



DIREKTORATET FOR
NATURFORVALTNING



DN-notat 4-2010

Kalking i laksevasdrag

Effektkontroll i 2009
Sammendragsrapport

Kalking i laksevassdrag

Effektkontroll i 2009
Sammendragsrapport

Notat 4-2010

Utgever:
Direktoratet for naturforvaltning

Dato:
Oktober 2010

Antall sider:
96

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,
2009. Kalking i laksevassdrag.
Effektkontroll i 2009
Sammendragsrapport. Notat 4-2010

Forside:
Ørretunger gis også gode vilkår
i kalkede laksevassdrag
Foto: Roar A. Lund

ISBN (Trykt): 978-82-7072-579-3
ISBN (PDF): 978-82-7072-582-3
ISSN (Trykt): 0802-1546
ISSN (PDF): 1890-7628

Layout: Guri Jermstad AS

EKSTRAKT:

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

ABSTRACT:

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

Forord

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

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

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

I dette DN-notatet presenteres resultater fra prosjektene som ble gjennomført i 2009 i en kortfattet form for å gjøre resultatene godt tilgjengelig for et bredt publikum. I hovedrapportene for disse prosjektene, som finnes på www.dirnat.no kan det hentes mer detaljert informasjon om prosjektene.

Trondheim, juli 2010

Yngve Svarte

Direktør Artsforvaltningsavdelingen

Innhold

Kalking i forsurede laksevassdrag i Norge – status og trender pr 2009.....	5
Aust-Agder og Vest-Agder – status og trender.....	8
Rogaland – status og trender.....	9
Hordaland, Sogn og Fjordane – status og trender.....	10
Metodikk.....	12
Arendalsvassdraget.....	16
Vegårvassdraget.....	21
Tovdalsvassdraget.....	26
Mandalsvassdraget.....	30
Audna.....	34
Lygnavassdraget.....	38
Kvinavassdraget.....	42
Sokndalsvassdraget.....	46
Bjerkreimsvassdraget.....	50
Ogna.....	54
Frafjordelva.....	58
Espedalselva.....	61
Lysevassdraget.....	64
Jørpelandsvassdraget.....	67
Vikedalselva.....	70
Rødneelva.....	73
Uskedalselva.....	76
Vossovassdraget.....	80
Eksingedalsvassdraget.....	84
Yndesdalsvassdraget.....	87
Flekkje og Guddalsvassdraget.....	91

Kalking i forsurede laksevasdrag i Norge – status og trender pr 2009

Ann Kristin Schartau (NINA), Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø), Sven-Erik Gabrielsen (LFI, Uni Miljø), Mona Weideborg (Aquateam)

Totalt blir 21 lakseførende vassdrag kalket i Norge. Effekten av kalkingen følges ved årlig overvåking av vannkvalitet og fisk i alle vassdragene, mens bunndyr og enkelte andre grupper av flora og fauna overvåkes hvert andre år. Kalkingen av norske laksevasdrag har ført til bedring av vannkvaliteten, økt artsmangfold av bunndyr og økt produksjon av laks. Det har også har vært en positiv utvikling i vannkvaliteten i ukalkede deler av vassdragene som følge av mindre sur nedbør. I noen vassdrag er imidlertid kalkingsinnsatsen redusert mer enn det den naturlige forbedringen i vannkvaliteten i 2009 ga grunnlag for. Resultatene viser at kalkingen må opprettholdes, og i noen tilfeller økes, for å sikre at forsurede organismer skal kunne leve og reproducere i disse elvene.

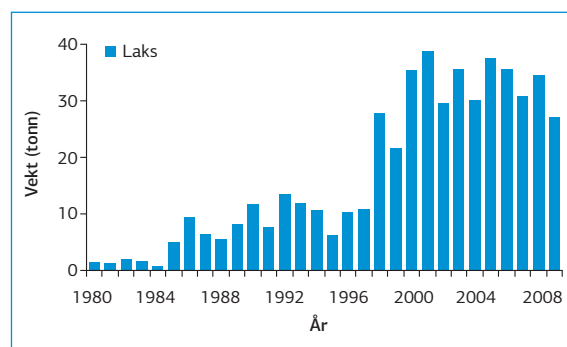
Basert på resultater fra overvåkingen foreslås det å endre kalkingsstrategien i noen av vassdragene, for eksempel ved silikatbehandling, kalking av sure sidevassdrag, etablering av nye kalkdoserere eller terrengekalking.

Det er usikkert hvilke konsekvenser klimaendringene har for kalkingsbehovene i årene som kommer. For å få mer kunnskap om dette må det settes i gang studier som kobler resultater fra kalkingsovervåkingen med klima- og vannføringsdata.

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 kalkede vassdragene. Her må nevnes at fangststatistikken har sine feilkilder, men den gir allikevel et bilde på utviklingen av fangstene over tid. Sportsfiskefangster av laks i de kalkede vassdragene lå på mellom 1 og 2 tonn på begynnelsen av 1980-tallet. På slutten av 80-tallet og

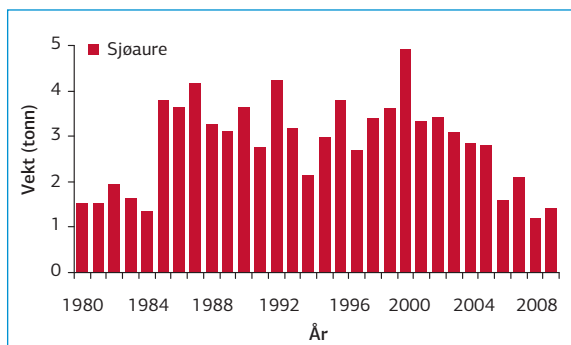
igjennom store deler av 90-tallet, varierte fangstene på mellom 5 og 10 tonn. Siden slutten av 90-tallet og frem til i dag har fangstene av laks økt betydelig, og det fanges nå årlig om lag 30 til 40 tonn laks på sportsfiske i de kalkede vassdragene. En av årsakene til den betydelige økningen siden 1997, er fangstene fra Mandalselva og Bjerkreimselva. Fra 1998 til 2009 står disse to vassdragene for nesten 60 % av totalfangsten av laks i de kalkede vassdragene, mens de i perioden før 1998 bidro med ca. 30 %. Den positive utviklingen i fangstene av laks gjenspeiler en markert økning i ungfiskbestanden av laks i de kalkede vassdragene.



Fangst av laks i kalkede vassdrag i Norge i perioden 1980-2009. Figuren baserer seg på offisielle data for 12 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket. I noen av de kalkede 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 kalkede vassdragene det samme forløpet. Riktignok var fangstene av sjøaure lave på begynnelsen av 1980-tallet, da de lå på mellom 1,5 tonn til 2 tonn. De økte så betydelig fra midten av 1980-tallet med fangster på mellom 3 og 4 tonn. Disse fangstene av sjøaure vedvarte frem til 2000 som står for bestnoteringen med nesten 5 tonn. Siden dette året har fangstene gått tilbake, og totalt oppfisket kvantum av sjøaure i 2008 og 2009 er de laveste registreringene til nå med i overkant av 1 tonn. En

av årsakene til nedgangen er fangstene i Vikedals-elva. Dette vassdraget alene stod for ca. 25 % av sjøaurefangstene i de kalkede 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 kalkede vassdragene, synes ikke kalkingen å ha hatt den samme effekten på ungfiskproduksjonen av aure. Ungfiskbestanden av aure i de kalkede vassdragene viser generelt sett ingen eller en svak negativ utvikling.



Fangst av sjøaure i kalkede vassdrag i Norge i perioden 1980-2009. Figuren baserer seg på offisielle data for 14 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket. I noen av de kalkede 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. Siden 1980 har konsentrasjonen av sulfat i nedbøren avtatt med 61-88 % og tilsvarende har nitrat- og ammoniumkonsentrasjonen i nedbøren blitt redusert med hhv. 24-25 % og 45-63 %. I tråd med dette har det skjedd en naturlig vannkjemisk forbedring i mange vassdrag innenfor forsursings-

området i Norge, og behovet for kalking har avtatt. For Norge samlet er årlig kalkforbruk i siste fem års periode redusert med 26 % sammenlignet med kalkforbruket i 2000. Reduksjonen har vært størst i Rogalandsvassdragene (31 %) og i Hordaland og Sogn og Fjordane (35 %) mens samlet reduksjon i Sørlandsvassdragene har vært på 18 %. I denne perioden er enkelte kalkdoserere lagt ned, mens andre kun er i drift i deler av året. Samtidig er det satt i gang nye kalkingsaktiviteter, og i noen vassdrag er eksisterende kalkingsaktiviteter utvidet. Dette gjelder for eksempel mange av vassdragene på Sørlandet.

I de fleste vassdragene tilføres kalken ved hjelp av doserer, men innsjøkalking og, i noe mindre grad, bekkekalking er også vanlig. Terrengkalking er kun 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.

Vannkjemi

Vannkjemi undersøkes i alle de 21 vassdragene som kalkes. Etter at vassdragskalkingen startet har det skjedd en forbedring i vannkvaliteten i de kalkede 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. Disse endringene har imidlertid ikke vært så omfattende som for kalkete deler av vassdragene og den positive utviklingen har mange steder flatet ut etter 2000.

Vannkvaliteten på lakseførende strekninger var i 2009 stort sett tilfredsstillende sammenliknet med vannkvalitetsmålet. Unntaket fra dette var Audna og Kvina i Vest-Agder, Vikedalsvassdraget, Frafjordelva og deler av Sokndalselva i Rogaland, samt Uskedalsvassdraget i Hordaland, hvor pH lå under målet i lengre perioder. I noen av de

Samlet kalkforbruk angitt som 100 % CaCO₃ i laksevassdrag fordelt på regioner (Sørlandet, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane) og for hele forsursingsområdet total, i perioden 2000-2009. Andre avsyngsmidler enn kalk, som for eksempel silikatlut og dolomitt, er ikke tatt med i tabellen men utgjør kun små mengder totalt sett.

Region	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Sørlandet	28319	19197	24120	19608	27475	24678
Rogaland	5573	4557	4177	3972	4065	3718
Hordaland og SF	6241	3259	2015	2667	3348	2678
Alle laksevassdragene	40133	27013	30312	26247	34888	31074

Øvrige vassdragene var vannkvaliteten i 2009 mer marginal og ustabil, med kortvarige pH-reduksjoner, sammenlignet med tidligere år. Dette tyder på at en har redusert kalkingsinnsatsen mer enn den naturlige forbedringen i vannkvaliteten i 2009 ga grunnlag for.

Innholdet av organisk karbon (TOC), partikler og fosfor har økt i mange vassdrag, sannsynligvis som følge av økt avrenning, og variasjonene over året er blitt større.

Det er fortsatt perioder hvor innholdet av giftig aluminium på lakseførende strekning er så høyt at fisken kan skades. I flere vassdrag er innholdet av giftig aluminium høyere enn 10 µg/l som er grenseverdien god/moderat tilstand iht. Klassifiseringsveilederen (EUs vanndirektiv). Dette skyldes i stor grad innblanding av surt vann fra sidevassdrag. Sjøsaltepisoder med utlekking av giftig aluminium fra jordsmonnet har vært et problem enkelte vintre slik som i 2005 og i noe mindre grad ved årsskiftet 2006/2007. De seneste to vintrene (2007/2008 og 2008/2009) er det ikke registrert vesentlige sjøsaltepisoder i noen av vassdragene.

Det er antatt at klimaendringene kan oppveie noe av den positive utviklingen i vannkvaliteten som skyldes mindre sur nedbør. Kalkingsovervåkingen alene er imidlertid ikke tilstrekkelig for å kunne si noe om den relative betydningen av klimaendringer i forhold til forsurening på vassdragenes økologiske tilstand, og

hvilke konsekvenser dette har for kalkingsbehovet i årene som kommer.

Bunndyr

I 2009 ble bunndyr undersøkt i elleve av de vassdragene som kalkes. Faunaen viser generelt en positiv utvikling etter at kalkingen ble startet. Diversiteten er blitt større og spesielt har innslaget av forsuringfølsomme bunndyr økt. Dette har gitt en positiv utvikling av forsuringindeksene i det tidsrommet vassdragene har vært overvåket.

To av vassdragene i Hordaland viser en positiv utvikling etter forrige undersøkelse. Bunndyrfaunaen i det tredje, Yndesdalsvassdraget, må fremdeles karakteriseres som moderat forsuringsskadet. Nedlegging av et større innsjøkalkingsprosjekt kan forklare dette. Bunndyrsamfunnene i tre av de fire vassdragene som ble overvåket i Rogaland kan karakteriseres som uskadet etter kalkingen. Det fjerde, Rødneelva, har fremdeles litt skader på bunndyrfaunaen. Fire undersøkte vassdrag i Agderfylkene viser en positiv respons etter kalking, men er ennå litt skadet. Forsuringindeksen i tre av disse elvene viser imidlertid en negativ utvikling de siste to år. De ukalkete referanselokalitetene i de elvene som er kalket har generelt større skader og et lavere biologisk mangfold. Dette viser at kalkingen har vært positiv for bunndyrsamfunnene. Det viser også at kalkingen bør fortsette i de kommende år.



Den sterkt forsuringfølsomme døgnfluen Baetis rhodani er utbredt i hele landet og derfor en viktig indikator i effektkontroll av kalkingsprosjekter.

Aust-Agder og Vest-Agder

– status og trender

Mona Weideborg (Aquateam), Svein Jakob Saltveit (LFI, UiO), Øivind Løvstad (Limnoconsult), Asbjørn Lie (Agder naturmuseum og botanisk hage)

Kalkingsovervåkingen omfatter tre vassdrag i Aust-Agder: Arendal, Tovdal og Vegår (Storelva), og fire vassdrag i Vest-Agder: Mandal, Audna, Kvina og Lygna. Kalken tilføres vassdragene i hovedsak ved hjelp av doserer, men også ved innsjøkalking. Dosering av silikat og dolomitt benyttes, men i mindre grad.

Kalkingen har forbedret vannkvaliteten. Dette blir registrert ved høyere pH-verdi og kalsiumkonsentrasjon, samt lavere konsentrasjon av labilt aluminium. Deler av forbedringen av vannkvalitet er en følge av mindre sur nedbør. Dette har ført til at kalkbehovet er redusert de siste årene. Vannkvaliteten på lakseførende strekninger i 2009 i hovedsak tilfredsstillende. Unntak er Audna og Kvina hvor pH lå under målet i lengre perioder, og hvor kalkingen bør optimaliseres (styring av dosererne, kalking av sure sidevassdrag). Ny doserer i Kvina i 2009 har allerede forbedret vannkvaliteten noe. Kortvarige pH-reduksjoner ble også registrert i flere av de øvrige vassdragene. I Lygna ble det registrert flere slike episoder i 2009 enn året før. Vannkvaliteten i de undersøkte innsjøene (Nisser, Fyresvatn, Nesvatn, Ogge og Vegår) synes fortsatt å være tilfredsstillende.

Det har med noen unntak vært en positiv utvikling av fangster av laks etter kalkingen. For enkelte vassdrag har reetableringen tatt lang tid. Tettheten av ungfisk var stort sett som i 2008, med unntak av i Vegår og Kvina hvor tettheten av årsunger var meget lav. Det har skjedd en nedgang i fangst og tetthet av ørret de siste årene, muligens som følge av konkurranse fra økende laksebestand. I Storelva (Vegårvassdraget) er det ingen tydelige positive effekter på fiskebestandene av kalking.

Undersøkelse av bunndyr er gjort i Storelva (Vegårvassdraget), Kvina, Mandalsvassdraget og Audna. Kalkingen har en positiv effekt på bunndyr i alle undersøkte elvene, men sammensetningen av bunndyr tyder på at den positive utviklingen har stoppet opp.

Undersøkelse av vannvegetasjon (begroing og makrovegetasjon) er gjort i Kvina, Mandalsvassdraget, Lygna og Audna. Mindre mengder og færre arter av begroingsalger som tåler forsuring kan tyde på at forholdene nå er i ferd med å forbedre seg.

Stasjonsnettet for bunndyr og vegetasjon vil bli gjennomgått, for om mulig å ta ut eller flytte stasjoner som er lite egnet til å vurdere effekt av kalkingen.

Det er foreslått at kalkingen må opprettholdes eller økes for de fleste vassdragene, med unntak av innsjøen Vegår hvor kalkingen nå kan reduseres. Det foreslås å endre kalkingsstrategien for noen av vassdragene, for eksempel ved silikatbehandling eller kalking av sure sidevassdrag. I vassdrag som for eksempel Audna bør det vurderes å gjennomføre habitatforbedrende tiltak for å øke fiskeproduksjonen. I tillegg er det satt i gang tiltak for å redusere negative effekter av vassdragsregulering. En undersøkelse av estuarier utenfor elveløpet til Storelva (Vegårvassdraget) for å se om det forekommer overdødelighet i sjøstadiet hos laks pågår.

Rogaland

– status og trender

Totalt ni vassdrag inngår i kalkingsovervåkingen i Rogaland: Sokndalselva, Bjerkreimsvassdraget, Ognå, Frafjordelva, Espedalselva, Lysevassdraget, Jørpelandsvassdraget, Vikedalsvassdraget og Rødneelva. Vassdragene kalkes primært med doserer med unntak av Jørpelandsvassdraget og Sokndalselva, hvor det utelukkende foregår innsjøkalking. Etter at kalkingen kom i gang har det vært en generell bedring i vannkvaliteten. pH og alkalitet 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. De naturlige endringene har imidlertid ikke vært så tydelige som endringene i de kalkete deler av vassdragene og har mange steder flatet ut etter 2000. Naturlig bedring i vannkvaliteten har likevel ført til at det totale kalkforbruket er redusert med nær 40 % for regionen i perioden 2000–2009. Vannkvaliteten på lakseførende strekninger var i 2009 stort sett tilfredsstillende sammenlignet med vannkvalitetsmålet. I flere av vassdragene var imidlertid vannkvaliteten ustabil med store variasjoner gjennom året. I deler av Sokndalsvassdraget har avvikene i vannkvaliteten de siste årene vært hyppigere og mer alvorlige enn det som er målt tidligere. I Vikedalsvassdraget og Frafjordelva var forholdene også dårligere i 2009 sammenlignet med 2008. I Jørpelandsvassdraget og Rødneelva var imidlertid forholdene vesentlig bedre enn i 2008. Innholdet av giftig aluminium er generelt lavt i de kalkete delene av vassdragene, og elvene vurderes å ha en god/moderat økologisk tilstand basert på målinger av gjelle-aluminium. Dannelse av giftige aluminiumsblandsoner på grunn av innblanding av surt vann fra sidevassdrag, er fremdeles et problem i enkelte elver. Målinger i forbindelse med vinterstormene i 2005 viser at sjøsaltepisoder kan føre til surere vann i enkelte av vassdragene. Vinteren 2009 ble det ikke registrert sjøsaltepisoder i noen av vassdragene.

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. Dette kan skyldes begrensning av egnede oppvekstområder for eldre laksunger. Fangstene av laks har økt i de fleste vassdrag, mens fangstene av ørret nå er på et lavmål. 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 fiskebestandene. Utviklingen i fangstene og ungfiskbestanden av laks i Vikedalsvassdraget gir også grunn til bekymring. Andre forhold enn sur nedbør alene, 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. For de fleste vassdrag er det imidlertid et betydelig potensial for videre økning i artsmangfoldet. Bunndyrindeksen viste at vannkvaliteten i Rødneelva ikke var helt optimal på våren 2009. Lave andeler forsuringfølsomme bunndyr på ukalkete deler viser at videre kalking av vassdragene i Rogaland er nødvendig.

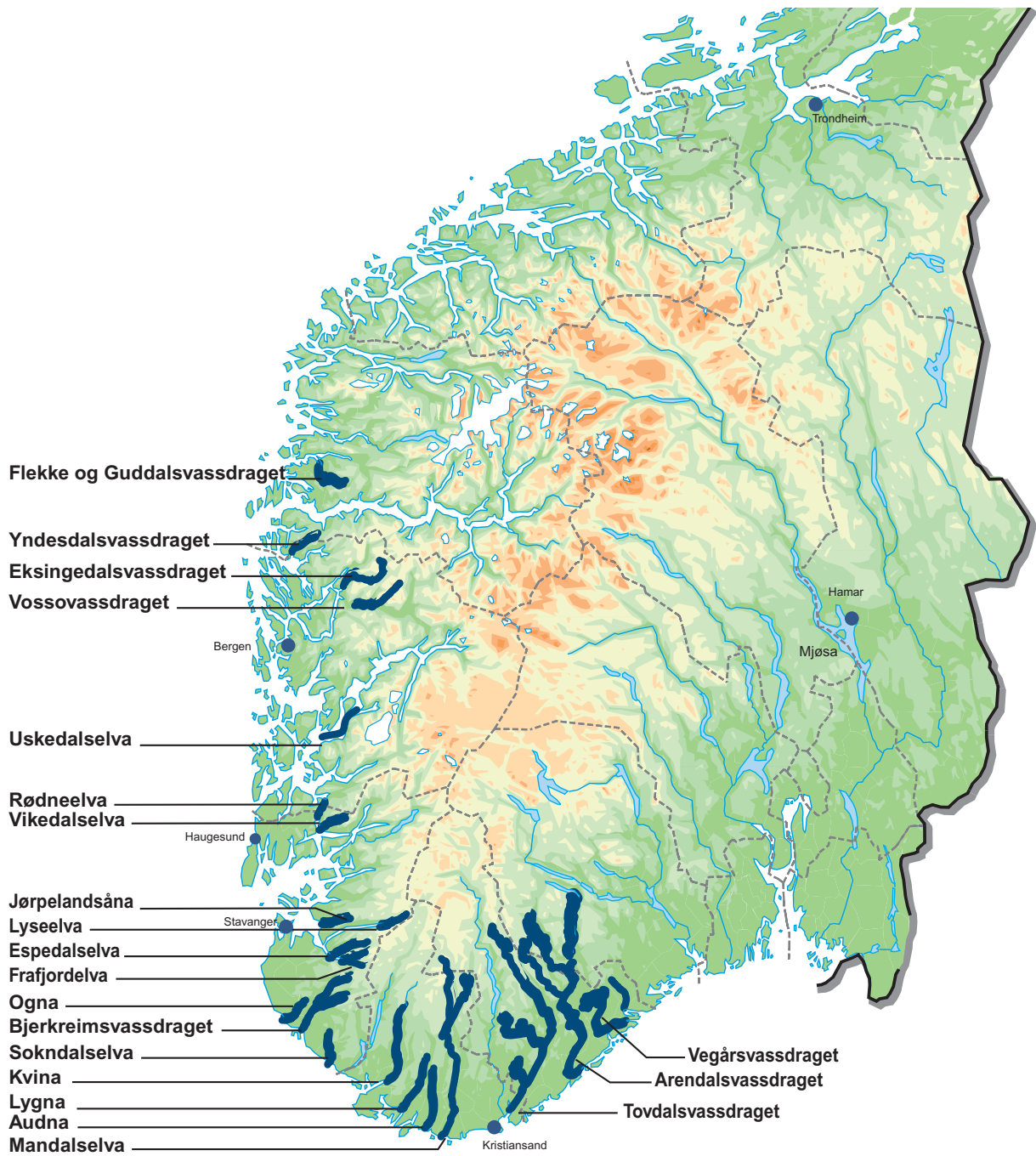
Det foreslås å endre kalkingsstrategien for noen av vassdragene, enten ved utlegging av skjellsand/grovkalk (Vinddøla i Espedalselva), erstatte innsjøkalking med kalking fra doserer (Sokndalsvassdraget og Jørpelandsvassdraget) eller bygging av ny doserer, alternativt terrengkalking (Litleelva i Vikedalsvassdraget og Stølsåna i Lysevassdraget).

Hordaland, Sogn og Fjordane – status og trender

Totalt fire vassdrag inngår i kalkingsovervåkingen i Hordaland; Vossovassdraget, Eksingedalsvassdraget (Ekso), Yndesdalvassdraget og Uskedalselva, mens Flekke og Guddalsvassdraget representerer Sogn og Fjordane. Vassdragene kalkes primært med doserer, men innsjø- og bekkekalking er også blitt benyttet. Etter at kalkingen kom i gang, har det vært en generell bedring av vannkvaliteten i disse vassdragene. På ukalkede stasjoner har redusert sur nedbør gitt en generell positiv utvikling i pH, mens konsentrasjonene av giftig aluminium er redusert. Dette indikeres også ved at det totale kalkforbruket er redusert med ca. 33 % for regionen i perioden 2002-2009. Kalkforbruket ble redusert med 678 tonn kalk fra 2008 til 2009. Dette tilsvarer en reduksjon på ca. 20 %. Hovedårsaken til dette er den reduserte doseringen av kalk i Yndesdalvassdraget (en reduksjon på ca. 56 %). Vossovassdraget synes å være minst utsatt for sur nedbør. I dette vassdraget opphørte derfor kalkingen med doserer fra og med 2006. Den vannkjemiske overvåkingen av resterende vassdrag, dokumenterer at behovet for kalking fortsatt er til stede. Dette gjelder særlig med sikte på å forhindre uheldige effekter av enkelte episoder. Vannkjemien i ukalkede deler i noen av vassdragene er fremdeles ustabil og kritisk i visse perioder.

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 sportsfiskefangster av laks som har økt, mens fangster av sjøaure ikke viser den samme økningen. Spesielt Flekke og Guddalsvassdraget kan vise til gode fangster av laks, og elva var den beste lakseelva i hele Hordaland og Sogn og Fjordane i 2009. Laksen er imidlertid fremdeles fredet i Vosso og Ekso, og "Vossolaksen" er truet med utryddelse. Bunndyrarter som er følsomme for forsurening, viser at vannkvaliteten i de kalkede deler stort sett er tilfredsstillende, men at bunndyr-samfunnet i en del referanselokaliteter fremdeles er påvirket av sur nedbør. For de fleste vassdrag er det imidlertid et betydelig potensial for videre økning i mangfoldet av arter.

Basert på oppnådde resultater av kalkingen i Hordaland og Sogn og Fjordane, vurderes nåværende kalkingsstrategi som tilfredsstillende for denne regionen. Imidlertid bør styringssystem og dosering revideres i Uskedalselva for å optimalisere kalkingen, og spesielt for å oppnå bedre vannkvalitet om våren. I Yndesdalvassdraget har kalkmengden fra dosereren økt betydelig etter at innsjøkalkingen av Yndesdalsvannet opphørte. En gjennomgang av kalkingsstrategien bør vurderes i Yndesdalvassdraget.



Geografisk beliggenhet og navn på forsurede og kalkede laksevassdrag som årlig overvåkes for vannkvalitet, fiskebestanden, og bunndyrforekomsten. I noen av vassdragene blir også vannvegetasjon og forekomst av krepsdyr i innsjøer undersøkt.

Metodikk

Vannkjemi

Atle Hindar (NIVA), Ann Kristin Schartau (NIVA),
Mona Weideborg (Aquateam)

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-labil Al (ILAI; 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 ILAI, uorganisk monomert Al (UM-Al) er differansen mellom Tm-Al og Om-Al og partikulært, kolloidalt Al (Pk-Al) er differansen mellom Tot-Al og Tm-Al.

ANC beregnes som Ca+Mg+Na+K-SO₄-NO₃-Cl og oppgis i µekv/L. Andre benevninger framgår av primærtabellene.

Vannprøvene som tas i forbindelse med vannkjemikontrollen (dosererkontrollen) analyseres ved M-Lab AS (fram til juni 2008) og VestfoldLAB AS (fra juli 2008). Prøvene analyseres kun på pH, konduktivitet og kalsium.

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

Planteplankton

Pål Brettum, NIVA

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

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

Prøvene fikseres i felt og telles i omvendt mikroskop etter at algene er sunket ned i tellekammere 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.

Makrovegetasjon

Susanne Schneider(NIVA), Asbjørn Lie
(Agder naturmuseum og botaniske hage)

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

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

Begroing

Metode 1 v/Susanne Schneider, NIVA

Ved undersøkelse av begroingsalger i rennende vann benyttes standard metodikk for prøvetaking og bearbeiding av kiselagler (NS-EN 13946: 2003 og NS-EN 14407: 2004) og andre alger (prEN 15708: 2008).

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

Tettheten av alle vannplanter og av vannmoser ble estimert i henhold til en 5-punkts skala (1 = svært sjelden, 2 = mindre vanlig, 3 = vanlig, 4 = hyppig, 5 = rikelig/dominerende).

For hver stasjon beregnes forsuringsindeksen for begroingsalger (AIP = acidification index periphyton) (Schneider & Lindstrøm 2009). AIP er basert på indikatorverdier for til sammen 108 arter av bentiske alger (kiselalger ekskludert) og blir brukt til å beregne den årlige gjennomsnittsverdien for pH på en gitt lokalitet. En lav AIP-indeks (minimum = 5,13) indikerer sure betingelser, mens en høy AIP-indeks (maksimum = 7,50) indikerer nøytral til lett basiske betingelser. For å kunne beregne en sikker AIP indeks, må det være minst 3 indikatorarter til stede på en stasjon.

I tillegg beregnes eutrofieringsindeksen PIT (periphyton index of trophic status) for hver stasjon (Schneider, upublisert). PIT er basert på indikatorverdier for bentiske alger (ekskludert kiselalger) og brukes til å beregne den delen av total fosfor konsentrasjonen som umiddelbart kan tas opp av algene og som dermed kan

kalles "eutrofieringsrelevant". Lave PIT verdier (minimum = 1,83) tilsvarer lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT verdier (maksimum = 4,41) indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold).

Stasjon i innsjøer ble undersøkt med vannkikkert ned til omtrent 1.5 m dybde. Tettheten av vannplanter ble estimert i henhold til en 5-punkts skala (1 = svært sjelden, 2 = mindre vanlig, 3 = vanlig, 4 = hyppig, 5 = rikelig/dominerende).

Metode 2 v/Øivind Løvstad, Limnoconsult

Prøver av begroingssamfunnet samles tidlig på høsten på samme stasjoner som for makrovegetasjon. Prøvene tas ikke på sterkt stigende vannstand, dvs. etter perioder med mye nedbør. Prøvetakingslokaliteten avgrenses til å strekke seg 1 - 10 m langs bekken/elva. Der det er mulig tas prøver fra steiner (f.eks. 10 steiner) midt i elveløpet. Steinene løftes opp og begroingsmaterialet børstes av og overføres til 15 ml reagensrør med skrukork. Er algelaget på steinene hardt, skrapes steinene med en kniv først. På bløtbunnslokaliteter tas algene forsiktig opp ved å føre børsten lett over sedimentoverflaten. Det tas parallelle prøver fra hver av stasjonene: en ukonservert og en konservert prøve. Hvert rør fylles med 1-4 ml begroingsmateriale og videre opp til 10 ml merke med vann fra lokaliteten. For konservering tilsettes 4-8 dråper Lugols løsning med pasteurpipette. Korken skrues på slik at røret blir tett men ikke for hardt slik at korken eller plastrøret sprekker.

For raskt å få en oversikt over innsamlet materiale, mikroskoperes ikke-konserverte prøver ("levende materiale"). Av ikke-konserverte prøver kan det lages glødepreparater for å bestemme kiselalger mer nøyaktig. (Formålet med glødingen er å fjerne celleinnholdet slik at strukturene i skallet - karakteristisk for hver art - blir synlig).

Etter grovbestemmelse/ kartlegging av organismer og tillaging av glødepreparater, fikseres alle prøvene med Lugols løsning. Disse prøvene brukes til semikvantitative bestemmelser av kiselalger og blågrønnalger. De kan sedimenteres i 10 ml eller 50 ml sedimentasjonssylindere i 24 timer (Utermöhl-metoden, Utermöhl 1958) etter eventuell fortykning med destillert vann. Algene

studies i omvendt mikroskop og mengden av de enkelte arter angis etter en todelt skala (vanlig eller subdominant = 1 - 10 %; dominant = 10 - 100 % av celleantallet).

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

Kategorier av forsuringfølsomhet - anvendt på begroingsorganismer i rennende vann (modifisert Lindstrøm 1992).

Forsuringfølsomhet	pH toleranse
Ikke følsom	< 5,0
Litt til moderat følsom	5,0-6,0
Klart følsom	≥ 6,0

Bunndyr

Arne Fjellheim og Svein Jakob Saltveit

Fra hvert vassdrag samles det inn bunndyr fra et fast stasjonsnett vår og høst. Antall stasjoner varierer mellom 10 og 15 avhengig av vassdragets størrelse og omfang og strategi for kalking. Kart med angivelse av stasjonenes plassering er vist for det enkelte vassdrag.

Til innsamling benyttes sparkemetoden (Hynes 1961, Frost *et al.* 1971). Metoden regnes som semikvantitativ og kan brukes til anslag over tetthetene av bunndyr. Prøvene samles med en håv, åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Håvens maskevidde er 0,25 mm. Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Med en fot blir substratet i forkant av håven rottet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Det tas en prøve fra hver lokalitet, som består av materiale samlet inn fra forskjellige områder, habitat, på stasjonen. Totalt sparkes/

rotes det i elvebunnen i ca. 2 min. Prøvene fikseres med etanol i felt for senere sortering under lupe i laboratoriet. Utvalgte grupper som er viktige ved vurderinger av vannkvalitet artsbestemmes.

