	
	3	Bunndyr	382 501	6 730 829	
	4	Bunndyr	381 695	6 729 899	
	6	Bunndyr	362 082	6 724 662	
	8	Bunndyr	364 376	6 742 252	
	9	Bunndyr	364 864	6 742 187	
	11	Bunndyr	362 217	6 731 939	
	16	Bunndyr	347 021	6 725 814	
	17	Bunndyr	343 356	6 726 773	
	18	Bunndyr	340 894	6 729 702	
	19	Bunndyr	333 260	6 726 464	
	20	Bunndyr	333 908	6 726 240	

Vedlegg A. Vannkjemi Vossovassdraget 2011

Vedlegg A1. Vossovassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
Raundals- elva (1)	14.03.2011	1,9	6,48	6	1,24							6	5	1				
	11.04.2011	1,5	6,3	3	0,77							18	15	3				
	09.05.2011	1	6,23	3	0,53							8	6	2				
	04.07.2011	0,54	5,59		0,346							8	6	2				
	01.08.2011	0,78	6,5	6,4	0,604							6	0	1				
	05.09.2011	0,73	6,54	6,2	0,547							10	6	4				
	04.10.2011	0,89	6,37	5,9	0,601							22	21	1				
	08.11.2011	0,78	6,29	5,2	0,555							7	7	0				
	05.12.2011		6	6,2	1,13							10	0	5				
	Snitt	1,0	6,3	5,2	0,7							10,6	7,3	2,1				
	Min	0,5	5,6	3,0	0,3							6,0	0,0	0,0				
Maks	1,9	6,5	6,4	1,2							22,0	21,0	5,0					
Antall	8	9	8	9							9	9	9					
Stranda- elva (2)	14.03.2011	3	6,43	7	1,57							17	7	10				
	11.04.2011	2,3	6,3	5	1,26							17	14	3				
	09.05.2011	1,7	6,27	4	0,91							11	9	2				
	04.07.2011	1,05	6,51		0,672							12	12	0				
	01.08.2011	1,15	6,66	8,1	0,876							12	10	2				
	05.09.2011	1,14	6,61	7,9	0,834							8	6	2				
	04.10.2011	1,41	6,53	8,7	1,05							16	12	4				
	08.11.2011	1,29	6,4	6,9	0,908							12	10	2				
	05.12.2011		6,07	7,3	1,23							14	10	4				
	Snitt	1,6	6,4	6,9	1,0							13,2	10,0	3,2				
	Min	1,1	6,1	4,0	0,7							8,0	6,0	0,0				
Maks	3,0	6,7	8,7	1,6							17,0	14,0	10,0					
Antall	8	9	8	9							9	9	9					

Vedlegg A1. Vossovassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

Stasjon	Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 µgN/l	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
Kvilekvål (5)	14.03.2011	2,8	6,47	7	1,53	0,45	1,71	0,58	1,2	3,2	330	8	7	1	2,2	63,76	0	430
	11.04.2011	2,4	6,33	5	1,32	0,37	1,51	0,44	1,2	2,8	250	13	11	2	2,5	51,42	0	360
	09.05.2011	1,8	6,28	4	0,94	0,27	1,19	0,24	0,78	1,7	160	11	8	3	1,8	51,39	0	220
	04.07.2011	0,94	6,51		0,617	0,15	0,68	0,22	0,73	0,92	79	10	8	2	0,91	31,54	3	145
	01.08.2011	1,17	6,79	8,4	0,74	0,18	0,7	0,26	0,8	0,8	80	11	9	2	1,3	43,89	3	220
	05.09.2011	1,16	6,7	7,7	0,841	0,17	0,71	0,27	0,87	0,78	77	7	0	2	1,1	48,12	3	210
	04.10.2011	1,2	6,56	7,8	0,908	0,2	0,71	0,29	0,9	0,88	115	14	9	5	1,5	48,28	4	235
	08.11.2011	1,4	6,54		1,07	0,23	0,85	0,32	0,94	1,27	145	11	10	1	1,6	51,72	7	245
	05.12.2011		6,07	0,7	1,04	0,3	0,95	0,33	1,06	1,67	185	10	8	2	1,2		4	290
	Snitt	1,6	6,5	5,8	1,0	0,3	1,0	0,3	0,9	1,6	157,9	10,6	7,8	2,2	1,6	48,8	2,7	261,7
	Min	0,9	6,1	0,7	0,6	0,2	0,7	0,2	0,7	0,8	77,0	7,0	0,0	1,0	0,9	31,5	0,0	145,0
	Maks	2,8	6,8	8,4	1,5	0,5	1,7	0,6	1,2	3,2	330,0	14,0	11,0	5,0	2,5	63,8	7,0	430,0
Antall	8	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	
Teigdals- elva (6)	14.03.2011	3,4	6,43	7	1,97							7	5	2				
	11.04.2011	2,8	6,19	3	1,37							18	13	5				
	09.05.2011	1,3	6,16	3	0,53							12	9	3				
	04.07.2011	1,16	6,58		0,809							10	8	2				
	01.08.2011	1,89	6,79	10,5	1,39							10	0	5				
	05.09.2011	1,35	6,6	8,4	0,987							24	19	5				
	04.10.2011	1,67	6,36	6	0,924							20	18	2				
	08.11.2011	1,79	6,33	8,2	1,28							15	11	4				
	05.12.2011		6,02	8,2	1,89							16	8	8				
	Snitt	1,9	6,4	6,8	1,2							14,7	10,1	4,0				
	Min	1,2	6,0	3,0	0,5							7,0	0,0	2,0				
	Maks	3,4	6,8	10,5	2,0							24,0	19,0	8,0				
Antall	8	9	8	9							9	9	9					

Vedlegg A1. Vossovassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

Stasjon	Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 µgN/l	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
Bolstad- elva (9)	14.03.2011	1,7	6,3	4	0,78	0,27	1,04	0,32	0,8	1,9	160	6	5	1	1,4	32,87	10	250
	21.03.2011	2,1	6,27		0,81													
	28.03.2011	2,3	6,33		1,19													
	05.04.2011	2,2	6,2		1,13													
	11.04.2011	2,3	6,28	4	1,16	0,35	1,56	0,39	1,2	3	220	16	13	3	2,4	39,18	0	280
	18.04.2011	2,3	6,36	3	1,19							12	11	1				
	26.04.2011	2,1	6,3	2	1,18							12	10	2				
	02.05.2011	2,1	6,27	4	1,05							13	10	3				
	09.05.2011	1,9	6,22	4	1,06	0,3	1,3	0,26	0,86	2	160	11	8	3	1,8	55,02	0	250
	18.05.2011	1,7	6,27	4	0,86							12	7	5				
	23.05.2011	1,6	6,22		0,81													
	30.05.2011	0,78	6,29	3	0,85							14	12	2				
	27.06.2011	1,14	6,42		0,626													
	04.07.2011	0,94	6,5		0,574	0,15	0,7	0,21	0,74	0,96	76	11	8	3	0,94	28,88	2	131
	11.07.2011	0,91	6,49		0,614													
	25.07.2011	0,94	6,56		0,619													
	01.08.2011	0,97	6,55	6,7	0,63	0,16	0,68	0,22	0,77	0,81	70	10	7	3	0,98	35,93	3	143
	08.08.2011	1,05	6,64		0,736													
	22.08.2011	1,05	6,53		0,739													
	05.09.2011	1,11	6,63	7,1	0,773	0,16	0,76	0,24	0,87	0,86	77	7	0	2	1	43,06	2	185
	19.09.2011	1,14	6,61		0,822													
	04.10.2011	1,24	6,56	7	0,824	0,2	0,83	0,29	0,91	1,17	105	18	14	4	1,6	41,64	4	215
	17.10.2011	1,32	6,47		0,913													
	01.11.2011	1,36	6,47		0,951													
	08.11.2011	1,28	6,54		0,917	0,22	0,81	0,27	0,93	1,24	130	12	10	2	1,2	42,37	3	200
	15.11.2011	1,3	6,45		0,958													
	28.11.2011	1,46	6,38		0,996													
	05.12.2011		6,2	6,3	0,885	0,27	1		0,99	1,81	150	10	8	2	1,1		4	250
12.12.2011	1,54	6,25		0,991														
Snitt	1,5	6,4	4,6	0,9	0,2	1,0	0,3	0,9	1,5	127,6	11,7	8,8	2,6	1,4	39,9	3,1	211,6	
Min	0,8	6,2	2,0	0,6	0,2	0,7	0,2	0,7	0,8	70,0	6,0	0,0	1,0	0,9	28,9	0,0	131,0	
Maks	2,3	6,6	7,1	1,2	0,4	1,6	0,4	1,2	3,0	220,0	18,0	14,0	5,0	2,4	55,0	10,0	280,0	
Antall	28	29	12	29	9	9	8	9	9	9	14	14	14	9	8	9	9	

2Í Eksingedalsvassdraget

Koordinator og ansvarlig overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen.

2Í.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Eksingedalsvassdraget drenerer store fjellområder i kommunene Vaksdal, Voss og Modalen og har sitt utspring i Skjerjevatn, Askjelldalsvatn og Grøndalsvatn øverst i Eksingedalen

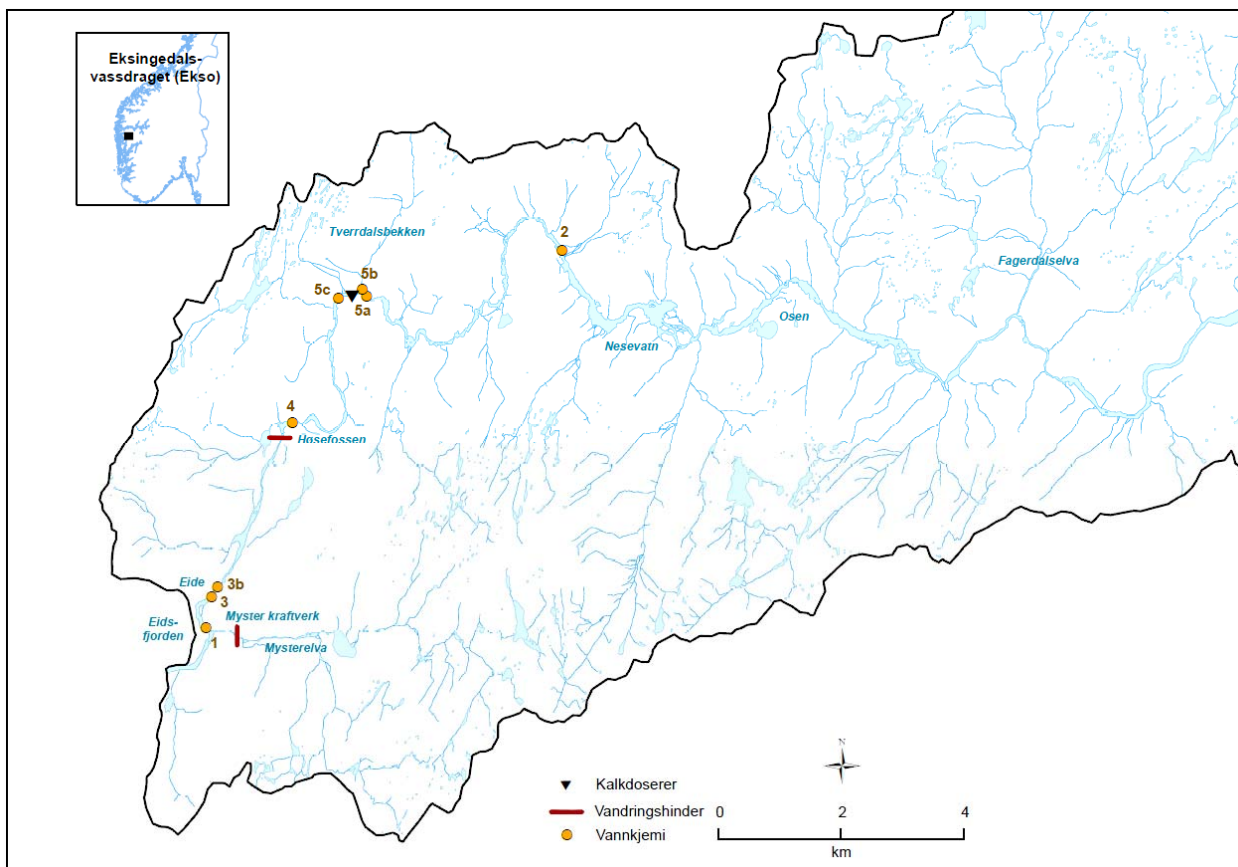
Vassdraget ble regulert til vannkraftformål av BKK fra begynnelsen av 1970 årene med utbygging av Skjerjevatn, Askjelldalsvatn og Grøndalsvatn øverst i vassdraget. Vannet fra de tre magasinene blir overført til Evanger kraftverk i tunnel. Det blir således bare tilført vann fra disse magasinene til Ekso ved overløp. Nedre del av Eksingedalsvassdraget ble tilleggsregulert på slutten av 1980 tallet ved oppdemming av Nesevatnet. Det foreligger minstevannføringsreglement for vassdraget nedstrøms Nesevatnet. 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 eggutlegging oppstrøms anadrom strekning.

Fakta om Eksingedalsvassdraget	
Vassdragsnummer	063.Z
Fylke, kommune	Hordaland, Vaksdal og Voss
Nedbørfeltareal	410 km ² (før 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 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 forsuringfølsomme vannorganismer
Vannkvalitetsmål	Lakseførende strekning: pH 6,4 i perioden 15/2-15/6, pH 6,2 ellers i året
Kalkingsstrategi	En doserer i restfeltet nedstrøms Nesevatn. Dosering startet for fullt 15. april 1997

Mengdene med kalk tilført vassdraget har variert mellom 239 og 1020 tonn i perioden 2001 til 2011. Kalktilførselen i 2011 er den største som er registrert (**tabell 1**).

Tabell 4. Kalkforbruk i tonn i Eksingedalsvassdraget i årene 2001-2011. Fram til juli 2004 ble det brukt NK3-kalk, deretter VK3-kalk. For 2004 er det anslått halvparten av hver kalktype ved omregningen.

År	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Doserer	239	410	559	656	516	590	792	662	633	533	1020



Figur 11. Eksingedalsvassdraget med kalkdoserere og vandringshinder for laks. Stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Kartet er utarbeidet av Linn Eilertsen.

Månedlige nedbørmengder for 2011 er hentet fra meteorologisk stasjon ved Eksingedal, samlet nedbørmengde i 2011 var 3374 mm, som er 37 % mer enn normalen for perioden 1961 – 1990. Januar og august hadde nedbør under normalen, mens de andre månedene hadde mer nedbør enn normalt. Størst avvik var det i mai som hadde 272 % av normalen.

2.2 Vannkjemi

Forfattere: Bjart Are Hellen og Geir Helge Johnsen (Rådgivende Biologer AS)

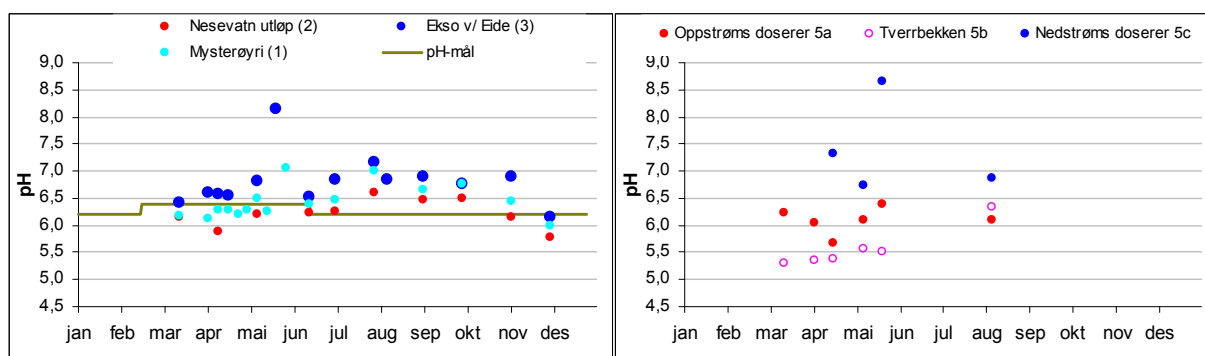
Vannkvaliteten i utløpet av Ekso før og etter kalking er godt dokumentert ved SFTs overvåkings-stasjon ved Mysterøyri, ved utløpet til Eidsfjorden (**figur 1**), hvor det er blitt tatt månedlige prøver siden 1980. Foruten SFT-stasjonen ved Mysterøyri har analyseserien i

2011 fortsatt med sju prøvestasjoner hvor det er tatt flaskeprøver (**vedlegg 1, figur 1**). Ved Eide oppstrøms avløpet fra Myster kraftverk (lok 3 - målområde, lakseførende strekning) og ved avløp fra Myster kraftstasjon er det også kontinuerlig måling av pH, loggerne fungerte dårlig i 2011 og resultatene er ikke tatt med her. Prøvefrekvensen i 2011, har vært relativt lav, og målte parametre har variert fra stasjon til stasjon og gjennom året (**Vedlegg A**)

2) .2.1 Vannkvaliteten i 2011

I utløpet av Nesevatnet øverst i vassdraget, som er ukalket referanse, var gjennomsnittlig pH på 6,2 i 2011 (**figur 2, vedlegg A**). Høyeste målte konsentrasjon av giftig aluminium var 9 µg/l, med et årsgjennomsnitt på 5 µg/l. Gjennomsnittlig ANC var 22 µekv/l, som er noe lavere enn det som har vært registrert de siste årene. Den laveste registrerte ANC verdien faller sammen med en sjøsaltepisode. Det ble registrert sjøsaltepisoder ved Nesevatnet og ved Myster i begynnelsen av mars, april og desember.

Ekso ved Eide og Mysterøyri, som ligger hhv. oppstrøms og nedstrøms avløpet fra Myster kraftverk, begge ned i vassdraget, hadde gjennomsnittlig pH på hhv. 6,8 og 6,4 (**figur 2, vedlegg A**). Laveste målte pH var 6,2 ved Eide og 6,0 ved Mysterøyri. Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium på disse to stasjonene i 2011 var 14 µg/l. Gjennomsnittlig ANC var 50 ved Mysterøyri, og aldri lavere enn 30 µekv/l. Surhet går noe under pH-målet ved Mysterøyri perioden mars- mai, og en gang i desember. Ved Eide er den alltid over målet. Det er svært liten samsvar mellom flaskemålingene og de kontinuerlige logger målingene, spesielt for Eide er forskjellene svært store.



Figur 12. Venstre: pH målt ved Nesevatnet (2), Ekso v Eide (3) og ved Mysterøyri (4). Høyre: vannkjemiske målinger oppstrøms og nedstrøms dosererer. Rød og lilla er upåvirket av kalks, mens blå og lyseblå er kalkpåvirket.

2) .2.2 Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

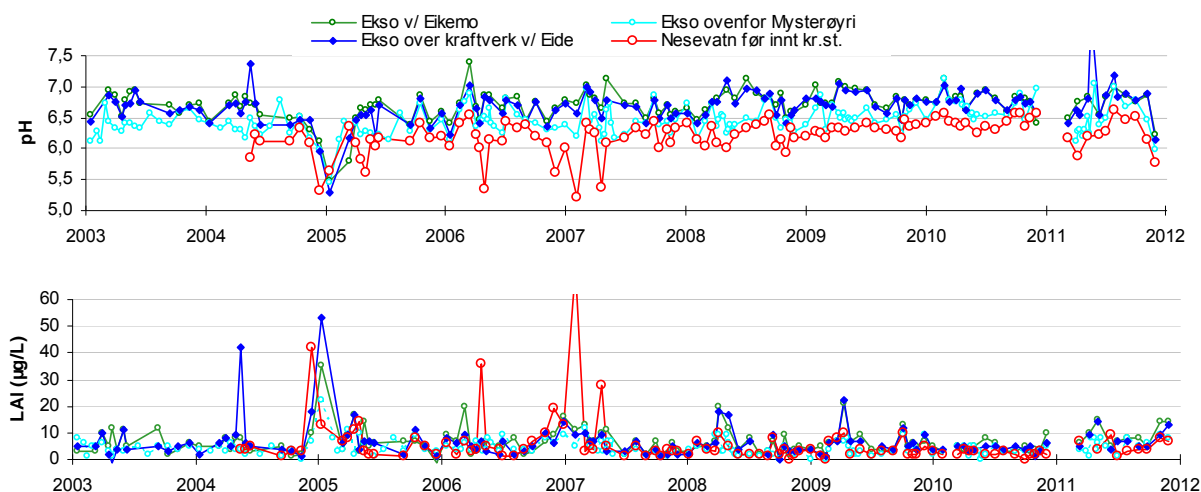
Fire målinger fra nedstrøms doserereren viste relativt stor variasjon med pH fra 6,7 til 8,7. Høy pH den 23. mai ble også registrert ved Eide i målområdet, der pH denne dagen var 8,15. I Tverrbekken som kommer inn mellom doserereren og stasjonen nedstrøms doserereren varierte pH mellom 5,3 og 6,3, mens kalsiumkonsentrasjonen var fra 0-0,4 mg/l. Oppstrøms doserereren i hovedelven var pH mellom 5,7 og 6,4 (**figur 2**). Dosereren hadde en betydelig avsyrende effekt, men det ble i en av fire målinger registrert svært høye pH verdier nedover i hele vassdraget.

2) .2.3 Langtidstrender

Figur 3 viser utviklingen i pH og labilt aluminium ved Nesevatn og i kalket del av vassdraget for de siste 9 år (2003-2011). Fra 2008 til 2011 har pH-variasjonene vært mindre enn

tidligere, og pH synes å ha ligget over 6,4 i Ekso både ved Eikemo og ved Eide gjennom hele året, i 2011 var det igjen betydelig større variasjon enn de foregående årene og det ble målt pH under 5,5 ved Nesevatnet og ned mot 6,0 ved Mysterøyri. Konsentrasjonen av giftig aluminium lå også noe høyere 2011 enn de foregående årene, både ovenfor kalkdosereren og i målområdet. Lavere pH og høyere konsentrasjon av giftig aluminium i 2011 henger sammen med flere sjøsaltepisoder i vassdraget.

Selv om pH er noe lavere i 2011, enn de tre foregående årene, er den likevel ingen like markerte forurensningsepisoder slik det ble registrert i periode 2004 til 2007. Dette var også år med betydelig høyere konsentrasjoner av giftig aluminium.



Figur 13. Utvikling i pH og giftig aluminium (LAI) for perioden 2003-2011 ved Nesevatnet (ukalket), Eikemo (kalket), Eide (kalket) og Mysterøyri (kalket).