Forsuringnivået er beregnet ut fra forsuringindekser basert på tilstedeværelse eller fravær av mer eller mindre sensitive arter av bunndyr. Forsuringindeks 1 og 2 er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 for Forsuringindeks 1 antyder et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 her betyr et samfunn som er sterkt skadet. Når det er arter som er lite tolerante til stede, benyttes Forsuringindeks 2 beregnet fra formelen $0,5 + D/S$. D = antall individer av forsuringfølsomme døgnfluer (på en lokalitet), S = antall individer forsuringstolerante steinfluer (på en lokalitet). Maksimumsverdien for indeksen blir satt til 1, som indikerer liten eller ingen forsuring. Laveste verdi, 0,5, oppnås når det ikke finnes forsuringfølsomme arter (Kroglund *et al.* 1994).

Krepsdyr

Bjørn Walseng, NINA

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

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

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

I littoralsonen blir det tatt 1-3 håvtrekk (maskevidde 90 µm) avhengig av variasjon i substrat/vannvegetasjon. Det blir lagt vekt på at dominerende substrat/vannvegetasjon er representert i datasettet.

Ved bearbeiding av krepsdyrmaterialet blir minst 200 individer talt opp med tanke på å få et inntrykk av tettheten, samt for å få et bilde av mengdeforholdet mellom artene. Resten av prøvene blir deretter gjennomgått for at eventuelt sjeldne arter blir registrert. Vannloppene (cladocere) 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 arts sammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik arts sammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i arts sammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler.

Fisk

Bunngarn

Trygve Hesthagen, NINA

Prøvefiske gjennomføres med Nordisk oversikts-garn som består av maskeviddene 5, 6,3, 8,10, 12,5, 15,5, 19,5, 24, 29, 35, 43 og 55 mm, dvs totalt 12 maskevidder. Garn er 30 meter lange og 1,5 m dype, dvs 2,5 m av hver maskevidde (3,75 m²). Garn settes langs bunnen i bestemte dybdeintervall (stratifisert prøvetaking): 0-3 m, 3-6 m, 6-12 m, 12-20 m, 20-35 m, 35-50 m, 50-75 m og > 75 m, avhengig av dybdeforholdene. Fangsttinningsen følger i utgangspunktet en svensk standard, avhengig av størrelse og maksimum dyp på innsjøen (se Utredning for DN, Nr. 1996-5). Følgende inndeling i størrelse er benyttet (ha): < 20, 21-50, 51-100, 101-250, 252-1000 og 1001-5000. I denne standarden varierer innsatsen mellom 8 og 64 garn. Dette kan være en noe grov inndeling fordi enkelte innsjøer som prøvefiskes er mindre enn 20 ha. Det kan derfor være naturlig med en oppdeling i tre nye grupper: < 5 ha, 5-10 ha og 11-20 ha. Innsatsen i disse tre størrelsesgruppene kan anslås til å variere mellom henholdsvis 2-4, 4-6 og 6-8 garn, avhengig av reell størrelse og dyp. Plasseringen av garn i forhold til strandlinja i en innsjø vil avhenge av dybdeforholdene. I dype innsjøer kan det være nødvendig å sette garn nesten parallelt med land for at de skal stå i dybdeintervallet 0-3 m. Ekkolodd benyttes for å finne de rette dypene. Det

etableres faste stasjoner over hele innsjøen der garn settes utover fra land i de angitte dybdeintervallene. Utbyttet i en sjø skal angis som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal pr. natt for hvert dybdeintervall, og eventuelt samlet.

Flytegarn

Trygve Hesthagen, NINA

I større innsjøer med klart definert pelagisk sone skal det også fiskes med flytegarn. Foreløpig brukes SNSF-serien, som består av disse åtte maskeviddene: 10, 12,5, 16, 22, 25, 30, 38 og 45 mm. En slik flytegarnserie er 54 m lang og 6 m dyp, dvs at hver maskevidde utgjør et areal på 40,5 m² (6,75 m x 6 m). Det fiskes vanligvis i to dybdeintervaller: 0-6 og 6-12 m. Noen standard fangsttinningsen for flytegarn er ikke fastsatt, men det vil vanligvis være tilstrekkelig å sette slike garn på 1-3 stasjoner, avhengig av innsjøens størrelse. Utbyttet angis også her som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal pr. natt.

Elektrofiske

Svein Jakob Saltveit og Sven Erik Gabrielsen

Det blir fisket med elektrisk fiskeapparat på faste stasjoner i vassdragene, både på lakseførende og ikke lakseførende strekninger. Antall stasjoner varierer mellom vassdrag. Arealene på stasjonene avfiskes tre ganger (gjentatte uttak) (Bohlin *et al.* 1989) med en pause på rundt 15 minutter mellom omgangene. All fisk artsbestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter i felt etter hver omgang. Et utvalg fisk blir tatt med for aldersbestemmelse. Fisketettheten beregnes etter Bohlin *et al.* (1989). I beregningene av tetthet er det skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$), basert på det aldersbestemte materialet og lengdefordelingen. Tetthet er oppgitt som antall fisk pr. 100 m², og er beregnet for alle enkeltstasjoner og for hele vassdraget. For hele vassdraget er tettheten beregnet basert på både sum fangst for alle stasjonene samlet (tetthet 1) og basert på gjennomsnittet av beregnet tetthet for alle enkeltstasjonene (tetthet 2).

Arendalsvassdraget

M. Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pavels (LFI: fisk), E. Kleiven (NIVA: fisk)

Nidelva var ei god lakseelv, med opptil 12 tonn registrert fangst omkring 1880. I tillegg til forsurening har omfattende inngrep i forbindelse med vannkraftproduksjon og industriutslipp påvirket laksens muligheter for oppvandring, gyting og oppvekst. Det er tre elvekraftverk som direkte påvirker lakseførende strekning. Kalking ble påbegynt i vassdraget i 1996/1997. Parallelt med kalking gjør kraftprodusenten i samarbeid med forvaltning og lokale interesser omfattende tiltak for å kompensere for regulerings effekter. Fjerning av terskler er utført for å lette opp- og nedvandring over kraftverksdammer. Det er også utviklet nye manøvreringsregimer på minstevannføringsstrekningen og gjennomført habitattiltak. Vannkvaliteten på lakseførende strekning er klart forbedret etter oppstart av kalkdoseringsanlegget ved Bøylefoss i slutten av 2005, men det er ikke mulig å spore noen positive effekter på fiskebestanden av kalkingen. Årsakene til dette kan være at vassdraget er sterkt regulert, har store områder som er langsomtstrømmende med bunn av sand og grus, og derfor uegnet for laks og ørret. I tillegg finnes predatorfisk som abbor og gjedde.

FAKTA OM ARENDALSVASSDRAGET	
Vassdragsnr:	019
Fylke	Telemark og Aust-Agder
Areal, nedbørfelt:	4025 km ²
Vassdragsregulering:	Sterkt regulert (Nisser, Fyresvatn, Nesvatn, flere elvekraftverk på strekningen Nisser-Rygene).
Spesifikk avrenning:	28,3 l/s/km ²
Middelvannføring:	115 m ³ /s
Kalket siden:	Gradvis opptrapping lokalt, med innsjøkalking av Nisser i 1996 og Fyresvatn i 1997.
Lakseførende strekning:	22 km til Eivindstad kraftverk, med vandringshinder og -forsinkelse ved Helle/Rygene pga lav vannføring, feilvandring til omløpstunnel, trefiberutslipp og gassovermetning.
Bakgrunn for kalking:	Arendalsvassdraget har mistet sin laksebestand og bestanden av bleke (Nelaug), samt at flere innlandsfiskebestander er tapt, er svake eller har vist tilbakegang.
Biologisk mål:	Langsiktig mål: Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsureningsfølsomme vannorganismer. Tiltaket bygges trinnvis opp mot dette målet.
Vannkvalitetsmål:	pH 6,2 i perioden 15.02-31.05, pH 6,0 resten av året. Kortsiktig mål for de tre store innsjøene: pH 6,0-6,2
Kalkingsstrategi:	De to store innsjøene Nisser og Fyresvatn ble kalket vinteren 1996/97 og høsten 1997 med hhv. 10 000 og 8 000 tonn kalk. Samtidig er vannkvaliteten i Nesvatn bygget opp ved tiltak oppstrøms. Disse tiltakene skulle suppleres med dosereralking for at vannkvaliteten skal komme opp i lakse kvalitet, iflg. revidert kalkingsplan. Doserer ved Bøylefoss er satt i drift 2005. Rorevassdraget ble tidligere dosert ved Kiland, men denne dosereren er nå lagt ned.



Figur 1. Arendalsvassdraget med nedbørfeltet.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Kalkdosereren ved Bøylefoss doserte 4775 tonn kalk i 2009 mot 5314 tonn i 2008 (tabell 1). Dosereren ved Kiland i Rorevassdraget ble lagt ned i 2008.

I 2008 falt det 1106 mm nedbør på meteorologisk stasjon 37230 Tveitsund. Normalen er 1000 mm. Nedbøren var spesielt høy i juli og november og meget lav i september og oktober.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn) i Arendalsvassdraget i perioden 2005 til 2009. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100 % kalk. Det ble benyttet kalktype NK3 ved både dosererne og ved innsjøkalkingen.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Sum kalk doserere	247	3711	3575	5314	4775
Innsjøer Aust-Agder	152	15	46	80***	17***
Innsjøer Telemark	687	687	636	703	657
Sum kalkforbruk	1086	4414	4257	6097	5449

* doserere satt i drift høsten 2005

** SK3

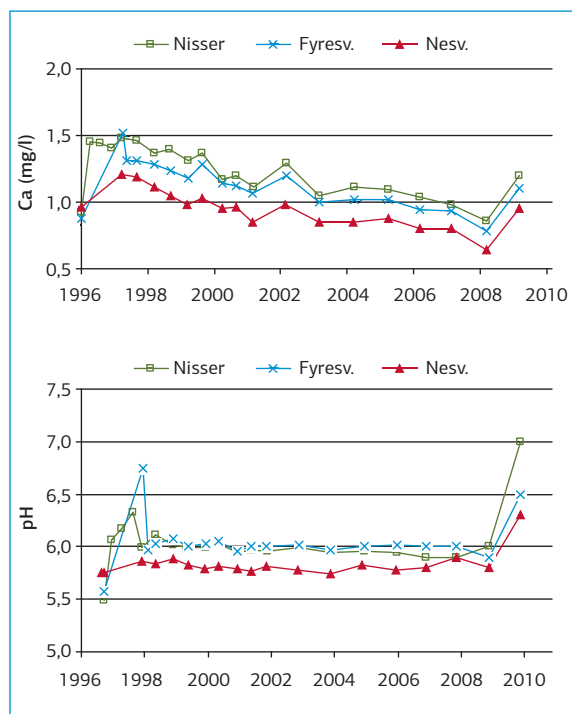
*** Alle innsjøene er i Rorevassdraget

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

2.1.2 Innsjøene

pH og kalsiumkonsentrasjonen i Nisser, Fyresvatn og Nesvatn var klart redusert etter kalking fram til og med 2008, men ser nå ut til å kunne ha økt betraktelig (figur 2). Årsaken til en eventuell vannkvalitetsforbedring er uvis. Det er ikke kalket mer i områdene enn tidligere, og eventuelle feilkilder ved prøvetaking og analyser har vært vurdert uten at man har funnet noe spesielt. Feltmålinger av pH gjort av NINA i forbindelse med biologiske undersøkelser i innsjøene har også vist en tilsvarende økning i pH fra 2008 til 2009. Inntil videre anser vi at det kan ha skjedd en reell forbedring av vannkvaliteten i innsjøene, men avventer resultater fra 2010 for en mer sikker konklusjon.

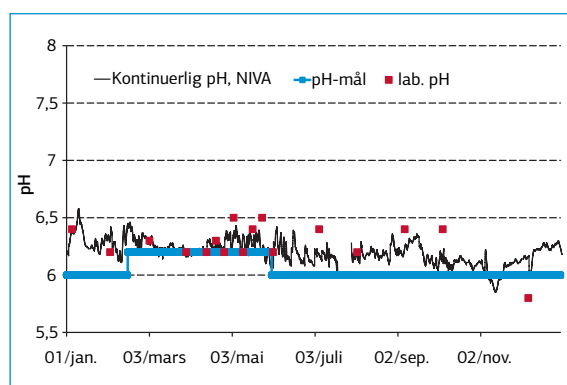


Figur 2. Kalsium (Ca) og pH på 10 meters dyp i de tre store innsjøene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn i perioden 1996-2009. Resultatene er basert på en årlig prøveserie.

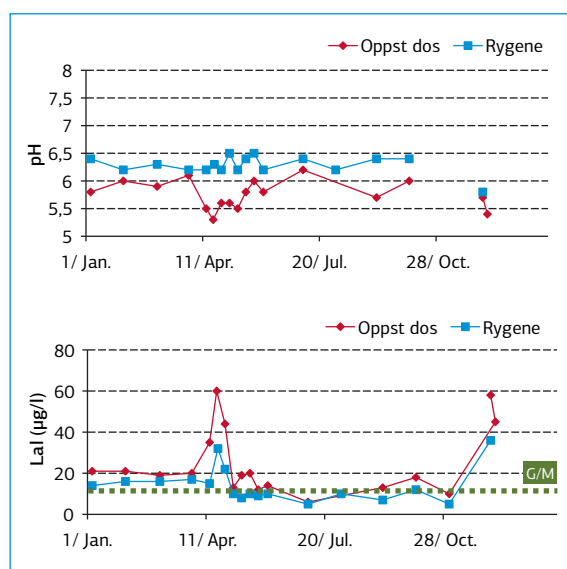
2.1.3 Nidelva

Når det gjelder hovedvassdraget har kalking og redusert forurensing bidratt til en vannkvalitetsforbedring over tid (høyere pH og lavere konsentrasjon av labilt aluminium), og vannkvaliteten i 2006 - 2009 er klart forbedret etter oppstart av kalkdoseringsanlegget ved Bøylefoss i slutten av 2005. Vannkvaliteten i 2009 holdt i hovedsak de oppsatte pH-målene (pH 6,0-6,2). Det ble registrert små reduksjoner i pH i korte tidsperioder (figur 3).

Verdiene for giftig aluminium (LAI) i ved Rygene i 2009 varierte i intervallet 5-36 µg/l (figur 4).



Figur 3. Data fra automatisk pH-overvåkingsstasjon i målområdet for kalkingsvirksomheten i Nidelva ved Rygene.



Figur 4. Resultater for pH og giftig aluminium (LAI) ved Rygene dam og Bøylefoss oppstrøms kalkdoser i 2009. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

2.2 Fisk

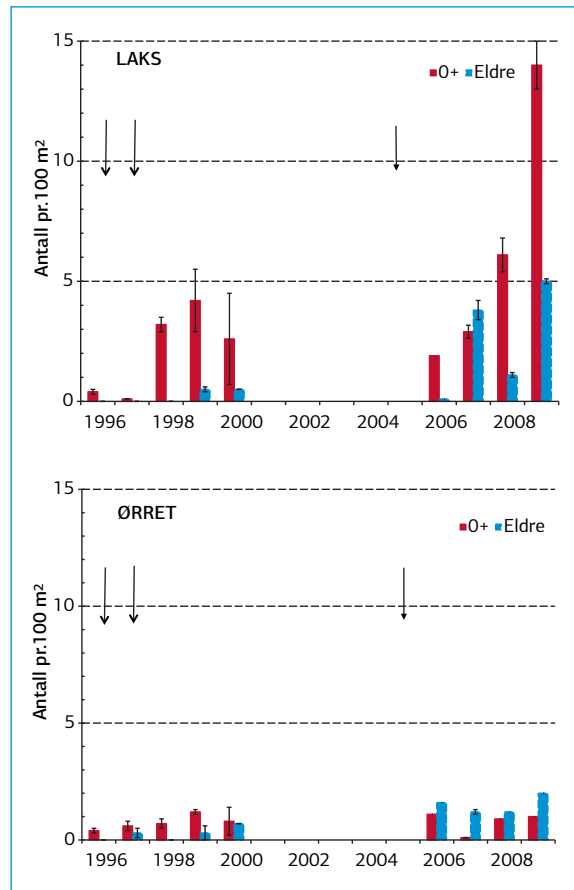
Det ble til sammen funnet fem fiskearter i 2009. Tettheten av laks- og ørretunger var lav, men tettheten av både 0+ og eldre laksunger var høyere enn det som tidligere er beregnet (figur 5). Antall lokaliteter med laksunger økte også i 2009. Lave tettheter og spredt utbredelse har sannsynligvis flere årsaker. Vassdraget er sterkt regulert og Nidelva har store områder som er langsomtstrømmende med bunn av sand og grus, og derfor uegnet for laks og ørret. I tillegg finnes predator fisk som abbor og gjedde. Fangstutviklingen og oppvandringen i elva er gunstig, men det er inntil videre ikke vassdragets egen laks som vandrer opp. Det er noe uklart om årsaken til økt fangst, idet økte fangster inntraff noen år før kalking ble iverksatt.

Kalkingen må opprettholdes eller økes fordi surt vann anses som den primært begrensende faktor. Økte tiltak på vannkvalitetssiden må imidlertid sees i sammenheng med andre tiltak for å bedre oppvekstområdene for laksefisk. Fjerning av terskler har gitt positiv respons i form av økt tetthet.

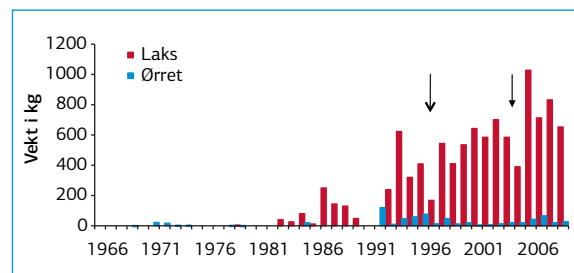


Nidelva.

Foto: S. J. Saltveit



Figur 5. Tetthet av laks- og ørretunger i Nidelva i perioden 1996 - 2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pilen angir tidspunkter for påbegynt kalking.



Figur 6. Fangst av laks- og sjørret i Arendalsvassdraget i perioden 1966 til 2009.

2.3 Bunndyr

Det ble ikke gjennomført bunndyrsundersøkelser i 2009. Bunndyrssamfunnet som ble undersøkt i 2008 viste at vassdraget fortsatt var sterkt preget av forsuring. Men resultatene viste en bedring i vannkvalitet selv om forbedringen er begrenset til de nedre delene av vassdraget.

2.4 Vannvegetasjon

Det ble ikke gjennomført vegetasjonsundersøkelser i 2009. I 2008 ble det registrert færre arter og mindre mengder av vannplanter sammenlignet med 2006 og 2005. To moderat surhetsfølsomme arter ble registrert i 2008. I 2008 hadde de øverste stasjonene et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter. På de nederste stasjonene ble det observert relativt store mengder slam i prøvene, som kan ha betydning for algesamfunnet.

2.5 Samlet vurdering av kalkingen

Det ble registrert en "uforklarlig" økning i pH og kalsiuminnholdet i innsjøene fra 2008 til 2009. Den årlige undersøkelsen av vannkvalitet i innsjøene må fortsette slik som i 2009. Dette er særlig viktig for å klarlegge om den målte forbedringen i vannkvaliteten er reell.

pH-målet på lakseførende strekning ble nådd i 2009. For at dette skal fortsette er det viktig med stabil drift av kalkdosereren ved Bøylefoss. Dette er nødvendig for a) å unngå episodisk gjennombrudd av dårlig vannkvalitet i nedre del av hovedelva og b) å bygge opp vannkvaliteten på anadrom strekning til et nivå for laks, dvs. pH mellom 6,0 og 6,4. Det benyttes for tiden kun en kalkdoserer i vassdraget. Det har tidligere vært vurdert å etablere en tilleggsdoserer høyere opp i vassdraget (jfr kalkingsplanen). Det forventes resultater fra videre overvåking for man avgjør om dette er nødvendig. Kalkdosereren ved Kiland ble stoppet i 2007, men det ble ikke gjort oppfølging av effekten i vassdraget. Det må etableres et prøveprogram, og vannkjemikontrollen må gjennomføres i Rorevassdraget.

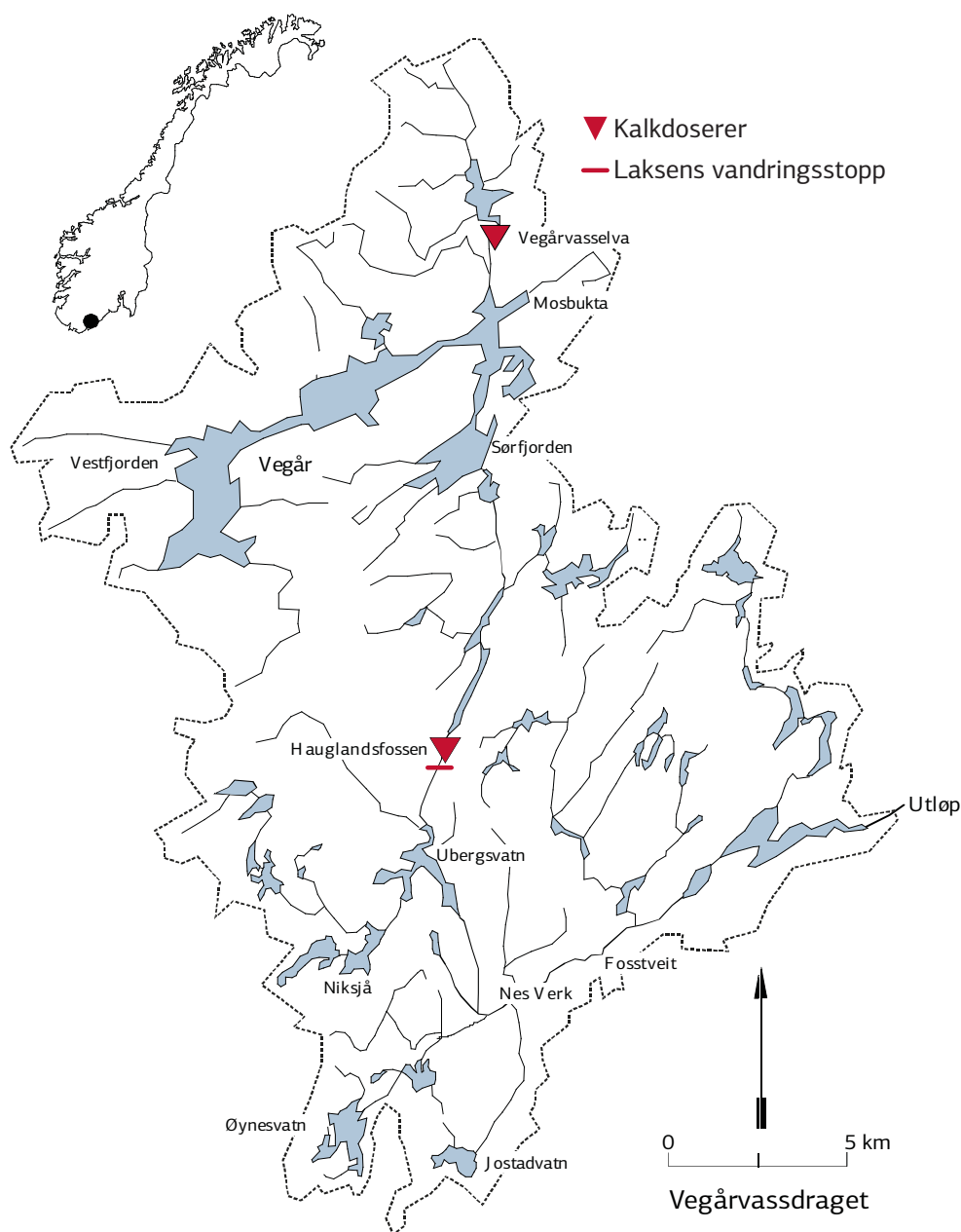
Styringsgruppa for Arendalsvassdraget vurderer andre tiltak som kan føre Nidelva tilbake til en god lakselv. Man har prioritert å arbeide med effekten av vassdragsregulering fra Rygene og ned til sjøen.

Vegårvassdraget

M. Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pavels, J. Brittain (LFI: fisk og bunndyr)

Kalkingen av innsjøen Vegår med tilløpsbekker ble påbegynt i 1985, mens kalkingen av elvestrekningen nedstrøms Vegår (Storelva) ikke ble påbegynt før i 1996. Doseringen ved Hauglandsfossen i øvre del av lakseførende strekning ga god måloppnåelse i 2009 og vannkvaliteten i de kalkede områdene for øvrig var tilfredsstillende. Det var imidlertid ingen tydelige effekter av kalking på fiskebestandene. Dette kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger og effekter av kraftregulering. Det er mye som tyder på at det forekommer en overdødelighet i både elv- og sjøstadiet hos laks. Inntil resultatene og tilrådingene fra undersøkelse av det marine estuarieområdet utenfor elveløpet (brakkvannsprosjektet) foreligger, fortsetter likevel kalkingen i Storelva som før, men man kan vurdere stopp i kalkingen i innsjøen Vegår i ett år. I tillegg til kalking er det igangsatt andre tiltak i elva slik som bygging av fisketrapp og utsetting av laksunger. Andre tiltak i vassdraget, som omfatter minstevannføring og en mer skånsom drift av kraftverket, bør også vurderes.

FAKTA OM VEGÅRVASSDRAGET	
Vassdragsnr:	024
Fylke	Aust-Agder
Areal, nedbørfelt:	456,5 km ²
Vassdragsregulering	Kraftverk på lakseførende strekning ved Fosstveit
Spesifikk avrenning:	28,8 l/s/km ²
Middelvannføring:	13,2 m ³ sek ⁻¹
Kalket siden:	1985 (Vegår), 1987 (Vegårvasselva), 1996 (Storelva)
Lakseførende strekning:	Til Hauglandsfossen (ca. 15 km)
Bakgrunn for kalking:	Forsuring forårsaket en sterk nedgang i fiskebestandene i Vegår på begynnelsen av 1980-tallet. Før kalking var det sannsynligvis fortsatt rester igjen av den opprinnelige laksebestanden i den nedre delen av Storelva.
Kalkingsplan:	Vegår: Hindar (1990), Storelva: Kaste (1994).
Biologisk mål:	Sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i Storelva og fisk i innsjøen Vegår. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurende vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Vegår: pH > 5,6, Kalsium > 1,7 mg/l Storelva: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-30/6: pH 6,4, 1/7-14/2: pH 6,0.
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking i Vegår-Vestfjorden. Storelva er kalket med egen doserer ved Hauglandsfossen siden 1996. Doseringen i Vegårvasselva ble avsluttet ved utgangen av 1999, og dosereren er fjernet.



Figur 1. Arendalsvassdraget med nedbørfeltet.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Vegårvassdraget i perioden 2005-2009. Tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100 % kalk.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Det ble kalket noe mindre via dosererne i 2009 enn forrige år (tabell 1).

I 2009 falt det 1705 mm nedbør på meteorologisk stasjon 35200 Gjerstad, mot normalen på 1290 mm. Nedbøren var meget høy i januar, juli, november og desember.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Doserer Storelva	95*	303*	102*	322*	270*
Vegår	104**	83 **	66 **		60*
Vestfjorden nord					
Vegår Vestfjorden sør	62**	62**	66**	116**	60*
Øvrige innsjøer		15**			
Sum kalkforbruk	261	463	233	438	390

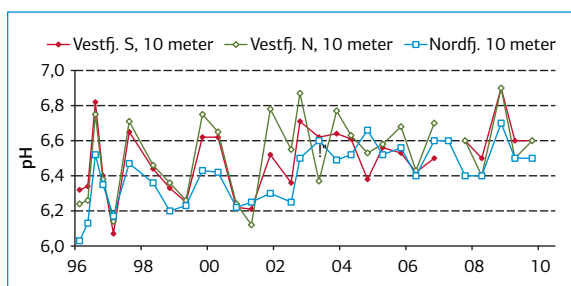
Stjerneteget angir ulike kalktyper: * NK3, ** SK3

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Innsjøen Vegår

Målinger i 2009 viser pH-verdier høyere enn 6,5 (figur 2). Dette er tilfredsstillende for fiskebestanden. En reduksjon i kalkingen vil nå bli vurdert.

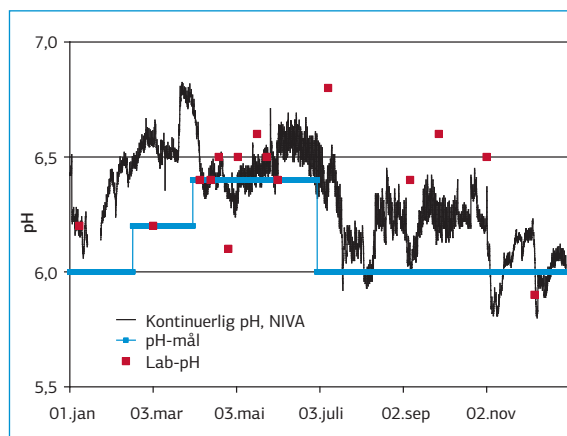


Figur 2. pH-utvikling i innsjøen Vegår i perioden 1996-2009.

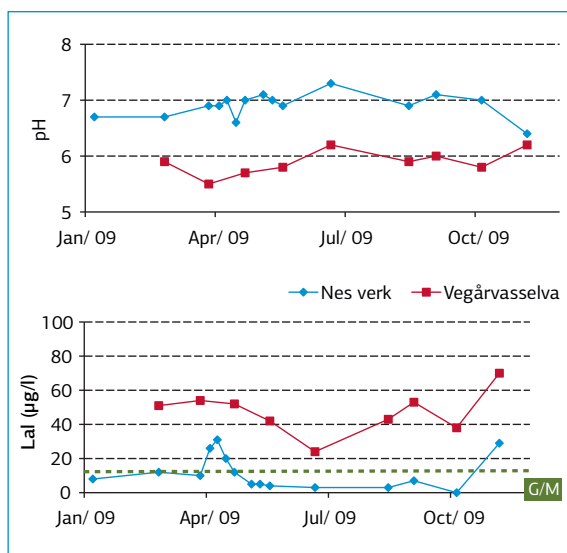
Storelva

Storelva er elvestrekningen fra utløpet av Sørfjorden i innsjøen Vegår og ned til utløpet i sjøen. Resultater fra den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Nes Verk for 2009 viser at pH-verdiene ved Nes Verk lå under det fastsatte målet i flere dager (figur 3). Konsentrasjonen av giftig aluminium (LAl) var lavere enn 20 µg/l med unntak av en høy verdi målt i april og desember (figur 4).

Det var tidvis høye pH-verdier i elva om vinteren, første del av våren og sommeren. Det ble dosert for mye kalk i januar, og doseringen ble stoppet om sommeren.



Figur 3. Data fra automatisk pH-overvåking i målområdet (Nes verk).



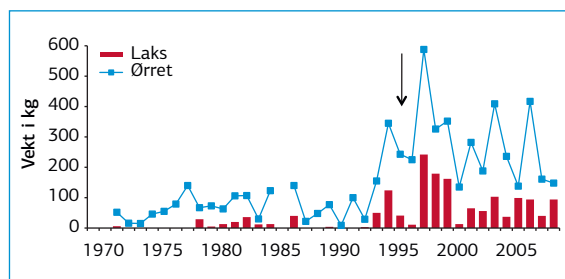
Figur 4. Resultater for pH og giftig aluminium (LAl) oppstrøms og nedstrøms kalkdosering ved Nes verk i 2009. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

2.2 Fisk

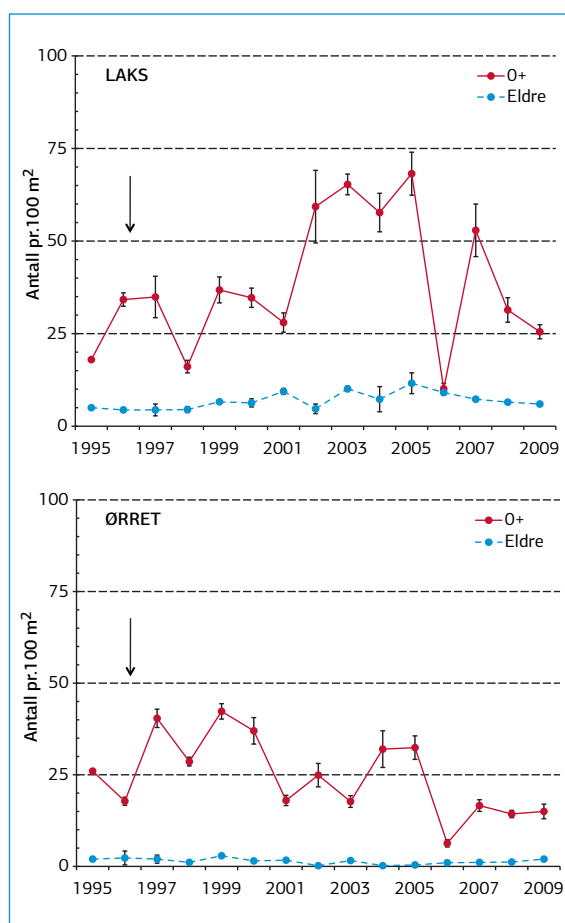
Det er ingen tydelige effekter av kalking på fiskebestandene i Storelva. Det har funnet sted en økning i fangstene av laks- og sjørøret etter kalking fram til 2000. Økningen var mindre enn forventet og for laks er det en nedadgående trend etter 2000. Totalfangsten i 2009 var sammen med 2003 den fjerde dårligste siden kalkingen startet i 1996 (figur 5). Tettheten av 0+ må karakteriseres som mindre tilfredsstillende (figur 6), og manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger skyldes sannsynligvis effekter av manøvrering. Det er mye som tyder på at det forekommer en overdødelighet i sjøstadiet hos laks. Denne vurderingen baseres bl.a. på at de gode årsklassene med laksunger fra og med 2002 ga en forventning om økt tilbakevandring av smålaks fra og med 2005 (forutsatt toårig smolt). Dette slo ikke til og det har snarere vært en tilbakegang i fangstene. Tettheten av laksunger økte betydelig i perioden 2002-2005 uten synlig økning i tettheten av eldre laksunger.