2.3 Samlet vurdering

2).3.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i den kalkete delen av Eksingedalsvassdraget i 2011 var stort sett tilfredsstillende. Unntaket var ved Mysterøyri i perioden fram til midten av mai, da pH lå fra 0,1 til 0,3 enheter under pH målet på 6,4. Giftig aluminium var stort sett lavt, men ved Eide var to målinger over 10 µg/l. Den automatiske loggeserien registrerte imidlertid stort sett pH-verdier under målsetting ved Eide, de fleste av målingene avviker svært mye fra flaskemålingene, og mange av målingene virker også lite sannsynlige. Loggeren ved avløpet fra kraftstasjonen, er forventet å være på nivå med målingene i Nesevatnet, parallele prøver viser at det ofte ikke er samsvar mellom verdiene. Selv om vannkvaliteten i sidevassdraget Tverrdalsbekken fortsatt periodevis er sur synes kalkdosereren å avsyre i tilstrekkelig grad, til at forurensing ikke blir et problem i hovedelven.

2).3.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Eksingedalsvassdraget i 2011.

2) .3.3 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Eksingedalsvassdraget i 2011.

2) .3.4 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Kalkingsstrategien i Eksingedalsvassdraget fungerte nesten etter hensikten i 2011, men også en periode med lite avsyring. Det var episoder med overdosering, og "unødvendig" høye pH verdier i store deler av høsten. Den nåværende kalkingsstrategien anbefales opprettholdt, men pH målet kan reduseres ned mot 5,6 om høsten, og til 6,2 om våren.

2í .4 Vedlegg

2) .4.1 Vedlegg 1. Stasjonsoversikt

Vedlegg1. Undersøkte lokaliteter i Eksingedalsvassdraget med UTM referanser.

Stasjonsnavn	St. nr	Type	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Nesevatn utløp (2)	2	Vannkjemi	331596	6743691	Referanse
Oppstrøms doserer	5a	Vannkjemi	328393	6742957	Referanse
Tverrbekken	5b	Vannkjemi	328347	6743049	Referanse
Nedstrøms doserer	5c	Vannkjemi	327952	6742923	Kalket
Ekso v/Eikemo (4)	4	Vannkjemi	327203	6740894	Kalket
Ekso v/Eide (3)	3	Vannkjemi	325930	6738083	Kalket
Utløp kraftstasjon	3b	Vannkjemi	325929	6738115	Referanse
Mysterøyri (1)	1	Vannkjemi	325747	6737576	Kalket
1 - Larbakken	1	Fisk	325 744	6 737 638	
2 - Rundhølen	2	Fisk	325 860	6 737 360	
3 - Myster	3	Fisk	326 547	6 737 338	
4 - Eikefet nedre	4	Fisk	326 547	6 739 223	
5 - Eikefet Øvre	5	Fisk	326 560	6 739 356	
Oppstr. Fagerdalselva	1	Bunndyr	339 027	6 742 607	Referanse
Fagerdalselva	2	Bunndyr	339 016	6 742 640	Referanse
Osen	3	Bunndyr	335 115	6 743 073	Referanse
Pøylefossen	4	Bunndyr	328 929	6 742 535	Referanse
Oppstr doserer	5a	Bunndyr	328 342	6 743 007	Referanse
Langahølen	5b	Bunndyr	328 336	6 743 019	Referanse
Eikemo	6	Bunndyr	327 335	6 740 885	Kalket
Myster	7	Bunndyr	325 691	6 737 885	Kalket
Mysterelvi	8	Bunndyr	326 056	6 737 492	Kalket
Nedstr. Mysterelvi	9	Bunndyr	325 862	6 737 368	Kalket

2) .4.2 Vedlegg A. Primærdata for vannkjemi i Eksingedalsvassdraget 2011

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 A1. Eksingedalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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	
		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	
Nesevatnet utløp (2)	14.03.2011	2,5	6,16	0,04	1,22	0,41	1,73	0,47	1	4,6	250	16	9	7	1,1	13,5	10	330	
	11.04.2011	2,4	5,89	0	0,58	0,35	2,17	0,28	0,9	4,8	110	20	27		1,5	-2,7	0	150	
	09.05.2011	1,3	6,2	0,02	0,45	0,19	1,18	0,18	0,63	1,7	50	17	13	4	1,7	29,4	10	90	
	15.06.2011	0,71	6,23	0,05	0,326	0,1	0,67	0,12	0,57	0,84	25	24	15	9	1,1	19,4	3	94	
	04.07.2011	0,7	6,27	0,052	0,366	0,1	0,6	0,13	0,57	0,63	30	16	15	1	1,3	24,1	3	112	
	01.08.2011	0,96	6,61	0,07	0,587	0,15	0,76	0,23	0,73	0,76	28	13	10	3	1,4	41,9	5	185	
	05.09.2011	0,92	6,46	0,067	0,613	0,14	0,74	0,19	0,8	0,61	39	27	23	4	2,2	42,5	5	175	
	03.10.2011	1,15	6,51	0,06	0,643	0,17	0,78	0,27	0,81	1,13	55	24	20	4	1,8	34,2	3	170	
	07.11.2011	0,99	6,15	0,048	0,47	0,14	0,83	0,18	0,72	1,27	60	24	16	8	1,4	20,6	2	137	
	05.12.2011	1,95	5,77	0,04	0,659	0,31	1,76	0,25	0,87	4	87	24	17	7	0,77	4,2	2	155	
	Snitt		1,4	6,2	0,0	0,6	0,2	1,1	0,2	0,8	2,0	73,4	20,5	16,5	5,2	1,4	22,7	4,3	159,8
	Min		0,7	5,8	0,0	0,3	0,1	0,6	0,1	0,6	0,6	25,0	13,0	9,0	1,0	0,8	-2,7	0,0	90,0
	Maks		2,5	6,6	0,1	1,2	0,4	2,2	0,5	1,0	4,8	250,0	27,0	27,0	9,0	2,2	42,5	10,0	330,0
	Antall		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10
Oppstrøms	14.03.2011	2,6	6,24		1,16														

Vedlegg A1. Eksingedalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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	
		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	
doserer 5a	04.04.2011	2,5	6,04		1,02														
	18.04.2011	1,8	5,67		0,36														
	09.05.2011	1,3	6,11		0,28														
	23.05.2011	1,3	6,38		0,15														
	10.08.2011	0,89	6,11		0,577														
	Snitt	1,7	6,1		0,6														
	Min	0,9	5,7		0,2														
	Maks	2,6	6,4		1,2														
Antall	6	6		6															
Tverr- bekken 5b	14.03.2011	2,6	5,31		0,4														
	04.04.2011	2,1	5,36		0,39														
	18.04.2011	1,5	5,37		0,26														
	09.05.2011	0,94	5,57		0														
	23.05.2011	1,5	5,51		0														
	10.08.2011	0,93	6,33		0,18														
	Snitt	1,6	5,6		0,2														
	Min	0,9	5,3		0,0														
Maks	2,6	6,3		0,4															
Antall	6	6		6															
Nedstrøms doserer 5c	18.04.2011	3	7,33		2,95														
	09.05.2011	2,1	6,74		2,4														
	23.05.2011	3	8,66		3,48														
	10.08.2011	1,19	6,88		1,25														
	Snitt	2,3	7,4		2,5														
	Min	1,2	6,7		1,3														
	Maks	3,0	8,7		3,5														
Antall	4	4		4															
Ekso v/	14.03.2011	3,2	6,5	0,08	2,06							17	11	6					

Vedlegg A1. Eksingedalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
Eikemo (4)	11.04.2011	3,2	6,75	0,1	2,67							39	29	10				
	09.05.2011	2	6,83	0,09	2,21							26	11	15				
	15.06.2011	1,03	6,55	0,081	1,02							26	21	5				
	04.07.2011	1,3	6,83		1,393							30	23	7				
	01.08.2011	1,49	7	0,123	1,71							17	9	8				
	05.09.2011	1,59	6,87	0,13	2,14							62	54	8				
	03.10.2011	1,31	6,75	0,08	1,14							24	19	5				
	07.11.2011	1,97	6,86	0,133	2,29							50	36	14				
	05.12.2011	3,81	6,23	0,106	2,47							44	30	14				
	Snitt	2,1	6,7	0,1	1,9							33,5	24,3	9,2				
	Min	1,0	6,2	0,1	1,0							17,0	9,0	5,0				
	Maks	3,8	7,0	0,1	2,7							62,0	54,0	15,0				
	Antall	10	10	9	10							10	10	10				
Ekso v/ Eide (3)	14.03.2011	3,3	6,415	0,07	1,96							17	12	5				
	04.04.2011	2,3	6,61		0,77													
	11.04.2011	3	6,59	0,08	2,38							41	32	9				
	18.04.2011	2,4	6,55		1,7													
	09.05.2011	2,05	6,81	0,1	2,1							26	12	14				
	23.05.2011	3,1	8,15		3,69													
	15.06.2011	1	6,53	0,078	0,951							28	24	4				
	04.07.2011	1,32	6,85		1,449							32	25	7				
	01.08.2011	1,64	7,17	0,137	1,81							19	12	7				
	10.08.2011	1,38	6,83		1,54													
	05.09.2011	1,58	6,9	0,128	2,08							65	60	5				
	03.10.2011	1,31	6,77	0,08	1,14							24	19	5				
	Snitt	2,0	6,8	0,1	1,8							31,5	24,5	7,0				
	Min	1,0	6,4	0,1	0,8							17,0	12,0	4,0				
Maks	3,3	8,2	0,1	3,7							65,0	60,0	14,0					
Antall	12	12	7	12							8	8	8					
Mysterøyri	14.03.2011	2,6	6,19	0,04	1,3	0,41	1,88	0,43	1	4,4	230	15	11	4	1,1	30,0	10	300

Vedlegg A1. Eksingedalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

Stasjon	Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 µgN/l	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	
(1)	04.04.2011	2,6	6,12	0,03	1,24							24	21	3					
	11.04.2011	2,7	6,28	0,04	1,43	0,36	2,07	0,31	1,1	4,5	120	26	25	1	1,4	40,5	0	150	
	18.04.2011	2,2	6,29	0,03	0,89							24	16	8					
	26.04.2011	1,9	6,2	0,03	2,47							23	15	8					
	02.05.2011	1,8	6,29	0,04	0,9							20	16	4					
	09.05.2011	1,7	6,51	0,06	1,29	0,19	1,18	0,18	0,61	1,8	50	19	13	6	1,6	68,9	10	110	
	16.05.2011	1,4	6,26	0,03	0,65							19	11	8					
	30.05.2011	1,7	7,05	0,04	0,94							28	23	5					
	15.06.2011	0,87	6,38	0,064	0,657	0,11	0,7	0,13	0,55	0,88	27	23	19	4	1,3	37,4	5	112	
	04.07.2011	0,84	6,48	0,064	0,589	0,11	0,64	0,16	0,61	0,69	36	16	15	1	1,3	35,6	4	117	
	01.08.2011	1,59	6,99	0,126	1,73	0,16	0,86	0,23	0,8	0,88	41	19	11	8	1,4	98,4	2	140	
	05.09.2011	1,07	6,67	0,081	0,939	0,14	0,79	0,18	0,75	0,66	40	34	29	5	2,6	60,3	4	170	
	03.10.2011	1,36	6,77	0,083	1,1	0,17	0,86	0,29	0,86	1,26	75	26	20	6	1,7	54,9	4	190	
	07.11.2011	1,34	6,45	0,073	1	0,18	0,92	0,22	0,9	1,4	79	26	17	9	1,6	46,5	2	150	
	05.12.2011	2,56	5,98	0,066	1,3	0,39	2,06	0,37	1,19	4,64	115	25	17	8	0,85	32,2	1	230	
	Snitt		1,8	6,4	0,1	1,2	0,2	1,2	0,3	0,8	2,1	81,3	22,9	17,4	5,5	1,5	50,5	4,2	166,9
	Min		0,8	6,0	0,0	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,7	27,0	15,0	11,0	1,0	0,9	30,0	0,0	110,0
	Maks		2,7	7,1	0,1	2,5	0,4	2,1	0,4	1,2	4,6	230,0	34,0	29,0	9,0	2,6	98,4	10,0	300,0
Antall		16	16	16	16	10	10	10	10	10	10	16	16	16	10	10	10	10	

2Î Yndesdalsvassdraget

Koordinator og ansvarlig overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen.

2Î.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

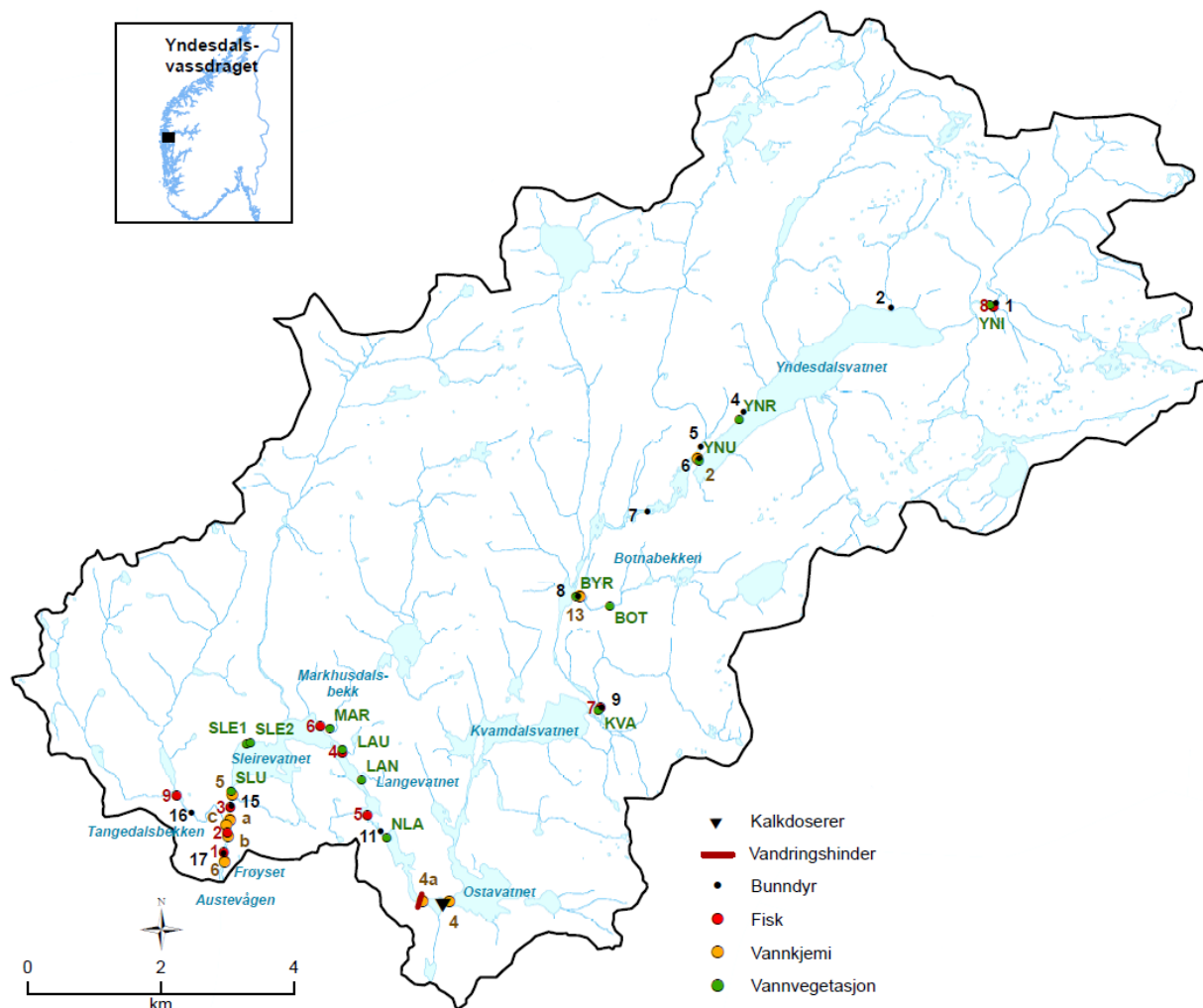
Yndesdalsvassdraget (**figur 1**) har sitt utspring i Gulen kommune i Sogn & Fjordane, og renner ut i Masfjorden kommune i Hordaland. Nedslagsfeltet består av et relativt homogent grunnfjellsmassiv med en svært oppbrutt topografi. Vassdraget har en rekke lavtliggende større bassenger i hoveddalføret. I denne delen av vassdraget er det flere gårdsbruk. Det har vært dokumentert forsurening i vassdraget siden midt på sytti-tallet.

Fakta om Flekke og Guddalsvassdraget	
Vassdragsnummer	067.6z
Fylke	Hordaland
Nedbørfeltareal	125 km ²
Vassdragsregulering	2 vann i ukalket del oppstrøms og nedstrøms Yndesdalsvatnet er overført til Kløvtveit Kraftverk, Austgulen. Resten av feltet er vernet i verneplan III
Spesifikk avrenning	117 l/s/km ²
Middelvannføring	14,7 m ³ /s
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 forsuringfølsomme organismer.
Vannkvalitetsmål	Lakseførende strekning; pH = 6,2 hele året
Kalkingsstrategi	1991-2003: Årlig fullkalking av Yndesdalsvatnet. Dosering av kalk ved Ostavatnet fra og med høsten 1994. Fra 2004 bare dosering ved Ostavatnet

Kalkforbruket de siste ni år er vist i tabell 1. I 2011 ble det levert 1325 tonn VK3 kalk til dosereren. Dette var på omtrent samme lave nivå som 2008, men betydelig høyere enn i 2009 og 2010.

Tabell 5. Kalkforbruk i tonn i Yndesdalsvassdraget i årene 2003-2011. Kalkforbruk 2003-2010 i tonn, uttrykt som 100% CaCO₃. Fram til juli 2004 er det benyttet NK3-kalk, og senere VK3-kalk.

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kalkforbruk doserer	690	679	1212	668	898	1396	792	657	1325
Kalkforbruk Yndesdalsvatn	400	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum kalkforbruk	1090	679	1212	668	898	1396	792	657	1325



Figur 14. Yndesdalsvassdraget med nedbørsfelt og stedsangivelse for kalkdoserere og vandringshinder for laksefisk, stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr, vannvegetasjon og fisk.

Nedbøren i nedre del av nedbørfeltet (Frøyset) var 2199 mm, i øvre del av nedbørfeltet (Brekke) kom det 4363 mm i 2011. For de to stedene var dette hhv. 143 % og 122 % av normalen. Juli og august hadde nedbør under normalen ved begge målepunktene, i januar var det også noe under normalnedbør ved Brekke. De andre månedene hadde mer nedbør enn normalt. Størst avvik var det i mai og juni, med ca 1,7 ganger mer nedbør enn normalt.

2.2 Vannkjemi

Forfattere: Bjart Are Hellen og Geir Helge Johnsen (RB)

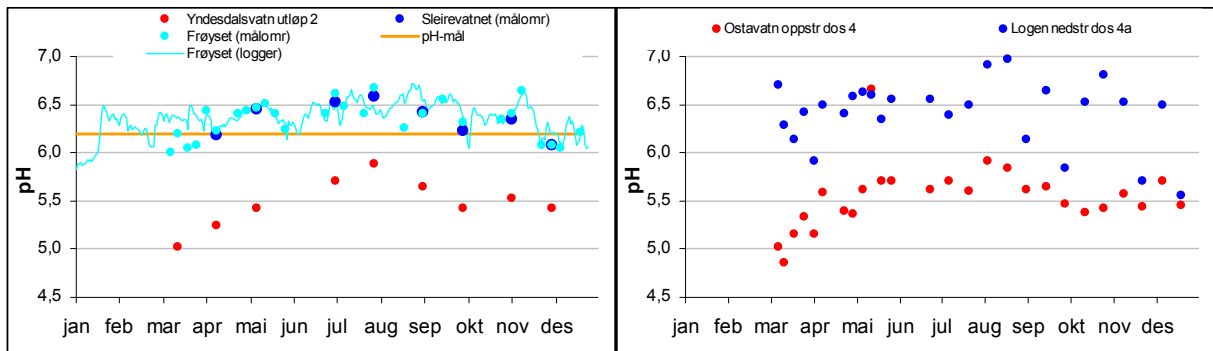
Stasjonsnettet i 2011 omfattet seks stasjoner, referanselokaliteten i Botnabekken (13) og i Kvamsdalsbekken ble ikke prøvetatt i 2011. I tillegg var det fire stasjoner med kontinuerlig måling av pH. Disse stasjonene i hovedelven var plassert ovenfor doserer (4), i målområdet ved Frøyset ovenfor samtløp med Tangedalselva (a), i målområdet nedenfor samtløpet (b), og nederst i Tangedalselva (c). Logger (a) og (b) har ikke fungert i 2011. De undersøkte stasjonene er de samme som tidligere (**figur 2, Vedlegg 1.**). Prøveintervallene og parametrene varierer noe mellom stasjonene (**Vedlegg A**). Overvåkingen i 2011 dokumenterer vannkvaliteten i vassdraget som helhet, og driften av kalkdosererne spesielt.

De vannkjemiske analysene i 2011 er utført av NIVA. I 2011 ble det ikke tatt vannprøver i januar og februar.

2* .2.1 Vannkvaliteten i 2011

I utløpet av Yndesdalsvatnet øverst i vassdraget, som er ukalket referanse siden 2005, var gjennomsnittlig pH på 5,48 i 2011 (**figur 2, vedlegg A**). Høyeste målte konsentrasjon av giftig aluminium var 21 µg/l, med et årsgjennomsnitt på 14 µg/l. Gjennomsnittlig ANC var 4 µekv/l, som er noe lavere enn det som har vært registrert de siste årene. De høyeste konsentrasjonen av giftig aluminium og lave pH verdier kom sammen med sjøsaltepisoder på våren, og til dels i november og desember.

Utløpet av Sleirevatnet (5) og Frøyset (6) begge nede i vassdraget hadde gjennomsnittlig pH på hhv. 6,4 og 6,3 i 2011 (**figur 2, vedlegg A**). Laveste målte pH var 6,1 i begge lokalitetene. Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium på disse to stasjonene i 2011 var 16 µg/l, som er litt lavere enn i 2010. Gjennomsnittlig ANC var hhv. 53 og 51, og aldri lavere enn 20 µekv/l. pH gikk noe under pH-målet i en kort periode i mars og i november/desember. Dette var perioder med mye nedør/avsmelting og høy vannføring og til dels sjøsaltpåvirkning også i målområdet.



Figur 15. Venstre: pH målt ved Yndesdalsvatnet (2), utløp Sleirevatnet (5) og ved Frøyset. Data fra Frøyset er presentert som resultater fra flaskemålinger (prikker) og logger (b) (linje). Høyre: vannkjemiske målinger oppstrøms og nedstrøms doserer. Rød er upåvirket av kalks, mens blå og lyseblå er kalkpåvirket.