Det pågår et prosjekt finansiert av Direktoratet for naturforvaltning som har som formål å belyse overlevelse hos utvandrende laksesmolt i de nære fjordområdene til Storelva.

I tillegg til kalking er det igangsatt andre tiltak i elva, restaurering av dammen ved Nes og fiskeheis gjennom dammen, bygging av kraftstasjon og utbedring av fiske-trapp ved Fosstveit, samt uttak av stamfisk til rogn. Selv om mye av rogn settes tilbake, er det ikke mulig å skille dette bidraget fra naturlig reproduksjon. Ut fra tetthetene av 0+ i øvre del synes utlegging av rogn ikke å ha hatt effekt. Det ble ikke funnet 0+ ovenfor Nes. Dersom bestanden av gytefisk er begrenset, vil uttak av stamfisk kunne virke mot sin hensikt. Det er vist at utsatt fisk i liten grad bidrar til økt gytebestand og at uttak av stamfisk kan gå på bekostning av naturlig reproduksjon. I et vassdrag med mange faktorer som påvirker bestanden vil det rent fiskerifaglig være vanskelig å vurdere effekten av ett tiltak alene, i dette tilfelle kalking. En bedre måloppnåelse i form av økt smoltproduksjon kan best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget, der minstevannføring og en mer skånsom manøvrering av kraftverket bør vurderes.



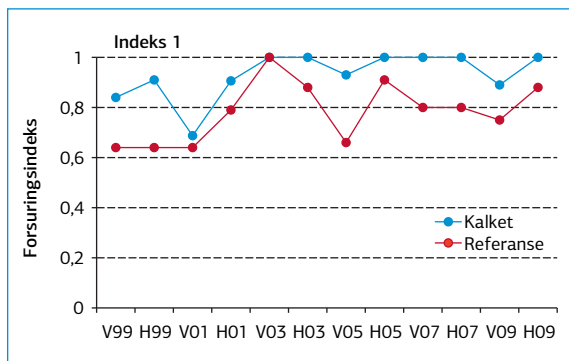
Figur 5. Fangst av laks og sjørøret i Storelva i perioden 1972-2009.



Figur 6. Tetthet av laks- og ørretunger i Storelva i perioden 1995-2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

2.3 Bunndyr

Resultatene gir ingen indikasjoner på forsuring i den kalkete delen av vassdraget i 2009 (figur 7). Det samme gjelder for noen av referansestasjonene, mens andre igjen hadde en fauna som bar sterkt preg av å være utsatt for forsuring. Dette gjør at indeksverdiene for referansestasjonene i gjennomsnitt er lave, men de er ikke så lave som flere av de andre elvene. Det viser god effekt av kalking, men også at områder i vassdraget har naturlig god vannkvalitet. Kalkingen må karakteriseres som vellykket. En av de kalkete stasjonene er ikke representativ for å vurdere effekt av kalking. Tilstedeværelse og sammensetning av bunndyr styres her snarere av habitatkarakter enn vannkvalitet.



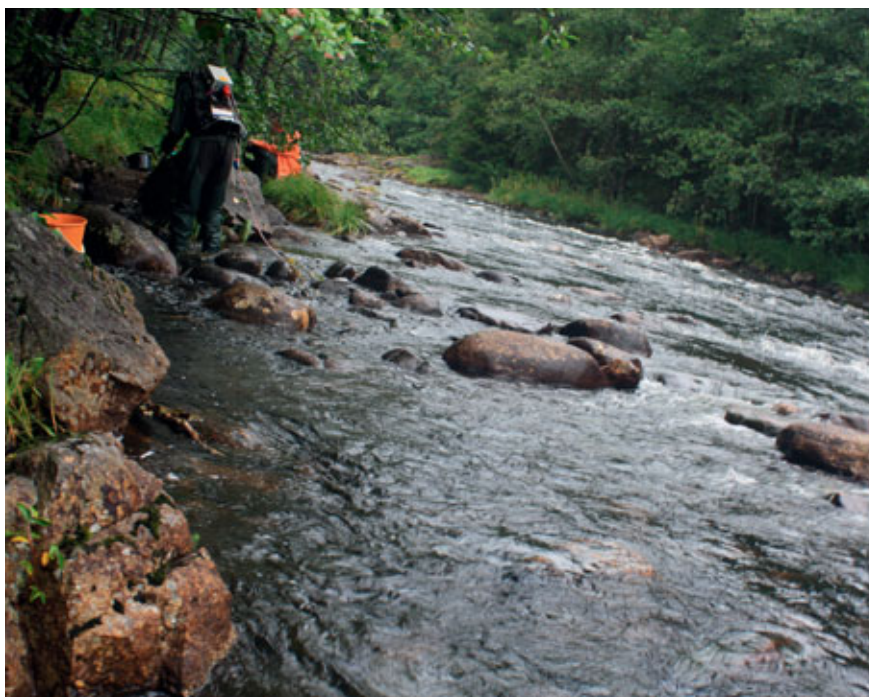
2.4 Samlet vurdering av kalkingen

Doseringen ved Hauglandsfossen ga ikke tilstrekkelig god måloppnåelse i 2009, da pH lå under målet i flere dager.

Kalkingsstrategien kan heller ikke sies å være tilfredsstillende i forhold til resultatene som er oppnådd for fisk. Det ble ikke registrert tydelige effekter av kalking på gytebestanden i Storelva. Inntil resultatene og tilrådingene fra undersøkelsene i det marine estuarieområdet utenfor elveløpet foreligger, fortsetter likevel kalkingen som før. Kalk-doseringen ved Hauglandsfossen bør fortsatt stoppes om sommeren.

Kalkingen av innsjøen Vegår ser ut til å virke tilfredsstillende, og man kan nå redusere i kalkingen.

Figur 7. Gjennomsnittlig forsuringssindekser for stasjonene i Vegårvassdraget vår og høst i perioden 1999 – 2009.



Storelva.

Foto S. J. Saltveit

Tovdalsvassdraget

M.Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pa-vels (LFI: fisk)

Kalkingen av Tovdalselva ble påbegynt i 1996. For laks har kalkingen gitt gode resultater både i form av økt produksjon av ungfisk og økte fangster. Reetableringen tok imidlertid lenger tid enn forventet, da det gikk ti år etter påbegynt kalking før det ble registrert betydelige økninger i fangst. Sjøørretbestanden er liten, men også denne har økt i de siste årene. Bunndyrfaunaen i de kalkede delene av vassdraget har også vist en forbedring over tid. Kalking og redusert forurensing har bidratt til en vannkvalitetsforbedring over tid. pH-målet var i hovedsak nådd i 2009. Kalkingen i Ogge og Tovdalselva (østre del av vassdraget) bør fortsette om lag som tidligere, men med optimalisering av kalking av Uldalsgreina (vestre del av vassdraget).

FAKTA OM TOVDALSVASSDRAGET	
Vassdragsnr:	020
Fylke:	Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	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
Kalket siden:	1996
Lakseførende strekning:	Ca. 35 km, til Herefossfjorden
Bakgrunn for kalking:	Laksebestanden i vassdraget er utdødd pga forurensing.
Kalkingsplan:	Hindar (1991)
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forureningsfølsomme vannorganismer. Kalking høyt oppe i vassdraget skal også sikre bestander av innlandsfisk.
Vannkvalitetsmål:	Vannkvalitetsmålet på lakseførende strekning er pH 6,2 i perioden 15. februar til 30. april, pH 6,4 i perioden 1. mai til 30. juni, og pH 6,0 resten av året.
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking (hovedvekt på Ogge og Høvringsvatn) og dosereralkalking (fem store doserere + en mindre doserer i Kateråsåna ved Ogge).



Teinefossen i Tovdalselva.

Foto S. J. Saltveit



Figur 1. Tovdalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Det ble benyttet mindre kalk i 2009 enn året før (tabell 1).

I 2009 falt det 1666 mm nedbør på meteorologisk stasjon 38450 Herefoss, mot normalen på 1293 mm. Nedbøren var spesielt høy i juli og november.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Tovdalsvassdraget i perioden 2005 - 2009. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100% kalk. Det ble benyttet kalktype NK3. Tallene i parentes er antall innsjøer.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Doserere	3846	5397	3938	5874	4992
Innsjøer	697 (13)	592 (6)	528 (3)	533 (4)	439 (2)
Sum kalkforbruk	4543	5989	4466	6407	5431

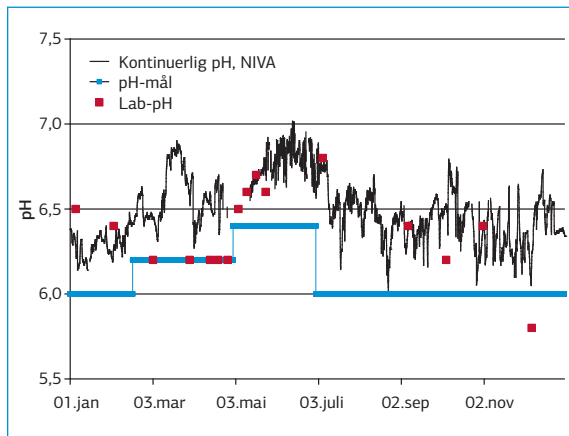
2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

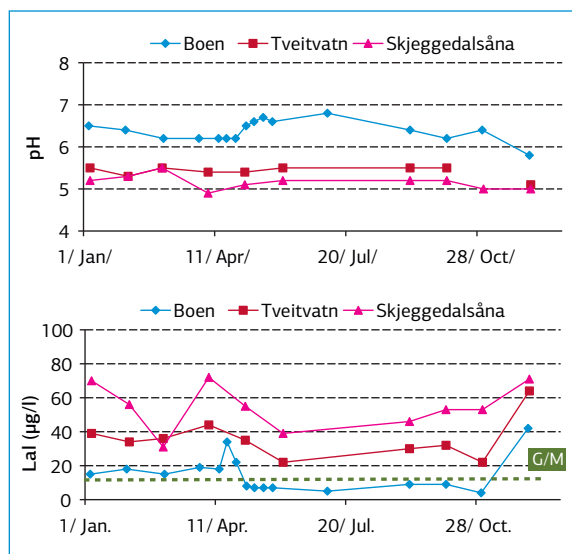
Det foreligger relativt sparsomt analysemateriale fra sidevassdraget Ogge som renner ut i midtre del av lakseførende strekning, men tilgjengelige data indikerer god kvalitet. pH i Ogge er fortsatt akseptabel, men var noe lavere i november 2009 enn året før.

Vannkvaliteten i målområdet for kalkingsvirksomheten i Tovdalselva (Boen beliggende nederst i vassdraget) er i hovedsak god. pH holdt de mål som var satt for lakseførende strekning av Tovdalselva (figur 2). Konsentrasjonen av giftig aluminium (LAl) ved Boen lå i området 4-42 µg/l (figur 3).

Vannkvaliteten i Uldalsgreina er etter hvert blitt bedre etter flyttingen av doserer til Skåre, pH ligger nå høyere enn 6,0. Det er spesielt viktig at bufferkapasiteten er god sent på vinteren og på våren fordi det da går forholdsvis mye vann gjennom Uldalsgreina på grunn av kraftproduksjon, og fordi belastningen på Herefossanlegget ellers kan bli vel stor.



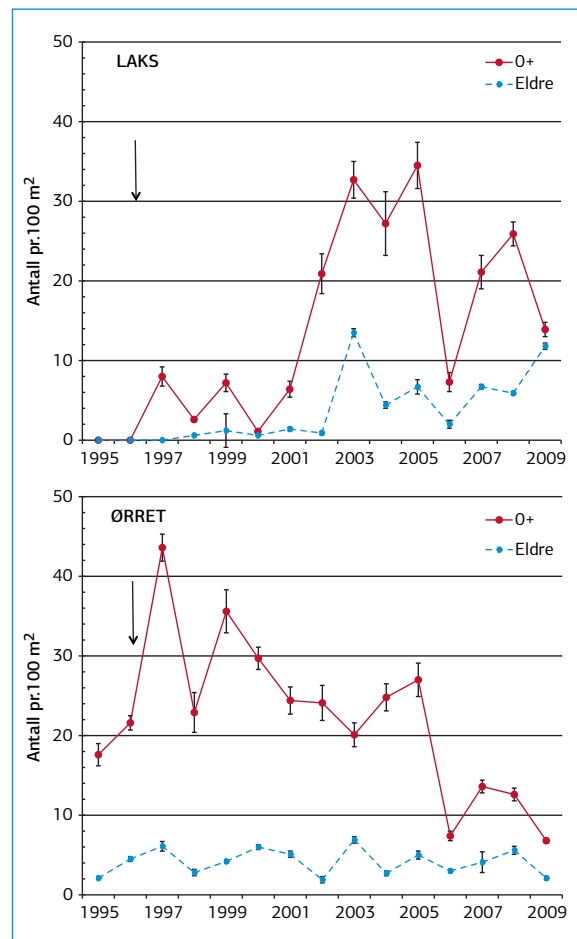
Figur 2. Data fra automatisk pH-overvåkingsstasjon i målområdet for kalkingsvirksomheten i Tovdalsvassdraget (Boen).



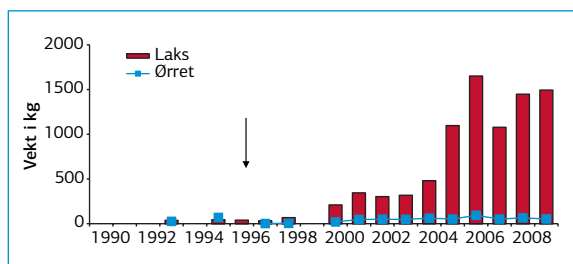
Figur 3. Resultater for pH og giftig aluminium (LAl) ved Boen, og Tveitvatn og Skjeggedalsåna oppstrøms kalkdosering i 2009. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

2.2 Fisk

For laks har kalkingen av Tovdalselva gitt gode resultater, både i form av økt reproduksjon (figur 4) og ikke minst økte fangster (figur 5). Reetableringen har imidlertid tatt lenger tid enn forventet, da det var nærmere ti år etter kalking at det ble registrert signifikante økninger i fangst. Noe av dette kan skyldes problemer for laks å vandre forbi Boenfossen. Sett i forhold til de tidligere år, må tettheten av 0+ i 2009 karakteriseres som mindre tilfredstillende, mens tettheten av eldre må karakteriseres som god. Sjørretbestanden er liten, og for denne var det en nedgang i fangst i forhold til 2008. Tettheten av årsunger av ørret er høyere enn størrelsen på sjørretbestanden tilsier, men da de høyeste tetthetene finnes i tilknytning til innsjøene, er mye av dette sannsynligvis stasjonær fisk.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger i Tovdalselva i perioden 1995-2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.



Figur 5. Fangst av laks og sjøørret i Tovdalsvassdraget i perioden 1972-2009.

2.3 Bunndyr

Det ble ikke gjennomført undersøkelser av bunndyr i 2009. Bunnfaunaen i de kalkede delene av Tovdalsvassdraget viste en liten forbedring i indeksverdi fra 2005 til 2006, men fram til 2008 synes utviklingen å ha stagnert. I 2008 hadde faunasammensetningen ikke endret seg mye fra tilstanden i 2005. Vatnedalselva viste liten effekt av kalkingen i 2008. Bunnfaunaen indikerte her et sterkt til moderat forsuringsskadedt samfunn, både ovenfor og nedenfor kalkdoserer. Gjennomsnittet av begge forsuringsskadede indeksene viste ingen stigende tendens i de kalkede delene av vassdraget, og forsuringsskadede bunndyrsamfunn og noe ustabile forhold.

2.4 Vannvegetasjon

Det ble ikke gjennomført undersøkelser av vannvegetasjon i 2009. I undersøkelsen som ble gjennomført i 2008 ble det registrert færre arter av makrovegetasjon og i mindre omfang enn tidligere år. Det samme gjaldt 2006 i forhold til tidligere år. Dette kan skyldes tørre forsommere, etterfulgt av en relativt nedbørrik ettersommer. I 2008 hadde de øverste stasjonene et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. På de nederste stasjonene ble det observert relativt store mengder slam i prøvene. Slamføring i elva er også en faktor som kan ha betydning for algesamfunnet. Her bør man vurdere å endre stasjonsplasseringen.

2.5 Samlet vurdering av kalkingen

Kalkingsstrategien både for Ogge og Tovdalselva ser ut til å være tilfredsstillende og bør fortsette om lag som tidligere. Det ser nå ut til at forholdene er mer stabile etter flytting av dosereren i Hovlandsåna til Skåre. Kalkdosene i Uldalsgreina bør vurderes økt vinter/vår. Det bør vurderes å endre pH-målet til 6,4 i perioden 15. april – 31. mai. Kalkdosereren ved Søre Herefoss bør fortsatt stoppes om sommeren.

Mandalsvassdraget

M. Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pa-vels (LFI: fisk og bunndyr), E. Kleiven (NIVA: fisk), Ø. Løvstad (Limnoconsult: vannvegetasjon), A. Lie (Agder naturmuseum og botanisk hage, vannvegetasjon)

Kalkingen av Mandalsvassdraget ble påbegynt i 1997. Det er dokumentert tydelige effekter av kalking på fiskebestandene. Fangsten av laks viser en sterkt økende trend etter kalking. Da naturlig rekruttering synes høy, bør behovet for videre utsetting av laksunger vurderes. Elva ved Marnardal holdt stort sett pH-målet, men med noen kortvarige pH-reduksjoner om høsten.



Mandalselva.

Foto: S. J. Saltveit

FAKTA OM MANDALSVASSDRAGET	
Vassdragsnr:	022
Fylke	Aust- og Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	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 sek ⁻¹
Kalket siden:	Fullkalket from. juni 1997
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 forsursfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15. februar til 14. april: pH 6,2, 15. april til 31. mai: pH 6,4, for øvrig pH 6,0.
Kalkingsstrategi:	Tre store doserere i hovedelva og sju mindre doserere i sure sidevassdrag. I tillegg kalkes flere innsjøer i nedbørfeltet. Det er etablert en ny doserer (silikatlut) ved Songåna i 2009

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

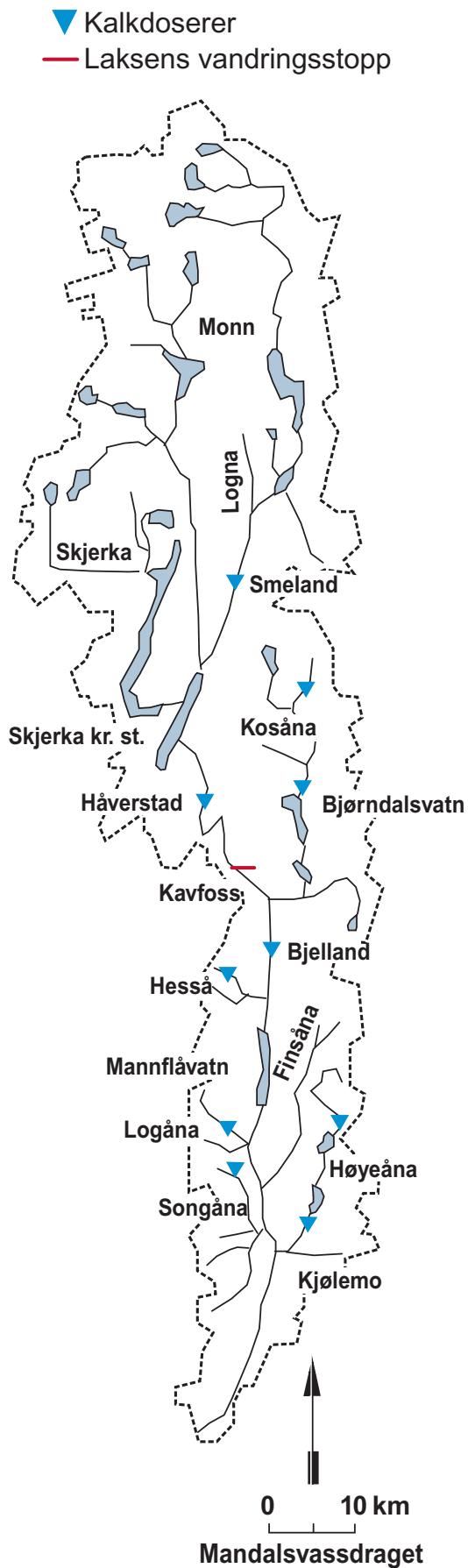
I 2009 ble det benyttet 7 % mindre kalk ved dosererne enn i 2008 (tabell 1).

I 2009 falt det 1927 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41200 Finsland, mot normalen på 1570 mm. Nedbøren var spesielt høy i juli og november.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn) i Mandalsvassdraget i perioden 2005-2009. Tonnasje for ulike kalktyper anvendt, er omregnet til 100 % kalk. Tallene i parentes viser antall innsjøer.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalk doserere	4889*	5390*	4813*	7025*	6474*
Innsjøer	93 (13)***	93 (13)***	107 (18)*	106 (18)*	100 (17)*
Sum kalkforbruk	4982	5483	4920	7131	6574
Doserer Logåna og Songåna	54**	110**	78**	126**	132**

Stjerner angir kalktypene: * NK3, ** Silikatlut, *** SK3

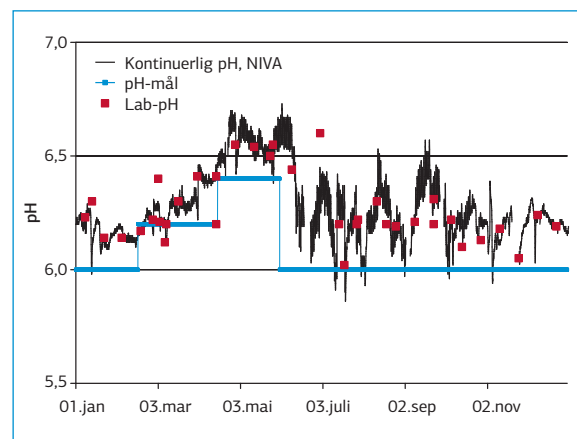


Figur 1. Mandalselva med nedbørfelt.

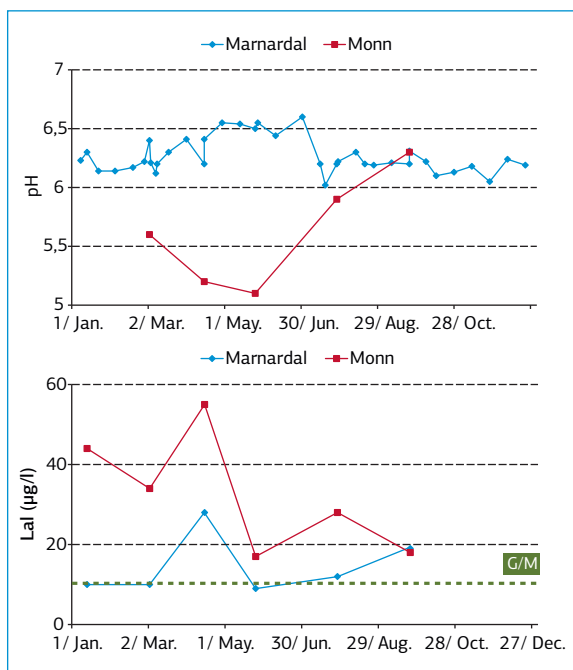
2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i elva ved Marnardal/Kjøleemo var stort sett innenfor de gjeldende målsettinger basert på resultater fra automatisk pH-måling (figur 2). Ingen sure episoder ble registrert i tiden med forhøyete pH-mål om våren, men om høsten ble det registrert et par tilfeller med kortvarig og for lav pH i forhold til målene. Konsentrasjonene av giftig aluminium lå i området 10-30 $\mu\text{g/L}$. Den høyeste verdien ble målt i januar (figur 3). Langtidsutviklingen i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene antyder at det har skjedd et svakt avtak i pH fra 2001 til 2007 på stasjonene Bjelland og Marnardal, og en mulig utflating fra 2008 og framover. I denne perioden har man arbeidet med å optimalisere kalkingen, blant annet ved å få bort overdosering. I perioden fra 2001 til 2008 har det skjedd en liten økning i pH ved utløp av Kosåna og en noe større økning i Høyeåna, mens pH verdiene var noe lavere ved disse stasjonene i 2009.



Figur 2. Data fra automatisk pH-overvåking i målområdet (Marnardal).

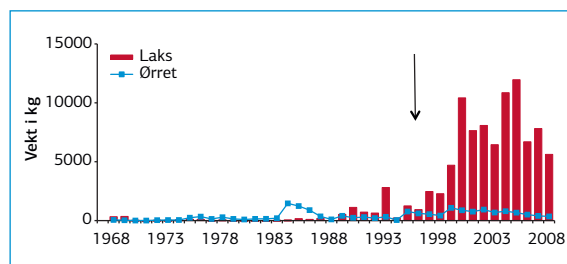


Figur 3. Utvikling av pH og giftig aluminium (Lal) i 2009 i Skjerka (Monn) oppstrøms dosering og ved Marnardal. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

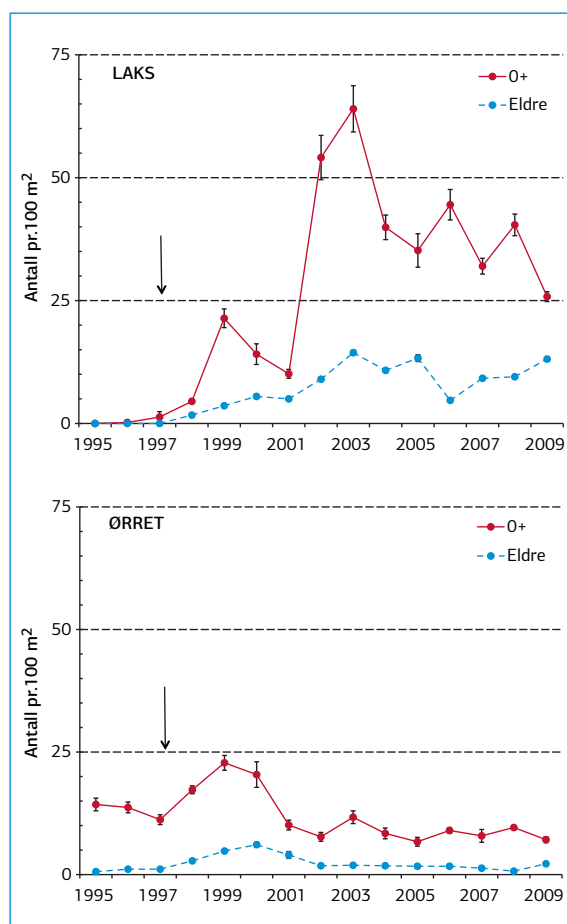
2.2 Fisk

Det dokumenteres tydelige effekter av kalking på fiskebestandene i Mandalselva. Fangsten av laks viste en sterkt økende trend etter kalking, men synes nå å ha stabilisert seg (figur 4). Tettheten av 0+ i 2009 karakteriseres som mindre tilfredsstillende og viser en nedadgående trend. Tettheten av eldre laksunger kunne med fordel vært høyere, men det er en økende tendens i tetthet (figur 5). I 2008 og 2009 observeres ikke laksunger fra utsetninger under elektrofiske og det er ikke oppgitt fangst av voksen laks som stammer fra utsatt fisk. Det er vist at utsatt fisk i liten grad bidrar til økt gytebestand og at uttak av stamfisk kan gå på bekostning av naturlig reproduksjon. Behovet for videre utsetting bør vurderes til fordel for tiltak som kan bidra til økt overlevelse fra 0+ til eldre unger. En bedre måloppnåelse i form av økt smoltproduksjon kan nå best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget enn utsetninger.

Fangstene av voksen laks har økt betydelig og man må helt tilbake til slutten av 1800 og begynnelsen av 1990 tallet for å finne tilsvarende høye fangster. Fangstene av sjørret økte også, men viser en jevnt svak nedadgående trend.



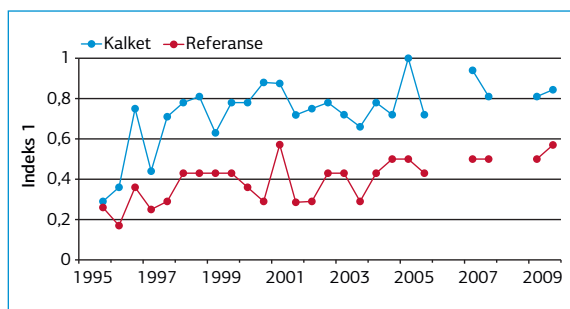
Figur 4. Fangst av laks- og sjørret i Mandalsvassdraget i perioden 1970-2009. Pil angir start kalking.



Figur 5. Tetthet av laks- og ørretunger i Mandalselva i perioden 1995-2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir start kalking.

2.3 Bunndyr

Mandalselva bærer fremdeles preg av å være forsuret. Den kalkete nedre delen av vassdraget viser tydelig bedring i mangfold, utbredelse og mengde av forsuringssensitive bunndyr, sammenlignet med situasjonen like etter at kalkingen ble startet og med referanselokalitetene. Dette gjelder ikke Logåna (Smelandsgreina) der vassdraget også nedstrøms kalkdoserer bærer preg av forsuring; her mangler helt forsuringfølsomme arter. Blant annet er den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* ikke påvist nedstrøms kalkdosereren på Smeland. Fravær kan imidlertid skyldes at dette egentlig er mer en innsjølignende lokalitet og ikke en representativ elvelokalitet. Dette gjelder også den andre kalkete lokaliteten i øvre del. Dette gjør at effekten av kalking blir undervurdert. Bunndyrsamfunnene i de ukalkete referansestasjonene hadde til dels store skader både vår og høst. Skadene på bunndyrsamfunnene var generelt størst øverst i vassdraget. Den kalkete delen av vassdraget hadde høsten 2009 de høyeste forsuringindeksene som er registrert, og verdiene om våren var nær de som ble registrert våren 2005 og 2007, som til nå er de høyeste (figur 6). Stasjonene i den nedre delen av vassdraget har fått et betydelig innslag av følsomme arter i de senere år. Kalkingen forventes på sikt å gi Mandalsvassdraget et betydelig forbedringspotensiale med hensyn på artsmangfold.



Figur 6. Gjennomsnittlig forsuringindekser for stasjonene i Mandalsvassdraget vår og høst i perioden 1995 - 2009. Bunndyr ble ikke undersøkt i 2006 og 2008.

2.4 Vannvegetasjon

Tidligere undersøkelser har vist en jevnt økende forekomst av enkelte forsuringfølsomme arter av makrovegetasjon i perioden 1996-2005, noe som kan indikere en begynnende reetablering. Prosessen går imidlertid meget langsomt og det dreier seg foreløpig om svært små og noe ustabile bestander. Denne forbedringen ser ut til å kunne fortsette.

Tidligere undersøkelser har vist at det i de senere år har vært små forandringer i begroingssamfunnet i Mandalsvassdraget. Sammensetningen av algesamfunnet i 2009 kan tyde på at det nå skjer en utvikling i begroingssamfunnet. De fleste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, men med mindre innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier enn tidligere. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter. De båtformede kiselalgene (forsuring indikatorer) som ble funnet i 2007 ser ut til å være forsvunnet i 2009. Dette indikerer en forbedring av forsuringstilstanden.

2.5 Samlet vurdering av kalkingen

Vannkvaliteten målt ved Marnardal/Kjøleemo var stort sett innenfor gjeldende målsettinger basert på resultater fra automatisk pH-måling.

Det nye dosereranlegget i Høyeåna ser ut til å virke etter hensikten og gir stabil vannkvalitet ved innløpet til Mandalselva. Man har nå ikke slik som tidligere spesielt høye pH-verdier om sommeren. Basert på kontinuerlige pH-data fra Kjøleemo ser det ut som om en har en lykke med kalkingsstrategien også i 2009.

Ellers bør stasjonsnettet revideres, og uegnede stasjoner bør tas ut eller flyttes.

Audna

M. Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pavels, Finn Smedstad, J. Brittain (LFI: fisk og bunndyr), E. Kleiven (NIVA: fisk), Ø. Løvstad (Limnoconsult: vannvegetasjon), A. Lie (Agder naturmuseum og botanisk hage: vannvegetasjon)

Kalkingen av Audna ble påbegynt i 1985. For laks har kalkingen gitt gode resultater både i form av økt produksjon av ungfisk og økte laksefangster. Sjørretbestanden er liten og fangstene er kraftig redusert etter kalking. pH-målet er ikke nådd da det fortsatt forekommer perioder med gjennombrudd av surt vann fra sure sideelver (Våråna øverst i vassdraget og Trylandsvassdraget i midtre del) i den kalkede delen av vassdraget. Man bør ta hånd om sure sidevassdrag ved for eksempel terrengkalking, silikatdosering, og kalking av innsjøer i Trylandsvassdraget. Kalkmengden utdosert ved Stedjan bør ikke reduseres ytterligere.

FAKTA OM AUDNA	
Vassdragsnr:	023.Z
Fylke Kommuner:	Vest-Agder Audnedal og Lindesnes
Areal, nedbørfelt:	450 km ²
Vassdragsregulering:	Kun i Trylandselva (sideelv): Tryland kraftverk.
Middelvannføring:	Ca 20 m ³ sek ⁻¹
Lakseførende strekning:	Ca 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn.
Kalket siden:	1985
Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden døde ut på 1970-tallet grunnet forsurening.
Biologisk mål	Å sikre en vannkvalitet som muliggjør reproduksjon av laks og andre organismer. Et langsiktig mål er at fiskebestandene skal opp på et nivå som er naturlig for vassdraget uten forurensning.
Vannkvalitetsmål	pH 6,2 i perioden 15.02-31.03, pH 6,4 i perioden 01.04-31.05 og pH 6,0 resten av året.
Kalkingsstrategi:	To doseringsanlegg i hovedelva (Stedjan og Tryland) siden 1985. Ytre Øydnavatn ble kalket med 890 tonn kalksteinsmel i 1985. Siden 1994 har det hvert år blitt kalket i ulike innsjøer og bekker i vassdraget.



Audna.

Foto S. J. Saltveit

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Det ble benyttet mer kalk i 2009 enn året før (tabell 1).

I 2009 falt det 2138 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41670 Kongsmo-Høyland, mot normalen på 1670 mm. Nedbøren var spesielt høy i juli og november.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Audna i perioden 2005-2009. Reell tonnasje for ulike typer kalk anvendt, er omregnet til 100 % kalk. Det ble benyttet kalktype NK3 ved dosererne. Tallene i parentes angir antall kalkede innsjøer.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Sum kalk-doserere	1020	1424	937	1506	1704
Sum kalkinnsjøer	108	181 (19)	234 (25)	206 (26)	198 (23)
Sum kalkforbruk	1020	1606	1170	1711	1902

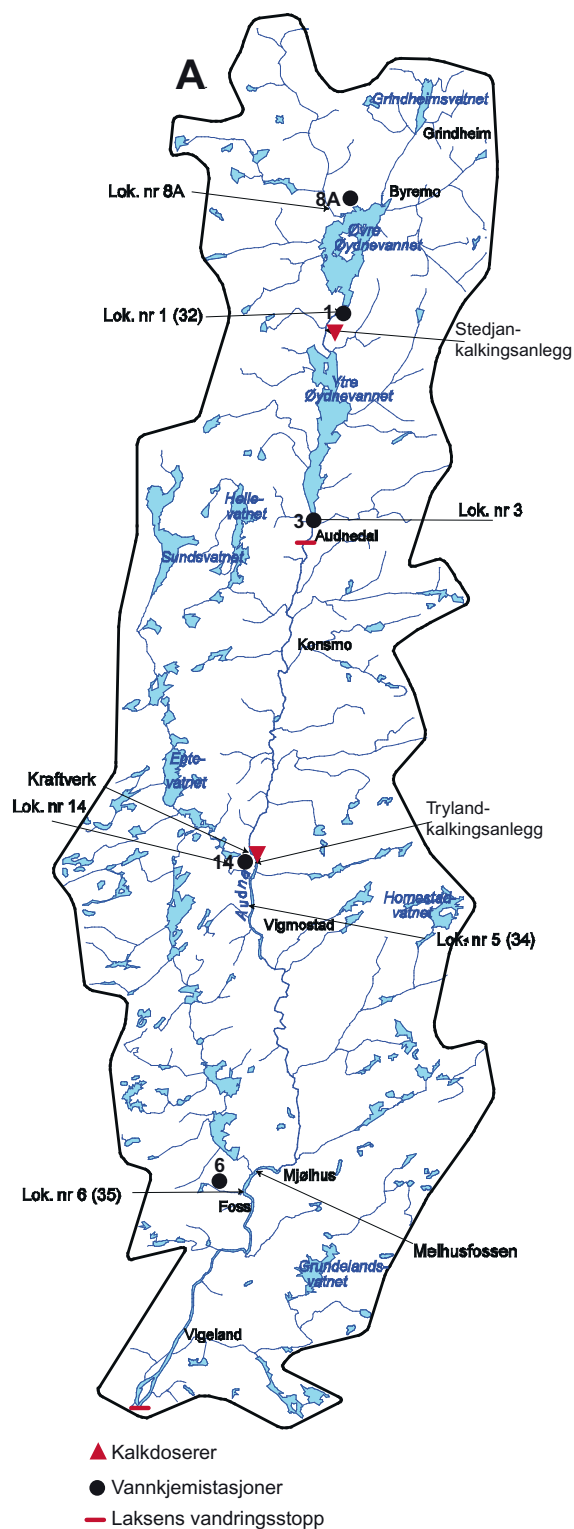
2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

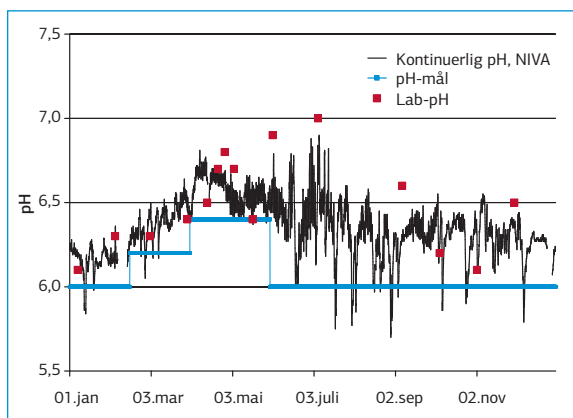
Den vannkjemiske overvåkingen viser at vannkvaliteten er blitt bedre i de kalkede områdene etter at kalkingen startet i 1985, men pH-verdiene er lave i enkelte perioder. I 2001 ble det installert pH-simulator på inntaksvannet ved Tryland noe som gjør det lettere å beregne riktig kalkdose. Dette har ført til en bedring i vannkvaliteten i de siste årene med mindre variasjon gjennom året. Men fortsatt viser målinger at pH ligger under pH-målet for vassdraget i perioder (figur 2).

Konsentrasjonen av giftig aluminium var høyere enn 10 µg/l i smoltperioden (figur 3).

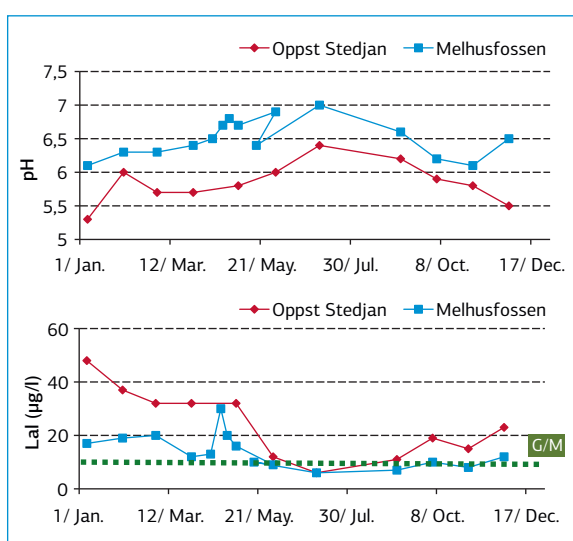
Resultatene fra de ukalkede delene av vassdraget viser at det fremdeles er nødvendig med kontinuerlig kalking av Audna. I perioden 1994 til 1998 har det vært en svak bedring av vannkvaliteten i de



Figur 1. Audna med nedbørfelt.



Figur 2. Data fra automatisk pH-overvåking i målområdet ved Melhusfossen.



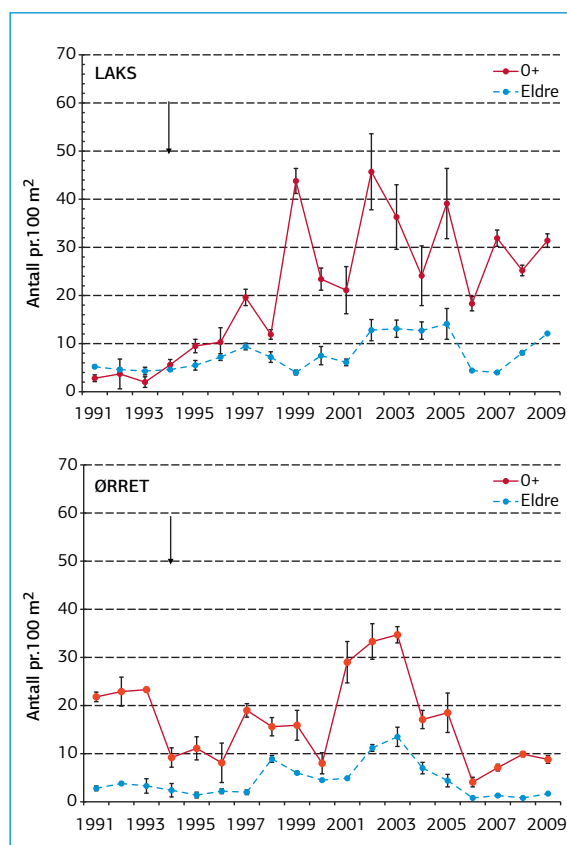
Figur 3. Utvikling av pH og giftig aluminium (LAI) i 2009 i Skjerka (Monn) oppstrøms dosering og ved Marnardal. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

ukalkede delene av vassdraget, noe som trolig skyldes redusert forsurening. Stedvis utlagt skjell-sand kan også ha hatt en viss betydning. Øverst i vassdraget (Våråna) synes den positive utviklingen å ha flatet ut, og årsgjennomsnittet for pH har gått litt ned etter 1998.

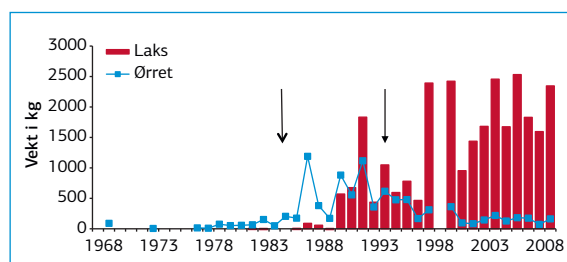
2.2 Fisk

Kalkingen av Audna har gitt gode resultater for laks både i form av økt produksjon av ungfisk (figur 4) og økte fangster (figur 5). Laksefisket i elva har blitt langt bedre og stabilisert seg på fangster på rundt to tonn. Reetableringen tok imidlertid noe

lenger tid enn forventet, da det gikk 5-6 år etter kalking før det ble registrert betydelig økt fangst av laks. Tettheten av 0+ laksunger karakteriseres som tilfredsstillende, mens manglende respons på økt tetthet av eldre laksunger kan skyldes begrensninger i oppvekstområdene. Sjørretbestanden er liten og fangstene er kraftig redusert etter kalking. Det kan tyde på at den økte ungfiskproduksjonen av laks har hatt en uheldig virkning på ørretbestanden.



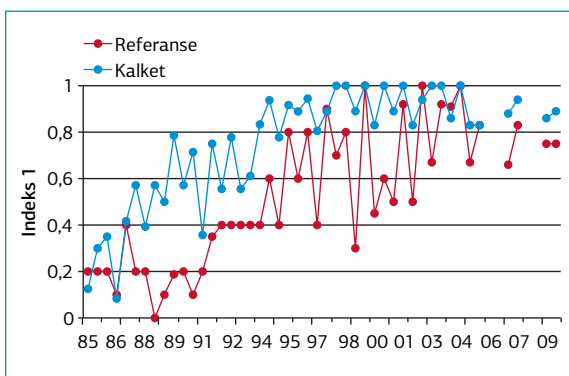
Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger i Audna i perioden 1991 - 2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.



Figur 5. Fangst av laks- og sjørret i Audna i perioden 1968 til 2009. Det er ikke oppgitt fangster i 1999. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

2.3 Bunndyr

Bunndyrforholdene i den kalkete delen av Audna er blitt bedre etter at kalkingen startet i 1985, men etter 2004 var det en nedadgående trend (figur 6). Bunndyrsamfunnene må fremdeles karakteriseres som ustabile, men flere av lokalitetene som ikke er kalket har overraskende høye indeksverdier, noe som viser god vannkvalitet. Man kan imidlertid ikke se bort fra at det legges ut skjellsand i områdene slik at disse egentlig ikke er ukalkede referansestasjoner. Skadebildet i den ukalkete delen av vassdraget viser at situasjonen om våren er noe dårligere enn om høsten, men bildet er ikke enhetlig. Det etableres temporært større bestander av sensitive bunndyr senere på året, når den vannkjemiske situasjonen er mer gunstig. Dette bildet har gjentatt seg i alle år etter 1995. I 2009 ga dette inntrykk av relativt liten forskjell mellom ukalket og kalket del av vassdraget med hensyn til vannkvalitet. Flere av lokalitetene i den kalkete delen har også forhold som gjør at effekten av kalking er vanskelig å tolke ut fra bunndyrene; som mindre egnet substrat eller på utløp av innsjø. Ferskvannssneglen *Lymnaea peregra* er en av de bunndyrtartene som har hatt en markert spredning innen de kalkete elveavsnittene. Den er tidligere funnet i hele den kalkete delen, men i 2009 bare på tre stasjoner. Det er indikasjoner på at vannkvaliteten er blitt noe dårligere både i kalket og ukalket del etter 2004. Det bør vurderes å kutte ut eller endre plasseringen av de bunndyrstasjonene som ikke er velegnet for å vurdere effekten av kalkingen.



Figur 6. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Audna vår og høst i perioden 1995-2009. Bunndyr ble ikke undersøkt i 2006 og 2008.

2.4 Vannvegetasjon

Det ble registrert en liten økning i surhetstolerante og svakt forsuringsfølsomme makrovegetasjons-samfunn i 2009 i forhold til tidligere undersøkelse. Algesammensetningen er typisk for litt sure vassdrag. Det ble i liten grad funnet forsuringsfølsomme arter. Kiselalgesamfunnet antyder at alle lokalitetene er relativt næringsfattige. Algesammensetningen kan tyde på at det har skjedd en forbedring i tilstanden fra 2007, men det ble funnet relative få arter og individer. Lokalitetene var lite egnet for innsamling av begroingsalger. Det bør vurderes å endre plasseringen av stasjonene.

2.5 Samlet vurdering av kalkingen

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

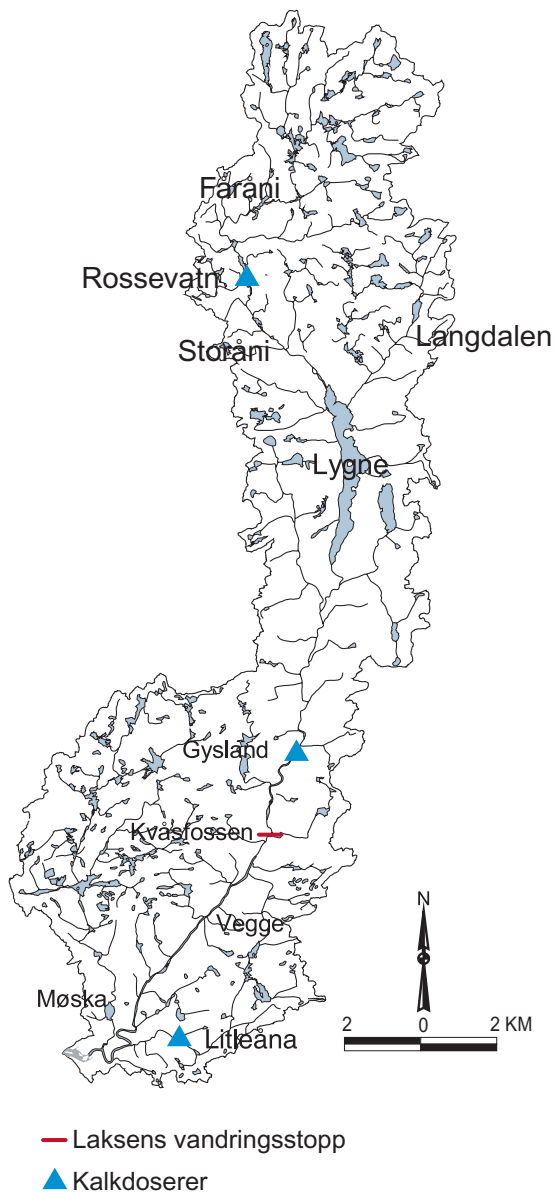
Det er foreslått å etablere en ny doserer ved utløpet av Øydnavatn for å sikre god vannkvalitet på strekningen ned mot Tryland. Det er foreslått å videreføre dagens doseringsanlegg ved Stedjan i den perioden isen ligger på Ytre Øydnavatn, og at anlegget ved Tryland beholdes, men med en mer optimalisert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

Lygnavassdraget

M. Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pa-vels (LFI: fisk), Ø. Løvstad (Limnoconsult, vannvegetasjon)

Kalkingen av Lygnavassdraget ble påbegynt i 1991. For laks har kalkingen gitt gode resultater både i form av økt rekruttering av ungfisk og økte laksefangster. Tettheten av årsunger av laks har vært tilfredsstillende i senere år, mens lav tetthet hos eldre laksunger kan skyldes begrensninger i oppvekstområder. Fram til 2002 dominerte sjørret fangsten av anadrom fisk, men utgjør nå mindre enn 30 % av fangsten. Vannkvaliteten har vært relativt stabil over flere år, men har vært preget av påvirkning av stormaktivitet og sjøsaltepisoder de siste årene. Det ble i 2009 registrert flere episoder med for lav pH i forhold til målet enn i 2008. Kalkdoseringen bør optimaliseres.

FAKTA OM LYGNAVASSDRAGET	
Vassdragsnr:	024
Fylke	Aust-Agder
Areal, nedbørfelt:	663,5 km ² (inkl Møska, 124,6 km ²)
Vassdragsregulering:	Ingen
Spesifikk avrenning:	54 l/s/km ²
Middelvannføring:	30 m ³ sek ⁻¹
Kalket siden	1991 (Rossevatn), 2000 (Gysland)
Lakseførende strekning:	Til Kvåsfossen (ca. 20 km).
Bakgrunn for kalking:	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.
Kalkingsplan:	Vikøyr <i>et al.</i> (1989)
Biologisk mål:	1) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet til at aure kan leve i Lygne og kalkede innsjøer i nærområdet. 2) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Vassdraget kalkes ved hjelp av kalkdoserer plassert ved innløpet til Rossevatn, oppstrøms innsjøen Lygne. I tillegg kalkes flere innsjøer i nedbørfeltet. Doserer ved Gysland, rett oppstrøms den lakseførende strekningen, ble satt i drift i mars 2000. Litlåna kalkes med grovdolomitt.



Figur 1. Lygnavassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

I 2009 falt det 1885 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41480 Åseral, mot normalen på 1726 mm. Nedbøren var spesielt høy i juli og november.

Det ble benyttet 23 % mindre kalk til dosering i 2009 enn forrige år (tabell 1).

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Lygnavassdraget i perioden 2005-2009. Reell tonnasje for ulike typer kalk anvendt, er omregnet til 100 % kalk. Tallene i parentes viser antall innsjøer.

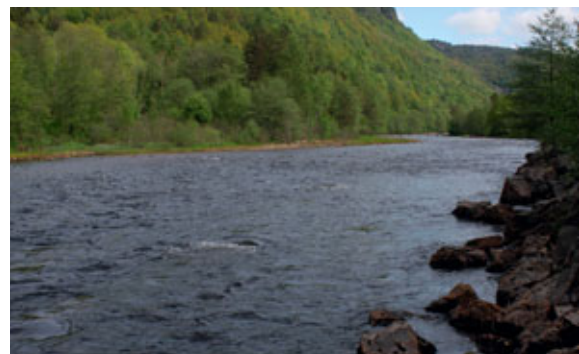
År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserere	2233	3013	1987	2914	2239
Innsjøer	105 (8)**	60 (7)**	51 (7)*	40 (7)*	40 (6)*
Sum kalkforbruk	2338	3073	2037	2954	2279
Doserer i Litleåna (grovdolomitt)	120***		95***	96***	96***

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

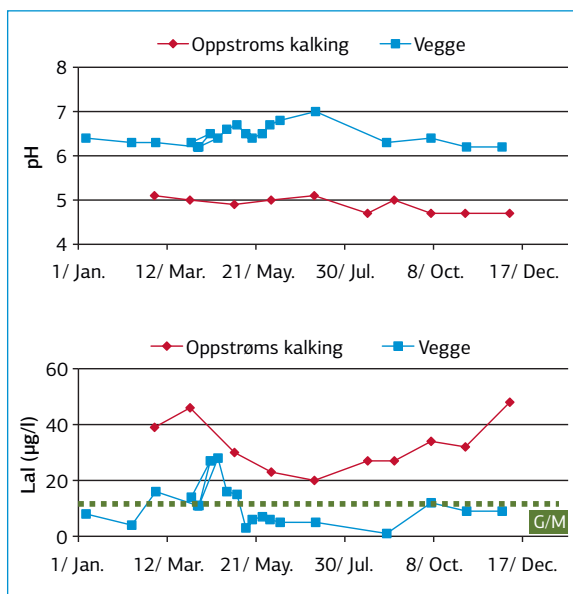
Det har vært stabile og relativt lave middelkonsentrasjoner av giftig aluminium (LAI) i utløpet av Lygne over flere år, men i vårprøvene fra 2004, 2006 og 2008 var det registrert maksimalverdier opp mot 44 µg/L. I 2009 var maksimalverdi av LAI 46 µg/L (figur 2). Dette er nivåer som kan være giftige for innlandsfisk.

I den ukalkede delen av vassdraget er vannkvaliteten blitt bedre de siste tre årene. Det er ikke skjedd noen forbedring av vannkvaliteten i de kalkede delene av vassdragene, og i det siste året synes vannkvaliteten å ha blitt dårligere i disse lokalitetene. En del av forklaringen til dårligere vannkvalitet er at det er blitt brukt mindre kalk ved dosererne i 2009 enn året før. I målområdet var middel-pH på samme nivå som året før og elva har i stort sett holdt de pH-mål som er satt for lakseførende strekning av elva (figur 3). Det oppsto flere episoder med pH under målet. Imidlertid var bare ett av disse tilfellene av lengre varighet.

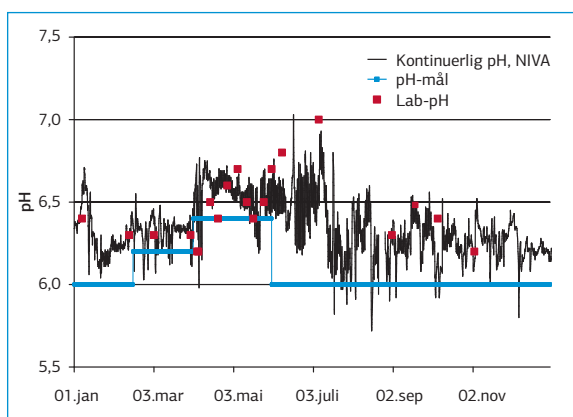


Lygna.

Foto: S. J. Saltveit.



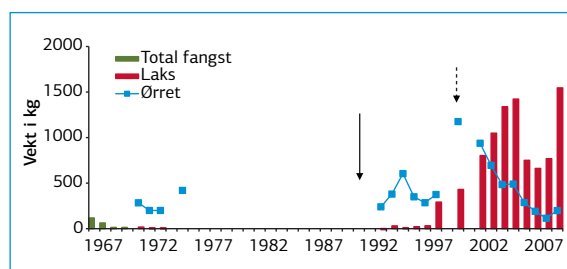
Figur 2. Utvikling av pH og giftig aluminium (LAl) i 2009 i Lygna oppstrøms kalkdosering og ved Vegge. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.



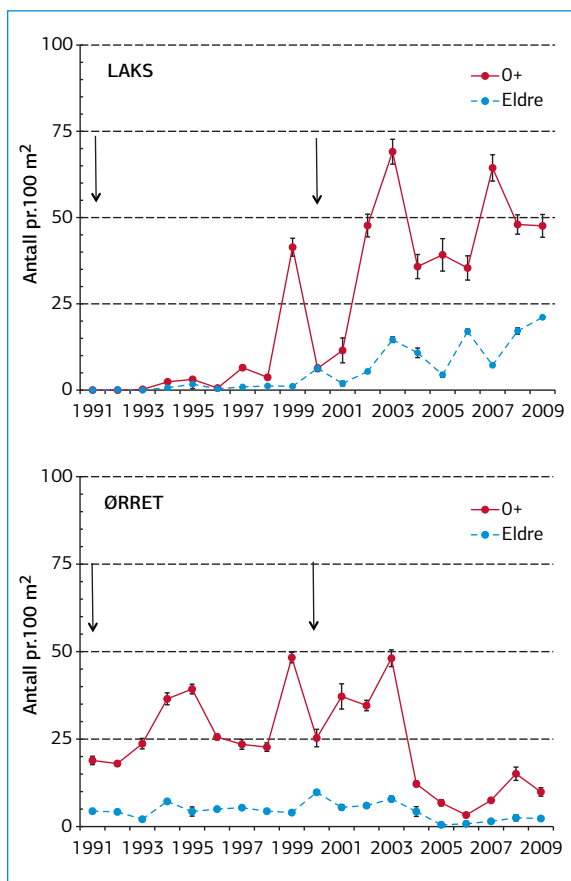
Figur 3. Data fra automatisk pH-overvåking i lakseførende del av Lygna ved Vegge (kalket).

2.2 Fisk

For laks har kalkingen av Lygna generelt sett gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Laksefisket i elva er blitt bedre, men fra 2006 var det en nedadgående trend i fangstene, men som i 2009 synes å ha snudd i og med de hittil høyeste fangstene; 1 546 kg (figur 5). Dette er kanskje i noe underkant av forventet, både sett i forhold til utviklingen fram til 2005, men også til fangstene før forsuring. Reetableringen har også tatt noe lenger tid enn forventet, da det gikk nærmere ti år etter første kalking før det ble registrert signifikante økninger i fangst og ungfisk tetthet, dvs. først etter etableringen av doserer ved Gysland. Tettheten av 0+ laksunger må karakteriseres som tilfredsstillende, mens manglende tetthetsøkning for eldre laksunger kan skyldes begrensninger i oppvekstområder (figur 4). Sjørørretbestanden er liten og fangstene er redusert etter kalking. Fram til 2002 dominerte sjørørret fangsten av anadrom fisk, men utgjør nå (2009) bare ca. 11 %.



Figur 4. Fangst av laks- og sjørørret i Lygna i perioden 1967-2009. Det er ikke oppgitt fangster i perioden 1975 til 1992 og i 1999 og 2001. Piler angir tidspunkt for kalkingsstart (doserer ved Rosseland i 1991 og doserer ved Gysland i 2000).



Figur 5. Tetthet av laks- og ørret på lakseførende strekning i Lygna i perioden 1991-2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

2.3 Bunndyr

Det ble ikke gjennomført bunndyrundersøkelser i 2009.

I 2008 undersøkelser ble det funnet en positiv effekt av kalking på bunndyr. Det var en klar forbedring på alle kalkete lokaliteter høsten 2008 sett i forhold til både 2004 og 2006. Lavere indeksverdier om vinteren indikerte imidlertid ustabile forhold gjennom vinteren.

De ukalkete lokalitetene hadde indeksverdier som viser at disse er enten sterkt forsuretspåvirket eller moderat påvirket.

2.4 Vannvegetasjon

De fleste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble funnet mindre mengder og færre arter av blågrønnbakterier i 2009 enn i 2007. Øverst i vassdraget ble det i liten grad funnet blågrønnbakterier. Algesammensetningen likner på den man finner i områder som er mindre sure, og indikerer noe tilførsler av fosfor og nitrogen. Mindre mengder og færre arter av forsuringstolerante blågrønnalger i 2009 enn tidligere antyder at forholdene kan være i ferd med å forbedre seg.

2.5 Samlet vurdering av kalkingen

Det foreslås at man vurderer å øke doseringen ved Rossevatn. Bufferkapasiteten i Lygna bør ikke reduseres ytterligere. Det er gode resultater av kalkingen, men vannkvaliteten er fortsatt ikke optimal. Høye verdier av giftig aluminium i smoltperioden gir grunn til bekymring. Nye doserere vil bli bygget i utløp av Lygna og i Litlåna (silikatdoserer), og det er også sterkt behov for ny doserere i Møska. Dette vil øke sidevassdragenes verdi som gyte- og oppvekstområder for laks og sjøørret og samtidig redusere faren for giftige aluminiumsblandsoner i elva.

Kvinavassdraget

M. Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pavels, J. Brittain (LFI: fisk og bunndyr), E. Kleiven (NIVA: fisk), Ø. Løvstad (Limnoconsult: vannvegetasjon)

Kalkingen av Kvina ble påbegynt i 1994. For laks har kalkingen i Kvina gitt gode resultater både i form av økt produksjon av ungfisk og økte fangster. For ørret synes det å være en avtagende tendens både i størrelsen på ungfiskbestanden og i fangstene av voksen fisk. Etableringen av doseringsanlegget ved Nyland våren 2000 har gitt en klar forbedring av vannkvaliteten i de nedre delene av Kvina de senere årene, men den automatiske pH overvåkingen ved Kloster viste også i 2009 mangelfull effekt av kalkingsvirksomheten i lakseførende strekning av elva. Det var lange perioder med for lav pH i forhold til de mål som var satt, også i smoltperioden. Forbedringen av vannkvaliteten i Kloster skyldes sannsynligvis etableringen av det nye kalkdoseringsanlegget i Litlåna (Steindør).

FAKTA OM KVINAVASSDRAGET	
Vassdragsnr:	025
Fylke	Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	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 Litlåna), 32 m ³ /s etter regulering.
Kalket siden:	1994 (Lindelund, Mygland), 2000 (Nyland).
Lakseførende strekning:	Til Rafoss, 13 km opp i Kvina og til Åmot, 1 km opp i Litleåna
Bakgrunn for kalking:	Kvinavassdraget var forsuret, med pH-verdier i området 4,5-5,2. Vann-kvaliteten var for dårlig til at laks og sjøaure kunne leve og reprodusere i elva.
Kalkingsplan:	Hindar (1992)
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vann- kvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre for- suringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15.02-31.03: pH 6,2, 01.04-31.05: pH 6,4, 01.06-14.02: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Oppstrøms Nyland: pH 5.7
	Vassdraget kalkes i dag med én kalkdoserer i Kvina ved Lindeland bru, én doserer i Litlåna ved Mygland og én doserer i nedre del av Kvina (Nyland). I tillegg blir enkelte innsjøer i nedbør- feltet kalket. Ny doserer nederst i Litlåna er kommet i drift i løpet av 2009 (Steindør).



Figur 1. Kvina med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Det er benyttet tilsvarende mengder kalk til dosering i 2009 som forrige år (tabell 1).

I 2009 falt det 2048 mm nedbør på meteorologisk stasjon 42520 Risnes. Normalen er 1802 mm. Nedbøren var meget lav i perioden september – desember, unntatt i november som var veldig nedbørrik.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Kvina i perioden 2006-2009. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100 % kalk. Tallene i parentes viser antall innsjøer.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserere	4826	3011	2442	2658	2577
Innsjøer	142** (13)	81** (7)	84* (7)	79* (7)	76* (6)
Sum kalkforbruk	4967	3092	2525	2737	2653

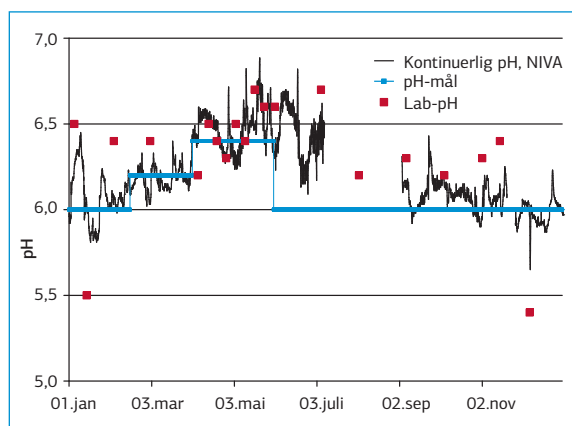
2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

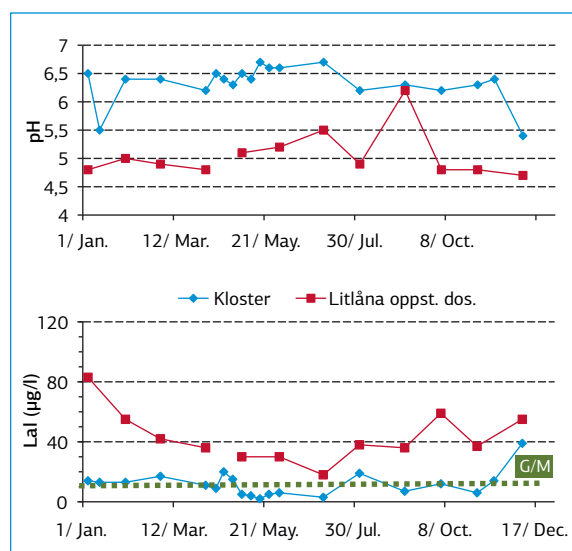
Etableringen av doseringsanlegget ved Nyland våren 2000 har gitt en klar forbedring av vannkvaliteten i de nedre delene av Kvina de senere årene, men den automatiske pH overvåkingen ved Kloster viste også i 2009 mangelfull effekt av kalkingsvirksomheten i lakseførende strekning av elva. Det var lange perioder med for lav pH i forhold til de mål som var satt, også i smoltperioden. Forbedringen av vannkvaliteten ved Kloster skyldes sannsynligvis etableringen av det nye kalkdoseringsanlegget i Litlåna (figur 2).

Referansestasjonen oppstrøms kalking i Litlåna har fortsatt svært surt vann (pH 4,8 - 5,6) (figur 3), men det synes som om det har skjedd en vannkvalitetsforbedring de to siste årene. I kalket del av Litlåna, st. 8, lå pH-verdiene i intervallet 5,4 - 7,0 (figur 3). Det ser ut som om den nye dosereren nederst i Litlåna har økt pH i elva. De målte verdier for pH

(laboratorieverdier), kalsium og labilt aluminium for stasjonen Kloster er nesten uforandret fra 2008. Konsentrasjonen av giftig aluminium lå mellom 10 og 20 µg/l i smoltperioden (figur 3).