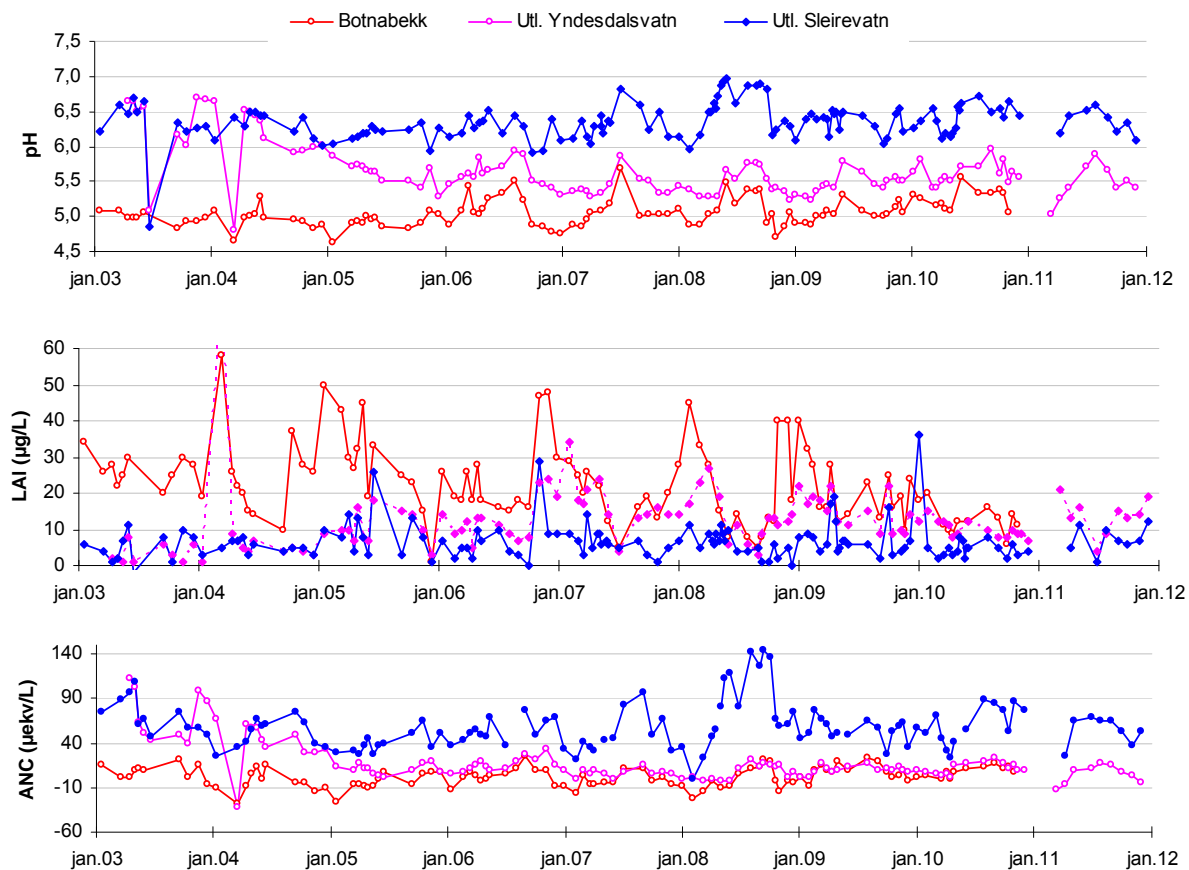
2* .2.2 Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

Målingene fra Logen (like nedenfor doseren) viste større variasjon enn prøvene fra Frøyset lengre nede. Om våren ble pH bare målt under 6 en gang, mens det var flere målinger mellom 5,5 og 6,0 fra september til desember. Det er ingen samsvar mellom flaskemålingene oppstrøms dosereren og de kontinuerlige pH målingen fra samme sted (**figur 2**).

2* .2.3 Langtidstrender

I utløpet av Yndesdalsvatnet øverst i vassdraget, som har vært ukalket referanse siden 2005, var gjennomsnittlig pH på 5,48 i 2011. Dette er litt lavere enn i 2010, men likevel på nivå med det som er målt i perioden siden 2005 (**figur 3, vedlegg A**). Gjennomsnittlig og høyeste målte verdi av giftig aluminium har sunket gradvis siden 2007 og fram til 2010. Enkelte sjøsaltepisoder i 2011 gjorde at verdiene igjen var litt høyere enn i 2010, men likevel lavere enn de fleste av de fem siste årene. Gjennomsnittlig ANC var 4 µekv/l, som er det laveste som er registrert siden 2003.

Utløpet av Sleirevatnet (5) nede i vassdraget hadde gjennomsnittlig pH på 6,4, som er på nivå med de siste tre årene (**figur 3, vedlegg A**). Høyeste registrerte konsentrasjon av giftig aluminium var 12 µg/l i 2011. Dette er blant de laveste maksverdiene av giftig aluminium som er målt for enkeltår. Gjennomsnittlig ANC var 53 dette er litt under gjennomsnittet for hele perioden som er på 58 µekv/l.



Figur 16. Utvikling i vannkjemi (pH, labilt aluminium og syrenøytraliserende kapasitet -ANC) for perioden 2003-2011 ved Botnanebekk (ukalket), utløpet av Yndesdalsvatnet (kalket til 2003) og utløpet av Sleirevatnet (kalket).

2.3 Fisk

Forfatter: Bjart Are Hellen (RB)

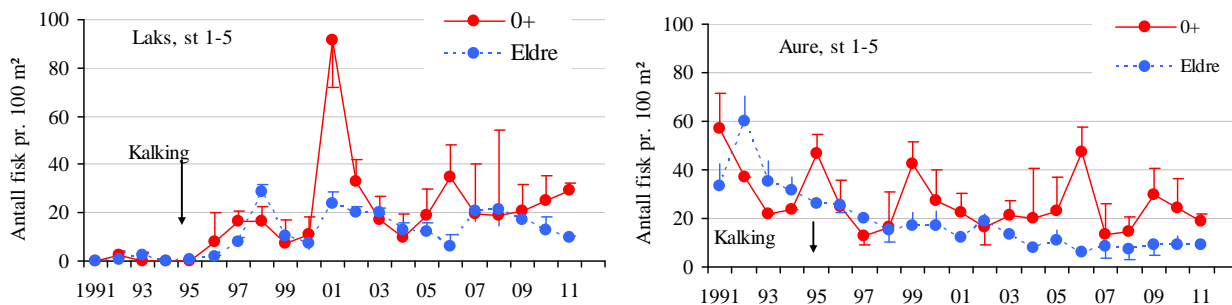
Medarbeidere: Geir Helge Johnsen og Kurt Urdal (RB)

Ungfiskbestandene i Yndesdalsvassdraget har vært undersøkt hver høst siden 1991. Undersøkelsene omfatter lakseførende og oppstrøms lakseførende strekninger. Ungfisktetthetene har vært undersøkt på sju faste stasjoner, med enkelte justeringer i perioden 1991-2011. Stasjon 1-5 er i hovedelven, stasjon 6 i anadrom sidebekk, mens stasjon 7-9 er ovenfor anadrom strekning (**figur 1, vedlegg 1**). Stasjon 8 og 9 kom til fra hhv. 1992 og 1994. I 2011 ble ungfiskundersøkelsen utført i oktober og november.

2* .3.1 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, siden har tettheten av årsyngel med noen få unntak lagt mellom 10 og 30 årsyngel per 100 m², tettheten av eldre lakseunger har stort sett lagt mellom 12 og 24 per 100 m², siden 1997. I 2011 var tettheten av ensomrig laks 29 individer pr. 100 m², mens tilsvarende for eldre laks var 10 individer pr. 100 m². 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 B**).

På den lakseførende strekningen har tettheten av ensomrig aure variert mellom år i hele perioden. Det har ikke vært noen markerte trender mot økt eller redusert tetthet. I 2011 ble det i gjennomsnitt fanget 19 ensomrig aure pr. 100 m², mens det ble fanget 9 eldre aure per 100 m² (**figur 4**). Det har det har vært en reduksjon i tetthetene av eldre aure i perioden 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 som forventet at tettheten av eldre aure har gått ned, når tettheten av eldre laks har økt.



Figur 17. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med 95 % konfidensintervall) for de 5 elektrofiskestasjonene i hovedløpet i Yndesdalsvassdraget 1991-2011.

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.

Tabell 6. Antall fisk av ulike arter fanget per stasjon og bestandstetthet (\pm 95 % konfidensintervall) av laks og aure på ulike stasjoner i Yndesdalsvassdraget høsten 2011.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk			Laks N/100 m ²		Aure N/100 m ²	
		Laks	Aure	Ål	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	42	34		31,7	12,0	23,2	13,0
2	100	23	19	?	10,0	13,1	11,4	10,0
3	100	72	32	?	66,0	13,1	32,7	2,2
4	100	31	15	1	27,6	6,0	9,1	11,3
5	100	11	26	1	5,2	6,0	13,0	14,5
Sum	500	179	126					
Tetthet 1					29,0 (3,2)	10,0 (0,1)	18,8 (2,9)	9,0 (0,6)
Tetthet 2					28,1 (21,0)	10,0 (3,3)	17,9 (8,7)	10,2 (4,2)
6	100	3	11		0	3	10,2	2,0
7	100	0	24		-	-	18,5	17,4
8	100	0	29		-	-	1,0	29,5
9	100	0	49		-	-	34,1	18,3

2* .3.2 Ungfisktettheter i anadrom sideelv

På stasjon 6 nederst i Markusdalselva er det tidligere bare fanget aure, i 2011 ble det for første gang fanget laks, tre eldre lakseunger. Fangsten av aureunger har normalt variert mye mellom år, i 2011 var tettheten av årsyngel og eldre aureunger hhv. 10,2 og 2,0 per 100 m². Både for årsyngel og eldre aure var dette blant de laveste tetthetene som er registrert.

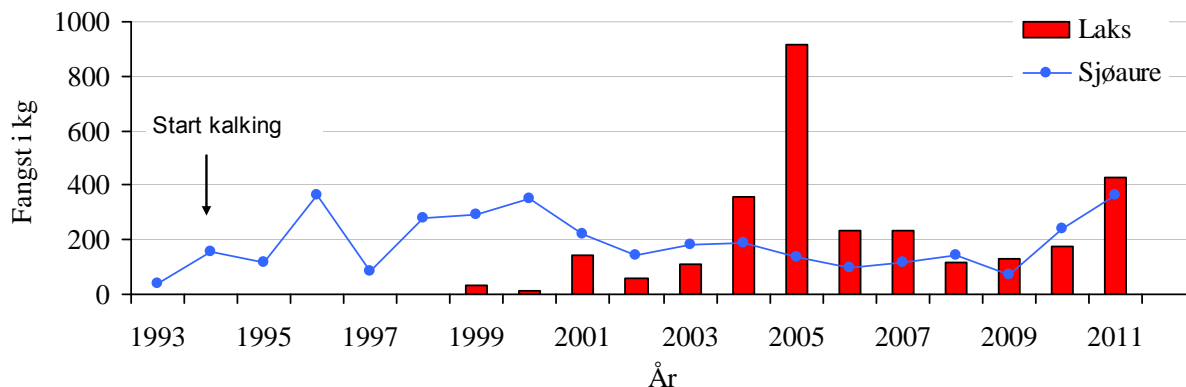
2* .3.3 Tettheter av aure oppstrøms lakseførende strekning (st 7-9)

Tetthetene av ungfisk på stasjonene 7 – 9 i perioden 1991 til 2011 har variert mye mellom år. I 2011 var tettheten av aureunger omtrent som gjennomsnittlig på stasjon 7 i innløp Kvamsdalsvatnet. I innløp Yndesdalsvatnet (st. 8) var tettheten av årsyngel svært lav, mens det av eldre aureunger var nær gjennomsnittlig tetthet (**tabell 2**). I Tangedalselva (st.9) ble det ikke fanget aure i 1991 – 1993, i 2011 var tettheten av årsyngel 34 per 100 m², som er blant det laveste som er registrert siden 1994. Tettheten av eldre aure var 18 per 100 m², som er gjennomsnittlig. Samlet viser resultatene at alle de undersøkte elvepartiene har livskraftige aurebestander (**tabell 2**).

2* .3.4 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 344 kilo i perioden 1993-2011. 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. Fangsten av laks og aure var på hhv. 427 og 365 kg i 2011, for begge artene er dette den nest høyeste fangsten som er registrert siden 1993.



Figur 18. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Yndesdalsvassdraget i perioden 1969-2011. (<http://www.laksereg.no/>).

Av totalt 427 laks undersøkt i perioden hvor det både har vært fiske etter oppdrettslaks og villaks (2003-2011), var 64 av laksene rømt oppdrettslaks, dvs. et innslag på ca. 16 % (Urdal 2011). Det laveste innslaget ble registrert i 2008 med 4 % oppdrettslaks. I 2009 var innslaget av oppdrettslaks 31 %, mens det var 7 % i 2010. For 2011 sesongen er andel oppdrettslaks er ca 9 % (Kurt Urdal pers. medd.).

2.4 Bunndyr

Forfatter: Bjart Are Hellen (RB)

Medarbeider: Steinar Kålås (RB)

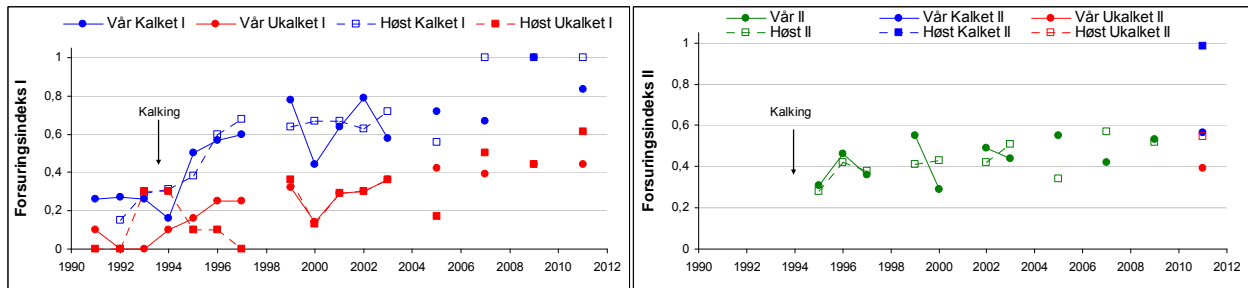
Yndesdalsvassdraget har vært overvåket med hensyn på bunndyr siden våren/sommeren 1991. Vassdraget ble undersøkt under SNSF-prosjektet i perioden 1975 - 1980 og senere i forbindelse med 10-års vernede vassdrag, 1000-sjøersundersøkelsene og tålegrenseprosjektet (Haaland og Raddum 1981, Henriksen mfl. 1989, Lien mfl. 1991). Stasjonsnettets 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.

2* .4.1 Resultater og diskusjon

Totalt ble det registrert 13 sensitive arter, en mer enn i 2009. Av de sensitive døgnfluene var *Baetis rhodani* den eneste arten som ble registrert. Denne arten ble funnet i relativt store mengder i innløpselven til Yndesdalsvatnet (st. 1), bekk ved Yndesdalen (st 2) i Yndesdalsvatet (4) og de tre kalkpåvirkede lokalitetene (st 11, 15 og 17) om høsten. Om våren ble *Baetis rhodani* bare påvist i små mengder på st. 1, 11 og 17. Om våren ble det funnet 17 individer av den moderat sensitive døgnfluen *Siphonurus* sp. i Yndesdalsvatnet (st. 4).

Med unntak av ovenfor nevnte st. 1 er bunndyrsamfunnet på alle de ukalkede elvestasjonene påvirket av sur nedbør. Indeks 1 har verdien 0 eller 0,5 på alle stasjonene om våren. Den

ene lokaliteten i littoralsonen i det tidligere kalkede Yndesdalsvatnet (St. 4) har i tillegg til *Baetis rhodani* om høsten også moderat sensitive arter tilstede både vår og høst.



Figur 19. 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 II (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 2011 den 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 til stede på to av lokalitetene, mens Yndesdalsvatnet ble kalket. Den gjennomsnittlige verdien av Indeks 1 fra høstprøvene på de tre lokalitetene i Yndesdalselva som ble påvirket av kalkingen falt markert fra 2003 til 2005, økte til 2007, men ble noe redusert til 2009 og holdt nivået i 2011

2.5 Vannvegetasjon

Forfatter: Torbjørg Bjelland, Geir Helge Johnsen 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 stasjonsnett ble etablert. Deretter ble begroingsalger undersøkt i 2006, 2008 og 2010, og også i 2011. Totalt 8 elvelokaliteter er undersøkt for begroingsalger og 5 innsjølokaliteter er undersøkt for makrovegetasjon (figur 1).

2* .5.1 Begroingsalger

Undersøkelsen av begroingsalger i 2011 er foretatt etter litt andre retningslinjer enn tidligere, og det er fokusert på økologisk status og inkludert virkning av forhold som eutrofiering på sammensetning av begroingsalgene. Både blågrønnbakterier, kiselalger og også grønnalger inngår i materialet for 2011.

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, men det er generelt liten sammenheng mellom forekomstene i 2011. 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 (**vedlegg D1**).

I innløp til Yndesdalsvatnet (YNI) ble trådformede blågrønnbakterier og eutrofitolerante kiselalger observert, dette var svært forskjellig fra 2010. Resultatene indikerer noe bedre pH og høyere total fosfor. I utløpet av Yndesdalsvatnet (YNU) dominerte blågrønnbakterien *Stigonema mamillosum* og trådformige blågrønnbakterier i 2011 (ikke i 2010). Kun forsuringstolerante arter ble påvist. Indeksene antyder eutrofiering både på inn- og utløp, men fremdeles innenfor tilstandsklasse II=god.

I Botnabekken (BOT) var også *Stigonema mamillosum* dominant i 2011, mens den ikke ble funnet i 2010. Noe forsuringstolerante arter ble funnet, men sammensetningen indikerer økende pH verdier. Utløp Kvamsdalsvatnet (KVA) hadde mye tilsvarende forekomster, med *Stigonema mamillosum* som dominant både i 2010 og i 2011, og med enkelte forsuringstolerante arter. Begge steder har begroingsalger typiske for næringsfattige forhold, og har tilstandsklasse I=meget god.

Nedstrøms Laueidvatnet (NLA) ble det i 2011 funnet mange forskjellige blågrønnbakterier, og *Stigonema mamillosum* var dominant. Det forekom enkelte forsuringstolerante arter, og få indikatorer på næringsrike forhold. Utløp Langavatnet (LAU) hadde best indeks av samtlige med hensyn på eutrofi, og *Stigonema mamillosum* var dominant som i 2010. På denne stasjonen var det mange forskjellige forsuringstolerante arter.

Både i Markhusdalsbekken (MAR) og i utløp Sleirsvatnet (SLU) ble det i 2011 funnet en rekke ulike blågrønnbakterier i 2011, men med svært forskjellig sammensetning sammenliknet med i 2010. Begge steder hadde også forsuringstolerante arter.

2* .5.2 Makrovegetasjon

Makrovegetasjonssammfunnet var i 2011 i grove trekk svært likt det fra 2010. I Botnabekken (BOT), Markusdalsbekken (MAR) og i innløpet til Kvamdalsvatnet (KVA) dominerte elvetrappemose *Nardia compressa*, en art som trives i surt vann. Også i utløpet av Yndesdalsvatnet (YNU) utgjorde den en betydelig del av mosesamfunnet (vedlegg D1). På den øverste stasjonen (YNI) fantes et mer variert mosesamfunn med innslag av noen forsuringfølsomme arter, noe som tyder på at denne stasjonen er mindre sur. Her var bjørnemose kommet inn som ny art siden 2010, og kjølelmose hadde fått økt tetthet. Alle de andre stasjonene viste et mer variert mosesamfunn med flere arter. Ved utløpet av Yndesdalsvatn (YNU) var *Fontinalis antipyretica* gått litt tilbake sammenliknet med tidligere år.

I Yndesdalsvatn (YNR) hadde *Fontinalis antipyretica* holdt seg på samme nivå som i 2008 og 2010, 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 *Isoetes lacustris*, *Lobelia dortmanna* og *Sparganium angustifolium* var stabil i forhold til i 2010.

Sammenliknet med i 2010 hadde bjørnemose dukket opp i utløpet av Yndesdalsvatnet (YNU) og i Birklandsvatnet (BYR) i 2011. Mattehutre hadde kommet til siden 2010 i Markusdalsbekken (MAR) og Birklandsvatnet (BYR). I Markusdalsbekken hadde også Rødmesigmose dukket opp siden 2010. Alle lokalitetene der det hadde dukket opp nye arter var ukalket. I utløpet av Sleirevatnet (SLU) hadde Rødmesigmose gått ut siden 2010, det samme har skjedd med gul nøkkerose i Sleirevatnet (SLE 2), men arten forekommer fortsatt i høy tetthet på den andre stasjonen i Sleirevatet (SLE1).

2.6 Samlet vurdering

2*.6.1 Vannkjemi

Tidligere kalking av Yndesdalsvatnet fram til 2004 har ikke lenger noen merkbar effekt på vannkvalitet i vassdraget nedenfor. I mars og april og ved en episode i desember forekom perioder med pH under målsettingen om pH 6,2 nederst i målområdet. Lavest pH (rundt 6,1) ble målt i mars og desember ved Frøyset. I utløp Sleirevatnet var det en måling under pH-målet i desember. Labilt aluminium ble målt over 10 µg/l ved tre av åtte målinger i utløpet av Sleirevatnet (5), og ved fire av 13 målinger ved Frøyset. Største målte verdi var 16 µg/l. Det var ingen perioder med spesielt lav kalsiumkonsentrasjon, og ingen perioder med spesielt lav dosering. Periodene med lav pH falt sammen med perioder med mye nedbør og høy vannføring, det ble også registrert sjøsaltepisoder i vassdraget om våren og i desember.

I de ukalkete delene av vassdraget som ble undersøkt i 2011, Yndesdalsvatnet, synes vannkvaliteten å ha litt lavere pH i 2011 enn i 2010, men på nivå med årene før 2010. Det var noen sjøsaltepisoder i vassdraget i 2011 og konsentrasjonene av giftig aluminium var litt høyere enn i 2010, men likevel lavere enn de fleste av de fem siste årene. Gjennomsnittlig ANC var 4 µekv/l, som er det laveste som er registrert siden 2003.