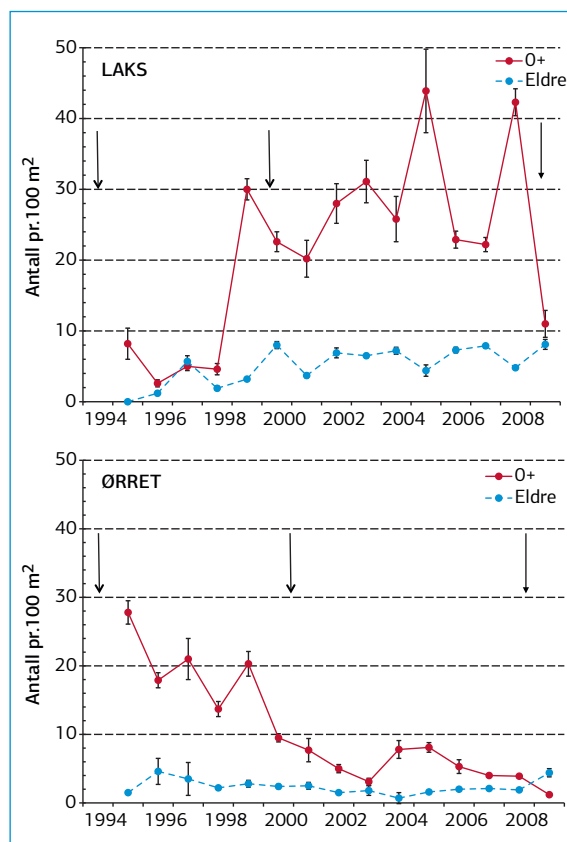
Figur 2. Data fra automatisk pH-overvåking i målområdet nederst i Kvina ved Kloster.



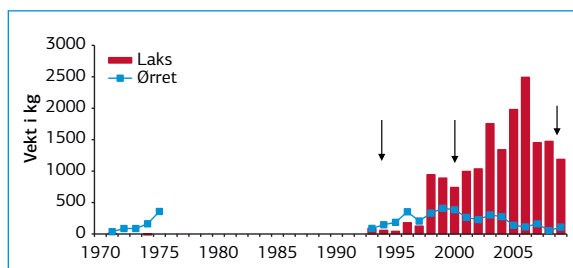
Figur 3. Utvikling av pH og giftig aluminium (LAl) i 2009 i Litleåna oppstrøms dosering og i målområdet (Kloster). G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

2.2 Fisk

For laks har kalkingen i Kvina gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon (figur 4) og økte fangster (figur 5). Laksefisket i elva er i stadig bedring, mens det for ørret synes å være en nedadgående trend både i størrelsen på ungfiskbestanden og avkastningen av voksen fisk. Samlet fangst av anadrom fisk er imidlertid betydelig, og på 1900-tallet var det bare noen år på midten av 1940-tallet at det ble tatt tilsvarende fangster av anadrom fisk. Sett i forhold til tidligere år må 0+ tettheten av laks karakteriseres som svært lite tilfredsstillende (figur 4). Årsaken til lav tetthet av 0+ i 2009 er imidlertid ikke dårlig vannkvalitet. Tettheten av eldre laksunger var blant de høyeste beregnet. Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt 0+ tetthet, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger i Kvina. Reguleringen av elva skaper også et problem. En bedre måloppnåelse av kalking i form av økt smoltproduksjon kan derfor best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget, biotopjustering og endret vannføring.



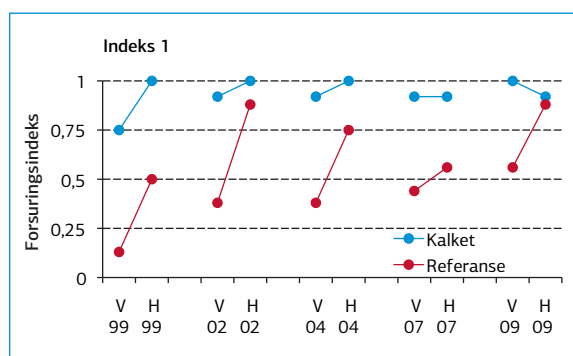
Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger på lakseførende strekning i Kvina i perioden 1995-2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Piler angir tidspunkt for start kalking.



Figur 5. Fangst av laks- og sjørret i Kvina i perioden 1970-2009. Piler angir tidspunkt for start av kalking.

2.3 Bunndyr

Artsrikdommen av bunndyr i Kvina var lav. Det var en økning i antall sensitive arter fram til 2007, men ikke ytterligere i 2009 (figur 6). Resultatene fra overvåkingen viser at kalkingen av Kvina har en positiv effekt på bunndyrsamfunnene og derved vannkvaliteten. Den ukalkete delen av vassdraget viser tydelige tegn på forurensningskader, fravær av sensitive arter og svært lave verdier både for indeks 1 og 2. Dette er klare indikasjoner på at god vannkvalitet kun kan opprettholdes gjennom fortsatt kalking. Det er spesielt sensitive bunndyr innen gruppene snegl, igler og døgnfluer som ventes å kolonisere og få sterkere bestander i den kalkete delen av Kvina. Stasjonen oppstrøms Mygland består av mye fjell og blokk og bør vurderes tatt ut.



Figur 6. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for stasjonene i Kvina vår og høst i perioden 1999 – 2009.

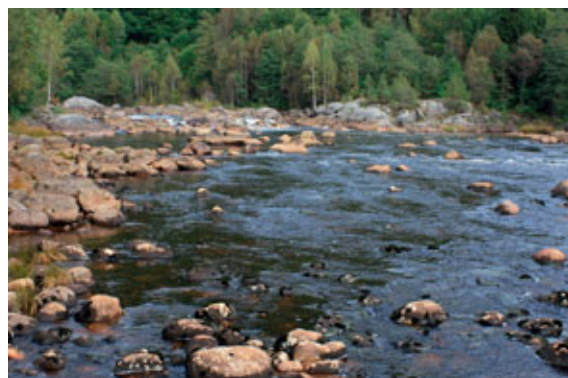
2.4 Vannvegetasjon

Hovedelva (Kvina)

Den nederste stasjonen hadde i 2009 en algesammensetning som tyder på eutrofiering og høyere pH. Det ble observert lite blågrønnbakterier her. De øverste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag med innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter. Det har skjedd relativt liten endring i algesamfunnet siden 2007.

Sideelva Litleåna

Stasjonene her hadde i 2009 et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter. Masseforekomst av grønnalgen *Bulbochaete* kan indikere gode næringsforhold. Det har skjedd relativt liten endring i algesamfunnet siden 2007.



Kvina før samløp med Litleåna. Foto: S. J. Saltveit

2.5 Samlet vurdering av kalkingen

Det er gode resultater av kalkingen og forbedringen av vannkvaliteten ved Kloster skyldes sannsynligvis etableringen av det nye kalkdoseringsanlegget i Litlåna. Kalkingen bør fortsette som hittil.

Tiltak for å optimalisere driften ved Nyland- og Lindelandanleggene er gitt i årsrapport for driftskontrollen i vassdraget.

Sokndalsvassdraget

R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi og koordinering), S. J. Saltveit (LFI, UiO: fisk) og A. Fjellheim (LFI, Uni Miljø: bunndyr)

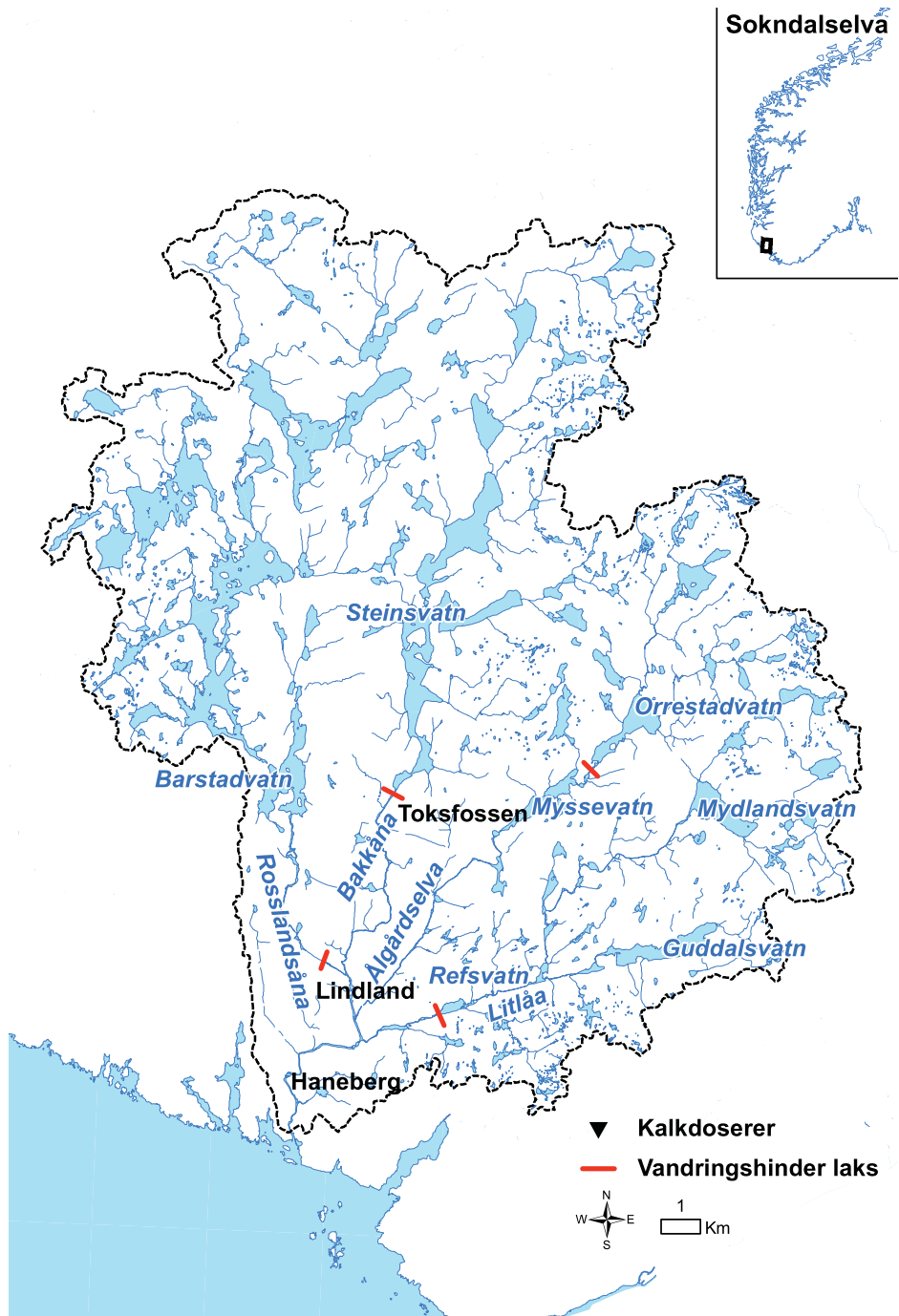
Kalkingen av Sokndalsvassdraget har ført til bedring i vannkvaliteten, økt artsmangfold av bunndyr og økt produksjon av laks. Kalk-behovet er gått betydelig ned i senere år i takt med den naturlige vannkvalitetsforbedringen i vassdraget. Vannkvaliteten i 2009 er ikke helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitets-målet. Reduksjonen i kalkingsinnsatsen i de siste årene har sannsynligvis vært større enn det de vannkjemiske forbedringene gir grunnlag for. Bunndyrundersøkelser i ukalkete deler av vassdraget viser at kalking fremdeles er nødvendig for å opprettholde en tilstrekkelig god vannkvalitet for overlevelse og reproduksjon av forsuringfølsomme organismer.

FAKTA OM SOKNDALSELVA	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	026.4Z
UTM, utløp:	341100-6468000 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	301 km ²
Vassdragsregulering:	Ingen
Middelvannføring:	17 m ³ /s
Lakseførende strekning:	Avhengig av vassføring; Guddal/ Mydlandsvassdraget: ca 5,3 km, Myssa/Orrestadvassdraget: ca 10,6 km, Barstadvassdraget: ca 6 km Steinsvassdraget: ca 11 km
pH-mål:	hele året: pH 6,0
Tiltaksstrategi:	Innsjøkalking + mindre bekker



Parti fra nedre del av Sokndalselva.

Foto: S. J. Saltveit



Figur 1. Sokndalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Mengde kalk som er tilført innsjøer har avtatt siden 1998, da det ble tilført 1574 tonn, og er nå rundt 700 tonn (tabell 1).

I 2009 falt det 1665 mm nedbør på meteorologisk stasjon 4336 Egersund, mot normalen på 1491 mm. Det var spesielt mye nedbør i perioden juli-august og november dette året.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Sokndalsvassdraget årene 2005-2009. Det ble benyttet kalktype VK3 (biokalk). Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO₃.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Innsjøer	970	871	673	673	747
Bekker					
Sum kalkforbruk	970	871	673	673	747

2 Status for vassdraget

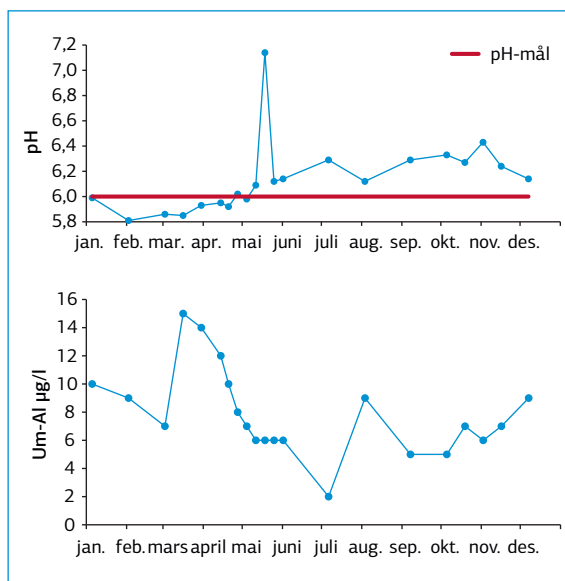
2.1 Vannkjemi

Etter at kalkingen kom i gang er det en generell bedring av vannkvaliteten i alle greinene i vassdraget med økt pH og reduserte nivåer av giftig aluminium.

På den anadrome strekningen lå enkelte pH-verdier i 2009 under pH-målet (figur 2). Dette gjelder spesielt i hovdeelva ved Haneberg, Barstadvassdraget og Steinsvassdraget med pH <6,0 i smoltifiseringsperioden. Konsentrasjonene av giftig aluminium (Um-Al) ved Haneberg viste enkelte forhøyede verdier på våren samtidig med at pH lå under vannkvalitetsmålet (figur 2).

2.2 Fisk

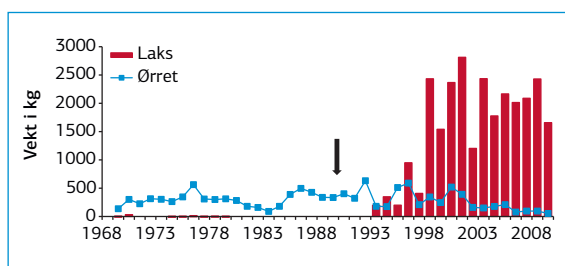
For laks har kalkingen av Sokndalselva gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Fangstene synes å ha stabilisert seg rundt



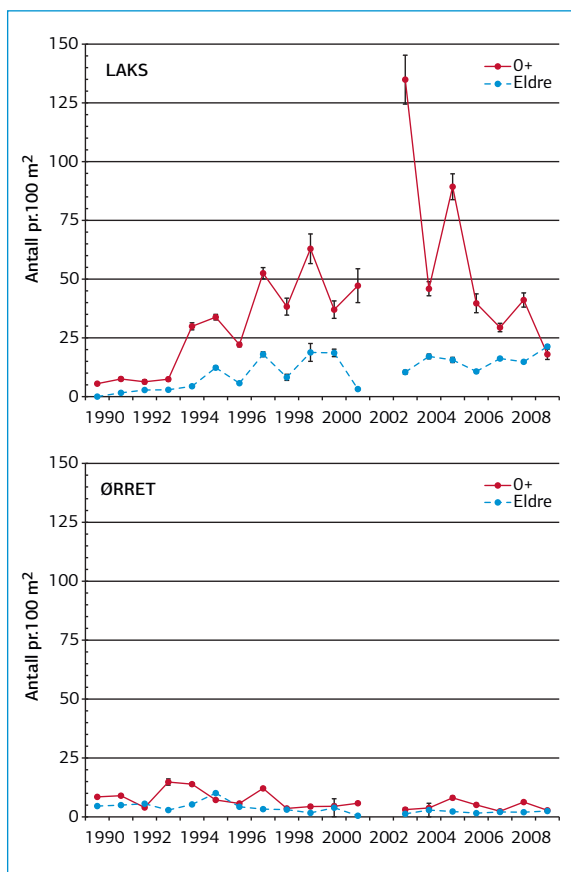
Figur 2. Vannkvaliteten i nedre del av Sokndalselva i 2009 (målområdet): pH i forhold til pH-målet for anadrom strekning (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur).

to tonn (figur 3). For ørret er fangstene nedadgående. Tettheten av ørret viser også en negativ utvikling. Samlet fangst av anadrom fisk er betydelig, og har på 1900-tallet aldri vært over 500 kg før i 1992.

Tettheten av både årsunger og eldre laksunger må karakteriseres som tilfredsstillende (figur 4). Etter 2003 har tettheten av eldre laksunger vært relativt stabil. Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt tetthet av årsunger av laks, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger i Sokndalselva.



Figur 3. Fangst av laks- og sjørret i Sokndalselva i perioden 1968 – 2009.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m² elfisket elveareal) i Sokndalselva i perioden 1990 - 2009.

2.3 Bunndyr

Artsmangfoldet av bunndyr i Sokndalsvassdraget er stigende, men vassdraget har ennå et stort potensial for økt biodiversitet. Forholdene i den kalkete delen av vassdraget er stort sett tilfredsstillende. Bunndyrfaunaen i de ukalkete delene av vassdraget er dels sterkt forsuret og enkelte stasjoner har få forsuringfølsomme bunndyr. Det ble ikke utført bunndyrundersøkelser i Sokndalsvassdraget i 2009.

2.4 Samlet vurdering

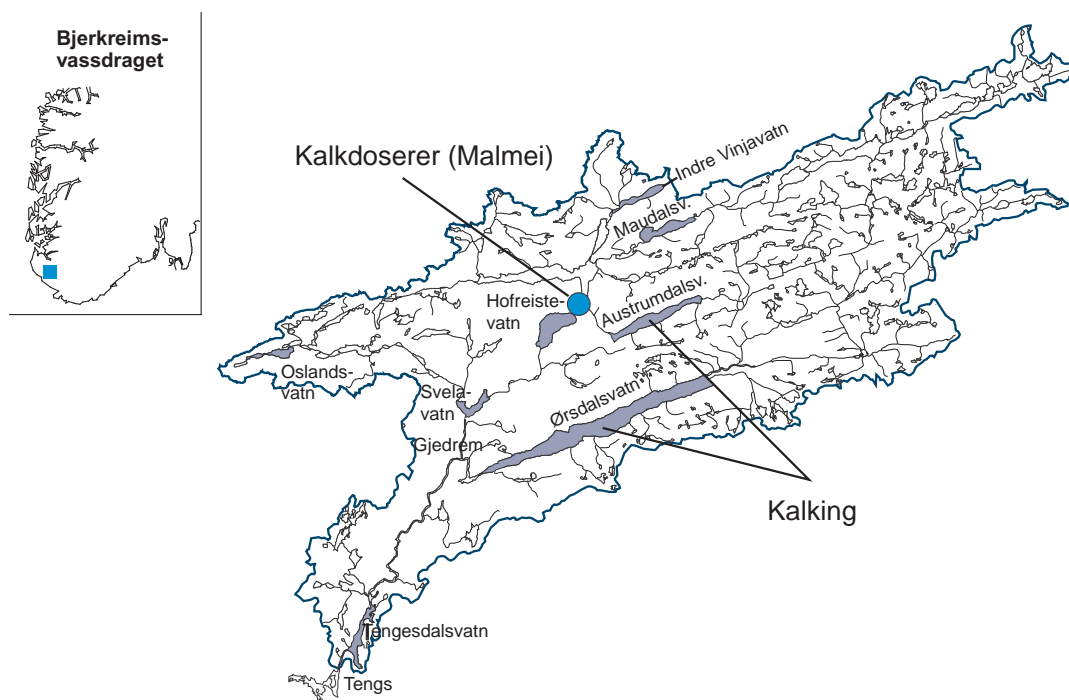
Kalkforbruket i Sokndalselva har gradvis avtatt over den siste 5 års perioden. Dette har sammenheng med en naturlig bedring i vannkvaliteten, men har også ført til et noe lavere pH-nivå i deler av vassdraget sammenlignet med tidligere år. Dagens kalkingsstrategi gir en vannkvalitet som stort sett anses å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk og invertebrater skal kunne leve og reproducere i elva. De to siste årene har imidlertid vannkvaliteten i Sokndalselva vært mer marginal og ustabil. 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 mht utviklingen i aluminiumskjemien gjennom våren. For laksen har kalkingen i Ogna hatt en positiv effekt i form av økt produksjon og økte fangster. Også bunndyrfaunaen har hatt en positiv utvikling med økende biologisk mangfold i kalkete deler av vassdraget.

Bjerkreimsvassdraget

Ø. Kaste, L. B. Skancke, J. Håvardstun (NIVA: koordinering og vannkjemi), S. J. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pavels (UiO: fisk), E. Kleiven (NIVA: fisk), T. Bongard (NINA: bunndyr), B. Walseng (NINA: bunndyr og krepsdyr), P. Brettum (NIVA: planteplankton).

Kalkingen i Bjerkreimsvassdraget startet i 1996. For laks har kalkingen av Bjerkreimselva gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Laksefangstene har aldri vært høyere på 1900-tallet, mens det for ørret er en nedadgående trend. Flom var trolig årsak til økt dødelighet hos årsunger i 2009. Kalkingen har ført til en økning av det biologiske mangfoldet i vassdraget, men fremdeles, 13 år etter at kalkingen startet, er bunndyr- og krepsdyrsamfunnene ustabile og sårbare. Vannkvaliteten er bedret som følge av kalkings tiltaket, og kalkmengden er redusert i takt med redusert forurengning. Det ble ikke registrert noen alvorlige pH-dropp eller sterke sjøsaltepisoder i vassdraget i 2009.

FAKTA OM BJERKREIMSVASSDRAGET	
Fylke:	Rogaland og Vest-Agder
Regine nr:	027
UTM, utløp:	3248-64863 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	705,8 km ² (før regulering)
Middelvannføring:	54,4 m ³ /s (før regulering)
Vassdragsregulering:	Store Myrvatn er regulert 22 m, 20 km ² er overført til Figgjo
Lakseførende strekning:	Til Indre Vinjavatn, samt 7-8 km innenfor Ørsdalsvatn
pH-mål:	15/2-31/5: pH 6,2 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking + en kalkdoserer



Figur 1. Bjerkreimsvassdraget med nedbørfelt.



Parti fra Bjerkreimselva.

Foto: S. J. Saltveit

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten på referansestasjonen Høylandsåni er sterkt påvirket av forurengning. pH-verdiene var i området pH 5,0-5,3 i 2009, noe som er noe bedre enn året før (figur 2, øverst). Verdier for giftig aluminium gjennom året var $\leq 73 \mu\text{g/L}$ LAI på denne stasjonen. For de to store innsjøene Austrumdalsvatn og Ørsdalsvatn var det kun mindre endringer i vannkjemien i forhold til tidligere år. På stasjonene Gjedrem og Tengs, som ligger i den nedre delen av elva på lakseførende strekning, lå stikkprøvene på eller godt over pH-målet gjennom hele året (pH 6,3-6,8; figur 2, øverst). På disse stasjonene er det kun mindre år-til-år variasjoner i verdiene for giftig, labilt aluminium (LAI), og verdiene var $\leq 11 \mu\text{g/L}$ LAI i 2009 (figur 2, nederst). I det nye klassifiseringssystemet for miljøkvalitet i vann (www.vannportalen.no), er grenseverdien mellom god og moderat miljøkvalitet satt til $10 \mu\text{g/L}$. Stikkprøvene i 2009 avdekket ingen sterke sjøsaltepisoder i Bjerkreimsvassdraget.

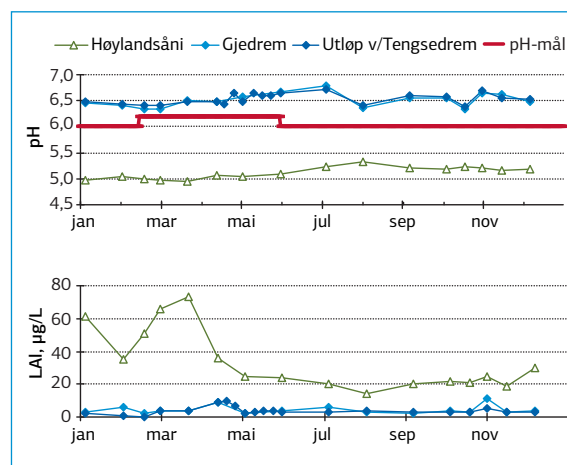
1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

I Bjerkreimsvassdraget er det en kombinasjon av innsjøkalking og kontinuerlig kalkdosering fra ett doseringsanlegg på Malmei. Kalkforbruket de siste fem årene har variert mellom 1374 og 1693 tonn omregnet til 100 % kalk (tabell 1).

Det falt 2327 mm nedbør på meteorologisk stasjon 44480 Søyland i 2009, mens normalen er 2127 mm (1961-1990).

Tabell 1. Kalkforbruk i Bjerkreimsvassdraget i perioden 2005-2009 omregnet til tonn CaCO_3 (100 % kalk). Det er benyttet kalkslurry (Biokalk) i innsjøene og kalktypen VK3 i dosereren.

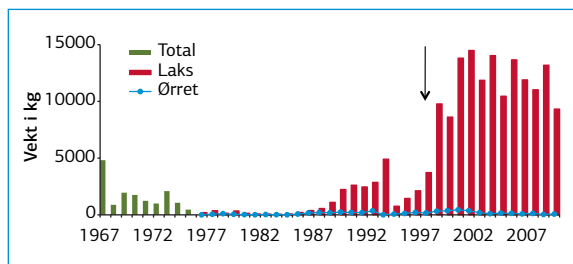
År	2005	2006	2007	2008	2009
Innsjøkalking	1568	1492	1310	1310	1325
Dosererkalking	125	116	64	133	110
Sum kalkforbruk	1693	1608	1374	1443	1435



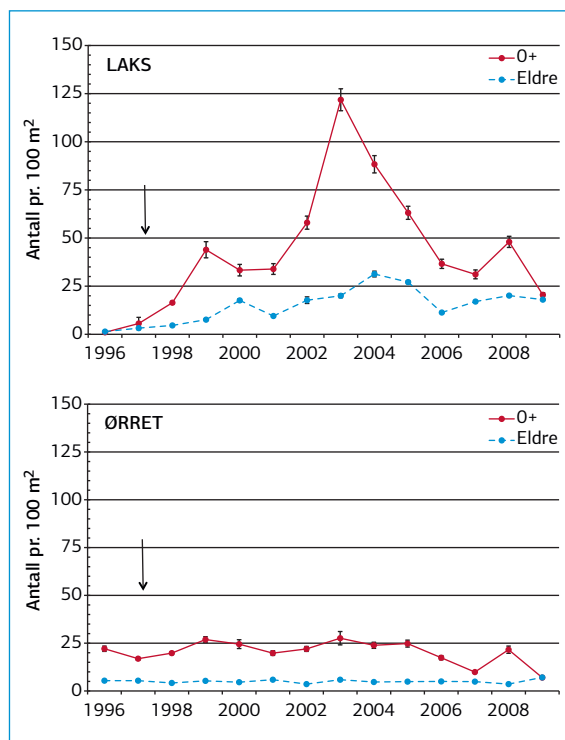
Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2009 ved Høylandsåni (referansestasjon) og to stasjoner på lakseførende strekning i nedre del av elva, vist i forhold til pH-målet. Nederst: Verdier for giftig aluminium (LAI) i 2009 for de samme tre stasjonene.

2.2 Fisk

Nær hele den lakseførende strekningen i Bjerkreimsvassdraget er kalket. Samlet fangst av anadrom fisk er betydelig, og høyere enn på 1900-tallet. Laksefangstene har økt markant etter at kalkingen startet, mens det for ørret er en nedadgående trend (figur 3). Tetthet av 0+ laks var katastrofalt lav i 2009 (figur 4, øverst), noe som trolig skyldes økt dødelighet knyttet til flom. Tettheten av eldre laksunger karakteriseres som tilfredsstillende og stabilt høy, men det er ikke lenger tendens til økt tetthet. Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret var i 2009 bare 1/3 av tettheten året før (figur 4, nederst), og årsunger ble ikke funnet på alle stasjonene. Tettheten av eldre ørretunger var imidlertid doblet i forhold til året før. Det foregår utsetninger av laksunger i vassdragets øvre del, men det antas at de registrerte årsungene av laks lenger ned i vassdraget i hovedsak kommer fra naturlig reproduksjon. Behovet for fortsatte utsetninger bør vurderes til fordel for habitatforbedrende tiltak som kan bidra til økt tetthet av eldre laksunger.



Figur 3. Fangst av laks- og sjørret i Bjerkreimselva i perioden 1967-2009. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk pr. 100 m²) i Bjerkreimselva i perioden 1996-2009. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

2.3 Bunndyr

I 2009 ble bunndyrfaunaen undersøkt i innsjøene; Fotlandsvatn, Oslandsvatn, Svelavatn, Austrumdalsvatn, Maudalsvatn og Ørsdalsvatn. Resultatene viser at endringene fra 2007 er minimale. Samfunnene er fortsatt ustabile, og indikerer et skadet økosystem med et mye lavere biomangfold enn forventet. Antall grupper og individtall er fortsatt generelt lavt i de kalkete vannene.

2.4 Krepssdyr

I Maudalsvatn har krepssdyrfaunaen i flere år respondert på en naturlig bedret vannkvalitet. I 2009 var det flere indikasjoner på at det motsatte var tilfelle; artsrikdommen var noe mindre i tillegg til endringer i artsammensetning og dominansforhold. I de to nederste vannene i hovedelva, Svelavatn og Fotlandsvatn, var det høye artsantall i 2009. I Oslandsvatn var det som forventet, svært stabil krepssdyrfauna både med hensyn til artsammensetning og dominansforhold. I Austrumdalsvatn og Ørsdalsvatn har det skjedd få endringer siden kalking startet.

2.5 Planteplankton

Planteplankton har vært undersøkt siden 1997 i Maudalsvatn, Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn. I det ukalkete Maudalsvatn har det vært en viss økning i artsantallet og beregnet totalvolum planteplankton gjennom deler av undersøkelsesperioden, men dette var redusert igjen i 2009. I de kalkete innsjøene Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn har totalvolum planteplankton ligget på et lavt og relativt uendret nivå gjennom hele perioden. Arts/taksa-antallet økte markert etter at kalkingen satte inn og endret artssammensetningen vesentlig. Blant annet har forsurningsfølsomme arter som *Cryptomonadene* (*Cryptophyceae*) *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* igjen etablert seg i artssamfunnet.

2.6 Samlet vurdering av kalkingen

Kalkingsbehovet er gått ned i senere år i takt med den naturlige vannkvalitetsforbedringen i vassdraget, men det er viktig fortsatt å holde kalkingsanlegget på Malmei operativt på dagens nivå bl.a. fordi Bjerkreimsvassdraget er utsatt for sjøsaltepisoder. Vannkvaliteten i hovedinnløpet til Ørsdalsvatn er bedret i senere år pga økt innsjøkalking oppstrøms. Dette vil på sikt føre til redusert kalkbehov i selve Ørsdalsvatn. Kalkingen i dette vassdraget har bedret forholdene betraktelig for laksen, mens sjørretten viser en negativ trend. Bunndyr- og krepssdyrfaunaen i seks undersøkte innsjøer viser ingen tydelig forbedring etter kalking. Noen forsurningsfølsomme planteplanktonarter har reetablert seg etter kalkingen.

Ogna

R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi og koordinering), S. J. Saltveit (LFI, UiO: fisk) og A. Fjellheim (LFI, Uni Miljø: bunndyr)

Kalkingen av Ogna har ført til bedring i vannkvaliteten, økt arts mangfold av bunndyr og økt produksjon av laks. I 2009 var vannkvaliteten tilfredsstillende med unntak av en periode på våren. Ukalkete deler av vassdraget er fremdeles svært sure. I perioder med dårlig avsyring fører dette til dårligere vannkvalitet i nedre deler av vassdraget. Ogna hører til blant de beste laksevassdragene på Jæren, men fangstene viser en nedadgående trend fra 2004. Fangstene i de tre siste årene viser imidlertid et lite oppsving. Laksebestanden i Ogna er sannsynligvis begrenset av andre forhold i tillegg til forsuring. Undersøkelse av

bunndyr på ukalkete deler av vassdraget i 2008 viser at kalking fremdeles er nødvendig for å opprettholde en tilstrekkelig god vannkvalitet for overlevelse og reproduksjon av forsuringfølsomme organismer.