2*.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. 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. De to siste årene har fangstene økt. Det har vært tillatt med fiske etter oppdrettslaks fra 1999, og fiske etter villaks fra og med høsten 2003. Fangstene av laks har i denne perioden vært lave, og har variert fra 16 til 916 kg pr. år. Fangsten inkluderer også oppdrettslaks, og innslaget i perioden 2003-2009 har vært på ca. 16 %. Andelen har vært avtagende de to siste årene.

Tidligere undersøkelser har vist at laksen bruker alle de tre innsjøene på lakseførende strekning (Sleirevatnet, Langavatnet og Lauveidvatnet) som oppvekstområder. Innsjøene utgjør et relativt stort areal 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 registrert lakseunger nederst i Markusdalselva i 2011. 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 pr. i dag har livskraftige aurebestander.

2* .6.3 Bunndyr

Utviklingen i bunndyrsamfunnet har vært positiv på de kalkede lokalitetene fram til 2009. Gjennomsnittet av Indeks 1 fra vårprøvene i 2011 falt imidlertid noe på disse lokalitetene, men var likevel den nest høyeste som er registrert. Gjennomsnittsverdien av indeksen fra høstprøvene viste ingen forsuringsskade og lå på 1,0, det samme nivået som i 2007 og 2008 for de kalkete lokalitetene.

For de ukalkede lokalitetene var både indeks 1 og 2 den høyeste som er registrert, men indeksen er som vanlig noe lavere om våren enn om høsten. Indeks 2 var den høyeste som er registrert om høsten for alle lokalitetene, men var den fjerde høyeste om våren, 0,03 enheter under den høyeste registreringen. Indeks 2 var lavere for de ukalkete lokalitetene, sammenlignet med de kalkete lokalitetene. Bunndyrene indikerer fortsatt forsuringsskade på disse lokalitetene.

Gjenforsuringen etter at kalkingen av Yndesdalsvatnet ble stoppet, ser ut til å ha stoppet opp.

2* .6.4 Vannvegetasjon

Undersøkelsen av begroingsalger i 2011 er foretatt etter litt andre retningslinjer enn tidligere, 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 2011.

Typisk for alle stedene var at det ble funnet alger som kjennetegner lett sure lokaliteter, mens den mest vanlige forekommende arten var blågrønnbakterien *Stigonema mamillosum*. Det er generelt liten sammenheng mellom forekomstene i 2010 og 2011. I 2010 var den bare vanlig i innløpet til Kvanndalsvatnet, samt at den ble observert i utløpet av Langavatnet. I 2011 var denne arten vanlig på fire av stasjonene, og observert på ytterligere to stasjoner.

2* .6.5 Vurdering av kalkingen og anbefalinger om tiltak

Vannkjemidata, bunndyrindekser og ungfisktetthet av laks, indikerer at forsuring fortsatt er et relativt stort problem i vassdraget. Vannkvaliteten har blitt litt bedre de siste 10 årene, noe som også har slått positivt ut på bunndyrindeksen, som er stigende i referanselokalitetene. Flere sjøsaltepisoder i 2011 gav perioder med lavere pH og forhøyet konsentrasjon av giftig aluminium. Surheten ble målt litt under pH-målet nederst i vassdraget i mars og april. Effekten av dette kunne spores i bunndyrprøvene om våren, men så ikke ut til å gi utslag på rekrutteringen av laks. Kalkingen så ut til å ha fungert stort sett godt i 2011, og det var ingen registrerte episoder med overdosering, men pH ligger relativt høyt utover høsten. Fortsatt kalking er nødvendig for å sikre god vannkvalitet for laks i vassdraget.

2.7 Vedlegg.

2* .7.1 Vedlegg 1. Stasjonsoversikt

Undersøkte lokaliteter i Yndesdalsvassdraget med UTM referanser.

Stasjonsnavn	St. nr	Type	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Utløp Sleirvatnet	5	Vannkjemi	294 304	6 754 751	
Frøyset (målomr)	6	Vannkjemi	294 186	6 753 746	
Logen nedstr dos	4a	Vannkjemi	297 131	6 753 148	
Ostavatn oppstr dos	4	Vannkjemi	297 539	6 753 150	
Yndesdalsvatn utløp	2	Vannkjemi	301 313	6 759 788	
Botnabekken	13	Vannkjemi	299 512	6 757 722	
Oppom doserer	4	Vannkjemi	297 539	6 753 150	
Målområde, over Tangedal	a	Vannkjemi	294 271	6 754 374	
Målområde, ned Tangedal	b	Vannkjemi	294 242	6 754 173	
Tangedalsbekken	c	Vannkjemi	294 194	6 754 333	
Utløp Sleirvatnet	5	Vannkjemi	294 304	6 754 751	
Ved utløp til sjø	1	Fisk	294 180	6 753 892	
Nedstrøms fisketrapp	2	Fisk	294 232	6 754 188	
Utløp Sleirvatnet	3	Fisk	294 289	6 754 576	
Utløp Langevatnet	4	Fisk	295 962	6 755 390	
Innløp Langevatnet	5	Fisk	296 338	6 754 450	
Marhusdalsbekken	6	Fisk	295 630	6 755 784	
Kvamsdalsbekken	7	Fisk	299 842	6 756 052	
Yndesdalsbekken	8	Fisk	305 753	6 762 114	
Tangedalsbekken	9	Fisk	293 470	6 754 736	
Øyrelva	1	Bunndyr	305 764	6 762 127	
Kvernhuselva	2	Bunndyr	304 201	6 762 066	
Yndesdalsvatn	4	Bunndyr	301 983	6 760 492	
Bekk fra Steinsdalen	5	Bunndyr	301 339	6 759 973	
Utløp Yndesdalsvatn	6	Bunndyr	301 320	6 759 798	
Yndesdalselva v. fiskebu	7	Bunndyr	300 544	6 759 010	
Bekk fra Botnatjønn	8	Bunndyr	299 500	6 757 737	
Yndesdalselva v. Kvamsdalen	9	Bunndyr	299 849	6 756 064	
Yndesdalselva v. Lauveid	11	Bunndyr	296 533	6 754 195	
Yndesdalselva v. utløp Sleirevatn	15	Bunndyr	294 294	6 754 584	
Tangedalselva	16	Bunndyr	293 693	6 754 477	
Yndesdalselva v. utløp	17	Bunndyr	294 166	6 753 866	
Botnabekken	BOT	Vannvegetasjon	299 974	6 757 590	
Byrkelandsvatn v innløp	BYR	Vannvegetasjon	299468	6757734	
Kvamdalsvatn, innløp	KVA	Vannvegetasjon	299801	6756022	
Langevatn	LAN	Vannvegetasjon	296246	6754979	
Utløp Lngavatnet	LAU	Vannvegetasjon	295971	6755438	
Markhusdalsbekke	MAR	Vannvegetasjon	295766	6755746	
Nedstrøms Lauveidvatnet	NLA	Vannvegetasjon	296623	6754107	
Sleirevatn 1	SLE1	Vannvegetasjon	294514	6755521	
Sleirevatn 2	SLE2	Vannvegetasjon	294577	6755532	

Utløp Sleirvatnet	SLU	Vannvegetasjon	294285	6754811	
Innløp Yndesdalsvatnet	YNI	Vannvegetasjon	305695	6762091	
Yndesdalsvatn v Rophaug	YNR	Vannvegetasjon	301911	6760388	
Yndesdalsvatn v Utløp Straume	YNU	Vannvegetasjon	301303	6759772	

2* .7.2 Vedlegg A. Vannkjemi Yndesdalsvassdraget 2011

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 A1. Yndesdalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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	
		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	
Yndesdals- vatnet utløp 2	14.03.11	3,1	5,02	0	0,32	0,44	3,02	0,31	0,9	6,3	110	43	22	21	1,8	-12,8	0	180	
	11.04.11	2,1	5,25	0	0,27	0,28	2,02	0,19	1	3,9	80	37	24	13	2,4	-7,3	0	150	
	09.05.11	1,9	5,42	0	0,15	0,27	1,99	0,18	0,78	3,2	70	32	16	16	2,4	9,4	10	150	
	04.07.11	1,4	5,71		0,226	0,19	1,64	0,15	0,88	2,47	49	45	41	4	2,9	10,6	8	180	
	01.08.11	1,32	5,88	4,5	0,216	0,19	1,52	0,17	0,84	2,09	43	51	42	9	3	17,4	8	245	
	05.09.11	1,29	5,65	4	0,226	0,17	1,43	0,14	0,83	1,95	46	59	44	15	3,9	15,5	5	290	
	03.10.11	1,55	5,42		0,252	0,23	1,68	0,16	0,87	2,8	49	53	40	13	2,7	8,1	6	210	
	07.11.11	1,85	5,52	3,2	0,307	0,26	1,93	0,25	0,92	3,59	57	39	25	14	2	2,6	3	205	
	05.12.11	2,01	5,42	2,9	0,306	0,3	2,08	0,2	0,99	4,06	67	39	20	19	1,5	-4,4	3	180	
	Snitt		1,8	5,5	2,1	0,3	0,3	1,9	0,2	0,9	3,4	63,4	44,2	30,4	13,8	2,5	4,3	4,8	198,9
	Min		1,3	5,0	0,0	0,2	0,2	1,4	0,1	0,8	2,0	43,0	32,0	16,0	4,0	1,5	-12,8	0,0	150,0
	Maks		3,1	5,9	4,5	0,3	0,4	3,0	0,3	1,0	6,3	110,0	59,0	44,0	21,0	3,9	17,4	10,0	290,0
	Antall		9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9	9

Vedlegg A1. Yndesdalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
Ostavatnet oppstr. dos 4	09.03.11	3,06	5,02		0,34													
	14.03.11	2,9	4,86		0,31													
	21.03.11	3	5,15		0,56													
	28.03.11	2,8	5,34		0,28													
	04.04.11	2,7	5,16		0,24													
	11.04.11	2,6	5,59		0,26													
	26.04.11	2,2	5,4		0,23													
	02.05.11	2,1	5,36		0,33													
	09.05.11	2,1	5,62		0,29													
	16.05.11	2,2	6,66		0,19													
	23.05.11	2	5,7		0,17													
	30.05.11	2,2	5,71		0,41													
	27.06.11	1,79	5,62		0,32													
	11.07.11	1,69	5,71		0,26													
	25.07.11	1,47	5,6		0,382													
	08.08.11	1,43	5,92		0,3													
	22.08.11	1,43	5,84		0,32													
	05.09.11	1,46	5,62		0,352													
	19.09.11	1,45	5,64		0,23													
	03.10.11	1,48	5,46		0,27													
	17.10.11	2	5,38		0,32													
	31.10.11	2,16	5,42		0,35													
	14.11.11	2,23	5,57		0,344													
	28.11.11	2,07	5,44		0,346													
	12.12.11	2,3	5,7		0,377													
	26.12.11	2,81	5,45		0,426													
	Snitt	2,1	5,5		0,3													
	Min	1,4	4,9		0,2													
	Maks	3,1	6,7		0,6													
	Antall	26	26		26													

Vedlegg A1. Yndesdalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
Logen nedstr dos 4a	09.03.11	3,72	6,7		2,31													
	14.03.11	3,2	6,29		1,5													
	21.03.11	3,1	6,13		1,21													
	28.03.11	3	6,42		1,53													
	04.04.11	2,7	5,92		0,76													
	11.04.11	2,8	6,49		1,73													
	26.04.11	2,4	6,4		1,04													
	02.05.11	2,7	6,58		1,82													
	09.05.11	2,6	6,63		1,58													
	16.05.11	2,4	6,6		1,34													
	23.05.11	2,2	6,34		0,91													
	30.05.11	2,6	6,55		1,45													
	27.06.11	2,04	6,55		1,1													
	11.07.11	1,79	6,39		1													
	25.07.11	1,77	6,5		1,25													
	08.08.11	2,04	6,91		1,84													
	22.08.11	2,06	6,97		1,97													
	05.09.11	1,52	6,14		0,719													
	19.09.11	1,73	6,64		1,33													
	03.10.11	1,46	5,84		0,537													
	17.10.11	2,16	6,52		1,18													
	31.10.11	2,62	6,8		1,91													
	14.11.11	2,35	6,53		1,36													
	28.11.11	2	5,71		0,598													
	12.12.11	2,96	6,5		2,19													
	26.12.11	2,77	5,55		0,564													
	Snitt	2,4	6,4		1,3													
	Min	1,5	5,6		0,5													
	Maks	3,7	7,0		2,3													
	Antall	26	26		26													

Vedlegg A1. Yndesdalsvassdraget 2011, vannkjemiske analyseresultat (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli 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
		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
Frøyset (målomr) 6	09.03.11	3	6		1,08													
	14.03.11	3,2	6,19	0,04	1,29	0,43	2,93	0,33	0,9	5,8	110	36	33	3	2,4	45,4	0	210
	21.03.11	3,2	6,05		1,11													
	28.03.11	3	6,08		1,14													
	04.04.11	2,9	6,43	0,02	0,9							39	36	3				
	11.04.11	2,5	6,22	0,03	0,92	0,31	2,25	0,24	1,1	4,5	80	39	35	4	2,9	19,9	0	160
	26.04.11	2,5	6,4	0,04	1,02							39	26	13				
	02.05.11	2,4	6,44	0,05	1,12							32	24	8				
	09.05.11	3	6,47	0,05	1,36	0,4	3,03	0,28	1	5,2	60				2,6	67,9	10	160
	16.05.11	2,5	6,51	0,06	1,44							36	24	12				
	23.05.11	2,5	6,41		1,09													
	30.05.11	2,6	6,24	0,03	1,28							45	38	7				
	27.06.11	15,3	6,41		1,93													
	04.07.11	2	6,61		1,17	0,24	2,07	0,18	1,01	3,13	50	45	38	7	4,1	59,9	7	220
	11.07.11	1,98	6,48		1,27													
	25.07.11	1,81	6,4		1,24													
	01.08.11	53,2	6,67	0,1	3,83	9,73	77,9	2,77	20	140	43	72	56	16	4,3	82,5	7	255
	22.08.11	1,85	6,25		0,975													
	05.09.11	1,79	6,4	0,074	1,12	0,2	1,77	0,12	0,98	2,35	45	73	66	7	5,4	62,5	5	270
	19.09.11	1,74	6,56		1,37													
	03.10.11	1,65	6,32		0,862	0,22	1,68	0,15	0,93	2,62	48	72	67	5	4,8	41,3	5	230
	31.10.11	2,35	6,35		1,09													
	07.11.11	2,29	6,4	0,061	1,13	0,33	2,19	0,21	1,03	4,22	64	45	38	7	2,7	39,1	4	175
	14.11.11	115	6,65		7,92													
	28.11.11	2,37	6,08		1,19													
	05.12.11	2,74	6,07	0,068	1,36	0,4	2,54	0,23	1,14	5,34	71	47	36	11	2	37,7	5	180
12.12.11	3,28	6,05		1,32														
26.12.11	3,21	6,21		1,4														
Snitt		8,8	6,3	0,1	1,5	1,4	10,7	0,5	3,1	19,2	63,4	47,7	39,8	7,9	3,5	50,7	4,8	206,7
Min		1,7	6,0	0,0	0,9	0,2	1,7	0,1	0,9	2,4	43,0	32,0	24,0	3,0	2,0	19,9	0,0	160,0
Maks		115,0	6,7	0,1	7,9	9,7	77,9	2,8	20,0	140,0	110,0	73,0	67,0	16,0	5,4	82,5	10,0	270,0
Antall		28	28	12	28	9	9	9	9	9	9	13	13	13	9	9,0	9	9

Vedlegg B1. Utbredelse er angitt som prosentdel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1, Tetthet 2, median, min, og max tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m². For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavvik angitt i parentes.

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Dato	16.10	21.12	20.11	12.09	13.12	25.11	20.10	14.10	13.11
Ant. stasj.	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Areal, m ²	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Vanntemp (°C)									6,9 - 7,4
Laks 0+									
Utbredelse	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tetthet 1	17,3(4,8)	9,6(5,1)	19,0(5,5)	34,7(6,7)	19,4 (10,3)	18,8(17,9)	21,0(5,4)	24,7(5,3)	29,0 (3,5)
Tetthet 2	16,2(15,3)	8,7(7,9)	18,6(12,4)	34,2(30,0)	20,2 (14,5)	18,8(23,5)	20,5(27,0)	24,2(21,7)	28,1 (24,0)
Median	10,2	6,0	24,6	29,0	14,5	8,1	16,0	13,5	27,6
Min tetthet	3,1	3,0	4,0	3,0	5,8	4,0	1,0	2,2	5,2
Max tetthet	42,0	22,6	29,7	84,1	43,0	60,0	67,0	56,1	66,0
Laks eldre enn 0+									
Utbredelse	100,0	100,0	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tetthet 1	20,1(1,0)	13,0(1,3)	12,2(1,8)	5,8(2,5)	20,8 (2,1)	21,4(3,4)	17,1(0,6)	12,8(2,7)	10,0 (0,1)
Tetthet 2	20,3(7,4)	13,3(7,7)	12,1(3,1)	5,5(4,5)	21,1 (9,9)	21,5(8,9)	17,2(5,6)	12,4(3,4)	10,0 (3,7)
Median	20,1	14,4	13,0	6,0	20,4	21,0	20,0	11,7	12,0
Min tetthet	10,0	4,0	7,0	0,0	6,5	14,0	10,4	8,0	6,0
Max tetthet	30,4	24,0	15,2	11,0	33,3	35,7	23,3	17,1	13,1
Aure 0+									
Utbredelse	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tetthet 1	21,1(3,1)	20,0(10,3)	22,9(7,0)	47,5(5,1)	13,5 (6,2)	14,5(3,5)	29,7(5,4)	24,5(5,8)	18,8 (3,2)
Tetthet 2	20,8(12,0)	20,3(6,4)	20,8(13,5)	47,9(17,0)	12,1 (4,2)	14,5(6,2)	28,5(9,6)	23,2(11,2)	17,3 (8,9)
Median	18,0	22,5	21,0	36,4	14,4	13,0	29,0	25,0	13,0
Min tetthet	11,0	9,0	6,5	33,5	5,2	7,1	16,0	16,0	9,1
Max tetthet	41,2	25,0	34,4	79,2	15,0	22,6	42,1	42,1	30,0
Aure eldre enn 0+									
Utbredelse	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tetthet 1	13,4(0,4)	7,9(0,7)	11,2(2,1)	5,9(1,0)	8,7 (2,4)	7,1(1,9)	9,0(1,9)	9,3(1,6)	9,0 (0,6)
Tetthet 2	13,4(4,4)	7,9(2,3)	11,3(7,1)	6,0(3,5)	8,2 (4,1)	6,8(6,2)	8,8(3,8)	9,2(4,0)	10,2 (4,8)
Median	15,0	8,1	11,7	6,0	10,0	6,0	7,4	8,1	11,3
Min tetthet	8,0	4,0	1,0	3,0	2,2	1,0	4,4	4,4	2,2
Max tetthet	19,0	10,4	19,6	11,7	12,0	17,0	14,2	14,2	14,5

Vedlegg B2. Fangst, tetthet og lengde for laks per stasjon i Yndesdalsvassdraget 27.10 og 13.11.2011. Det ble ikke fanget laks på stasjon 7, 8 og 9.

Stasjon	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+	20	7	3	30	31,7	4,0	0,62	61,9	5,6	51,0	71,0
100 m ²	>0+	12	0	0	12	12,0	0,0	1,00	126,5	21,8	97,0	157,0
	Sum	32	7	3	42	42,8	2,3	0,73	80,4	32,0	51,0	157,0
St. 2	0+	2	5	3	10	10,0	113,5	-0,16	63,4	4,0	55,0	68,0
100 m ²	>0+	10	3	0	13	13,1	0,8	0,80	126,6	19,9	100,0	168,0
	Sum	12	8	3	23	27,2	9,4	0,46	99,1	35,4	55,0	168,0
St. 3	0+	33	20	6	59	66,0	10,2	0,53	55,6	6,1	43,0	66,0
100 m ²	>0+	10	3	0	13	13,1	0,8	0,80	132,3	11,6	110,0	156,0
	Sum	43	23	6	72	77,8	8,2	0,58	69,4	30,6	43,0	156,0
St. 4	0+	14	9	2	25	27,6	5,8	0,55	67,8	4,9	57,0	78,0
100 m ²	>0+	6	0	0	6	6,0	0,0	1,00	144,3	12,3	131,0	161,0
	Sum	20	9	2	31	32,6	3,7	0,64	82,6	31,4	57,0	161,0
St. 5	0+	3	2	0	5	5,2	1,3	0,65	71,6	5,5	66,0	79,0
100 m ²	>0+	6	0	0	6	6,0	0,0	1,00	132,0	28,7	85,0	161,0
	Sum	9	2	0	11	11,0	0,5	0,84	104,5	37,7	66,0	161,0
St. 6	0+	0	0	0	0	0,0						
100 m ²	>0+	3	0	0	3	3,0	0,0	1,00	93,0	4,6	89,0	98,0
	Sum	3	0	0	3	3,0	0,0	1,00	93,0	4,6	89,0	98,0
St. 7	Sum	0	0	0	0	0,0						
St. 8	Sum	0	0	0	0	0,0						
St. 9	Sum	0	0	0	0	0,0						
Totalt	0+	72	43	14	129	16,1	1,8	0,52	60,7	7,6	43,0	79,0
900 m ²	>0+	47	6	0	53	5,9	0,1	0,90	128,7	20,6	85,0	168,0
	Sum	119	49	14	182	21,3	1,0	0,63	80,5	33,5	43,0	168,0

Vedlegg B3. Fangst, tetthet og lengde for aure per stasjon i Yndesdalsvassdraget 2011. 27.10 og 13.11.2011

Stasjon	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	0+	12	7	2	21	23,2	5,5	0,54	62,0	7,6	52,0	78,0
100 m ²	>0+	12	1	0	13	13,0	0,1	0,93	122,1	28,4	90,0	181,0
	Sum	24	8	2	34	35,0	2,7	0,69	85,0	34,7	52,0	181,0
St. 2	0+	4	4	1	9	11,4	8,6	0,41	58,9	6,1	52,0	70,0
100 m ²	>0+	9	1	0	10	10,0	0,2	0,91	132,0	29,5	91,0	200,0
	Sum	13	5	1	19	19,6	2,2	0,68	97,4	43,1	52,0	200,0
St. 3	0+	17	11	2	30	32,7	5,7	0,57	64,0	9,4	49,0	78,0
100 m ²	>0+	1	1	0	2	2,2	1,5	0,57	94,5	14,8	84,0	105,0
	Sum	18	12	2	32	34,9	5,9	0,57	65,9	12,1	49,0	105,0
St. 4	0+	7	2	0	9	9,1	0,6	0,80	69,4	6,4	61,0	78,0
100 m ²	>0+	3	1	2	6	11,3	31,0	0,22	131,3	39,3	80,0	194,0
	Sum	10	3	2	15	16,1	3,4	0,60	94,2	39,5	61,0	194,0
St. 5	0+	4	5	4	13	13,0		0,00	68,8	6,2	58,0	77,0
100 m ²	>0+	8	3	2	13	14,5	4,7	0,53	122,4	41,4	80,0	202,0
	Sum	12	8	6	26	39,8	32,7	0,30	95,6	39,8	58,0	202,0
St. 6	0+	4	5	0	9	10,2	4,3	0,51	57,4	9,8	43,0	72,0
100 m ²	>0+	2	0	0	2	2,0	0,0	1,00	110,0	17,0	98,0	122,0
	Sum	6	5	0	11	11,7	2,7	0,61	67,0	23,6	43,0	122,0
St. 7	0+	4	1	3	8	18,5	64,5	0,17	55,0	7,1	47,0	67,0
100 m ²	>0+	9	6	1	16	17,4	4,2	0,57	116,8	17,1	102,0	165,0
	Sum	13	7	4	24	28,8	10,6	0,45	96,2	33,0	47,0	165,0
St. 8	0+	0	1	0	1	1,0		0,00	62,0		62,0	62,0
100 m ²	>0+	20	4	4	28	29,5	3,7	0,63	136,0	29,4	91,0	195,0
	Sum	20	5	4	29	30,8	4,2	0,61	133,4	32,0	62,0	195,0
St. 9	0+	21	4	6	31	34,1	6,4	0,55	49,6	7,0	40,0	65,0
100 m ²	>0+	14	3	1	18	18,3	1,2	0,76	113,1	31,7	80,0	190,0
	Sum	35	7	7	49	51,6	4,9	0,63	72,9	36,7	40,0	190,0
Totalt	0+	73	40	18	131	16,8	2,1	0,49	59,8	10,2	40,0	78,0
900 m ²	>0+	78	20	10	108	12,4	0,6	0,68	124,1	30,8	80,0	202,0
	Sum	151	60	28	239	28,7	1,7	0,58	88,9	38,9	40,0	202,0

Vedlegg C1. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Yndesdalsvassdraget 19.06.2011. Detaljer om stasjonene finnes i figur 1 og vedlegg 1.

Stasjon	ind-eks	1	2	4	5	6	7	8	9	11	15	16	17
Taxa													
Nematoda													2
Muslinger Pisidium sp.	0,25									1	3		
Oligochaeta		8	1	5	10	1		14	11		9	10	24
Vannmidd Hydracarina		26		1			8		1				
Døgnfluer													
Siphonurus alternatus	0,5			17									
Baetis rhodani	1	3								4			2
Leptophlebia vespertina	0			25		2	1						
Steinfluer													
Taeniopteryx nebulosa	0											24	2
Amphinemura borealis	0	100		4	2		1	98	61	70		59	5
Amphinemura standfussi	0		243		3		19	12	10			1	
Amphinemura sulcicollis	0											8	
Nemoura cinerea	0		5										
Protonemura meyeri	0	2											
Leuctra digitata	0	39	4		19		4	79	115		13	156	7
Isoperla grammatica	0,5							1		2			
Isoperla obscura	0,5	1			1				2				
Biller													
Dytiscidae			1										
Elmis aenea		17						34	58				
Vårfluer													
Trichoptera		6				1	6						
Rhyacophila nubila	0	2	8				4	68	14	25	3	12	3
Oxyethira sp.	0	2											
Hydroptila sp.							24		49	24	76		18
Wormaldia subnigra	0,5											9	
Hydropsyche siltalai	0,5						1		13	205	1	4	8
Neureclipsis bimaculata	0					22	660			16	8		
Plectrocnemia sp.			7					1				2	
Polycentropus flavomaculatus	0	19		1		1	81	46	10		17	1	8
Cyrnus trimaculatus	0			3									
Apatania sp.	0,5								1				
Chaetopteryx sp.			12		6							2	
Lepidostoma hirtum	0,5			1								3	
Ceraclea sp.												4	
Ceraclea nigronevosa												5	
Tovinger													
Dicranota sp.		9	4		1				1				
Simuliidae		11	199		28	71	493	947	90	92	14	145	6
Chironomidae		188	629	1800	241	276	490	932	550	689	310	635	663
Ceratopogonidae		2	4										
Empididae		2					16	4	1		9	16	1
Sum		437	1117	1857	311	374	1808	2236	987	1128	475	1084	749
Forsuringsindeks I		1	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1
Forsuringsindeks II		0,52	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-	-	0,64
Referanse/kalket		ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	kalket	kalket	ref	kalket

Vedlegg C2. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Yndesdalsvassdraget 27.10 og 17.11.2011. Detaljer om stasjonene finnes i figur 1 og vedlegg 1.

Stasjon	ind-eks	1	2	4	5	6	7	8	9	11	15	16	17
Taxa													
Nematoder -Nematoda												8	
Muslinger -Pisidium sp.	0,25			28						17			
Fåbørstemark -Oligochaeta		3	2	59	4	1		35	10		3	1	3
Vannmidd -Hydracarina									8		8		
Døgnfluer													
Baetis rhodani	1,0	233	243	16						144	35		82
Leptophlebia marginata	0					8							
Leptophlebia vespertina	0			27	1								
Steinfluer													
Brachyptera risi	0	596	262		12			431	9			128	9
Taeniopteryx nebulosa	0		3				3	50	47	20		32	1
Amphinemura sp.				8									
Amphinemura borealis	0	1259	390		13		161	773	516	147	38	919	105
Amphinemura sulcicollis	0	169	34				718	121	130		1	70	1
Nemoura cinerea	0	3	16		17								
Nemurella pictetii	0				4								1
Protonemura meyeri	0	72	119	8				50	84		36	63	5
Leuctra sp.		1	1		22	1		50	8		8	8	1
Leuctra hippopus	0	7	1		5			41	107		1	54	5
Diura nanseni	0,5	1	1		3			1					
Isoperla sp.	0,5		16					9	17	10	1	27	2
Isoperla obscura	0,5						1						
Siphonoperla burmeisteri	0							9	8				
Biller													
Platambus maculatus				1									
Hydraena gracilis		2											
Elmis aenea		70	38		1			19	69				
Elodes sp.		1											
Vårfluer													
Rhyacophila nubila	0	1	4				1	26	34	10	11	11	17
Oxyethira sp.	0								16			1	
Hydroptila sp.									8		8		
Hydropsyche pellucidula	0,5												2
Hydropsyche siltalai	0,5								73	300	609	10	31
Polycentropodidae					9								
Neureclipsis bimaculata	0					677	1375		1	72	43		
Plectrocnemia sp.					2								
Polycentropus flavomaculatus	0	33	1	4	16	43	33	19	204	21	1	9	5
Cynrus flavidus	0			8									
Cynrus trimaculatus	0			11									
Tinodes waeneri	0,5			1									
Limnephilidae				34	4				1				
Apatania sp.		1			8				16				
Lepidostoma hirtum	0,5			17	1		1		16				
Athripsodes cinereus	0			1									
Mystacides nigra				19									
Tovinger													
Tipula sp.		3						1	1				
Limoniidae											8		
Dicranota sp.		66	2		1			10					1
Simuliidae		265	619		23		160	302	48	8	12	80	57
Chironomidae		1125	427	1229	352	552	2462	394	305	271	217	226	273
Ceratopogonidae				1									
Empididae				8				1			3	62	1
Sum		3908	2177	1393	494	1281	4915	2307	1718	1003	1032	1700	599
Forsuringsindeks I		1	1	1	0,5	0	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1
Forsuringsindeks II		0,61	0,79	1,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,96	0,50	1,00
Referanse/kalket		ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	kalket	kalket	ref	kalket

Vedlegg D1. Artsliste begroingsalger fra Yndesdalsvassdraget 19.09.2011. Detaljer om stasjonene finnes i figur 1.1 og Vedlegg 1. Hyppigheten av artene er angitt som dekningsgrad. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

	YNI	YNU	BOT	KVA	NLA	LAU	MAR	SLU
BLÅGRØNNALGER:								
Stigonema mamillosum		xx	xx	xx	x	xx	x	
Plectonema							x	
Hapalosiphon sp.								
Schizothrix sp.								x
Trådf. Blågr. Biofilm		x	xx		xx	xx	x	
Gloeocystis sp. kolonier			xx					
Oscillatoria (d< 4um)	x	x						
Oscillatoria (d= 4-8 um)	x					x		
KISELALGER								
Eunotia		x		x		x	x	x
Tabellaria flocculosa	xx	x	x	x	x	x	x	x
Frustulia rhomboides			x	x				x
Achnanthes minutissima	xx	x	x	x			x	
Fragilaria sp.	xx							
Cymbella spp.						x		x
Gomphonema sp. liten	xx							
Gomphonema spp. store	xx							
Melosira sp.	xx							
Fragilaria ulna								
Ubestemte båtf. Kiselalger						x		x
ANDRE					x			
Små desmidiaceer	x	x	x		x	x	x	x
Microspora smal		x		x	x		x	
Microspora bred					x			
Oedogonium sp.	x		x				x	
Zygnema sp.	x		x					x
Meugeotia spp.		x	x			x	x	x
Spirogyra sp.	x							x
Chladophora	x							

Vedlegg D2. Artsliste makrovegetasjon fra Yndesdalsvassdraget 19.09.2011.
 Detaljer om stasjonene finnes i figur 1.1 og Vedlegg 1. 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). * = forsurningsfølsomme arter.

	Elvelokaliteter								Innsjølokaliteter				
	YNI	YNU	BOT	KVA	NLA	LAU	MAR	SLU	YNR	BYR	LAN	SLE1	SLE2
Kortskuddsplanter													
Stivt brasmegras (<i>Isoetes lacustris</i>)									4		3	2	1
Tjønngress (<i>Littorella uniflora</i>)									1		4	3	4
Botnegress (<i>Lobelia dortmanna</i>)									3	3	4	3	3
Evjesoleie (<i>Ranunculus reptans</i>)											1		
Sylblad (<i>Subularia aquatica</i>)													2
Langskuddsplanter													
Klovasshår (<i>Callitriche hamulata</i>)*	1								3	3			
Dikevasshår (<i>Callitriche stagnalis</i>)												3	3
Krypsiv (<i>Juncus bulbosus</i>)	1									3	3	3	3
Tusenblad (<i>Myriophyllum alterniflorum</i>)*										3		2	
Småblærerot (<i>Utricularia minor</i>)													
Vrangblærerot (<i>Utricularia ochroleuca</i>)										2			
Storblærerot (<i>Utricularia vulgaris/australis</i>)*									2		2		
Flytebladsplanter													
Gul nøkkerose (<i>Nuphar lutea</i>)												4	
Flotgress (<i>Sparganium angustifolium</i>)									3	4	3	3	3
Småtjørnaaks (<i>Potamogeton berchtoldii</i>)												1	1
Moser													
Rødmesigmosse (<i>Blindia acuta</i>)					1		1						
Vrangklomose (<i>Drepanocladus exannulatus</i>)		3			3	2							
Kjølelmose (<i>Fontinalis antipyretica</i>)*		3							3				
Duskelvmose (<i>Fontinalis dalecarlica</i>)*	4	2		1	2	2		4		2			
klobekkmose (<i>Hygrohypnum ochraceum</i>)*	4												
Mattehutre (<i>Marsupella emarginata</i>)			1	2			1			1			
Elvetrappemose (<i>Nardia compressa</i>)		3	4	4			4	1	1				
Bjørnemose (<i>Polytrichum sp.</i>)	1	1		1						1			
Buttgråmose (<i>Racomitrium aciculare</i>)		3			3	3		2					
Bekketvebladmose (<i>Scapania undulata</i>)	4	3		1	4	4		4					
Torvmose (<i>Spahgnum sp.</i>)		1	1	1						2			
Svamper													
Ferskvannsvamp (<i>Spongilla sp.</i>)									1	1		1	

2i Flekke og Guddalsvassdraget

Koordinator og ansvarlig overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk: Bjart Are Hellen.

2i.1 Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold

Flekke og Guddalsvassdraget (**figur 1**) består av et høyereliggende subalpint område med en rekke innsjøer. 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 vannkemiske analyser. I hovedvassdraget har forsuringsskadene vært størst i de nedre delene.

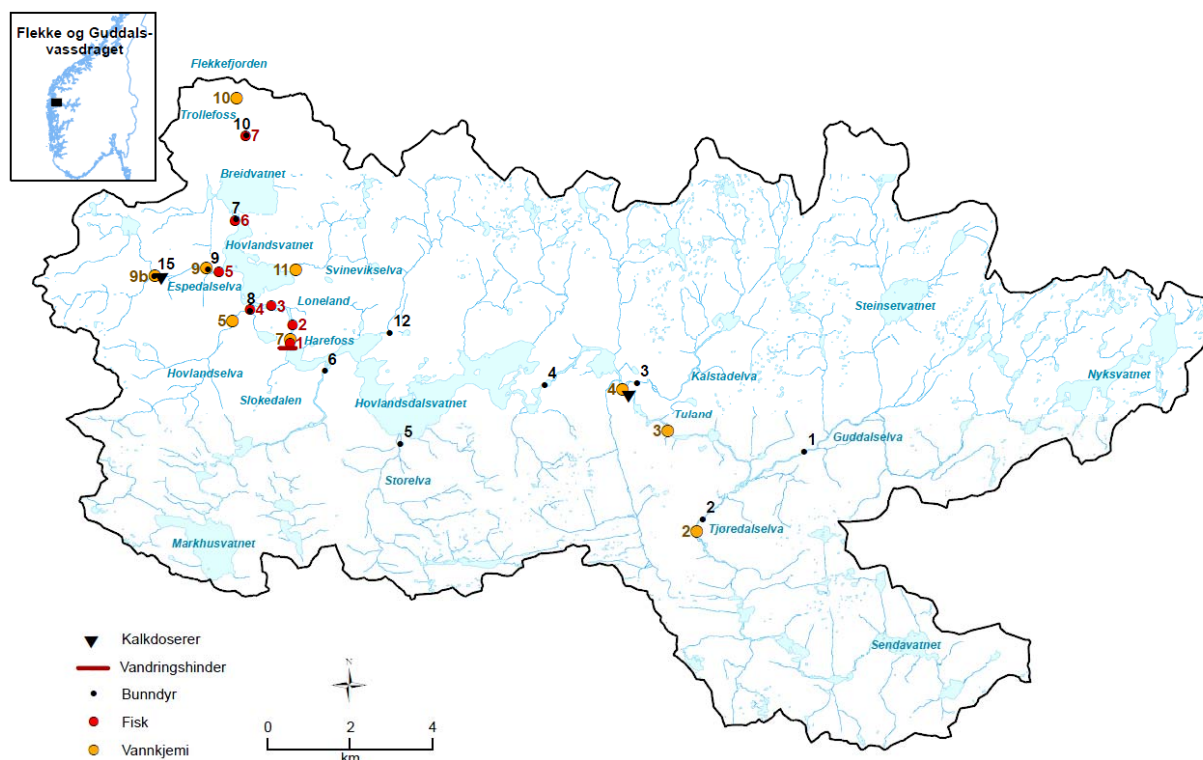
Fakta om Flekke og Guddalsvassdraget	
Vassdragsnummer	082.Z
Fylke	Sogn og Fjordane
Nedbørfeltareal	263 km ²
Vassdragsregulering	Det er ingen regulering i vassdraget
Spesifikk avrenning	87,8 l/s/km ² (Hindar mfl. 1995)
Middelvannføring	19,2 m ³ /s (Hindar mfl. 1995)
Lakseførende strekning	8 km opp til 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 forsuringfølsomme invertebrater og fisk i og ovenfor anadrom strekning.
Vannkvalitetsmål	Lakseførende strekning; pH = 6,2 hele året
Kalkingsstrategi	Fullkalking med to doserere fra oktober-november 1997. En doserer ved Tuland i hovedstrengen og en i Espedalselva (sidevassdrag, utløp i Hovlandsvatnet). Innsjøkalking og skjellsandkalking i enkelte sideløp.

Store deler av 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. 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.

De største mengdene med kalk ble tilført vassdraget i de fire første årene etter oppstart kalking, mellom 1600 og 1900 tonn CaCO₃. I 2008 og 2009 lå årlig kalkmengde over 1100 tonn, mens det i 2006, 2010 og 2011 ble tilført litt over halvparten av dette (**tabell 1**).

Tabell 7. Kalkforbruk i tonn i Flekke og Guddalsvassdraget i årene 2006-2011. I de siste årene er det i hovedsak brukt filterkalk og fint kalksteinsmel (96-98 % CaCO₃). Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO₃.

År	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tuland doserer	560	801	1035	1058	564	676
Espedal doserer	88	74	149	84	69	55
Sum	648	875	1184	1142	633	731



Figur 20. Flekke og Guddalsvassdraget med nedbørfelt og stedsangivelse kalkdoserere, vandringshinder for laksefiskog stasjonsnett for overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk. Kartet er utarbeidet av Linn Eilertsen.

Månedlige nedbørmengder for 2011 er hentet fra meteorologisk stasjon ved Hovlandsdal. Samlet nedbørmengde i 2011 var 3739 mm, som er 15 % mer enn normalen for perioden 1961-1990. Januar, juli og august hadde nedbør under normalen, mens de andre månedene hadde mer nedbør enn normalt. Størst avvik var det i mai da det falt 213 % av normalen.

2.2 Vannkjemi

Forfattere: Bjart Are Hellen og Geir Helge Johnsen (Rådgivende Biologer AS)

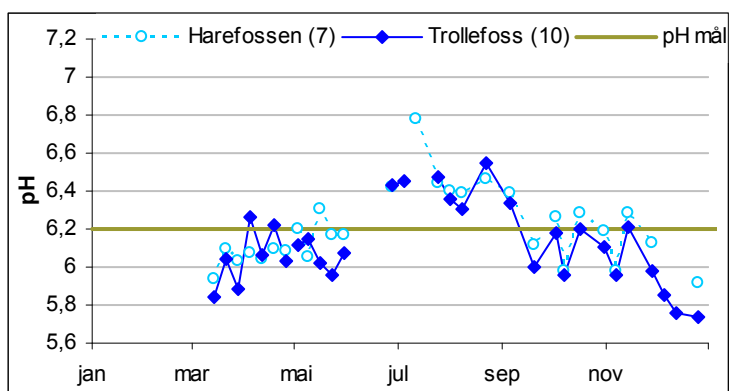
Den vannkjemiske overvåkingen i vassdraget har pågått siden januar 1996. Stasjonsutvalget er endret flere ganger; mest omfattende endringer ble gjort i 2002 og i 2006. Siden juli 2006 har den vannkjemiske overvåkingen omfattet 7 stasjoner. Fra 2009 rapporteres i tillegg Svinevikselva (Lok 11), og fra 2011 Hovland (Lok 5) (**figur 1, Vedlegg 1**). Det ble lagt ut skjellsand i Svinevikselva på 1990-tallet, og elven er trolig ikke lenger påvirket av kalking. Overvåkingen i 2011 dokumenterer vannkvaliteten i vassdraget som helhet, og driften av kalkdosererne spesielt. De vannkjemiske analysene i 2011 er utført av NIVA. I 2011 ble det på grunn av overgang til nytt analyselaboratorium ikke tatt vannprøver i januar og februar.

2+2.1 Vannkvaliteten i 2011

I den delen av hovedstrengen som kalkes kontinuerlig (Lok 7 og 10) var gjennomsnittlig pH - hhv. 6,2 og 6,1 i 2011 (**figur 2, vedlegg A**). Nedstrøms kalkdosererne i Espedalselva (Lok 9)

og ved Tuland (Lok 4) var det periodevis mindre tilfredsstillende vannkvalitet i 2011 (**figur 2**). Størst variasjon i pH ble, som tidligere, målt på lokalitetene rett nedstrøms kalkdosererne (Lok 4 og 9) (**figur 3**). Variasjonen i vannkjemi oppstrøms doserer i Espedalselva (Lok 9b) var mindre utpreget i 2011 sammenlignet med tidligere år. Målingene fra Svinevikselva (Lok 11) viste mindre variasjon enn i 2010. pH var mellom 5,1 og 6,6, med et årsgjennomsnitt på 5,7. Ved Harefossen (Lok 7, effektkontrollen) varierte pH i 2011 mellom 5,9 og 6,8 med et gjennomsnitt på 6,2 (**figur 2, vedlegg A**). Total konsentrasjon av skadelig aluminium (LAL) varierte her mellom 2 og 9 µg/l med et årsgjennomsnitt på 4,7 µg/l. ANC varierte mellom 24 og 55 µekv/l med et gjennomsnitt på 43 µekv/l for 2011 (**vedlegg A**). Ved Trollefoss (Lok 10) varierte pH i 2011 mellom 5,7 og 6,6 med et gjennomsnitt på 6,1 (**figur 2**). Målinger av ulike aluminiumsfraksjoner ved Trollefoss i 2011 viser gjennomsnittsverdier for giftig aluminium på 5,1 µg/l og maksimalt 9 (**vedlegg A**). Dette indikerer at vannkjemien var tilfredsstillende for laksebestanden i 2011 (se Direktoratets gruppa vanddirektivet, 2009).

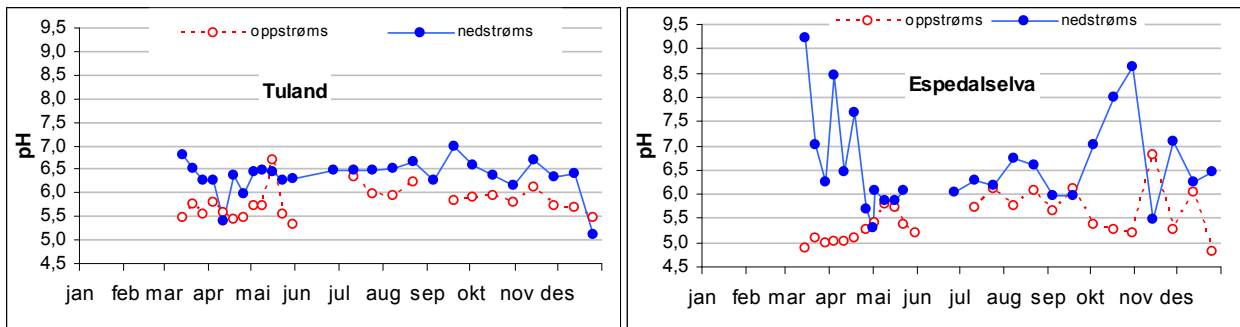
Figur 21. Variasjon i pH på lokaliteter som representerer anadrom strekning i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i 2011.



Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

Oppstrøms kalkdosereren ved Tuland (Lok 3), varierte pH mellom 5,3 og 6,7 med et årsgjennomsnitt på 5,8 (**figur 3, vedlegg A**). Nedstrøms kalkdosereren (Lok 4) varierte pH mellom 5,1 og 7,0 med et årsgjennomsnitt på 6,4 (**figur 3, vedlegg A**). Kalsiumkonsentrasjonen varierte her mellom 0,4 og 2,7 mg/l (**vedlegg A**). I forhold til tidligere var de høyeste pH verdiene og kalsiumkonsentrasjonen lavere i 2011 enn de har vært de foregående årene. Ved flere anledninger var pH lavere nedstrøms doserer enn oppstrøms.

Oppstrøms kalkdosereren i Espedalselva (Lok 9b) var det til tider svært surt, og pH varierte mellom 4,8 og 6,8 med et årsgjennomsnitt på 5,5 (**figur 3, vedlegg A**). pH nedstrøms kalkdosereren (Lok 9) varierte mellom 5,3 og 9,2 med et årsgjennomsnitt på 6,6 (**figur 3, vedlegg A**). I de to siste årene har pH-verdiene ved denne lokaliteten vært til dels svært høye og variable, noe de også var i 2011. Spesielt var det lave pH verdier i mai. Også tidligere har det blitt målt store variasjoner i pH på denne lokaliteten, som ved Tuland. Ved flere anledninger var pH lavere nedstrøms doserer enn oppstrøms. Variasjonen i pH nedstrøms doserer i Espedalselva skyldes at doserer blir justert manuelt. Dette gjør at det blir en viss responstid før en får justert kalkingsmengdene i denne elva.

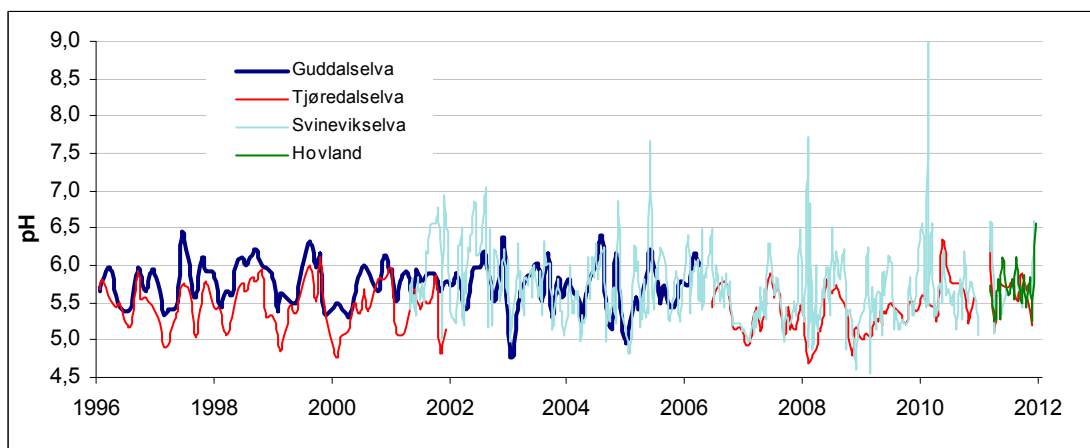


Figur 22. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne ved Tuland (Lok 3 og 4) og i Espedalselva (Lok 9b og 9) i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i 2011. Data fra vannkjemikontrollen.

2+2.2 Langtidstrender

Referansefelt

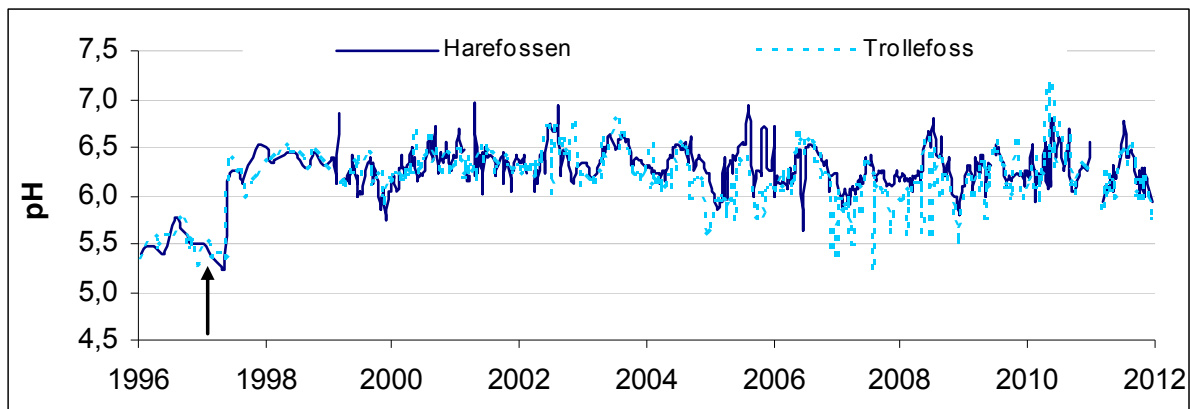
I perioden 1996-2011 har vannkvaliteten i den delen av vassdraget som ikke er kontinuerlig kalket kun vært overvåket i Tjøredalselva (Lok 2). Tjøredalselva har generelt hatt den sureste vannkvaliteten med pH-verdier periodevis under 5,0 og høye konsentrasjoner av aluminium (Schartau & Saksgård 2002). 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 i 2010 og 2011 lå gjennomgående noe høyere, og det er ikke målt pH under 5,0 siden 2008 (**figur 4**). Konsentrasjonen av giftig aluminium var i snitt 19 µg/l i 2011 (**vedlegg A**), med maks på 53 µg/l og indikerer at vannkvaliteten periodevis kan være kritisk også for ørret og andre forsurningsfølsomme organismer (se Direktoratetsgruppe Vanndirektivet, 2009). Sammenlignet med 2010 var konsentrasjonen av giftig aluminium noe høyere i 2011, men litt lavere enn i 2008 og 2009. Årsgjennomsnittet for pH i Svinevikselva har gått ned fra omkring 6,0 i 2001 og 2002 til 5,5 i 2009. I 2010 og 2011 har det igjen vært en liten økning til hhv. 5,6 og 5,7 (**figur 4**). Aluminiumskonsentrasjoner har ikke blitt målt ved denne stasjonen.



Figur 23. pH på ulike lokaliteter i Flekke og Guddalsvassdraget (Lok 1) i perioden 1996-2011. Guddalselva i perioden 1996 og frem til og med juni 2006, i Svinevikselva (Lok 11) i perioden 2001-2010, i Hovlandselva i 2011 og i Tjøredalselva (Lok 2) i perioden 1996-2001 og juli 2006-2010.

Kalkingseffekter

Kalkingen av Guddalsvassdraget med kontinuerlig drift av kalkdosereren ved Tuland har ført til en bedring av vannkvaliteten i nedenforliggende deler av vassdraget. Fra en pH på omkring 5,5 gjennom hele 1996 skjedde det en betydelig økning til i underkant av 6,5 fra våren 1997, både ved Harefoss (7) og Trollefoss (10) (**figur 5**). I de sju siste årene 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. Det har i perioder i 2011 vært lavere pH enn i de to foregående årene. Det har også vært større variasjon og en må tilbake til 2008 for å finne lavere målte pH verdier på begge stasjonene. Etter at kalkingen av Flekke og Guddalsvassdraget kom i gang er det et fåtall verdier av giftig aluminium over 10 µg/l, som er satt som klassegrense god/moderat for sjøoverlevelse av smolt. Det ble ikke målt giftig aluminium over 10 µg/l i hovedelven i 2011



Figur 24. pH på anadrom strekning på lokalitetene, Harefossen (Lok 7) og Trollefoss (Lok 10), i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i perioden 1996-2011. Pil indikerer oppstart av kalking i 1997.

2.3 Fisk

Forfatter: Bjart Are Hellen (Rådgivende Biologer AS)

Medarbeidere: Geir Helge Johnsen, Kurt Urdal og Per G. Ihlen (Rådgivende Biologer AS)

2+3.1 Ungfiskundersøkelser

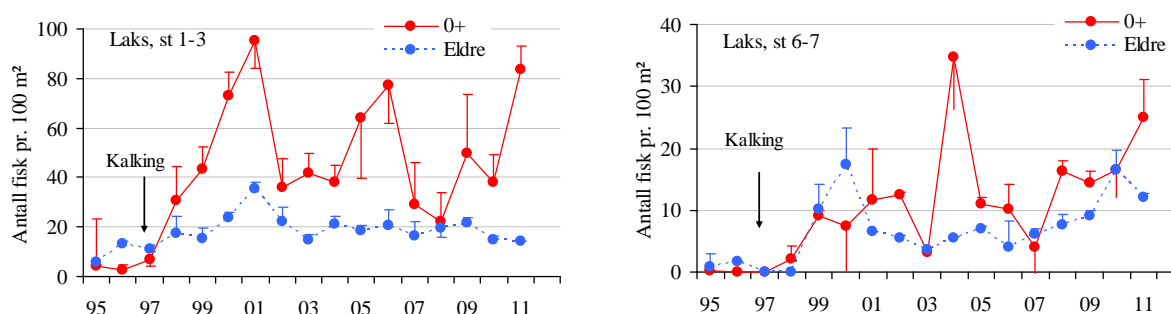
Overvåkingen av ungfisktettheter på den lakseførende strekningen i Flekke og Guddalsvassdraget startet i 1995. Det ble utført tilsvarende undersøkelse i 1993 (Raddum 1995). Ved begge undersøkelsene ble det funnet både laks og aure i vassdraget. I perioden 2000-2002 ble også forekomst av ungfisk av laks og aure i innsjøene undersøkt (Gabrielsen & Barlaup 2003). Her sammenstilles resultater angående tettheter av ungfisk funnet i 2011 med tidligere års resultater. Vannføringen har variert fra 1,0 til 16,5 m³/s på undersøkelsestidspunktet. I 2011 var vannføringen 5,9 m³/s da stasjonene i hovedelven ble undersøkt og temperaturen var fra 5,6 til 7,2 °C.

Totalt sju stasjoner fordelt på den lakseførende strekningen ble undersøkt i oktober (sideelver) og november 2011 (hovedelv) (**figur 1**). Primærdata er gitt i **vedlegg B1 - B3**.

Ungfisktettheter i hovedvassdraget

Laks

Den naturlige rekrutteringen til laksebestanden var relativt lav i perioden før kalkingen (1995-1997) med under sju ensomrig laks pr. 100 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**). På de tre øverste stasjonene (1-3) har tettheten av eldre laks vært relativt stabil siden 1996, mens den har økt i de siste årene på de to nederste stasjonene (**figur 6**).



Figur 25. 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 i perioden 1995 til 2011. Merk ulike y-akser på de to figurene.

Generelt er tetthetene av både ensomrig og eldre laks 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**.

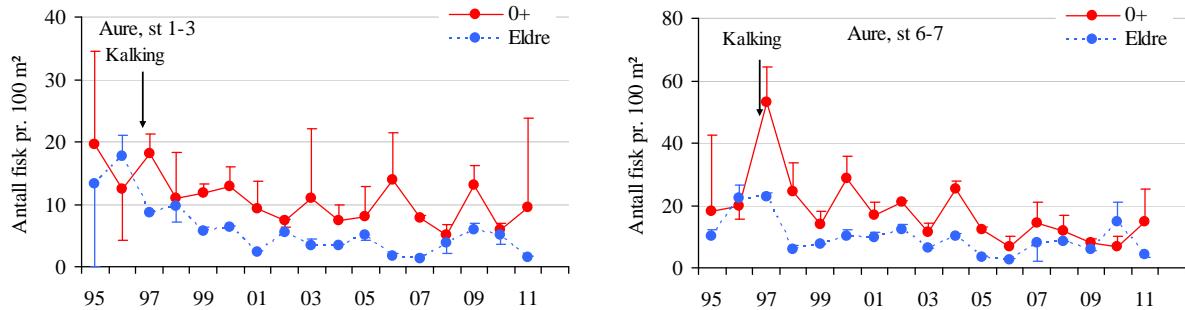
Tidligere undersøkelser i vassdraget har vist at laksen bruker innsjøene som oppvekstområder og det er derfor trolig at laks som vokser opp i innsjøene gir et betydelig bidrag til den totale smoltproduksjonen av laks i Flekke og Guddalsvassdraget (Gabrielsen & Barlaup 2003).

Tabell 8. Antall fisk av ulike arter fanget per stasjon og bestandstetthet (\pm konfidensintervall) av laks og aure på ulike stasjoner i Flekke og Guddalsvassdraget høsten 2011.

Stasjon	Areal m ²	Antall fisk					Laks N/100 m ²		Aure N/100 m ²	
		Laks	Aure	Ål	Røye	St.sild	0+	Eldre	0+	Eldre
1	125	151	9	5		2	126,1	13,7	9,4	0,8
2	100	70	8				70,7	12,0	14,7	1,0
3	100	53	5	1			43,1	16,2	2,0	3,0
Sum	325	274	22							
Tetthet 1							83,5 (9,3)	13,9 (0,3)	9,5 (14,3)	1,5 (0,1)
Tetthet 2							80,0 (47,8)	14,0 (2,4)	8,7 (7,2)	1,6 (1,4)
4	75	71	14				69,8	33,5	10,7	9,3
5	100	20	17		1		10,2	10,0	8,0	10,2
Sum	175	91	31							
Tetthet 1							35,2 (4,9)	22,4 (4,5)	9,1 (3,4)	9,8 (0,3)
Tetthet 2							40,0 (58,4)	21,8 (23,1)	9,3 (2,6)	9,8 (0,8)
6	125	52	19			17	27,3	21,0	5,2	10,4
7	100	22	13			12	17,6	7,1	16,7	3,1
Sum	225	74	32							
Tetthet 1							22,8 (7,7)	14,8 (0,6)	9,3 (5,9)	8,5 (3,9)
Tetthet 2							22,4 (9,5)	14,0 (13,6)	11,0 (11,2)	6,7 (7,2)

Aure

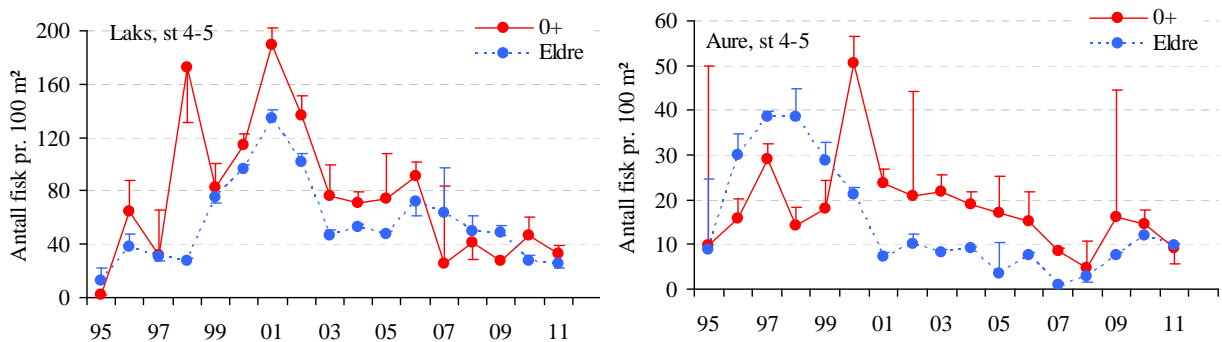
Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig aure har vært stabil etter 1998, men har vært avtakende for eldre aure i samme periode. På stasjon 6 og 7 har tettheten av 0+ aure avtatt siden 1998, mens tettheten av eldre aure har vært relativt stabil siden 1997 (**figur 7**). Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **tabell 2** og **vedlegg B3**.



Figur 26. 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 i perioden 1995 til 2011. Merk ulike y-akser på de to figurene.

Ungfisktettheter i Hovlands- og Espedalsbekken

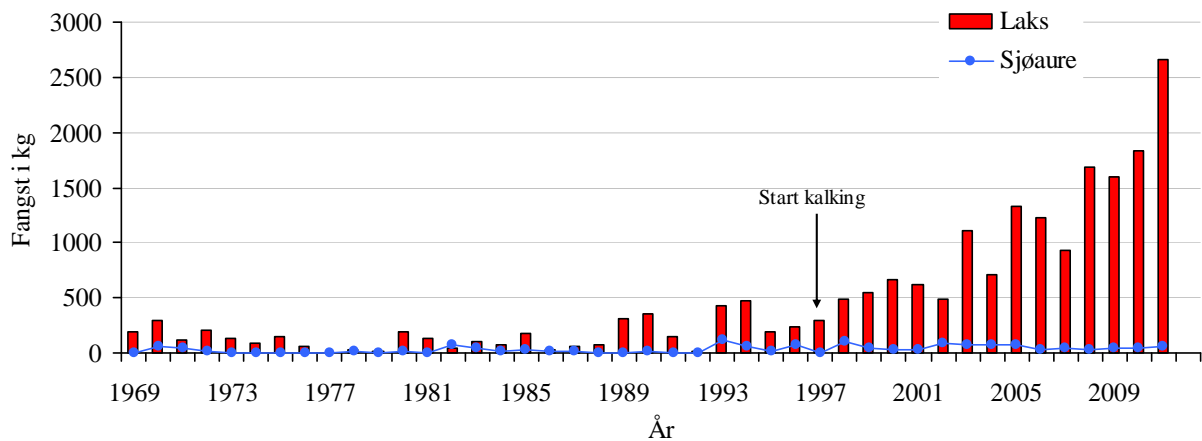
I starten av overvåkingsperioden ble det registrert økende tettheter av ensomrig og eldre laks i sidebekkene. Spesielt i perioden 1998-2002, en periode med utsettinger, ble det registrert svært høye tettheter (**figur 8**). Det er ikke satt ut laks i sidebekkene siden 2002, og ensomrig laks funnet i årene etter 2002 stammer derfor fra naturlig rekruttering. Det har vært en avtakende tendens i tetthet etter at utsettingene ble avsluttet, spesielt de siste to årene for eldre ungfisk. I perioden med utsetting av laks, gikk tettheten av aure ned, spesielt eldre aureunger. Redusert tetthet av eldre laks de siste årene ser ut til delvis å ha blitt kompensert med økende tetthet av eldre aureunger.



Figur 27. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på stasjonene i Hovlandsbekken og i Espedalsbekken (st. 4 og 5) i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1995 til 2010. Merk ulike y-akser på de to figurene.

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 2011, med rekordfangst av sjøaure og laks for hele denne perioden med 2720 kilo.



Figur 28. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1969-2011. (<http://www.laksereg.no/>).

Det ble i sportsfiske i gjennomsnitt fanget 169 kilo laks pr. år i perioden før kalkingen begynte å virke (1969-1998), mens det i perioden etter kalkingen (1999-2011) i gjennomsnitt ble fanget 1183 kilo. Laksefangsten i 2011 er den høyeste med 2667 kilo (**figur 9**).

Fra 1969 til 1998 ble det i gjennomsnitt fanget 25 kilo sjøaure pr. år under sportsfisket, mens det i perioden etter kalkingen i gjennomsnitt er blitt fanget 49 kilo. Den høyeste fangsten ble innrapportert i 1993 med 118 kilo sjøaure, i 2011 ble det fanget 53 kg sjøaure (**figur 9**).

2.4 Bunndyr

Forfatter: Bjart Are Hellen (Rådgivende Biologer AS)

Medarbeider: 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 1996-2007 ble prøvene samlet regelmessig om våren og høsten fra 12 stasjoner i rennende vann (**figur 10**). Dette stasjonsnett har blitt opprettholdt fram til 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 effektstudiene av terrengkalking. Etter 2001 har vassdraget vært undersøkt hvert annet år.

2+.4.1 Resultater og diskusjon

Antallet arter som ble funnet i undersøkelsen i 2011 er vist i **vedlegg C1** og **C2**. Totalt ble det registrert 13 forsuringfølsomme arter om våren og 14 om høsten, totalt 19 ulike arter, mot 18 i 2009. Av døgnfluene dominerte *Baetis rhodani*, men det ble også registrert flere individer av både *B. cf. fuscatus/scambus*, *B. cf. subalpinus/vernus* og *Nigrobaetis niger*. Den svært sensitive arten *Caenis horaria* som ble registrert i den kalkede delen av elva i 2009 var ikke til stede i 2011. Det ble registrert 16 arter steinfluer hvorav 4 er moderat sensitive for forsuring, og 24 vårfluer hvor 9 er moderat sensitive. Sneglen *Lymnaea*, ble ikke påvist på noen av lokalitetene, mens sneglen *Radix balthica* ble registrert på 2 stasjoner.

De kalkete lokalitetene (4, 7, 9 og 10) hadde en gjennomsnittlig forsuringindeks 1 og 2 på 0,88 om våren, mens referansestasjonen hadde gjennomsnittlig forsuringindeks 1 og 2 på 0,82 om våren. Om høsten hadde de kalkete lokalitetene gjennomsnittlig forsuringindeks 1 og 2 på hhv. 1 og 0,91, mens referanselokalitetene i snitt hadde indeks 1 og 2 på hhv. 0,94 og 0,65 (**figur 10**). Det var dermed liten forskjell på kalkede og referanselokaliteter om våren, men noe mer forsuringspreg på referanselokaliteten om høsten.

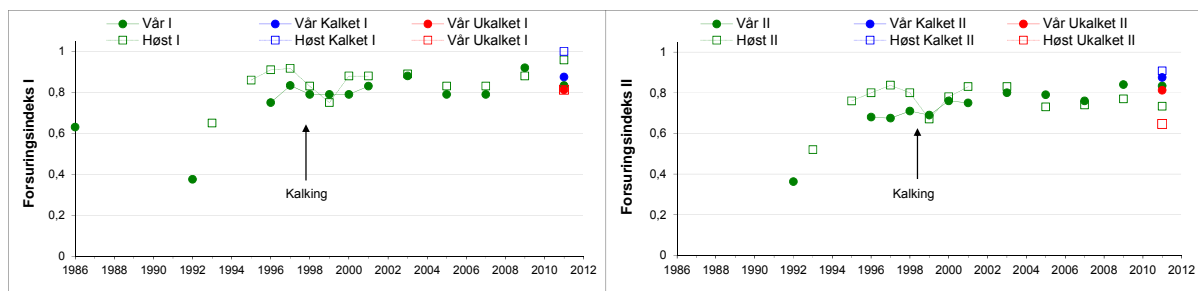
Forsuringindeks 1 for alle stasjonene var den nest høyeste som er registrert om våren, og den høyeste som er registrert om høsten. Forsuringindeks 2 for alle stasjonene var den nest høyeste som er registrert om våren, men den tredje laveste som er registrert om høsten (**figur 10**). Lav forsuringindeks 2 om høsten skyldes et høyere antall forsuringstolerante steinfluer enn det som har vært vanlig tidligere. Sammenlignet med 2007 og 2009 ble det analysert betydelig flere dyr i 2011.