FAKTA OM OGNA	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	027.6Z
UTM, utløp:	31 3200-6490700 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	117 km ²
Middelvannføring:	6,6 m ³ /s
Vassdragsregulering:	Helgåvassdraget (39 km ²) i vest er overført til Hetland kraftstasjon ca tre kilometer fra utløpet i Sjelen ved Ogna
Lakseførende strekning:	30 km
pH-mål:	15/2-31/5: pH 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0
Tiltaksstrategi:	3 doserere + innsjøkalking



Parti fra Ogna.

Foto: S. J. Saltveit



Figur 1. Ogna med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Kalkforbruket i 2009 er det laveste som er registrert etter 2000 (tabell 1).

I 2009 falt det 2327 mm nedbør på meteorologisk stasjon på Søyland mot normalen på 2127 mm. Det var spesielt mye nedbør i juli-august og november.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Ogna årene 2005-2009. Det ble benyttet kalktype NK3, VK3 samt fint kalksteinsmel (biokalk i innsjøer). Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO₃.

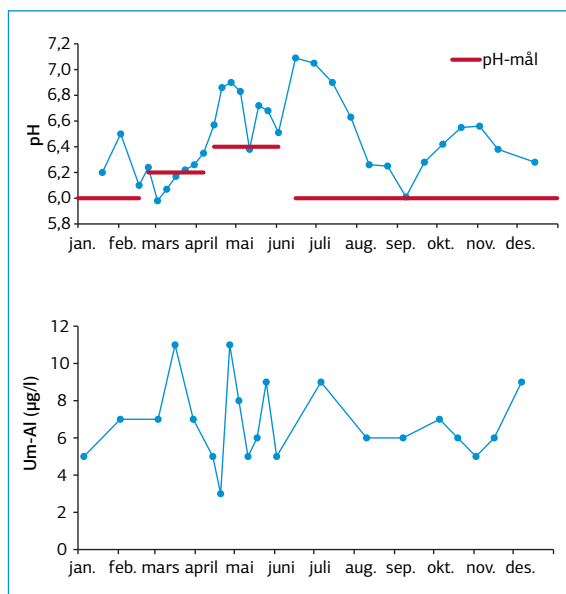
År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserere	258	281	243	213	70
Innsjøer	31	31	27	27	28
Sum kalkforbruk	289	305	270	240	98

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en generell bedring av vannkvaliteten i alle greinene i vassdraget med økt pH og reduserte nivåer av giftig aluminium.

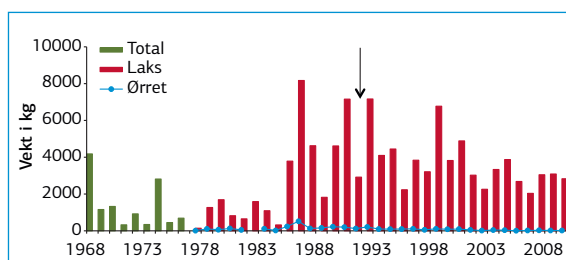
Med unntak av en periode på våren i 2009 synes vannkvaliteten i Ogna å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk skal kunne leve og reprodusere i elva (figur 2). Innholdet av giftig aluminium (Um-Al) er stort sett lavt (figur 2). Det er imidlertid relativt store variasjoner i vannkvalitet gjennom året og episoder hvor den er ugunstig. Mest variabel er vannkvaliteten nedstrøms Hetland kraftstasjon og ved Eikeland. Målinger fra Helgåvassdraget, oppstrøms Hetland kraftstasjon, viser at ukalkete deler av vassdraget fremdeles er svært surt. Høyest verdi av giftig aluminium i 2009 var 96 µg/l.



Figur 2. Vannkvaliteten i 2009 i Ogna ved Lindtjørnhølen (målområdet): pH i forhold til pH-målet for anadrom strekning (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur).

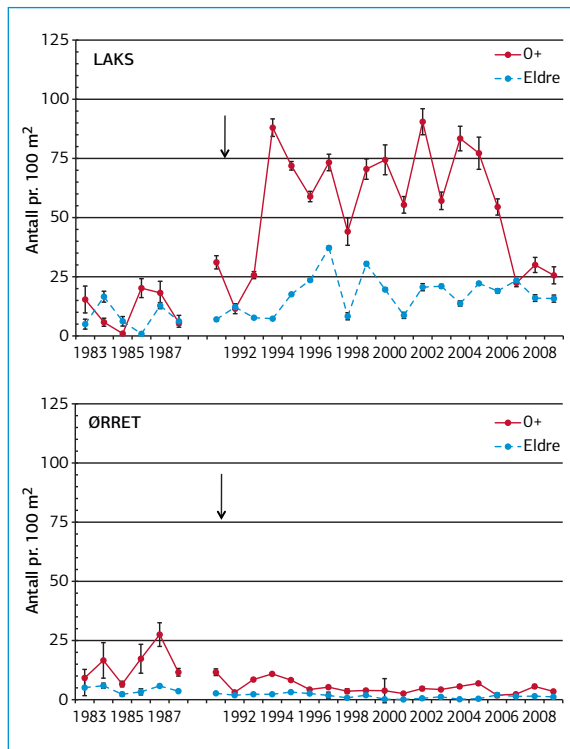
2.2 Fisk

For laks har kalkingen av Ogna ikke hatt en entydig positiv effekt selv om reproduksjon av laks har økt. Fangstene av laks, som økte årene før kalking, viste en negativ trend fram til 2006, men har nå økt noe og stabilisert seg rundt 3 tonn (figur 3). Økte fangster i årene før kalking viser at det sannsynligvis er andre begrensende faktorer for fiskeproduksjon enn surt vann alene. Samlet fangst av anadrom fisk er imidlertid betydelig, og Ogna hører til blant de beste laksevassdragene på Jæren. Fangstene av sjørret har vært lav i alle år, og er nå redusert til et svært lavt nivå.



Figur 3. Fangst av laks- og sjørret i Ogna i perioden 1968 – 2009.

Sett i forhold til tidligere år må tettheten av årsunger av laks i 2009 karakteriseres som lite tilfredsstillende (figur 4). Tettheten av eldre laksunger er imidlertid stabil og tilfredsstillende; i de fleste år i senere tid har tettheten av eldre laksunger vært ca. 20 fisk pr. 100 m². En bedre måloppnåelse av kalkingen i form av økt smoltproduksjon kan fra nå av best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m² elfisket elveareal) i Ognå i perioden 1983 - 2009.

2.3 Bunndyr

Ognå er i dag et av de kalkingsvassdragene som samlet sett har det rikeste bunndyrmangfoldet. Det blir stadig registrert nye bunndyrarter, og utviklingen av artsdiversiteten i vassdraget viser en signifikant positiv utvikling i perioden etter at vassdraget ble kalket. Vassdraget har ennå potensial for økt biodiversitet. Det var ingen bunndyrundersøkelser i Ognå i 2009.

2.4 Samlet vurdering

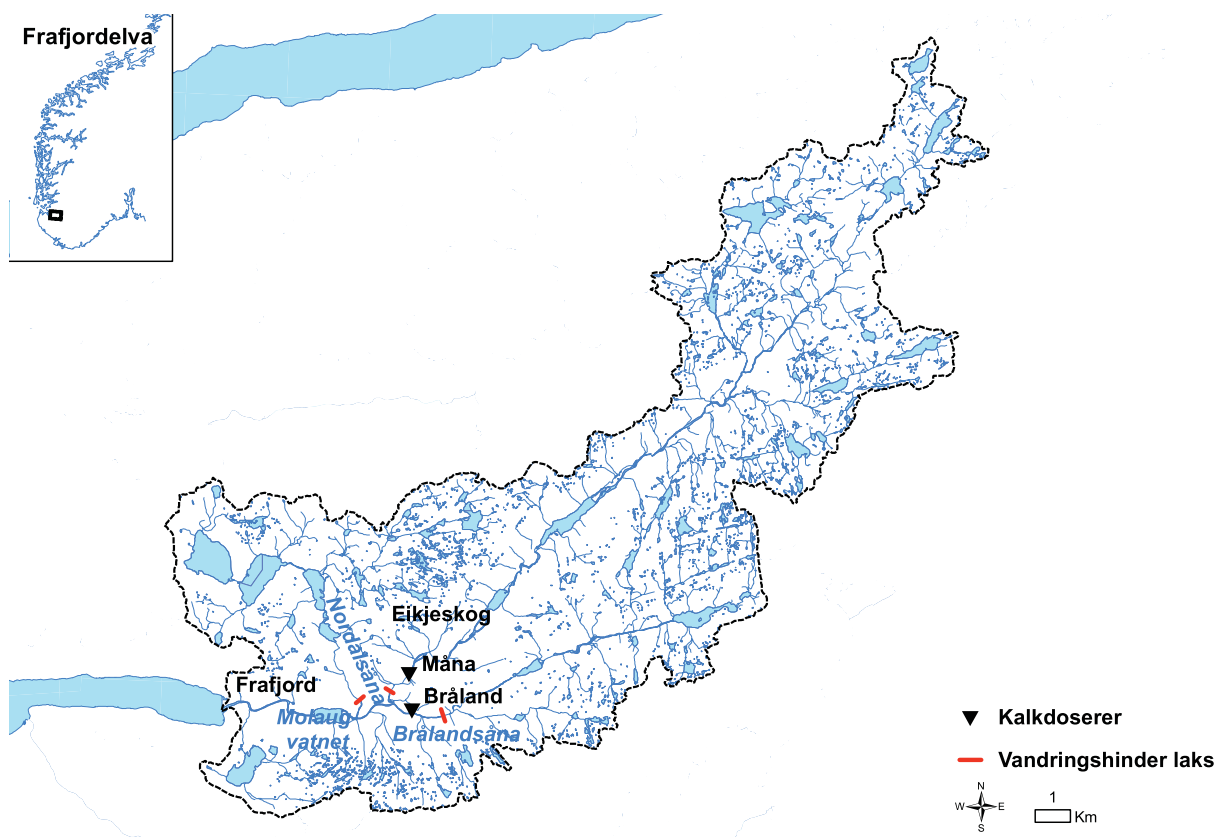
Kalkforbruket i 2009 var det laveste siden kalking med dosererer kom i gang. Vannkvaliteten oppstrøms kalkdoserereren ved Laksesvela har vært så god at doserereren gradvis har blitt satt ut av drift. Kalking av to ovenforliggende innsjøer synes å være tilstrekkelig for denne delen av vassdraget. I 2009 har doserereren ved Hetland fungert dårlig og har i lengre perioder vært ute av drift. Doserereren er avhengig av driften i kraftverket. For å få en jevnere og bedre vannkvalitet på vannet fra Helgåvassdraget anbefales det å se nærmere på om det er mulig å styre doserereren uavhengig av kraftverket. Ognå hører til blant de beste lakseelvene på Jæren, men økte fangster av laks i årene før kalking indikerer at andre faktorer en forsuring alene har vært begrensende for fiskeproduksjonen i vassdraget. Bunndyrfaunaen har hatt en positiv utvikling med økende biologisk mangfold som følge av kalkingen. Ognå er i dag et av de kalkete vassdragene med den rikeste bunndyrfaunaen.

Frafjordelva

R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi og koordinering), S. J. Saltveit (LFI, UiO: fisk) og A. Fjellheim (LFI, Uni Miljø: bunndyr)

Kalkingen av Frafjordelva har ført til en bedring i vannkvaliteten, økt arts mangfold av bunndyr og økt produksjon av laks. Vannkvaliteten var imidlertid ikke helt tilfredsstillende i 2009 i forhold til vannkvalitetsmålet. Kalkingen har hatt en positiv effekt på bestanden av laks, og tettheten av laksunger er tilfredsstillende. Det er også registrert positive endringer i bunndyrsamfunnet. Det biologiske mangfoldet er økende, men bunndyrfaunaen i den ukalkete delen av elva er fortsatt utsatt for subletalt stress, og vassdraget er fremdeles i en ustabil fase.

FAKTA OM FRAFJORDELVA	
Fylke:	Rogaland
Regjne nr:	030.Z
UTM, utløp:	343100-6525800 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	171 km ² (før regulering)
Middelvannføring:	14,3 m ³ /s (før regulering)
Vassdragsregulering:	17,6 km ² overført til Lysefjordområdet
Lakseførende strekning:	5 km
pH-mål:	15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkinnsstrategi:	2 kalkdoserere + innsjøkalking



Figur 1. Frafjordelva med nedbørfelt.



Parti fra Fra fjordelva.

Foto S. J. Saltveit

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en generell bedring av vannkvaliteten i kalkete deler av vassdraget, med økt pH og reduserte nivåer av giftig aluminium.

Vannkvaliteten i 2009 var ikke helt tilfredsstillende ved hovedstasjonen i forhold til vannkvalitetsmålet (figur 2). På våren og utover høsten lå flere målinger under pH-målet, mens det på sommeren ble målt høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet. Konsentrasjonen av giftig aluminium var imidlertid lav gjennom hele året (figur 2).

Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna var i 2009 stort sett tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet. Det knyttes imidlertid stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene i Måna. I Brålandselva var pH i 2009 forholdsvis høy gjennom hele året.

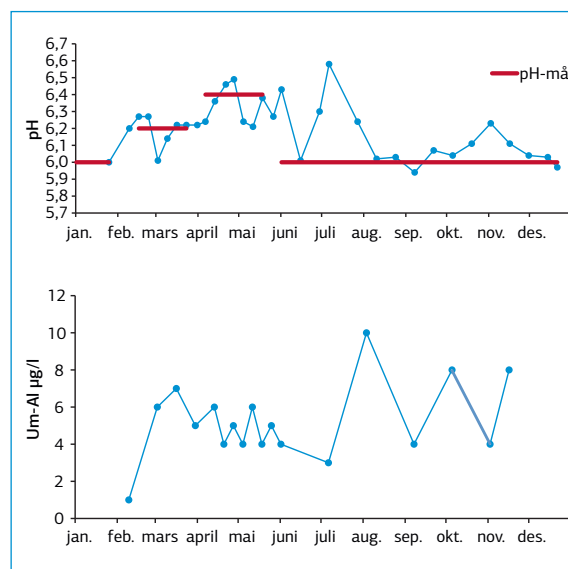
1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Kalkforbruket er redusert de to siste årene (tabell 1).

I 2009 falt det 3046 mm nedbør på meteorologisk stasjon i Maudal mot normalen på 2818 mm. Det var spesielt mye nedbør i januar, juli og november dette året.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Fra fjordelva årene 2005-2009. Det ble benyttet kalktype NK3 og VK3 (biokalk i innsjøene). Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCo₃.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserere	574	591	717	545	409
Innsjøer	59	39	34	34	34
Sum kalkforbruk	633	630	751	579	443

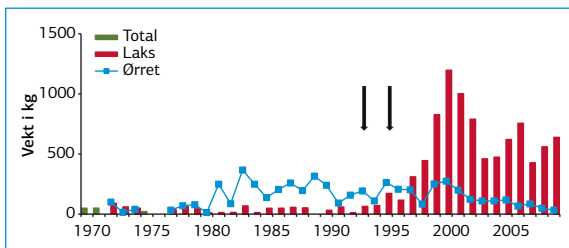


Figur 2. Vannkvaliteten i nedre del av Fra fjordelva (målområdet) i 2009: pH i forhold til pH-målet for anadrom strekning (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur).

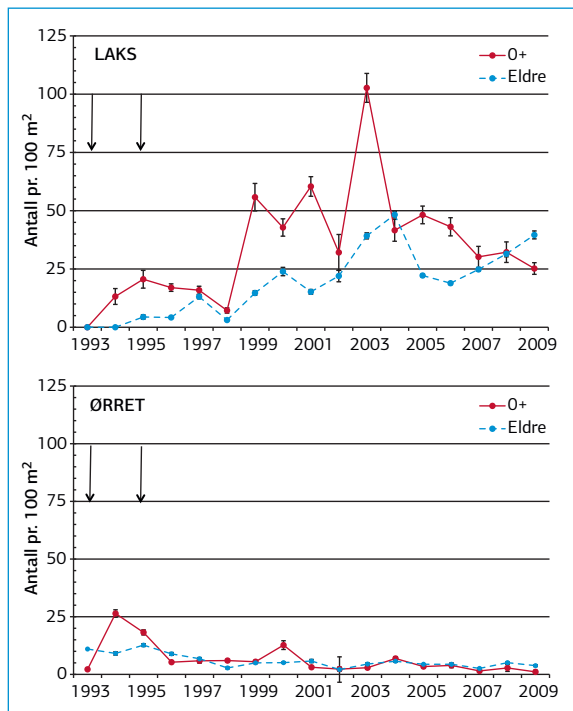
2.2 Fisk

Kalking har hatt en tydelig positiv effekt på bestanden av laks i Frafjordelva. Det fanges nå mer laks enn noen gang (figur 3). Det er imidlertid en reell nedgang i sjørøretfangst, som nå er på et lavmål. Tellingene av gytefisk viser også at antallet sjørøret er lavt. Dette sammen med redusert tetthet av ørretunger i elva, kan tyde på kalking gir negative effekter på bestanden av ørret, antagelig som følge av økt konkurranse fra en økende laksebestand. Tellingene gir indikasjon på at det var en svært bra gytebestand av laks både i 2008 og 2009.

Tettheten av 0+ av laks må kunne karakteriseres som tilfredsstillende, selv om tettheten har vært noe lavere de siste årene (figur 4). Tettheten av eldre laksunger er tilfredsstillende og økende.



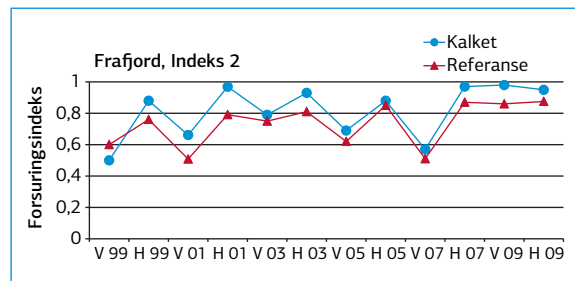
Figur 3. Fangst av laks- og sjørøret i Frafjordelva i perioden 1970 – 2009.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m² elfisket elveareal) i Frafjordelva i perioden 1993 - 2009. 0+ og Eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

2.3 Bunndyr

I Frafjordelva er det registrert betydelige endringer i bunndyrsamfunnet i løpet av det siste tiåret. Blant annet er den sterkt forsuringsfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani*, som var totalt fraværende ved en undersøkelse av vassdraget i 1980, nå vanlig i Frafjordelva. I 2009 var forsuringsindeksen høy både i de kalkete lokalitetene og i ukalkete referanse-lokalitetene (figur 5). Dette betyr at det ble funnet sterkt sensitive bunndyr på samtlige stasjoner, både vår og høst. Bunndyrfaunaen i den ukalkete delen av elva er imidlertid utsatt for subletalt stress og vassdraget er fremdeles i en ustabil fase. Mangfoldet av bunndyrarter i Frafjordelva er ennå lavt sammenlignet med mange andre vassdrag i regionen.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsuringsindeks (indeks 2) for stasjonene i Frafjordelva i perioden 1999-2009. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forsuringsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

2.4 Samlet vurdering

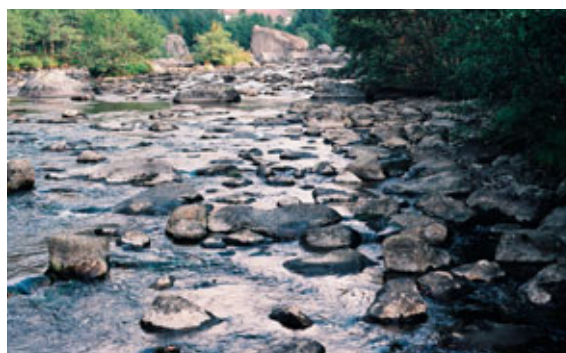
Kalkingen i Frafjordelva har ført til en generell bedring i vannkvaliteten, men det biologiske potensialet er ikke nådd. Overvåkingen av kalkdosereren i Måna viser at driften er svært ustabil. Det har tidligere vært uheldige driftsavbrudd, og dermed problemer med å holde en stabil vannkvalitet i Frafjordelva. Det er samtidig usikkerheter knyttet til prøvetakingen i Måna som gjør at den vannkjemiske overvåkingen her er lite egnet til å evaluere driften av kalkdosereren i denne delen av vassdraget. Dosereren i Brålandselva ser ut til å ha fungert godt i 2009. Kalkforbruket er redusert de siste to årene sammenlignet med tidligere år.

Espedalselva

R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi og koordinering), S. J. Saltveit (LFI, UiO: fisk) og A. Fjellheim (LFI, Uni Miljø: bunndyr)

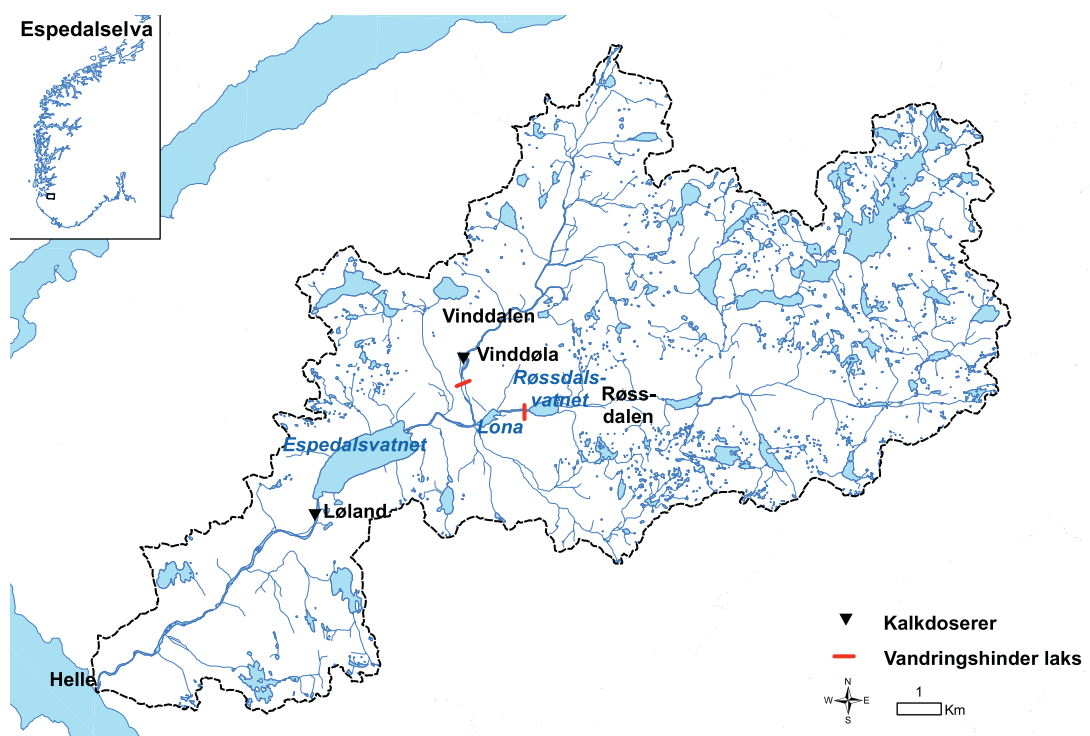
Kalkingen av Espedalselva ble påbegynt i 1995, først med innsjøkalking og året etter også med kalking fra doserere. Den har ført til bedring i vannkvaliteten, økt artsmangfold av bunndyr og økt produksjon av laks. Kalkbehovet er gått gradvis ned i senere år i takt med den naturlige vannkvalitetsforbedringen i vassdraget. I 2009 er vannkvaliteten god gjennom hele året. Det biologiske mangfoldet er ikke fullt reetablert, men flere forsuringfølsomme bunndyr finnes i den kalkete delen av Espedalselva. Sammensetningen av bunndyr på ukalkete deler av vassdraget viser at kalking fremdeles er nødvendig for å opprettholde en vannkvalitet som er tilstrekkelig for at forsuringfølsomme organismer skal kunne leve og reproducere i elva.

FAKTA OM ESPEDALSELVA	
Fylke:	Rogaland
Regjne nr:	030.4Z
Nedbørfeltareal:	138 km ² (før regulering)
Middelvannføring:	12,2 m ³ /s
Spesifikk avreining:	61,7 l/s km ²
Vassdragsregulering:	Øvre deler av Fossåna er overført til vassdrag i øst.
Lakseførende strekning:	13 km
pH-mål:	15/2-31/3: pH 6,2 1/4-31/5: pH 6,4 1/6-14/2: pH 6,0
Tiltaksstrategi:	Innsjøkalking fra 1995, to kalkdoserere fra 1996



Parti fra Espedalselva.

Foto: S. J. Saltveit



Figur 1. Espedalselva med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Selv om doseringsanlegget ved Løland ikke har vært i kontinuerlig drift de siste årene har det ikke vært noen entydig reduksjon i kalkforbruket i Espedalselva (tabell 1).

I 2009 falt det 3046 mm nedbør på meteorologisk stasjon 4381 Maudal mot normalen på 2818 mm. Det var spesielt mye nedbør i juli og november.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Espedalselva i årene 2005-2009. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO₃.

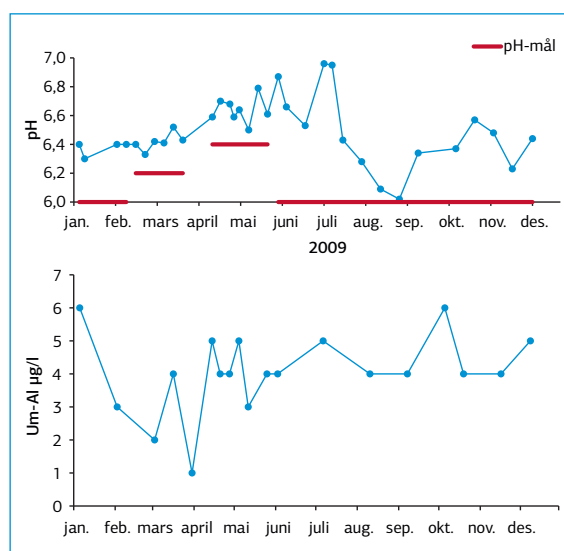
År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserere	234	211	175	354	208
Innsjøer + bekker	74	72	70	70	70
Sum kalkforbruk	308	283	245	424	278

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en bedring av vannkvaliteten med økt pH og reduserte nivåer av giftig aluminium i kalkete deler av vassdraget.

Nederst i vassdraget, ved Helle, var vannkvaliteten god gjennom hele 2009 (figur 2). Vannkvaliteten nedstrøms kalkdosereren ved Løland var med unntak av en måling tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget. Det var fortsatt enkelte dype fall i pH nedenfor kalkdoseringsanlegget i Vinddøla og det var stor variasjon gjennom året. Konsentrasjonene av giftig aluminium nederst i vassdraget er generelt lave (figur 2).



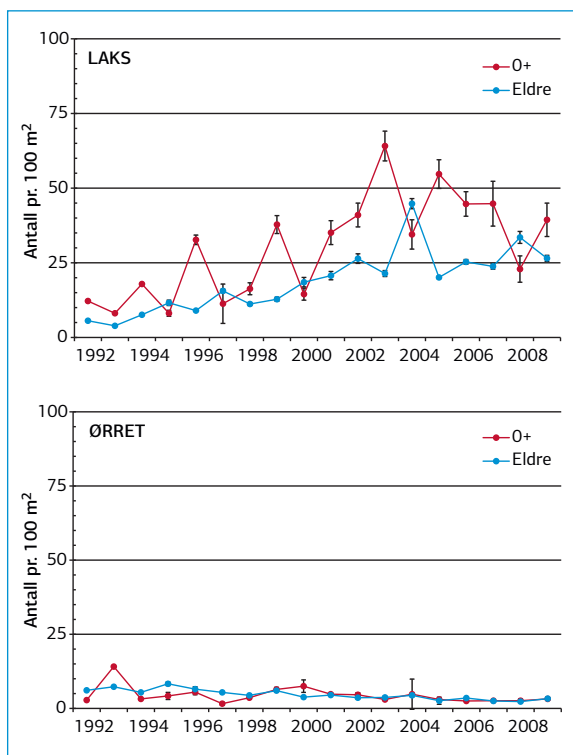
Figur 2. Vannkvaliteten i nedre del av Espedalselva ved Helle (målområde) i 2009: pH vist i forhold til pH-målet for lakseførende strekning (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur).

2.2 Fisk

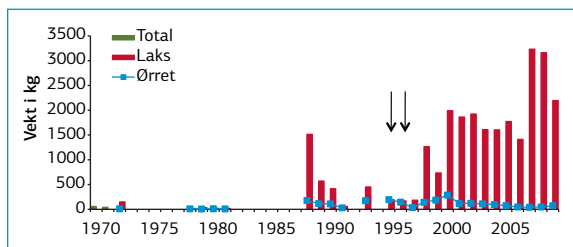
For laks har kalkingen av Espedalselva gitt gode resultater både i form av økt ungfiskproduksjon (figur 3) og økte fangster (figur 4).

Det settes ut fisk i elva, men antallet er lite. Tettheten av årsunger av laks karakteriseres som tilfredsstillende (figur 3). Det er derfor sannsynlig at behovet for fortsatte utsetninger er lite.

Fangstene av laks i 2007 og 2008 var rekordhøye, men også fangsten i 2009 var høyere enn tidligere år (figur 4). For ørret synes det imidlertid å være en avtagende trend med reduserte tettheter av ørretunger og fangster av sjørret etter 2000.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk pr. 100 m²) i Espedalselva i perioden 1992–2009. 0+ og Eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

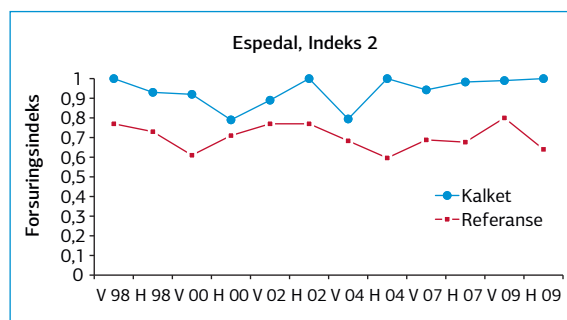


Figur 4. Fangst av laks- og sjørøtt i Espedalselva i perioden 1970–2009.

2.3 Bunndyr

I den kalkete delen av Espedalselva har det vært små skader på bunndyrsamfunnene helt siden overvåkingen startet i 1998, kun mindre subletale effekter er registrert enkelte år (figur 5). Forsuringsindeksen indikerer at forholdene ikke er helt optimale i den ukalkete delen av vassdraget. Også i 2009 var vannkvaliteten tidvis så dårlig at det oppsto subletale effekter på bestandene av de mest for-

suringsfølsomme bunndyrene. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres å være svært sur; ingen følsomme bunndyr ble funnet i 2009. Dette viser at det fortsatt er behov for kalking i denne delen av vassdraget. Det biologiske mangfoldet på referansestasjonene er økende, men det blir fremdeles registrert dobbelt så mange følsomme bunndyr i de lokalitetene som blir kalket.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsuringsindeks (indeks 2) for stasjonene i Espedalselva i perioden 1998–2009. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forsuringfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

2.4 Samlet vurdering

I kalkingsstrategien for vassdraget er det lagt vekt på de vannkjemiske forholdene på strekningen fra Løland og ned. Med dagens kalkingsstrategi er det vanskelig å oppnå en mer stabilt god vannkvalitet i Vinddøla og i øvre del av Espedalselva. For å oppnå en bedre vannkvalitet i øvre del av lakseførende strekning bør alternative kalkingsstrategier utredes. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres å være sur basert på vannkjemien og bunndyrindeksen. Det er derfor fortsatt behov for kalking i denne delen av vassdraget. For laksen har kalkingen i Espedalselva gitt en positiv effekt i form av økt produksjon og økte fangster.

De stabilt gode vannkjemiske forholdene i hovedelva viser at beslutningen om å stanse driften av Løland dosereren i en periode på sommeren og høsten har vært forsvarlig. Dette til tross for at driftsstansen sommeren 2009 synes å ha sammenfalt med høy vannføring, og derved noe dårligere vannkvalitet i denne perioden.

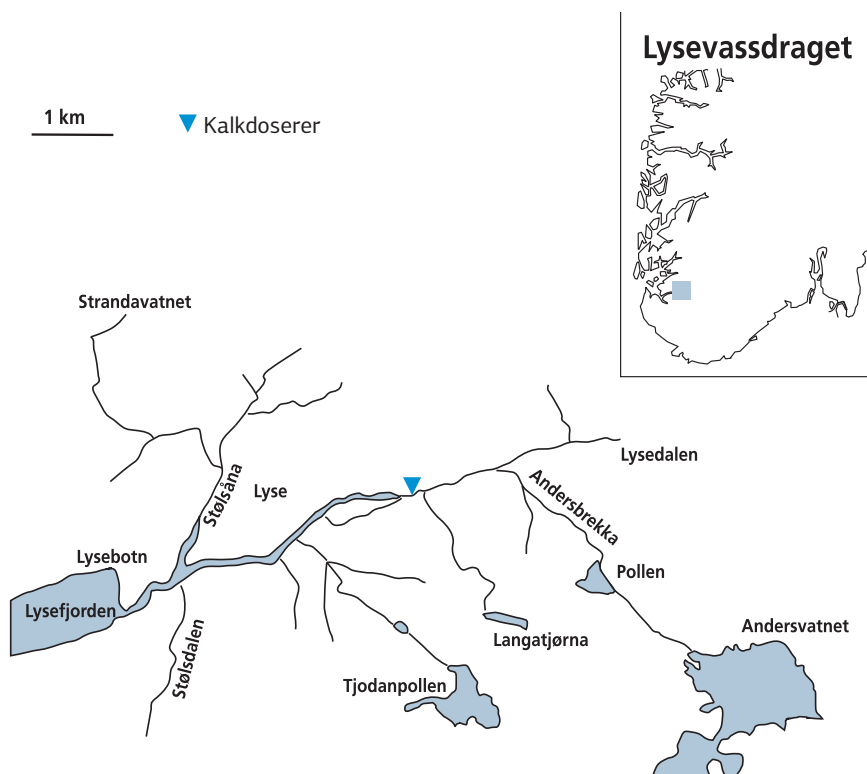
Lysevassdraget

Ø. Kaste, L. B. Skancke (NIVA: koordinering og vannkjemi), S. J. Saltveit, Å. Brabrand (UiO: fisk), A. A. Lyse (BioVest: fisk).