Undersøkelsen i 2011 viser at vannkvaliteten i hovedelven var god både ovenfor og nedenfor kalkingen. På St. 1 i Guddalselva ovenfor dosereren har begge indeksene verdien 1 både vår og høst. Dette var også tilfelle på lokalitet 7 i hovedelven og lokalitet 3 i Kalstadelva, som er ukalket sidegrein. De andre lokalitetene i hovedelven (St. 4) hadde forsuringindeks 2 på 0,94 om våren, mens st. 10 har forsuringindeks 1 lik 0,5 om våren og forsuringindeks 2 på 0,9 om høsten. Dette 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 ett individ av arten *Baetis rhodani* på St. 2 i Tjøredalselva om høsten. Indeks 2 hadde imidlertid verdien 0,5 om høsten siden antall forsuringstolerante steinfluer var svært høyt. Forsuringindeks 1 var 0,5 om våren i Tjøredalselva. Bunndyrfaunaen på lokaliteten er fremdeles forsuringsskadet, og viser en liten tilbakegang fra 2009, men fremgang fra 2007 da det ikke ble registrert noen svært følsomme arter på lokaliteten. Slektene *Baetis* og *Nigrobaetis* har imidlertid blitt registrert på denne lokaliteten tidligere.

De ukalkete sidebekkene (lokalitet 5, 6, 8, og 12) hadde alle forsuringindeks 1 lik 1 vår og høst, med unntak av stasjon 8 som hadde indeks 1 lik 0,5 om våren. Om våren var forsuringindeks 2 lik 1,0 på stasjon 5, 6 og 12. Alle fire lokalitetene hadde forsuringindeks 2 mellom 0,5 og 0,65 om høsten. Stasjon 8 var tidligere påvirket av terrengkalking og indeksen har hatt en fallende tendens siden 2001.

Bekken ved Espedal er kalket med doserer. Lokaliteten ovenfor doserer (St. 15) har hatt moderat følsomme arter til stede både vår og høst tidligere. I 2009 ble det for første gang registrert ett individ av *B. rhodani* ovenfor dosereren i høstprøven. I 2011 var det igjen bare moderat følsomme arter til stede. Indeksverdiene indikerer fremdeles et moderat forsuringsskadet bunndyrssamfunn. Nedenfor dosereren (St. 9) ble det funnet mange individer av arter fra slekten *Baetis* i 2011. Indeks 2 hadde verdien 1 i vårprøven og verdien 0,79 i høstprøven, som er mye det samme som i 2009. Indeksverdiene indikerer et tilnærmet upåvirket bunndyrssamfunn.



Figur 29. Gjennomsnittet av Forursningsindeks 1 og 2 for kalkede (blå) og ukalkede lokaliteter (rød) i overvåkingen. Fram til 2010 er det ikke skilt mellom kalkede og ukalkede lokaliteter (grønn).

2.5 Samlet vurdering

2+5.1 Vannkjemi

Vannkvalitetsmålet for lakseførende deler av Flekke og Guddalsvassdraget er pH 6,2 gjennom hele året. Vannkvaliteten på den anadrome strekningen var i perioder av 2011 ikke helt tilfredsstillende i forhold til dette målet. Målingene fra både effektkontrollen og vannkjemikontrollen i 2011 viser periodevis lavere pH-verdier enn det som er satt som mål for vassdraget, spesielt gjennom vår og høst. Siden 2008 er det ikke målt pH under 5,8, før i desember 2011, da pH ble målt til 5,7 ved Trollefoss. Dette var i etterkant av en sjøsaltepisode i vassdraget i begynnelsen av desember 2011. Dette indikerer at vannkvaliteten i Flekke og Guddalsvassdraget i en kort periode kan ha vært marginal for overlevelse av forursningsfølsomme organismer i vassdraget i desember 2011. Det store bildet er imidlertid at vannkvaliteten stort sett er over 6,0 i målområdet. Hovedkonklusjonen fra kalkingsplan for Flekke og Guddal er at den største vannkjemiske trusselen er sure sideelver på anadrom strekning.

Det vannkjemiske overvåkingsprogrammet mangler gode upåvirkede referanselokaliteter. Langtidserien fra Tjøredalseva, 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.

Klif's overvåkingsprogram for langtransportert forurensning overvåker årlig ca 100 innsjøer i ulike deler av Norge (Klif 2010). For Sogn og Fjordane (Vestlandet – Nord) har det fra rundt 1990 og fram til i dag vært en tydelig positiv utvikling med hensyn på forursningsskader. 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 2010).

2+5.2 Fisk

I overvåkingsperioden (1995-2011) ble det registrert økt naturlig rekruttering av laks i vassdraget fram til 1998, etter dette har rekrutteringen vært relativt god. De høyeste tetthetene ble funnet på den øverste delen av lakseførende strekning fra Hovlandsvatnet og opp til Harefossen. Denne strekningen har de viktigste gyteområdene for laks i vassdraget. Siden 1999 er det funnet ensomrig laks på samtlige stasjoner.

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 sidebekkene Hovlandsbekken og Espedalsbekken har vært svært høye. Utsettinger har bidratt til dette resultatet. I de siste årene er det ikke satt ut fisk og høye tettheter av årsyngel funnet siden høsten 2003 viser at laksen går opp i sidebekkene for å gyte, tettheten av laks ser imidlertid ut til å ha avtatt igjen de siste årene, mens tettheten av aure har økt i samme periode.

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 er det naturlig å tilskrive dette tiltaket.

Smolten fra Flekke-Guddalvassdraget 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.

Gytebestanden i Flekke – Guddalvassdraget var under gytebestandsmålet i 1995 og 1996, og på grensen i 1997 (Anon 2011), i alle andre år har gytebestanden vært over gytebestandsmålet siden 1993. Lave tettheter av ungfisk midt på 1990-tallet skyldes derfor sannsynligvis liten gytebestand og forsuring, det er sannsynlig at forsuring har vært et hovedproblem for laksen på 1980- og begynnelsen av 1990-tallet, og at dette er hovedårsaken til at bestanden da var liten.

2+.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. Enkelte sideelver er fortsatt forsuringspåvirket, mens hovedelven har gode indekser også ovenfor kalkdosererne.

2+.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 forsuringproblemer hadde bl.a. ført til sterkt redusert laksebestand. Bunndyrindeksen indikerer en betydelig forbedring i vannkvaliteten fra begynnelsen av 1990-tallet til midten på 1990-tallet. Laksefangsten i 1998 var relativt gode, noe som indikerer at gjenhentingene også hadde slått positivt ut på overlevelsen til laksen før kalkingen hadde begynt virke.

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, og en bør vurdere å redusere kalkingen i hele eller deler av året ved Tuland. 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 5,6 utenom smoltutvandringsperioden.

2i .6 Vedlegg

2+.6.1 Vedlegg 1. Stasjonsoversikt

Undersøkte lokaliteter i Flekke- Guddalsvassdraget med UTM referanser.

Stasjonsnavn	St. nr	Type	UTM_X_32	UTM_Y_32	Merknad
Tjøredalselva	2	Vannkjemi	315 735	6 791 872	
Tuland oppstrøms	3	Vannkjemi	315 028	6 794 310	
Tuland nedstrøms	4	Vannkjemi	314 117	6 795 167	
Hovland	5	Vannkjemi	304 443	6 797 007	
Hårefossen	7	Vannkjemi	305 849	6 796 555	
Espedal oppstrøms	9b	Vannkjemi	302 550	6 798 096	
Espedal nedstrøms	9	Vannkjemi	303 809	6 798 280	
Trollefoss	10	Vannkjemi	304 541	6 802 416	
Guddal, Svinevikselva	11	Vannkjemi	305 982	6 798 254	
Hårefossen	1	Fisk	305 839	6 796 465	
Loneland, sandtak	2	Fisk	305 903	6 796 905	
Loneland	3	Fisk	305 384	6 797 364	
Hovlandsbekken	4	Fisk	304 872	6 797 284	
Espedalsbekken	5	Fisk	304 113	6 798 193	
Utløp Hovlandsvatnet	6	Fisk	304 507	6 799 442	
Innløp Rennestraumvanet	7	Fisk	304 759	6 801 507	
Guddalselva	1	Bunndyr	318 344	6 793 794	
Tjøredalselva	2	Bunndyr	315 879	6 792 160	
Kalstadelva	3	Bunndyr	314 279	6 795 481	
Guddalselva	4	Bunndyr	312 031	6 795 440	
Storelva	5	Bunndyr	308 521	6 793 979	
Elv fra Slokedalen	6	Bunndyr	306 685	6 795 785	
Utløp Hovlandsvatnet	7	Bunndyr	304 518	6 799 464	
Bekk v/ Hovland	8	Bunndyr	304 862	6 797 256	
Bekk v/Espedal	9	Bunndyr	303 837	6 798 249	
Utløp Breidvatnet	10	Bunndyr	304 774	6 801 507	
Elv fra Bjordalen	12	Bunndyr	308 267	6 796 714	
Oppstrøms doserer Espedalen	15	Bunndyr	302 532	6 798 094	

2+'6.2 Vedlegg A. Primærdata for vannkjemi i Flekke og Guddalvassdraget i 2011

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		
LAl	Labilt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

Vedlegg A1. Flekke og Guddal 2011. Lok. 2 Tjødalselva (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

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
14.03.2011	2,8	6,31	4	0,74	0,36	2,96	0,45	0,60	5,90	30	0	0	0	2,5	26	30	430
11.04.2011	1,3	5,11	0	0,31	0,32	2,14	0,20	0,80	4,20	30	36	26	10	2,6	3	0	50
09.05.2011	1,3	5,74	0	0,00	0,14	1,47	0,15	0,58	2,20	10	36	28	8	2,6	4	10	80
04.07.2011	1,4	5,71	0	0,20	0,17	1,51	0,11	0,62	1,98	0	59	50	9	4,3	24	4	150
01.08.2011	1,2	5,78	5	0,23	0,17	1,42	0,09	0,62	1,68	14	65	57	8	4,7	28	5	175
05.09.2011	1,4	5,53	0	0,27	0,23	1,56	0,13	0,59	1,99	0	96	77	19	6,8	35	5	215
03.10.2011	1,7	5,90	4	0,14	0,23	2,16	0,13	1,43	2,72	4	118	90	28	3,2	16	0	114
05.12.2011	3,8	5,20	2	0,64	0,73	3,61	0,35	1,22	8,84	87	64	11	53	0,5	-23	1	134
Snitt	1,8	5,66	2	0,32	0,29	2,10	0,20	0,81	3,69	22	59	42	17	3,4	14	7	169
Min	1,2	5,11	0	0,00	0,14	1,42	0,09	0,58	1,68	0	0	0	0	0,5	-23	0	50
Maks	3,8	6,31	5	0,74	0,73	3,61	0,45	1,43	8,84	87	118	90	53	6,8	35	30	430
Antall	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Vedlegg A2. Flekke og Guddal 2011. Lok. 7 Harefossen (målområde 1) (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 µgN/l	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
14.03.2011	3	5,94	2	0,86	0,48	3,2	0,34	0,9	5,9	70	28	25	3	2,8	40,133	0	150
21.03.2011	3,2	6,09		0,87													
28.03.2011	2,8	6,03		0,81													
04.04.2011	2,7	6,07	1	0,67							32	30	2				
11.04.2011	2,4	6,04	2	0,86	0,34	2,23	0,31	1	4,5	60	30	28	2	3,2	23,777	10	110
18.04.2011	2,4	6,09	2	0,62							33	24	9				
26.04.2011	2,2	6,08	4	0,62							29	24	5				
02.05.2011	2,2	6,2	2	0,8							29	24	5				
09.05.2011	2,1	6,05	2	0,85	0,26	2,09	0,27	0,82	3,6	50	29	25	4	2,9	39,432	10	130
16.05.2011	2,1	6,31	3	0,82							28	22	6				
23.05.2011	2,1	6,17		0,78													
30.05.2011	2,1	6,17	2	0,77							30	27	3				
27.06.2011	1,77	6,42		0,827													
11.07.2011	2,11	6,78		0,898													
25.07.2011	1,63	6,44		0,888													
01.08.2011	1,56	6,4	7	0,832	0,21	1,55	0,17	0,8	2,02	31	51	47	4	4,4	54,714	4	205
08.08.2011	1,58	6,39		0,852													
22.08.2011	1,6	6,46		0,891													
05.09.2011	1,54	6,39		0,8	0,23	1,61	0,18	0,85	2,07	29	48	42	6	4,4	55,32	6	215
19.09.2011	1,44	6,12		0,653													
03.10.2011	1,47	6,26	5,7	0,636	0,26	1,47	0,21	0,81	2,13	40	55	49	6	4,5	42,636	6	220
07.10.2011	1,91	5,98	4,5	0,727													
17.10.2011	1,88	6,28		1,09													
31.10.2011	2	6,19		0,77													
07.11.2011	1,91	5,98	4,5	0,727	0,28	1,99	0,25	0,91	3,65	49	36	30	6	2,7		5	132
14.11.2011	2,06	6,28		0,77													
28.11.2011	2,08	6,13		0,852													
26.12.2011	2,54	5,92		1,33													
Snitt	2,1	6,20	3	0,82	0,29	2,02	0,25	0,87	3,41	47	35	31	5	3,6	43	6	166
Min	1,4	5,92	1	0,62	0,21	1,47	0,17	0,80	2,02	29	28	22	2	2,7	24	0	110
Maks	3,2	6,78	7	1,33	0,48	3,20	0,34	1,00	5,90	70	55	49	9	4,5	55	10	220
Antall	28	28	13	28	7	7	7	7	7	7	13	13	13	7	6	7	7

Vedlegg A3. Flekke og Guddal 2011. Lok. 10 Trollefoss (målområde 2) (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

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
14.03.2011	2,9	5,84	1	0,78	0,45	2,93	0,35	0,9	5,6	70	30	24	6	2,9	30,646	0	160
21.03.2011	3	6,04		0,76													
28.03.2011	2,8	5,88		0,79													
04.04.2011	2,7	6,26	1	0,57							35	33	2				
11.04.2011	1,4	6,06	2	0,79	0,36	2,37	0,32	1	4,8	60	30	29	1	3,2	19,813	0	110
18.04.2011	2,5	6,22	2	0,54							35	26	9				
26.04.2011	2,3	6,03	2	0,59							29	24	5				
02.05.2011	2,3	6,12	2	0,77							28	26	2				
09.05.2011	2,2	6,15	3	0,86	0,28	2,16	0,27	0,85	3,8	40	29	24	5	2,6	39,07	0	110
16.05.2011	2,2	6,02	3	0,81							29	22	7				
23.05.2011	2,2	5,96		0,76													
30.05.2011	2,3	6,07	2	0,87							35	30	5				
27.06.2011	1,96	6,43		0,823													
04.07.2011	1,76	6,45		0,744	0,27	1,87	0,19	0,85	2,82	34	39	35	4	3,5	45,869	7	190
25.07.2011	1,68	6,47		1,14													
01.08.2011	1,65	6,36	7	0,806	0,25	1,67	0,19	0,84	2,18	10	45	43	2	4,4	58,593	119	280
08.08.2011	1,59	6,31		0,801													
22.08.2011	1,63	6,55		0,957													
05.09.2011	1,63	6,34		0,862	0,25	1,7	0,17	0,85	2,17	22	52	47	5	4,9	61,397	8	225
19.09.2011	1,63	6		0,792													
03.10.2011	1,64	6,18	5,9	0,676	0,28	1,71	0,24	0,86	2,42	39	71	63	8	5,3	48,335	7	295
07.10.2011	1,92	5,96	4,6	0,73													
17.10.2011	1,86	6,2		0,822													
31.10.2011	2,08	6,11		0,845													
07.11.2011	1,92	5,96	4,6	0,73	0,3	2,01	0,24	0,91	3,63	51	42	35	7	2,9		4	155
14.11.2011	2,06	6,21		0,885													
28.11.2011	2,24	5,98		0,913													
05.12.2011	2,25	5,85	4,8	0,834	0,37	2,27	0,28	1,01	4,59	52	36	27	9	2,1	23,745	4	205
12.12.2011	2,26	5,76		0,927													
26.12.2011	3,83	5,74		1,11													
Snitt	2,1	6,12	3	0,81	0,31	2,08	0,25	0,90	3,56	42	38	33	5	3,5	41	17	192
Min	1,4	5,74	1	0,54	0,25	1,67	0,17	0,84	2,17	10	28	22	1	2,1	20	0	110
Maks	3,8	6,55	7	1,14	0,45	2,93	0,35	1,01	5,60	70	71	63	9	5,3	61	119	295
Antall	30	30	14	30	9	9	9	9	9	9	15	15	15	9	8	9	9

Vedlegg A4. Flekke og Guddal 2011. Vannkjemiske analyser på seks stasjoner (prøver fram til juni er analysert av Vestfold LAB, mens prøvene fra juli er analysert av NIVA).

Prøve-stasjon	Prøve dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
Tuland oppstrøms (3)	14.03.2011	2,9	5,46	0,46
	21.03.2011	3	5,77	0,63
	28.03.2011	2,7	5,54	0,36
	04.04.2011	2,7	5,78	0,49
	11.04.2011	2,4	5,58	0,39
	18.04.2011	2,2	5,45	0
	26.04.2011	1,6	5,48	0
	02.05.2011	1,5	5,74	0,25
	09.05.2011	1,4	5,73	0,23
	16.05.2011	2,2	6,69	1,79
	23.05.2011	1,8	5,53	0,19
	30.05.2011	2,1	5,33	0,29
	11.07.2011	1,42	6,32	0,495
	25.07.2011	1,27	5,98	0,379
	08.08.2011	1,53	5,95	0,408
	22.08.2011	1,53	6,23	0,638
	19.09.2011	1,1	5,84	0,33
	03.10.2011	1,33	5,92	0,496
	17.10.2011	1,67	5,94	1,04
	31.10.2011	1,61	5,81	0,463
	14.11.2011	1,62	6,11	0,506
	28.11.2011	1,94	5,71	0,501
	12.12.2011	2,32	5,68	0,708
	26.12.2011	5,06	5,46	1,04
Snitt	2,04	5,79	0,50	
Min	1,10	5,33	0,00	
Maks	5,06	6,69	1,79	
Antall	24	24	24	
Tuland nedstrøms (4)	14.03.2011	4	6,82	2,71
	21.03.2011	3,5	6,51	1,85
	28.03.2011	3	6,28	1,18
	04.04.2011	3	6,25	1,01
	11.04.2011	1,3	5,41	0,52
	18.04.2011	2,4	6,37	1,15
	26.04.2011	1,6	5,97	0,36
	02.05.2011	1,9	6,46	1,31
	09.05.2011	1,8	6,49	1,18
	16.05.2011	1,8	6,46	1,32
	23.05.2011	1,8	6,26	1,12
	30.05.2011	2	6,3	1,05
	27.06.2011	1,5	6,47	0,826
	11.07.2011	1,5	6,49	0,813
	25.07.2011	1,54	6,49	1,05
	08.08.2011	1,56	6,5	0,951
	22.08.2011	1,78	6,65	1,17
	05.09.2011	1,35	6,28	0,752
	19.09.2011	2,01	7	2,27
	03.10.2011	1,59	6,59	1,16
	17.10.2011	1,78	6,36	0,845
	31.10.2011	1,69	6,14	0,679
	14.11.2011	2,02	6,69	1,37
	28.11.2011	2,3	6,33	1,77
	12.12.2011	2,59	6,42	1,19
	26.12.2011	5,25	5,1	0,89
Snitt	2,18	6,35	1,17	
Min	1,30	5,10	0,36	
Maks	5,25	7,00	2,71	
Antall	26	26	26	

Prøve-stasjon	Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
Hovland	14.03.2011	3,4	5,33	0,49
	21.03.2011	3,4	5,73	0,56
	28.03.2011	3,3	5,54	0,49
	04.04.2011	2,4	5,24	0,4
	11.04.2011	1,3	5,3	0,45
	18.04.2011	2,2	5,29	0
	26.04.2011	1,7	5,6	0,24
	02.05.2011	2	5,69	0,5
	09.05.2011	1,8	5,82	0,51
	16.05.2011	2,1	5,59	0,56
	23.05.2011	2,6	5,31	0,5
	30.05.2011	3	6,12	0,6
	11.07.2011	1,89	5,61	0,531
	25.07.2011	2,12	5,81	0,721
	08.08.2011	1,8	5,54	0,601
	22.08.2011	2,54	6,11	1,12
	05.09.2011	2	5,83	0,838
	19.09.2011	1,66	5,68	0,496
	03.10.2011	1,85	5,48	0,554
	17.10.2011	2,88	5,86	0,913
	31.10.2011	2,2	5,43	0,445
	14.11.2011	2,4	5,85	0,819
	28.11.2011	3,63	5,25	0,653
	12.12.2011	4,54	5,94	1,15
26.12.2011	8,66	6,57	2,89	
Snitt	2,69	5,66	0,68	
Min	1,30	5,24	0,00	
Maks	8,66	6,57	2,89	
Antall	25	25	25	
Espedal oppstrøms (9b)	14.03.2011	3,4	4,88	0,27
	21.03.2011	3,5	5,1	0,46
	28.03.2011	3,1	4,98	0,23
	04.04.2011	2,6	5,03	0,33
	11.04.2011	1,2	5,02	0,22
	18.04.2011	2,3	5,09	0
	26.04.2011	2,1	5,27	0,12
	02.05.2011	2	5,41	0,25
	09.05.2011	2	5,8	0,44
	16.05.2011	2,1	5,71	0,45
	23.05.2011	2,1	5,36	0,19
	31.05.2011	2,5	5,19	0,5
	11.07.2011	1,85	5,74	0,489
	25.07.2011	1,73	6,1	0,788
	08.08.2011	1,76	5,77	0,485
	22.08.2011	1,79	6,06	0,563
	05.09.2011	1,7	5,64	0,453
	19.09.2011	1,83	6,11	1,07
	03.10.2011	1,66	5,38	0,345
	17.10.2011	2,43	5,26	0,378
	31.10.2011	2,47	5,21	0,354
	14.11.2011	2,87	6,81	1,88
	28.11.2011	2,67	5,26	0,437
	12.12.2011	1,67	6,05	0,439
	26.12.2011	5,11	4,8	0,579
	Snitt	2,34	5,48	0,47
Min	1,20	4,80	0,00	
Maks	5,11	6,81	1,88	
Antall	25	25	25	

Vedlegg A4. Fortsetter

Prøve-stasjon	Prøve dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
Espedal nedstrøms (9))	14.03.2011	5,4	9,21	6,38
	21.03.2011	4,4	7,01	2,94
	28.03.2011	3,1	6,26	2,41
	04.04.2011	4,5	8,46	4,5
	11.04.2011	1,2	6,45	1,57
	18.04.2011	3,9	7,68	6,67
	26.04.2011	2,1	5,68	0,38
	01.05.2011	2,4	5,32	0,44
	02.05.2011	2,2	6,07	1,64
	09.05.2011	2,1	5,86	0,41
	16.05.2011	2,1	5,86	0,62
	23.05.2011	2,2	6,08	1,08
	27.06.2011	1,37	6,05	0,445
	11.07.2011	1,99	6,3	0,976
	25.07.2011	1,77	6,18	0,917
	08.08.2011	2,14	6,73	1,74
	22.08.2011	1,91	6,6	1,16
	05.09.2011	1,75	5,96	0,861
	19.09.2011	1,68	5,97	0,796
	03.10.2011	2,32	7,02	2,51
	17.10.2011	4,48	8	6,02
	31.10.2011	5,25	8,61	21,6
	14.11.2011	2,33	5,47	0,405
	28.11.2011	5,24	7,08	19,7
	12.12.2011	2,31	6,24	0,91
	26.12.2011	5,51	6,47	3,14
Snitt	2,91	6,64	3,47	
Min	1,20	5,32	0,38	
Maks	5,51	9,21	21,60	
Antall	26	26	26	

Prøve-stasjon	Prøve dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
Guddal, Svinevika	14.03.2011	2,5	6,18	0,42
	21.03.2011	2,2	6,6	1,45
	28.03.2011	3	6,57	1,84
	04.04.2011	2,3	5,1	0,31
	11.04.2011	2,4	5,12	0,28
	18.04.2011	1,9	5,38	0
	26.04.2011	1,3	5,5	0
	02.05.2011	1,3	5,69	0,3
	09.05.2011	1,4	5,74	0,26
	16.05.2011	1,8	5,51	0,31
	23.05.2011	2	5,32	0,25
	30.05.2011	2,6	5,37	0,54
	27.06.2011	1,87	5,69	0,53
	11.07.2011	1,58	5,63	0,392
	08.08.2011	1,59	5,79	0,543
	22.08.2011	1,77	6,11	0,761
	05.09.2011	1,51	5,74	0,492
	19.09.2011	1,3	5,64	0,334
	03.10.2011	1,7	5,43	0,498
	17.10.2011	2,38	5,77	0,586
	31.10.2011	2,18	5,61	0,457
	14.11.2011	2,07	5,71	0,47
	28.11.2011	3,22	5,47	0,517
	12.12.2011	1,99	6,6	1,76
	26.12.2011	10,9	6,47	4,14
Snitt	2,35	5,75	0,70	
Min	1,30	5,10	0,00	
Maks	10,90	6,60	4,14	
Antall	25	25	25	

Vedlegg B1. Utbredelse er angitt som prosentdel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1, Tetthet 2, median, min, og max tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m². For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavvik angitt i parentes.