Kalkingen av Lysevassdraget startet i 2000. For laks har kalkingen i Lyseelva gitt gode resultater, både i form av økt overlevelse og større fangster. Tettheten av eldre laksunger har ikke vært høyere enn det den var i 2009. Fangstene av sjørret viser derimot betydelige årlige variasjoner. Beskatningen av laks og sjørret i Lysevassdraget er lav sammenliknet med de fleste andre vassdrag. Det var ingen bunndyrundersøkelser i 2009, men bunndyrfaunaen har hatt en positiv utvikling etter kalkingen. Vannkvaliteten i 2009 avdekket ingen sterke sjøsaltepisoder. Det ble heller ikke

avdekket spesielt dårlig vannkvalitet ved utløpet grunnet tilsiget fra sidevassdraget Stølsåna dette året.

FAKTA OM LYSEVASSDRAGET	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	031
UTM, utløp:	3650-65484 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	182,2 km ² (før regulering)
Middelvannføring:	13,5 m ³ /s (før regulering)
Vassdragsregulering:	118,5 km ² overført til andre vassdrag
Lakseførende strekning:	Ca. 5 km i hovedelva, 1 km i Stølsåna
pH-mål:	15/2-31/3: pH 6,2 1/4-31/5: pH 6,4 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	En kalkdoserer



Figur 1. Lysevassdraget med sidebekker. Pil angir lengden på lakseførende strekning.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

De siste fem årene har årlig kalkforbruk i Lysevassdraget variert mellom 73 og 253 tonn omregnet til 100 % kalk (tabell 1). Kalkingsanlegget ved Lysebotn har ikke tidligere dosert så mye kalk som i 2008, men i 2009 var kalkmengden redusert med om lag 42 % i forhold til året før.

Det er ikke tilgjengelig nedbørdata for månedene april, mai og desember i 2009 pr juni 2010. De øvrige ni månedene falt det 1826 mm nedbør på meteorologisk stasjon 45350 Lysebotn. Normalen for hele året er 2078 mm.

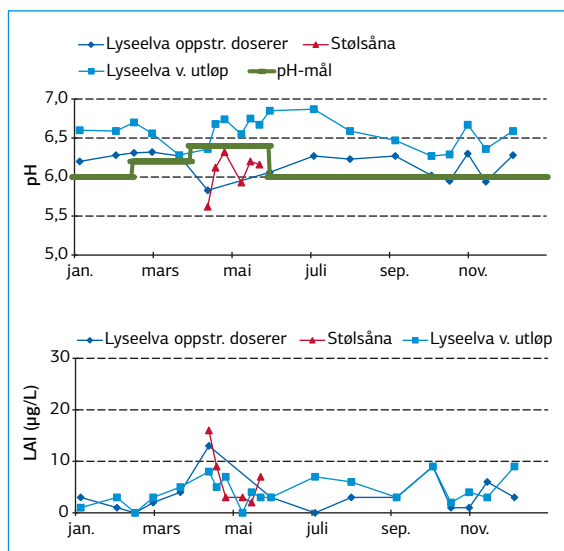
Tabell 1. Kalkforbruk i Lysevassdraget omregnet til tonn CaCO₃ (100 % kalk) for årene 2005-2009. Det ble dosert med kalktypen VK3.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Sum kalkforbruk	110	73	189	253	147

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

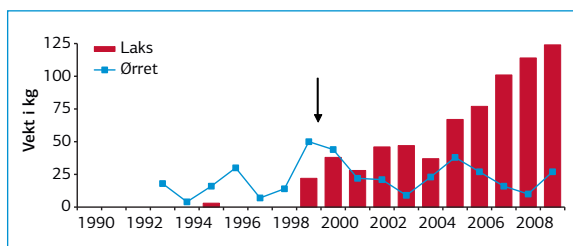
Det ble ikke registrert alvorlige forsureningsepisoder i Lysevassdraget i 2009. Prøver tatt i målområdet v/utløpet hadde pH-verdier i intervallet 6,3-6,9, og lå dermed på eller godt over pH-målet for vassdraget (figur 2, øverst). Stølsåna prøvetas kun fra midten av april og ut mai under effektkontrollen, men resultatene viste at det også dette året var innsig av surere vann fra Stølsåna i slutten av smoltifiseringsperioden. Konsentrasjonene av giftig, labilt aluminium (LAI) i stikkprøvene fra de tre stasjonene under effektkontrollen var relativt lave i 2009, referansestasjonen oppstrøms doserer $\leq 13 \mu\text{g/L}$, Stølsåna $\leq 16 \mu\text{g/L}$ og målområdet ved utløpet $\leq 9 \mu\text{g/L}$ (figur 2, nederst). I følge det nye klassifiseringssystemet for miljøkvalitet i vann (www.vannportalen.no) er grenseverdien mellom god og moderat miljøkvalitet satt til $10 \mu\text{g/L}$.



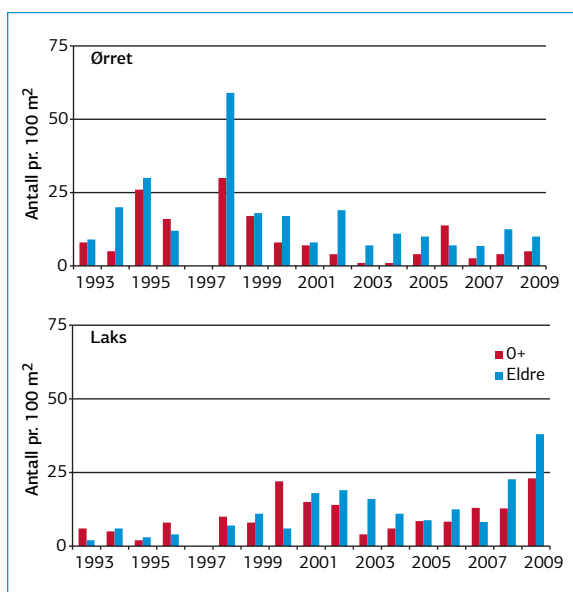
Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2009 ved tre stasjoner i Lysevassdraget; oppstrøms doserer (ukalket), Stølsåna og målområdet i hovedvassdraget, vist i forhold til pH-målet. Stølsåna ble bare prøvetatt i perioden fra midten av april og ut mai. Nederst: Utvikling av giftig aluminium (LAI) i 2009 ved de samme tre stasjonene.

2.2 Fisk

Samlet fangst av anadrom fisk i Lysevassdraget er lavt, og nå fullstendig dominert av laks. For mens fangstene av sjøørret viser betydelige årlige variasjoner og en viss nedgang over tid, synes laksefisket i elva bare å ha blitt bedre og bedre (figur 3). Tettheten av 0+ laks er nå høyere enn det den var før kalking og det er fortsatt tendens til økning (figur 4, øverst). Det samme gjelder tettheten av eldre laksunger som ikke har vært høyere enn det den var i 2009. Tettheten av 0+ ørret viste en svak økning i 2009 i forhold til de to foregående årene, mens tettheten av eldre ørretunger har variert noe disse tre årene. For begge disse gruppene er tettheten på et mye lavere nivå nå enn årene før kalking (figur 4, nederst).



Figur 3. Fangst av laks- og sjørret i Lysevassdraget i perioden 1993-2009. Laksen var fredet i årene 1996-1998. Pil angir start på kalking.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m²) i Lyseelva i perioden 1993-2009. 0+ og Eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir start på kalking. Ingen undersøkelser i 1997.

2.3 Bunndyr

Det ble ikke utført bunndyrundersøkelser i Lysevassdraget i 2009.

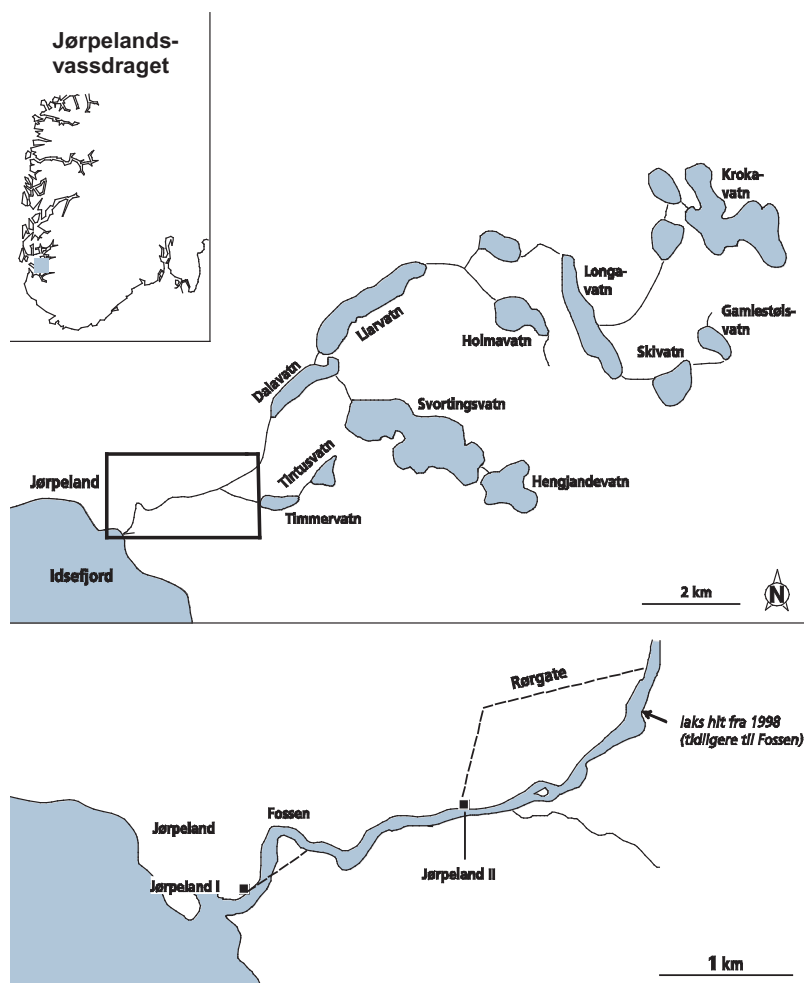
2.4 Samlet vurdering av kalkingen

Selv om de vannkjemiske stikkprøvene ikke fanget inn alvorlige forsurende episoder i 2009, vet en fra tidligere erfaring at kalkingstrategien i Lyseelva er sårbar både for sjøsaltepisoder og surstøt fra sidevassdraget Stølsåna. For å unngå forsurende episoder i hovedelva i forbindelse med slike episoder vil det være nødvendig å gjennomføre kalkingstiltak også i Stølsåna. Kalkanlegget i hovedelva bør også driftes med tanke på å unngå unødvendig høy pH i perioder med lite kalkbehov i elva. Bunndyrsfunnene har hatt en positiv utvikling etter kalkingen. Også for laksen synes behovet for kalking fremdeles å være tilstede selv om det påvises laksunger, også ovenfor kalket strekning. Reduksjonen i sjørretbestanden gir grunn til bekymring. Forholdene bør derfor legges bedre til rette for sjørret når/hvis kalkingstrategien gjennomgås på nytt.

Jørpelandsvassdraget

Ø. Kaste, L. B. Skancke (NIVA: koordinering og vannkjemi), A. Fjellheim (LFI, Uni Miljø: bunndyr).

Innsjøkalkingen i Jørpelandsvassdraget startet i 1995. Fangstene av laks og ørret er små i dette vassdraget, og det er ingen tydelige effekter av kalkingen på fiskebestandene. Det var ingen fiskeundersøkelser i Jørpelandsvassdraget i 2009. For bunndyrsamfunnene har det vært en markant forbedring de to siste årene sammenlignet med tidligere år. I 2009 ble det funnet sterkt forsuringsensitive bunndyr i alle undersøkte lokaliteter både vår og høst, med ett unntak. Det ble ikke avdekket noen alvorlige forsureningsepisoder på vannkjemistasjonene i 2009, og vannkvaliteten synes noe bedre dette året enn de to foregående årene.



Figur 1. Utsnitt av Jørpelandsvassdraget.



Parti fra Jørpelandselva.

Foto: S. J. Saltveit

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

I Jørpelandsvassdraget kalkes det kun i innsjøer. Det kalkes med Biokalk som er en kalksurry. De siste fem årene har årlig kalkforbruk variert mellom 164 og 264 tonn, omregnet til 100 % kalk (tabell 1). Etter en reduksjon i kalkforbruk fra 2005 til 2007, har volumet vært tilnærmet uendret de tre siste årene. I 2005 ble det kalket 15 innsjøer mot ni i de fire etterfølgende årene.

I 2009 falt det 1723 mm nedbør på meteorologisk stasjon 45600 Bjørheim i Ryfylke, mens normalen er 1615 mm.

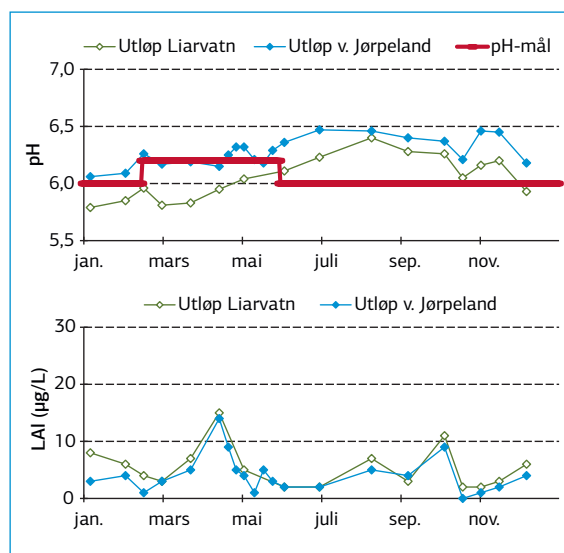
Tabell 1. Kalkforbruk i Jørpelandsvassdraget i perioden 2005-2009 omregnet til tonn CaCO_3 (100 % kalk). I 2005 ble 15 innsjøer kalket, men f.o.m. 2006 er ni innsjøer kalket årlig.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Sum kalkforbruk	264	172	164	164	166

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Kalkinnsatsen i 2009 synes å ha vært tilstrekkelig for å oppnå de ønskede pH-målene. Det ble ikke avdekket noen alvorlige pH-dropp i stikkprøvene på de to vannkjemistasjonene dette året med pH i intervallet 5,8-6,5 (figur 2, øverst). I motsetning til de to foregående årene hvor ingen av stikkprøvene i målområdet oppnådde ønsket pH i smoltifiseringsperioden, hadde alle stikkprøvene i 2009 verdier som lå på eller over målet. Årsmiddel for pH var også høyere i 2009 enn de to foregående årene, ved begge stasjoner. Årsmiddelverdi for giftig, labilt aluminium har variert lite de siste årene, og det er også liten forskjell mellom de to stasjonene. Maksimalverdien på lakseførende strekning (utløp v/Jørpeland) i 2009 var 14 $\mu\text{g/L}$ LAI (figur 2, nederst), og i følge det nye klassifiseringssystemet for miljøkvalitet i vann (www.vannportalen.no) er grenseverdien mellom god og moderat miljøkvalitet satt til 10 $\mu\text{g/L}$.



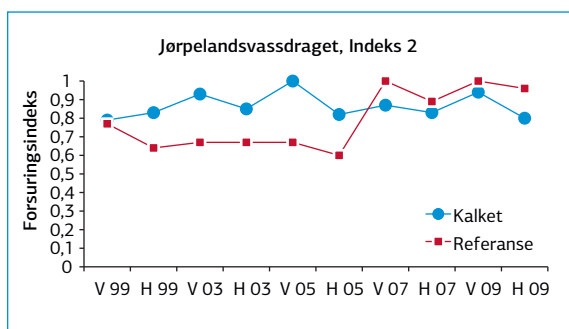
Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2009 i kalket del av vassdraget (utløp Liarvatn og utløp ved Jørpeland) vist i forhold til pH-målet for lakseførende strekning. Nederst: Verdier for giftig aluminium (LAI) i 2009 ved de to samme stasjonene.

2.2 Fisk

Det var ingen fiskeundersøkelser i Jørpelandsvassdraget i 2009.

2.3 Bunndyr

I 2009 ble det funnet sterkt forsuringsensitive bunndyr i alle undersøkte lokaliteter i Jørpelandsvassdraget både vår og høst, med unntak av én lokalitet på høsten. Indeks 2-verdiene i flere av lokalitetene viser at de mest sensitive døgnfluene kan være utsatt for subletalt stress. Dette gjelder spesielt området like nedenfor utløpet av Liarvatnet. Det er av den grunn fortsatt behov for kalking av vassdraget. Utviklingen av bunndyrindeksene i Jørpelandsvassdraget avviker fra mange av de andre kalkingsvassdragene. Situasjonen var relativt god allerede ved starten av overvåkingen i 1999 (figur 3). Indeks 1 i den kalkete delen av vassdraget har hele tiden vært over 0,85. Referansestasjonene har vært mer ustabile og i perioder vist moderat forsuringskade, med verdier mellom 0,6 og 0,7. I de senere år er tilstanden i den ukalkete delen av vassdraget blitt bedre, sannsynligvis som følge av redusert sur nedbør.



Figur 3. Gjennomsnittlige forsuringsindekser (indeks 2) for bunndyrstasjonene i Jørpelandsvassdraget for perioden 1999-2009. Høy indeks indikerer høy forekomst av forsuringsfølsomme bunndyr.

2.4 Samlet vurdering av kalkingen

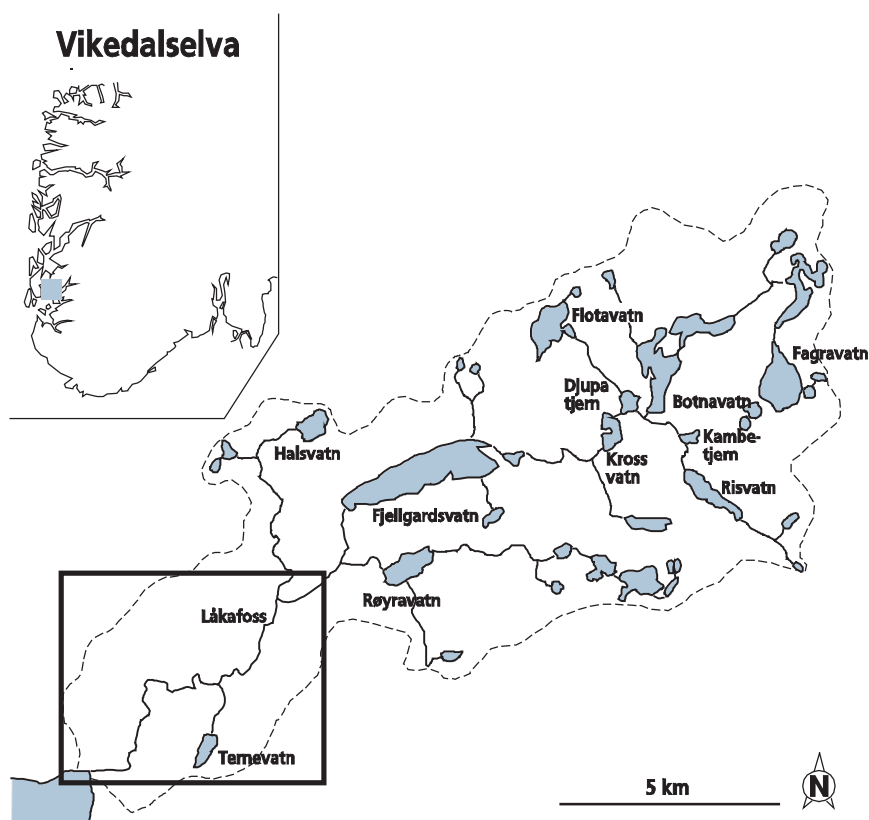
Strategien med å kalke mange innsjøer i serie synes under de fleste forhold å være tilstrekkelig til å avsyre vannet og avgifte aluminiumet før det når den lakseførende strekningen i elva. Vannkjemiresultatene viser at kalkingsinnsatsen i 2009 var tilstrekkelig mht de satte pH-målene, men for lav både i 2007 og i 2008. Vassdraget er utsatt for sjøaltepisoder, og under slike episoder kan det være fare for økt utlekking av giftig aluminium fra restfeltet mellom Dalavatn og utløpet. Det er nå planer om å etablere en kalkdoserer i hovedelva som vil bidra til å stabilisere vannkvaliteten også i de sureste periodene. Bunndyrresultatene viser en positiv utvikling etter kalking, men det er fortsatt behov for kalking av vassdraget for denne gruppen. Jørpelandselva er regulert, og lav minstevannføring i elva er trolig det som i største grad virker begrensende på fiskebestandene.

Vikedalsvassdraget

Ø. Kaste, L. B. Skancke, A. Veidel (NIVA: koordinering og vannkjemi), S. J. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pavels (UiO: fisk), E. Kleiven (NIVA: fisk), S.-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: fisk).

Kalkingen i Vikedalsvassdraget startet i 1987. Fangstene av sjørret økte før kalkingen startet. Senere er fangstene av sjørret betydelig redusert og det var fredning både i 2008 og i 2009. Laksefangstene økte derimot betydelig etter kalkingen, spesielt i perioden 1992 og frem mot begynnelsen av 2000-tallet. Deretter har også fangstene av laks gått noe tilbake. Gytebestanden av laks var lavere i 2009 enn i de to foregående årene. Det var ingen undersøkelser av bunndyr i 2009, men bunndyrfaunaen har vist en positiv utvikling etter at kalkingen startet. Det ble ikke avdekket noen alvorlige forsureningsepisoder på vannkjemistasjonene i 2009.

FAKTA OM VIKEDALSVASSDRAGET	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	038
UTM, utløp:	3250-65990 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	118,4 km ²
Middelvannføring:	10,3 m ³ /s
Vassdragsregulering:	Nei
Lakseførende strekning:	10 km (til Låka fossen)
pH-mål:	15/2-31/3: pH 6,2 1/4-31/5: pH 6,4 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	To kalkdoserere



Figur 1. Vikedalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

I Vikedalsvassdraget er det to kalkdoseringsanlegg (Litleelva og Låka fossen). De siste fem årene har årlig kalkforbruk i dette vassdraget variert mellom 165 og 225 tonn omregnet til 100 % kalk (tabell 1).

I 2009 falt det 2341 mm nedbør på meteorologisk stasjon 46910 Nedre Vats, mens normalen er 2260 mm.

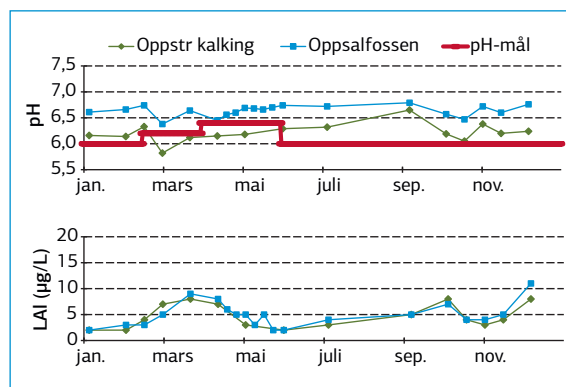
Tabell 1. Kalkforbruk i Vikedalsvassdraget i perioden 2005-2009 omregnet til tonn CaCO_3 (100 % kalk). Det ble anvendt kalktypene NK3 i årene 2005-2007 og VK3 i 2008 og 2009.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Sum kalkforbruk	170	122	165	213	225

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

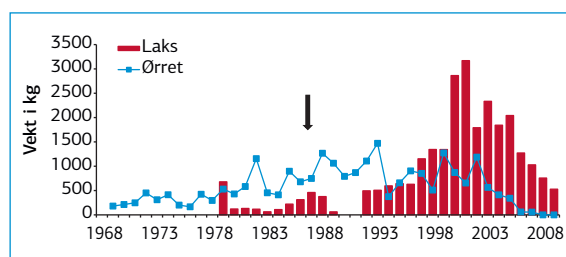
I likhet med i 2008, ble det ikke avdekket alvorlige sjøsaltepisoder i form av pH-dropp og dårlig vannkvalitet på noen av stasjonene i 2009. Den kontinuerlige pH-overvåkingen nedstrøms doseringsanlegget ved Lokafossen viste imidlertid flere avvik fra pH-målet i 2009 enn året før. Nedstrøms anlegget i Litleelva varierte pH mye (5,2-7,1), selv om stabiliteten var noe bedre enn foregående år. Stikkprøvene tatt på stasjonen helt nederst på lakseførende strekning (Oppsalfossen), hadde alle pH-verdier på eller godt i overkant av de fastsatte vannkvalitetsmålene (pH 6,4-6,8, figur 2, øverst). Konsentrasjonene av giftig aluminium (LAI) ved denne stasjonen var lave gjennom hele året, $\leq 11 \mu\text{g/L}$ (figur 2, nederst). I følge det nye klassifiseringssystemet for miljøkvalitet i vann (www.vannportalen.no), er grenseverdien mellom god og moderat miljøkvalitet satt til $10 \mu\text{g/L}$.



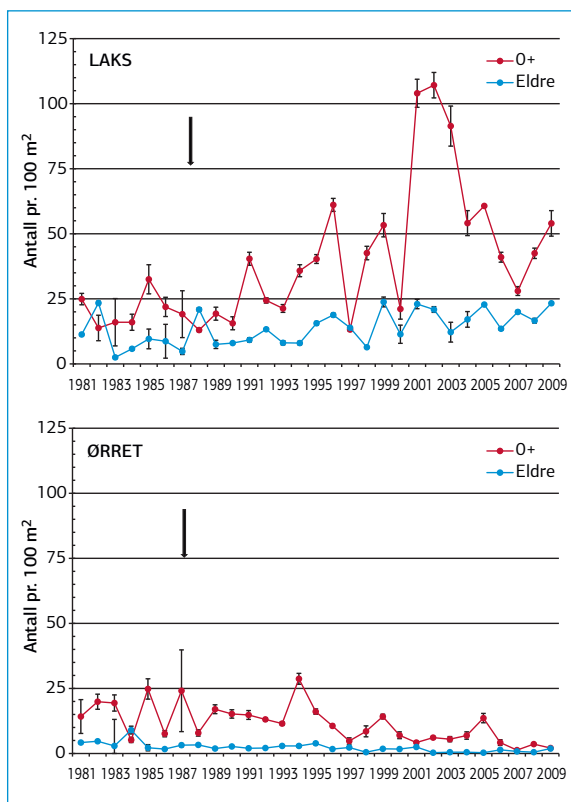
Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2009 i Vikedalselva ved ukalket referansestasjon og stasjon i målområdet vist i forhold til pH-målet. Nederst: Verdier for giftig aluminium (LAI) i 2009 ved de to samme stasjonene.

2.2 Fisk

Det var ikke tillatt å fiske sjørøret i Vikedalsvassdraget i 2008 og 2009. Telling av gytefisk viser at elva fremdeles har en livskraftig bestand av sjørøret, men at antallet er relativt lavt. Det har også vært en betydelig reduksjon i laksefangstene de siste årene på 2000-tallet (figur 3). Gytebestanden av laks var nesten dobbelt så høy i 2008 som i 2007, men i 2009 var den lavere enn i 2007. Det er i tillegg registrert en reduksjon i ungfiskbestanden både av laks og ørret i Vikedalsvassdraget. Sammenlignet med tidligere år må tettheten av 0+ og eldre laksunger i 2009 karakteriseres som tilfredsstillende (figur 4, øverst), mens den negative utviklingen for ørret med lav tetthet av 0+ og eldre ørretunger fortsatte i 2009 (figur 4, nederst).



Figur 3. Fangst av laks- og sjørøret i Vikedalselva i perioden 1969-2009. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking. Sjørøret var fredet i 2008 og i 2009, og det var begrensninger i fisket etter laks i 2008.



Figur 4. Tetthet av laks- og øretunger (antall fisk per 100 m²) i Vikedalselva. 0+ og eldre betyr hhv. årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking. Det ble satt ut yngel av laks i perioden 1981-1986.

2.3 Bunndyr

Det var ingen undersøkelser av bunndyr i Vikedalselva i 2009.

2.4 Samlet vurdering av kalkingen

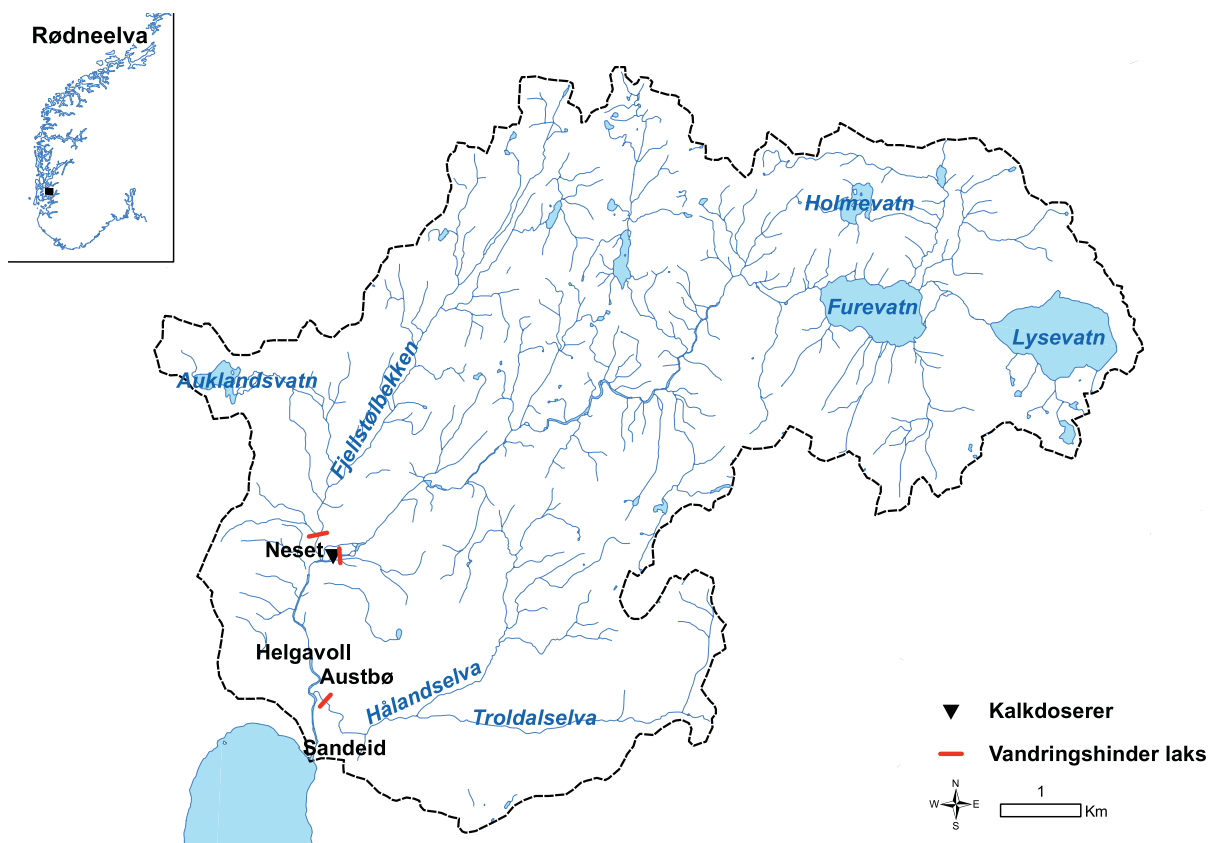
Vannkvaliteten i de nedre delene av Vikedalselva synes tilfredsstillende i 2009, men som tidligere år var det store svingninger i vannkjemien nedstrøms anlegget i Litleelva. Nedstrøms Låkafossen ble det registrert mange dager med pH under kalkingsmålet i smoltifiseringsperioden. Dette bør være mulig å unngå i og med at kalkingen styres etter pH både oppstrøms og nedstrøms anlegget. Det var ingen undersøkelser av bunndyr dette året, men kontinuerlig kalkdosering til et høyt pH-nivå sikrer stabile samfunn av forsureningsensitive arter, og det biologiske mangfoldet har vist en økende tendens de senere årene. Reduksjonen i laks- og sjørøretbestandene de siste årene gir en viss grad av bekymring, og kan tyde på at kalkingsstrategien i vassdraget bør gjennomgås på nytt.

Rødneelva

R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi og koordinering), S. J. Saltveit (LFI, UiO: fisk) og A. Fjellheim (LFI, Uni Miljø: bunndyr)

Kalkingen av Rødneelva har ført til bedring i vannkvaliteten og økt produksjon av laks. Bunndyrfaunaen er nå mindre forsuringsskadet sammenlignet med perioden før kalking. I 2009 var vannkvaliteten stort sett tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet. Våren 2009 ble det registrert skader på bunndyrfaunaen i hovedelva, noe som kan indikere at vannkvaliteten ikke var helt tilfredsstillende.