År	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Dato	12.11	22.11	15.10	16.09	29.09	29.09	28.09	07.10	15.10
Ant. stasj.	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Areal, m ²	1451	385	453	700	650	600	610	625	635
Vanntemp (°C)									
Vannføring (m ³ /s)									
Laks 0+									
Utbredelse	71	71	43	86	100	100	100	100	100
Tetthet 1	3,9(20,8)	24,2(11,3)	15,0(11,4)	72,9(21,2)	41,3(7,9)	58,2(6,8)	84,8(8,7)	47,8(8,2)	39,6(8,9)
Tetthet 2	2,7(3,0)	20,9(43,8)	14,8(30,7)	73,9(122,2)	49,7(50,0)	65,4(57,7)	96,7(74,6)	57,9(57,2)	42,8(51,5)
Median	2	2	0	37	46,5	50,4	83	29,7	27
Min tetthet	0	0	0	0	6	6,5	1	3,1	2
Max tetthet	8,2	119	83,5	344,9	149,1	162,3	216,6	151,4	150,1
Laks eldre enn 0+									
Utbredelse	86	86	71	71	100	100	100	86	100
Tetthet 1	7,3(3,1)	16,5(2,8)	13,4(1,6)	15,2(2,8)	29,6(5,1)	33,4(2,5)	43,7(2,9)	32,6(4,1)	17,8 (2,2)
Tetthet 2	8,0(12,1)	16,0(23,2)	13,5(14,9)	15,6(18,8)	36,2(42,6)	42,4(39,3)	53,8(55,9)	39,8(43,9)	20,2(18,7)
Median	2	4	7,8	10	18,2	25,5	49,9	23,2	16,3
Min tetthet	0	0	0	0	2,2	7	2	0	1
Max tetthet	31,9	64,5	42,3	52,9	119,8	110	163,2	113,8	52,8
Aure 0+									
Utbredelse	100	100	86	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	19,2(29,1)	16,4(4,6)	31,0(5,0)	15,3(6,5)	13,6(2,8)	24,3(4,7)	14,4(3,3)	14,8(2,0)	14,2 (4,6)
Tetthet 2	18,5(10,4)	15,0(9,5)	30,5(23,2)	15,9(9,5)	15,4(9,5)	28,2(22,4)	15,5(8,2)	19,6(21,8)	14,9(11,3)
Median	15,7	12,3	31,9	14,4	11	17,8	13,9	8,3	9,9
Min tetthet	6	3,6	0	3	5	12,1	4	4,4	9,1
Max tetthet	33,3	32,6	71,6	30,3	32	71,3	29,7	61,4	30,0
Aure eldre enn 0+									
Utbredelse	86	86	100	86	100	100	100	86	100,0
Tetthet 1	11,6(7,9)	22,5(3,4)	21,1(0,8)	16,8(3,4)	11,4(1,3)	10,1(0,9)	5,6(0,8)	8,6(1,6)	9,0 (0,6)
Tetthet 2	11,2(6,5)	22,5(16,2)	21,9(20,1)	16,8(20,1)	10,7(12,4)	11,8(9,7)	4,5(4,4)	9,2(6,2)	10,2 (4,8)
Median	12,3	27,8	13,8	13,2	11	9	4	11,2	11,3
Min tetthet	0	0	5,4	0	1	2	1	0	2,2
Max tetthet	21,3	42,6	62,4	60,3	36,9	28,9	14,4	17,4	14,5

Vedlegg B1. Fortsetter

År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Dato	22.10	17.10	27.09	12.12	04.12	21.10	13.10	27.10 & 12.11
Ant. stasj.	7	7	7	7	7	7	7	7
Areal, m ²	675	675	675	675	675	675	650	625
Vanntemp (°C)								5,6 – 7,2
Vannføring (m ³ /s)								5,9
Laks 0+								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	45,5(5,8)	60,0(17,1)	61,1(9,6)	20,7 (16,4)	23,9(6,8)	33,6(17,9)	35,4(8,6)	61,2 (7,2)
Tetthet 2	47,0(32,0)	57,2(47,2)	63,5(45,3)	22,8 (17,7)	24,4(14,3)	33,8(23,7)	34,7(22,4)	52,1 (40,4)
Median	39	50	68,2	15	21,5	23,7	26,1	43,14
Min tetthet	19,1	7	5	3	11	9	14,8	10,18
Max tetthet	115,8	140	122,6	42,7	54,4	63	80	126,1
Laks eldre enn 0+								
Utbredelse	100	100	86	100	100	100	100	100
Tetthet 1	24,7(1,6)	22,5(1,7)	28,9(6,3)	25,2 (11,3)	23,3(5,4)	24,7(2,6)	18,7(2,3)	17,9 (1,0)
Tetthet 2	26,7(25,4)	23,9(19,1)	32,1(38,7)	28,5 (30,0)	23,8(16,1)	24,8(18,3)	18,8(9,2)	15,6 (12,3)
Median	16,1	15	18,7	14	19,1	23,9	20	13,65
Min tetthet	3	1	0	2,2	4,4	6,1	9	3
Max tetthet	77,8	56,7	115,1	85,1	48	61,1	34,9	33,52
Aure 0+								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	15,6(2,3)	11,2(3,0)	12,6(5,1)	8,8 (1,5)	6,9(2,9)	13,1(4,1)	8,4(1,8)	10,0 (5,3)
Tetthet 2	16,1(12,5)	10,9(4,3)	12,5(12,0)	9,9 (6,3)	6,8(4,6)	12,9(11,9)	8,3(7,0)	9,5 (5,1)
Median	13,9	11,2	8,3	9,2	5,1	6	5,3	9,355
Min tetthet	2	4	0	2,2	2	2,7	1	2
Max tetthet	38,5	16,9	34,2	17,4	14	11	20,6	16,69
Aure eldre enn 0+								
Utbredelse	100	100	100	86	86	100	100	100
Tetthet 1	6,8(0,4)	4,2(0,8)	3,1(0,4)	3,4 (1,5)	4,7(0,5)	6,4(0,6)	9,3(9,2)	6,3 (0,7)
Tetthet 2	6,9(4,0)	4,2(1,8)	3,6(2,9)	3,1 (4,2)	4,9(3,5)	6,2(3,0)	9,6(5,7)	5,9 (5,1)
Median	6,7	4,1	3,1	1,3	4,4	6	8,3	3,075
Min tetthet	2	2	1	0	0	2,7	2,2	0,8
Max tetthet	12	7,4	8,2	12,3	11	11	19	13,64

Vedlegg B2. Fangst, tetthet og lengde for laks per stasjon i Flekke-Guddalsvassdraget 2011.

Stasjon	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	0+	76	35	23	134	126,1	17,7	0,47	62,6	5,4	50,0	75,0
125 m ²	>0+	14	3	0	17	13,7	0,5	0,84	136,3	14,9	104,0	166,0
	Sum	90	38	23	151	136,4	14,1	0,51	70,9	24,4	50,0	166,0
St. 2	0+	31	15	11	57	70,4	19,2	0,42	51,6	6,3	38,0	66,0
100 m ²	>0+	11	2	0	13	13,0	0,4	0,86	120,8	22,3	89,0	158,0
	Sum	42	17	11	70	79,1	12,1	0,51	64,5	29,2	38,0	158,0
St. 3	0+	19	14	4	37	43,1	11,0	0,48	55,2	6,1	42,0	68,0
100 m ²	>0+	13	2	1	16	16,2	1,0	0,78	126,8	12,9	106,0	145,0
	Sum	32	16	5	53	57,4	7,2	0,57	76,8	34,2	42,0	145,0
St. 4	0+	27	12	7	46	69,8	13,7	0,51	48,1	3,5	40,0	55,0
75 m ²	>0+	20	5	0	25	33,5	1,1	0,82	101,4	17,3	80,0	150,0
	Sum	47	17	7	71	100,1	8,3	0,62	66,9	27,7	40,0	150,0
St. 5	0+	2	1	1	4	5,8	10,8	0,32	58,5	5,4	52,0	65,0
100 m ²	>0+	6	6	4	16	37,0	91,3	0,17	112,5	18,5	81,0	140,0
	Sum	8	7	5	20	40,5	70,3	0,20	101,7	27,7	52,0	140,0
St. 6	0+	15	10	5	30	30,3	12,5	0,41	71,7	8,6	58,0	90,0
125 m ²	>0+	18	4	0	22	17,7	0,5	0,84	156,5	15,9	118,0	191,0
	Sum	33	14	5	52	44,4	4,9	0,60	107,6	44,0	58,0	191,0
St. 7	0+	11	3	3	17	18,8	5,1	0,54	70,6	8,1	59,0	88,0
100 m ²	>0+	3	2	0	5	5,2	1,3	0,65	146,4	41,5	83,0	193,0
	Sum	14	5	3	22	24,0	4,9	0,57	87,9	37,9	59,0	193,0
Totalt	0+	181	90	54	325	53,0	4,9	0,46	59,0	9,5	38,0	90,0
725 m ²	>0+	85	24	5	114	16,0	0,5	0,74	126,5	26,5	80,0	193,0
	Sum	266	114	59	439	67,1	3,5	0,54	76,5	33,6	38,0	193,0

Vedlegg B3. Fangst, tetthet og lengde for aure per stasjon i Flekke-Guddalsvassdraget 2011.

Stasjon	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	0+	5	0	3	8	9,4	12,2	0,32	70,4	6,7	59,0	80,0
125 m ²	>0+	0	1	0	1	0,8		0,00	130,0		130,0	130,0
	Sum	5	1	3	9	11,3	16,7	0,29	77,0	20,9	59,0	130,0
St. 2	0+	2	4	1	7	14,7	46,0	0,19	59,6	6,9	53,0	73,0
100 m ²	>0+	1	0	0	1	1,0	0,0	1,00	140,0		140,0	140,0
	Sum	3	4	1	8	11,7	15,3	0,32	69,6	29,1	53,0	140,0
St. 3	0+	0	2	0	2	2,0		0,00	63,5	0,7	63,0	64,0
100 m ²	>0+	3	0	0	3	3,0	0,0	1,00	192,3	61,2	137,0	258,0
	Sum	3	2	0	5	5,2	1,3	0,65	140,8	82,8	63,0	258,0
St. 4	0+	5	0	2	7	10,7	5,5	0,50	58,0	8,2	46,0	68,0
75 m ²	>0+	7	0	0	7	9,3	0,0	1,00	224,4	110,	86,0	390,0
	Sum	12	0	2	14	19,0	1,5	0,75	141,2	114,	46,0	390,0
St. 5	0+	4	2	1	7	8,0	4,2	0,50	60,9	5,6	50,0	67,0
100 m ²	>0+	8	1	1	10	10,2	1,1	0,74	252,5	74,3	190,0	450,0
	Sum	12	3	2	17	17,8	2,7	0,64	173,6	112,	50,0	450,0
St. 6	0+	3	3	0	6	5,2	2,0	0,57	67,7	8,9	55,0	78,0
125 m ²	>0+	7	3	3	13	13,6	9,9	0,38	116,2	37,1	80,0	171,0
	Sum	10	6	3	19	18,4	7,9	0,44	100,8	38,4	55,0	171,0
St. 7	0+	4	4	2	10	16,7	27,4	0,26	70,2	10,7	60,0	94,0
100 m ²	>0+	2	1	0	3	3,1	0,7	0,71	173,0	70,0	102,0	242,0
	Sum	6	5	2	13	17,1	12,4	0,38	93,9	54,2	60,0	242,0
Totalt	0+	23	15	9	47	8,6	3,5	0,37	64,8	9,1	46,0	94,0
725 m ²	>0+	28	6	4	38	5,4	0,4	0,68	183,5	87,0	80,0	450,0
	Sum	51	21	13	85	13,2	1,8	0,52	117,9	83,1	46,0	450,0

Vedlegg C1. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Flekke-Guddalsvassdraget 19.06.2011. For detaljer om stasjonene, se figur 1 og vedlegg 1.

Stasjon	ind-eks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
Taxa													
Nematoda			8										
Oligochaeta		27	30	3	19		30		10	1		20	2
Hydracarina		8		9		4	6	24	17	44		8	4
Døgnfluer													
Baetis sp.	1	8		24	16	4				84			
Baetis fuscatus/scambus	1						72	8		156		16	
Baetis rhodani	1	132		42	68			1		10		81	
Baetis subalpinus	1						34			97		235	
Nigrobaetis niger	1				8			1					
Leptophlebia vespertina	0										2		
Steinfluer													
Amphinemura borealis	0	46	43	52	8	2	22	1	33	25		67	36
Amphinemura standfussi	0								8				8
Amphinemura sulcicollis	0												4
Nemoura cinerea	0					1							
Leuctra digitata	0	22	58	53	78	2	33	2	153	26		40	208
Leuctra hippopus	0				16		1		32	40			4
Leuctra nigra	0												4
Isoperla sp.	0,5			8						8			
Isoperla obscura	0,5	5	3	1	5			3	1	1	8	4	2
Biller													
Hydraena gracilis							1			17		10	
Elmis aenea		43	153	89	43		33	9	58	34	8	250	6
Vårfluer													
Trichoptera				1				1					
Rhyacophila nubila	0	9	24	26	19	4	7		5			17	4
Ithytrichia sp.	0,5				8								
Hydroptila sp.		56	49		72	4		305	16		1	41	
Wormaldia subnigra	0,5						13						
Hydropsyche pellucidula	0,5							1			1		
Hydropsyche siltalai	0,5				3		1	2	8				
Neureclipsis bimaculata	0							282					
Plectrocnemia sp.			2	9	8				1				
Polycentropus flavomaculatus	0	24	45	10	9		6	59	9		1	1	1
Apatania sp.	0,5		1	1								8	
Potamophylax cingulatus	0									1			
Chaetopteryx sp.											3	5	
Lepidostoma hirtum	0,5		1		8			1			8		
Athripsodes cinereus	0							1					
Ceraclea dissimilis											24		
Tovinger													
Dicranota sp.		2	2	2		2			3	9			5
Simuliidae		8	8	50	155	13	34	130	40	24	18	72	53
Chironomidae		711	245	526	1104	203	831	475	1452	922	340	338	115
Empididae			1	8	24	4	4						
Fisk													
Salmo trutta					2				1				
Sum		1101	673	914	1673	243	1128	1306	1847	1499	414	1213	456
Forsuringsindeks I		1	0,5	1	1	1	1	1	0,5	1	0,5	1	0,5
Forsuringsindeks II		1,0	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	1,0	-	1,0	-
Referanse/kalket		ref	ref	ref	kalk	ref	ref	kalk	ref	kalk	kalk	ref	ref

Vedlegg C2. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Flekke-Guddalsvassdraget 27.10 og 17.11.2011. Detaljer om stasjonene se figur 1 og vedlegg 1.

Taxa	Stasjon	Indeks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
Nematoda									4			1		
Snegler -Radix balthica		1							2					
Muslinger -Pisidium sp.		0,25						3	12			1		
oligochaeta			31	37	17	13			4	1	3		9	
Vannmidd Hydracarina				32	16			1	4		1			
Døgnfluer														
Baetis rhodani		1	489	1	247	117	1	3	5	2	498	2	115	
Nigrobaetis niger		1	13		2	26		1						
Leptophlebia sp.										16				
Leptophlebia marginata		0		1		3								
Leptophlebia vespertina		0				1						8		
Steinfluer														
Brachyptera risi		0	180		67	1	539			305	1205		683	363
Taeniopteryx nebulosa		0	4	1	1		1	34	6		1	5	9	
Amphinemura borealis		0	304	863	154	240	249	131	13	1335	357		19	219
Amphinemura sulcicollis		0	121	287	60	8	87	67	13	166	70		20	58
Nemoura cinerea		0					34							1
Nemurella pictetii		0					17							
Protonemura meyeri		0	2	3	19	3	39			2	71		22	16
Leuctra sp.					19	26				64	2		1	64
Leuctra hippopus		0	1		19	3	102			1	34		5	2
Capnia pygmaea		0,5	22											
Diura nanseni		0,5								2	2		2	1
Isoperla sp.		0,5	5	7		28		119	19		101	7	16	1
Siphonoperla burmeisteri		0	5			8	1			2				
Vårfluer														
Rhyacophila nubila		0	1	1	50		3	5	6	88	5	1		10
Oxyethira sp.		0		1	1									
Hydroptila sp.				34	1			64	4					
Philopotamus montanus		0,5									1			
Hydropsyche pellucidula		0,5	6	5				1	1			55		
Hydropsyche siltalai		0,5				1		2				4		
Neureclipsis bimaculata		0				8		233	167			25		
Plectrocnemia sp.													4	1
Polycentropus flavomaculatus		0	6	8	4	8		206	102			113	37	
Tinodes waeneri		0,5										1		
Limnephilidae				2		9	1						16	
Apatania sp.		0,5	1							1	1			
Potamophylax sp.							2							
Potamophylax latipennis		0											1	
Lepidostoma hirtum		0,5		1	1			3	17			69		
Ceraclea sp.									4					
Sericostoma personatum		0,5	1										1	
Øyestikkere														
Cordulegaster boltoni								1						
Biller														
Hydraena riparia						1							1	
Hydraena gracilis										1			2	
Elmis aenea			79	151	42	114	6	37	26	50	1	4	101	3
Tovinger														
Dicranota sp.			14			1				4	2		2	3
Simuliidae			12	71	82	1	299		4	67	72		111	90
Chironomidae			176	592	153	531	409	727	254	391	264	239	245	233
Muscidae												2		
Sum			1473	2098	955	1151	1790	1638	667	2498	2691	537	1423	1064
Forsuringsindeks I			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5
Forsuringsindeks II			1,00	0,50	1,00	0,94	0,50	0,51	1,00	0,50	0,79	0,90	0,65	-
Referanse/kalket			ref	ref	ref	kalk	ref	ref	kalk	ref	kalk	kalk	ref	ref

Notat

oversikt

2011

- 2011-4: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2010
- 2011-3: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2010. Sammendragsrapport
- 2011-2: Register over leverandører av kalk, utstyr og tenester for kalking av vatn og vassdrag. 2011
- 2011-1: Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2010

2010

- 2010-5: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2009.
- 2010-4: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2009. Sammendragsrapport
- 2010-3: Blomster og bier = sant - om økosystemtjenesten pollinering
- 2010-2: Handel med truede arter – sjekklister for CITES 2010
- 2010-1: Register over leverandører av kalk, utstyr og tenester for kalking av vatn og vassdrag. 2009

2009

- 2009-3: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2008. Sammendragsrapport
- 2009-2: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2008
- 2009-1: Bestandsutvikling hos sjørøret og forslag til forvaltningstiltak. Notat fra arbeidsgruppe

2008

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

2007

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

2006

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

2005

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

2004

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

2003

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

2002

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

KONTAKTINFO

Direktoratet for naturforvaltning. Besøksadresse: Tungasletta 2, postadresse: 7485 Trondheim, tlf.: 73 58 05 00, faks: 73 58 05 01, postmottak@dirnat.no, www.dirnat.no

Direktoratet for naturforvaltning har sentrale, nasjonale oppgaver og ansvar i arbeidet med å forvalte norsk natur. Det innebærer å bevare naturmangfoldet og legge til rette for friluftsliv og bruk av naturens ressurser.

Direktoratet for naturforvaltning er en rådgivende og utøvende etat, underlagt Miljøverndepartementet. Vi har myndighet til å forvalte naturressurser, gjennom ulike lover og forskrifter som Stortinget har vedtatt.

Ut over lovbestemte oppgaver har vi også ansvar for å identifisere, forebygge og løse miljøproblemer. Direktoratet for naturforvaltning samarbeider med andre myndigheter og gir råd og informasjon til befolkningen.