FAKTA OM RØDNEELVA	
Fylke:	Rogaland
Regjne nr:	038.3Z
UTM, utløp:	323100-6604500 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	61,2 km ²
Middelvannføring:	4,9 m ³ /s
Vassdragsregulering:	Elvekraftverket etablert i 2006
Lakseførende strekning:	3,6 km
pH-mål:	15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0
Tiltaksstrategi:	kalkdoserer + innsjøkalking



Figur 1. Rødneelva med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Kalkmengden har variert fra år til år og det er ikke registrert noen klare trender mht. kalkforbruk (tabell 1).

I 2009 falt det 2897 mm nedbør på meteorologisk stasjon ved Hundseid, mot normalen på 2816 mm. Det falt spesielt mye nedbør i august og november dette året.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Rødneelva årene 2005-2009. Det er benyttet kalktype VK3 samt fint kalksteinsmel (biokalk i innsjøene). Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO₃.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserer		38	100	34	139
Innsjøer		41	41	41	40
Sum kalkforbruk		79	141	75	179



Parti fra Rødneelva.

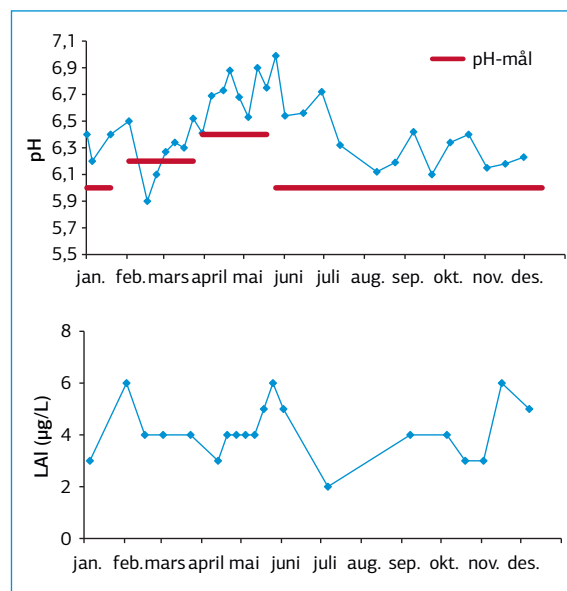
Foto: S. J. Saltveit

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en generell bedring av vannkvaliteten i kalkete deler av vassdraget, med økt pH og reduserte nivåer av giftig aluminium.

Vannkvaliteten i 2009 er stort sett tilfredsstillende for nedre del av anadrom strekning (figur 2). Et par målinger viste pH-verdier under vannkvalitetsmålet i smoltifiseringsperioden. Konsentrasjonene av giftig aluminium (Um-Al) nederst i vassdraget er lave, stort sett <6 µg/l (figur 2).

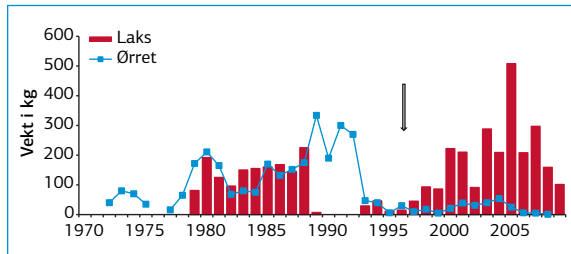


Figur 2. Vannkvaliteten i nedre del av Rødneelva (målområde) i 2009: pH i forhold til pH-målet for anadrom strekning (øvre figur) og giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur).

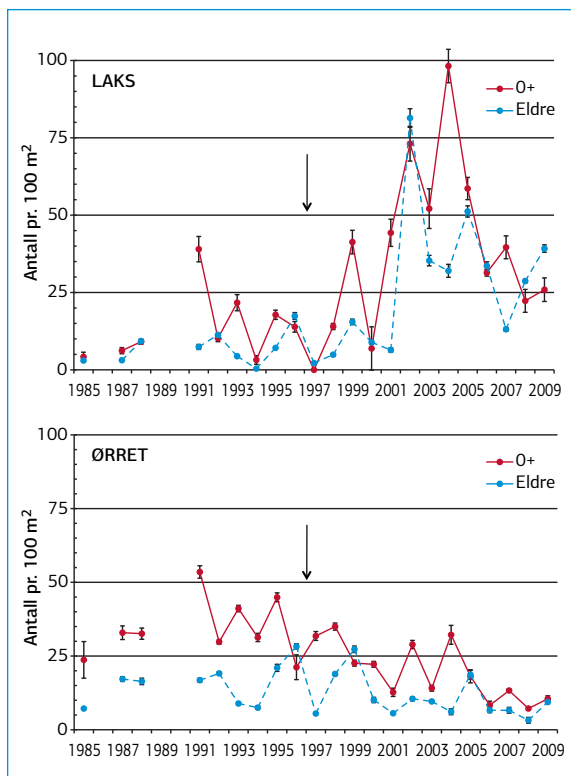
2.2 Fisk

For laks har kalkingen av Rødneelva gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Fangsten viser imidlertid en nedadgående trend (figur 3). For ørret synes det å være en nedadgående trend i bestanden, med reduserte tettheter av ørretunger, og kraftig reduserte fangster av sjøørret etter 1992. Fisket etter ørret var fredet i 2009.

Tettheten av årsunger av laks karakteriseres som tilfredsstillende, selv om tettheten har vært noe lavere de siste fire årene (figur 4). Tetthet av eldre laksunger har vært høy de senere årene, med unntak av 2007.



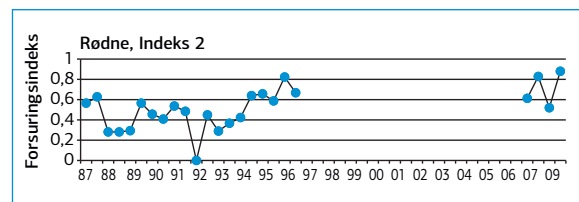
Figur 3. Fangst av laks- og sjørøret i Vikedalselva i perioden 1969-2009. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking. Sjørøret var fredet i 2008 og i 2009, og det var begrensninger i fisket etter laks i 2008.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m² elfisket elveareal) i Rødneelva i perioden 1985 - 2009.

2.3 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene viste at det biologiske mangfoldet i Rødneelva må karakteriseres som lavt. Dette kan delvis tilskrives et begrenset stasjonsnett. I 2009 ble det registrert skader på de to øverste stasjonene i hovedelva om våren. Det ble ikke registrert forsurningsfølsomme bunndyr i disse stasjonene. Om høsten var situasjonen mye bedre med høye indeksverdier på alle stasjoner (figur 5). Bunndyrundersøkelsene viser likevel at det periodevis kan være subletale skader på døgnfluefaunaen i den nederste stasjonen ved utløpet til sjø.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsurningsindeks (indeks 2) for stasjonene i Rødneelva i perioden 1987-2009. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forsurningsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

2.4 Samlet vurdering

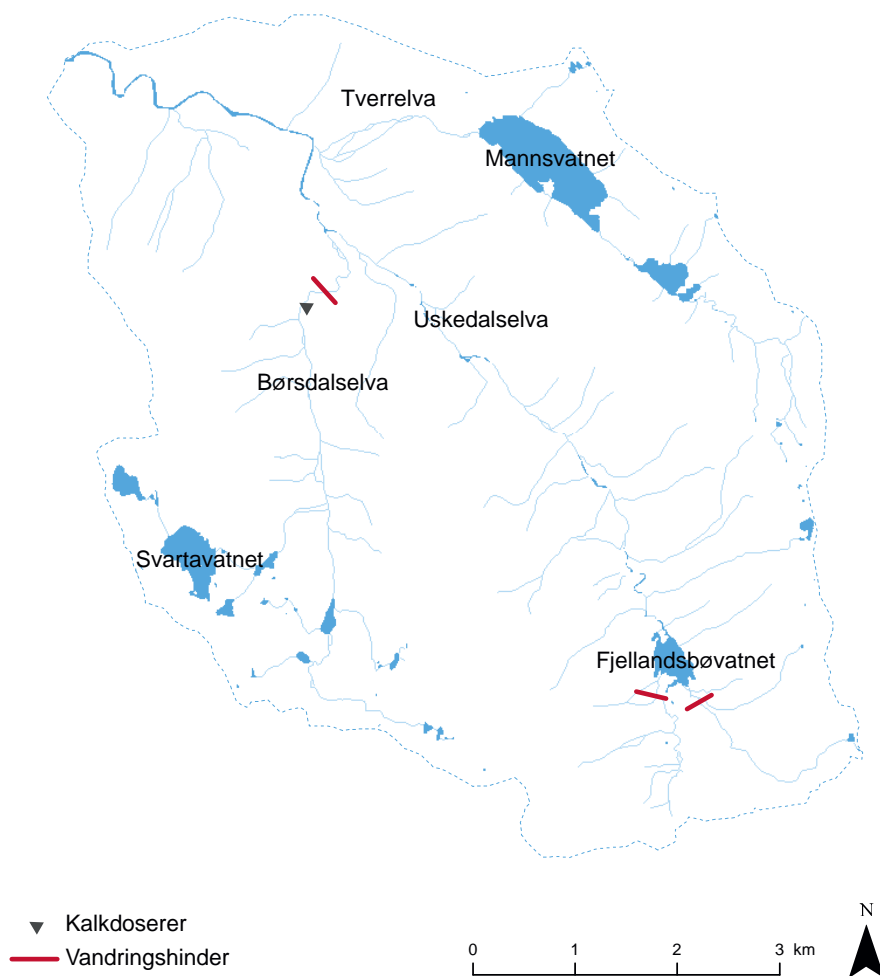
Vannkvaliteten på den anadrome strekningen kan være noe ustabil. I 2009 var vannkvaliteten stort sett tilfredsstillende, men var i en kort periode på våren under vannkvalitetsmålet. I forbindelse med etablering av et elvekraftverk i Rødneelva i 2006 ble inntaket til kalkdosereren flyttet. Det er ikke meldt om større driftsproblemer ved kalkingsanlegget i 2009. Det ble registrert skader på bunndyr i hovedelva våren 2009. Dette indikerer at vannkvaliteten ikke var helt optimal. Det har vært en generell nedgang i tettheten av ungfisk av både ørret og laks de siste fire årene. Det er usikkert om dette kan ha sammenheng med reguleringen av vassdraget, og de endringene som ble gjort på kalkingsanlegget. Inntil videre vurderes det ikke som aktuelt å gjennomføre noen større endringer i kalkingsstrategien i Rødneelva. Det har ikke vært noen klare endringer i kalkforbruket i Rødneelva over tid.

Uskedalsvassdraget

G. A. Halvorsen, S-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: koordinering, bunndyr og fisk), A. Hobæk (NIVA: vannkjemi)

Det har vært sporadisk kalking i Uskedalsvassdraget de siste 20 årene. Systematisk kalking startet i 2002 med en doserer i sideelva Børsdalselva, og med utlegging av kalkgrus i Uskedalselva ovenfor samløpet. Før kalking var vannkvaliteten så dårlig at elva ikke klarte å opprettholde en egen laksebestand. Følsomme bunndyr og laks har etablert seg i hovedgreina, mens Børsdalselva fortsatt er for sur, både overfor og nedenfor doserer. Doseringen har vært utilstrekkelig til å gi god nok bufferkapasitet i smoltifiseringsperioden om våren.

FAKTA OM USKEDALSVASSDRAGET	
Fylke:	Hordaland
Regjne nr:	045.2Z
UTM, utløp:	3243-65477 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	45 km ²
Middelvannføring:	3,6-4,4 m ³ /s
Lakseførende strekning:	13 km
pH-mål:	15/2-31/5: pH ≥ 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	En kalkdoserer + kalkgrus



Figur 1. Uskedalsvassdraget med nedbørsfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Kalkforbruket i dosereren var høyere i 2009 enn de to foregående år (tabell 1).

Nedbøren i 2009 var 109 % av normal. Månedene med størst avvik fra normalen var mai (166 mm, 161 %) og desember (99 mm, 44 %). Nedbøren var over normalen i januar-mars og juli-september, men varierte ellers fra måned til måned i forhold til normalen.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Uskedalselva årene 2005 – 2009. Det er benyttet kalktype VK3 siden juli 2004. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCo₃.

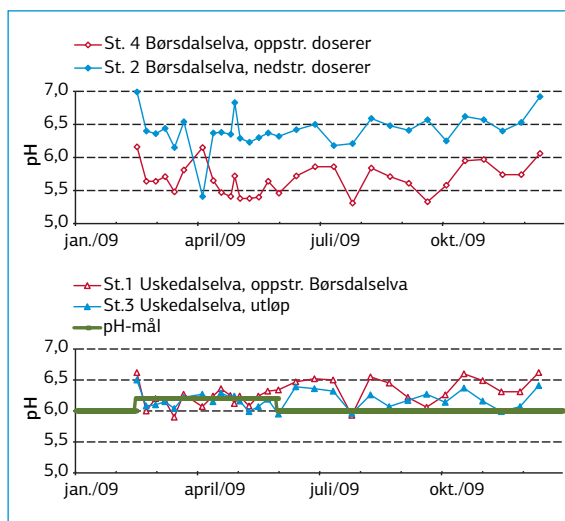
År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserer	69	51	32	36	68
Utlagt grovkalk	10	10	10	10	10
Sum kalkforbruk	79	61	42	46	78

2 Status for vassdraget

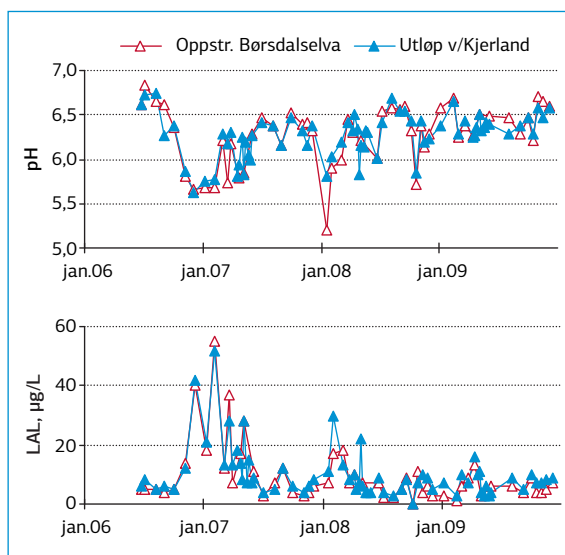
2.1 Vannkjemi

I 2009 lå pH nedstrøms Børsdalselva under pH-målet i store deler av perioden januar - mai, og det samme var stort sett tilfellet i Uskedalselva oppstrøms (figur 2). I Børsdalselva nedenfor dosereren lå pH imidlertid over 6,0 med bare ett unntak (trolig en feil ved målingen). Om sommeren og høsten fikk vi bare enkelte målinger under pH-målet i målområdet. Måleseriene fra nedre del av elva sprikte en del i 2009: I DN-serien (figur 2) lå omtrent 40% av pH målingene under målsettingen, mens NIVAs serie (figur 3) ikke viste noen slike lave verdier.

Utviklingen i hovedelva for pH og labilt aluminium 2006-2009 er vist i figur 3. De vannkjemiske forhold i 2009 var ganske like i Uskedalselva oppstrøms og nedstrøms samløpet med Børsdalselva. Toppene i labilt aluminium lå lavere i 2009 enn tidligere, men de høyeste verdiene i 2008 må regnes som skadelige. Som tidligere var nivået av labilt Al i nedre del like høyt som i øvre del av hovedelva.



Figur 2. Utviklingen i pH i 2009 i Uskedalselva og Børsdalselva med pH-mål for vassdraget.



Figur 3. Utvikling i vannkjemi (pH og labilt aluminium) siste fire år ved to stasjoner i Uskedalselva; oppstrøms Børsdalselva (ukalket) og utløp v/Kjærland (kalket).



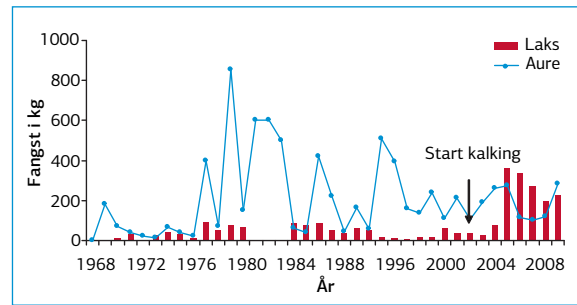
Gytefisktelling i Uskedalselva. Foto: S-E. Gabrielsen, LFI

Resultatene viser at kalkingen øker bufferkapasitet i hovedelva noe, men ikke tilstrekkelig til å holde pH-målene som er satt opp for kalkingen, og uten ønskelig reduserende virkning på nivået av labilt aluminium. I 2009 var det knapt noen effekter av sjøsaltepisoder, men slike har ført til perioder med ugunstig vannkvalitet tidligere vintre.

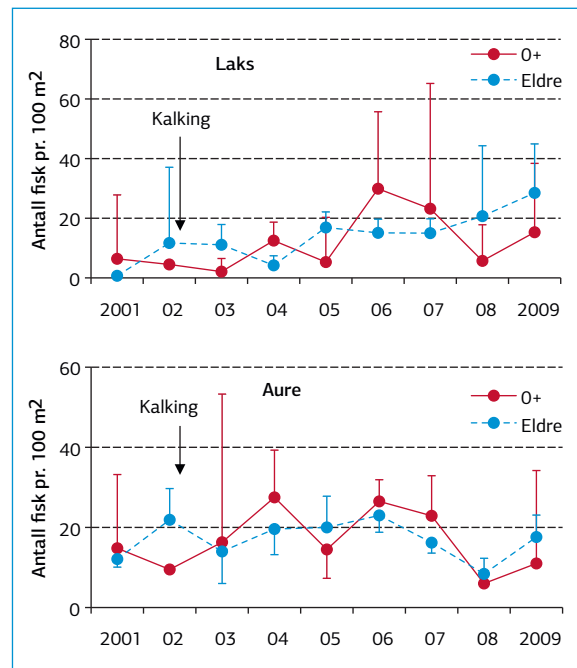
2.2 Fisk

Kalkingen har økt fangstene av laks i Uskedalselva (figur 4). Basert på vassdragets størrelse, er imidlertid fangstene beskjedne, og toppfangsten så langt var i 2005 med 362 kilo. Fangstene av sjøaure har variert mye siden 1968 (fra 14 til nesten 900 kilo). Kalkingen synes ikke å ha hatt en den samme positive effekten på fangster av sjøaure som for laksen (figur 4).

I perioden 2001- 2009 viser undersøkelsene en klar økning i ungfiskproduksjonen av laks i Uskedalselva (figur 5). Tettheten av årsunger av laks (0+) i 2006 og 2007 er foreløpig de høyeste tetthetene registrert i hele overvåkings-perioden, mens tetthetene av gruppen eldre laks registrert fra og med 2005 viser en klar økning sammenlignet med tidligere undersøkelser. Tetthetene av aure har vært relativt stabile i den samme perioden, men tetthetene i 2008 er de laveste til nå i denne perioden (figur 5). Uskedalselva synes å ha en livskraftig bestand av sjøaure.



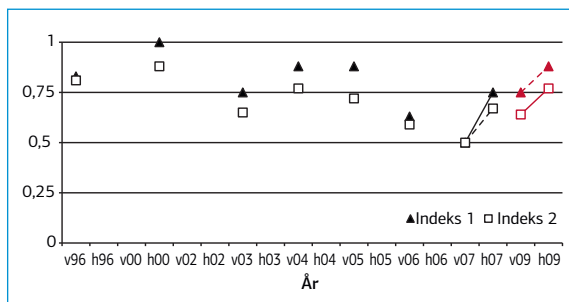
Figur 4. Fangst av laks og sjøaure i Uskedalselva i perioden 1969 til 2009.



Figur 5. Tetthet av laks- og aureunger i Uskedalselva i perioden 2001-2009.

2.3 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 2009 viser en bedring av forholdene i Børsdalselva både ovenfor og nedenfor dosereren. Dette vises også igjen i gjennomsnittet av forsuringsindeksen for alle lokalitetene i Uskedalselva. Denne var høyere både vår og høst i 2009 enn i 2007 (figur 6).



Figur 6. Gjennomsnittelig forsuringsindeks for lokalitetene i Uskedalselva fra 1996 til 2009.

2.4 Samlet vurdering av kalkingen

Over flere år har kalkingen ikke maktet å oppnå kvalitetsmålet på pH 6,2 i smoltifiseringsperioden februar-juni. I 2009 viste DNs serie for vannkjemiet det samme forholdet, mens ingen av NIVAs målinger ved Kjerland lå under pH-målet. Generelt var vannkjemien både i Uskedalselva og Børsdalselva bedre enn de to foregående år, og det var ingen store utslag knyttet til nedfall av sjøsalter. Kalkingen hadde begrenset effekt på vannkvaliteten i hovedelva, og labilt aluminium ble ikke redusert. Det synes fortsatt å være behov for å øke kalkdosen om våren, og vannkvaliteten vil være følsom for sjøsaltepisoder. Styringssystem og dosering bør revideres for å optimalisere kalkingen, og spesielt for å oppnå bedre vannkvalitet om våren. Driftsdata for dosereren bør også gjennomgås i denne forbindelse, siden lite nedbør ikke ser ut til å være hele forklaringen på for lav dosering de siste årene.

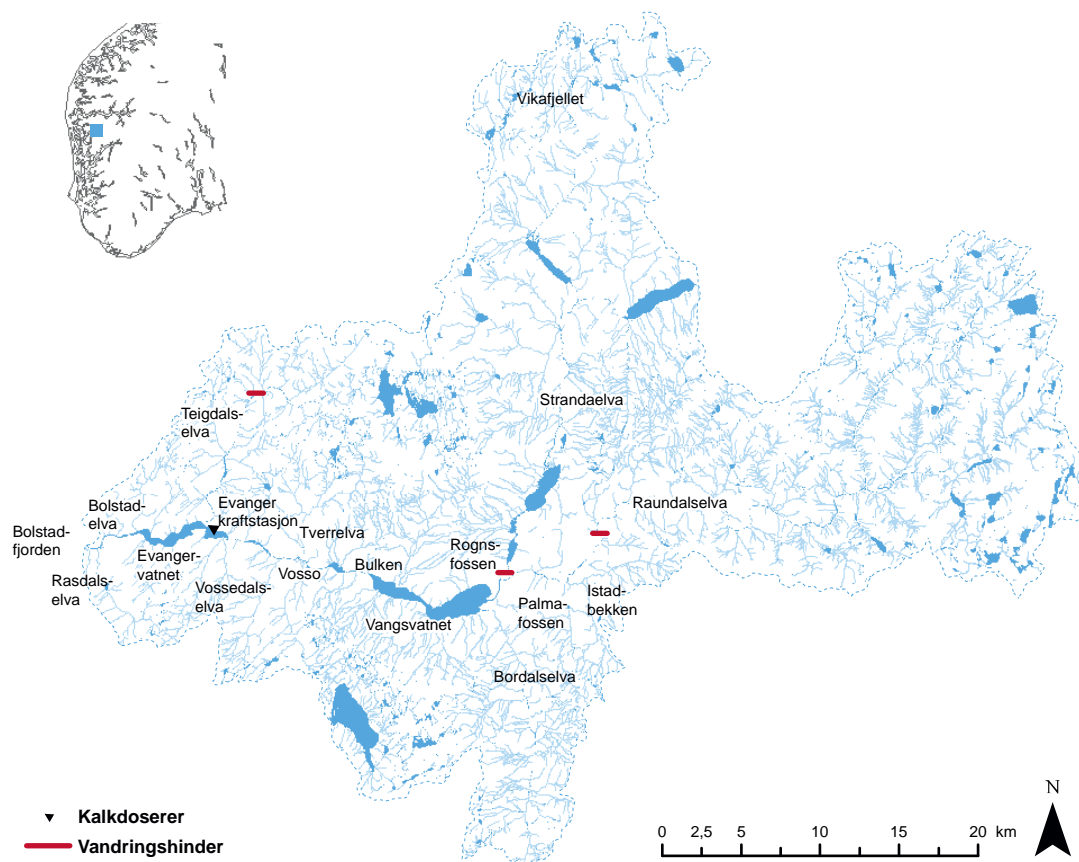
Vossovassdraget

S-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: koordinering og fisk),
R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi)

Vossovassdraget var tidligere en av de beste lakseelvene på Vestlandet, og "Vossolaksen" representerer en av landets mest kjente bestander med storlaks. Laksen ga opphav til en rik fangstkultur basert på sitjenøter og kile-
nøter langs innvandringsruten, og internasjonalt et svært godt renommert sportsfiske som til sammen kunne skilte med årlige fangster på over 10 tonn. I dag er laksen fredet og bestanden står i fare for å dø ut. For å motvirke eventuelle negative effekter på laksebestanden som følge av forsurening har deler av vassdraget vært kalket siden 1994. Imidlertid ble det besluttet å stanse

driften av kalkdosereren fra og med 2006, og vannkvalitetsmålet er i dag stort sett oppnådd uten denne kalkdoseringen. Prosjektet: "Redd Vossolaksen" skal prøve å føre Vosso tilbake til fordums storhet.

FAKTA OM VOSSOVASSDRAGET	
Fylke:	Hordaland
Regine nr:	062.Z
Nedbørfeltareal:	1492 km ²
Middelvannføring:	104 m ³ /s
Vassdragsregulering:	Torfinnsvatn fraført i 1932, bygging av Evanger kraftverk startet opp i 1963
Lakseførende strekning:	ca. 35 km
Vernestatus:	Vassdraget oppstrøms Vangsvatnet er vernet
Tiltaksstrategi:	Innsjøkalking



Figur 1. Vossovassdraget med nedbørfelt.



Laksesmolt slepes ut fjorden i en grønn "ubåt".
Foto: Sven-Erik Gabrielsen

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Fra og med 2006 er det kun kalket i enkelte innsjøer i Vossovassdraget og dosereren har ikke vært i drift (tabell 1).

I 2009 falt det 1828 mm nedbør på meteorologisk stasjon Bulken mot normalen (1961-1990) på 1801 mm.

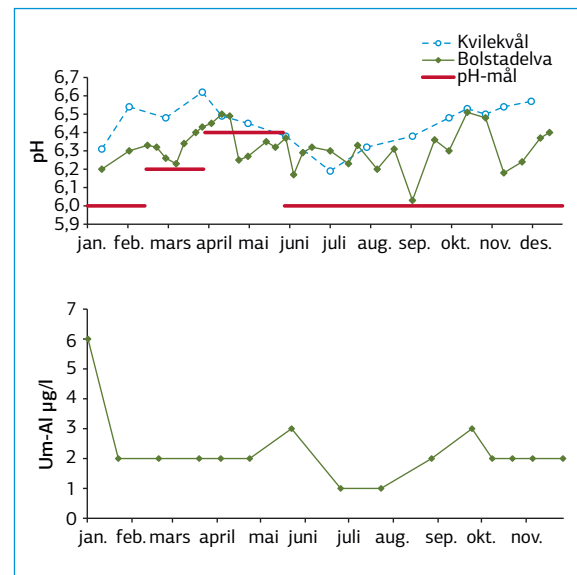
Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Vossovassdraget i årene 2005-2009. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalk totalt	630	48	60	65	43

2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

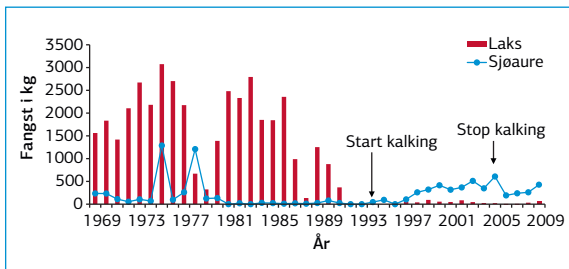
Med bakgrunn i de vannkjemiske dataene fra 2009 er vannkvalitetsmålet oppnådd for den lakseførende strekningen i Vosso. Vannkvaliteten viser en positiv utvikling både på kalkede og ukalkede lokaliteter og viser en naturlig bedring av forsurenings situasjonen (figur 2). Innholdet av aluminium er generelt lavt i hele vassdraget. I dagens situasjon er forsurening ikke lenger vurdert som et vesentlig problem for laksebestanden.



Figur 2. Vannkvaliteten på lakseførende strekning (målområdet) i Vosso i 2009: pH i forhold til pH-målet (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) i Bolstadelva (nedre figur).

2.2 Fisk

Etter sammenbruddet i fangstene av laks på slutten av 80-tallet og i begynnelsen av 90-tallet, ble laksen fredet i 1992 (figur 3). Etter fredningen har det bare vært sportsfiske etter sjøaure og oppdrettslaks. Gjennomsnittlig fangst i perioden før fredningen (1876-1991) var 4106 kilo, mens tilsvarende i perioden etter fredningen (1992-2009) er 281 kilo (hovedsakelig sjøaure).

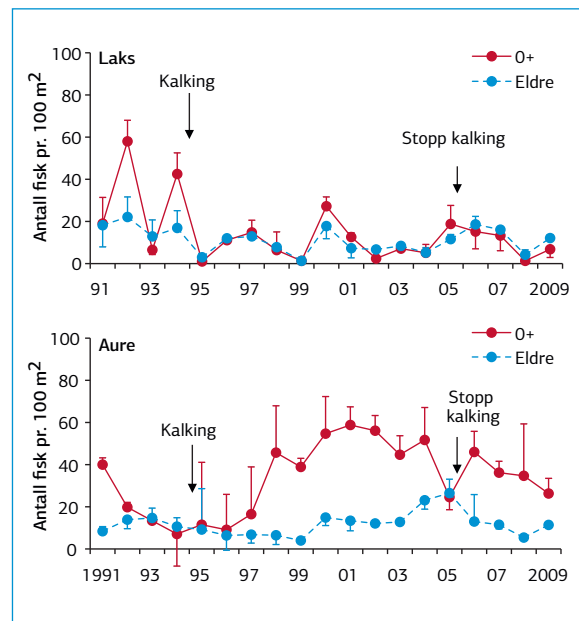


Figur 3. Fangst av laks og sjøaure i Vossovassdraget i perioden 1969-2009.

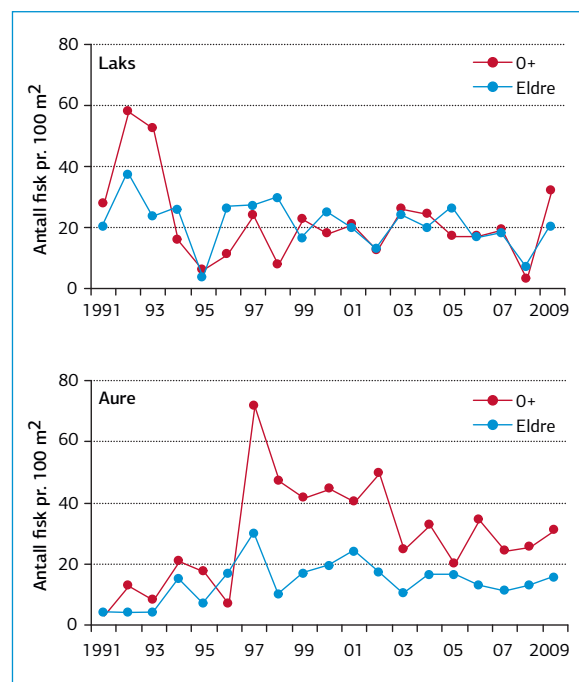
Tetthetene av laksunger har variert relativt mye mellom år både i Bolstadelva (figur 4) og i Vosso (figur 5) i perioden 1991-2009. Flere år med lave tettheter av årsunger og eldre laks i Bolstadelva gjenspeiler trolig lav naturlig rekruttering. Dette skyldes trolig at gytebestanden er for liten til å fylle opp elvas potensial for yngelproduksjon. Både i Bolstadelva og i Vosso styrkes laksebestanden ved årlige utsetninger av ensomrig yngel og planting av øyerogn av Vossolaks som er tatt vare på i levende genbank.

Sammenliknet med de variable ungfisk- tetthetene av laks i Bolstadelva, er tetthetene av aure mer stabile.

Ungfisktetthetene av laks i Vosso er generelt sett høyere enn i Bolstadelva. Tettheten av aure er derimot mer lik for de to elvestrekningene (figur 5).



Figur 4. Tetthet av laks- og aureunger i Bolstadelva i perioden 1991-2009.



Figur 5. Tetthet av laks- og aureunger i Vosso i perioden 1991-2009.

Rømt oppdrettslaks utgjør en alvorlig trussel for den særegne storlaksstammen i Vosso. I perioden 1990-2009 er det på sports- og registreringsfiske blitt fanget totalt 605 oppdrettslaks. Av villaks undersøkt i forbindelse med dette fisket i perioden 1998-2009 var 36 fettfinneklapte av totalt 96 laks undersøkt, dvs. et innslag av fettfinneklapt laks på ca. 38 %. Denne fettfinneklapte laksen stammer høyst sannsynlig fra utsettinger fra Voss klekkeri og viser at settefisken gir et betydelig bidrag til gytebestanden. Settefisk, som stammer fra "ren" Vossolaks holdt i genbanken i Eidfjord, utgjør en viktig buffer mot uheldig genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks i gytebestanden.

2.4 Samlet vurdering

De vannkjemiske målingene viser at vannkvalitetsmålet for Vosso, med unntak av enkelte verdier i Bolstad, er oppnådd. Vannkvaliteten viser en positiv utvikling både på kalkede og ukalkede lokaliteter og viser en naturlig bedring av forsureningssituasjonen. Forsuring i vassdraget er i dag ikke lenger vurdert som et vesentlig problem for laksebestanden. Bunndyra i de øverste delene av Raundalsgreina og i sideelva Rasdalselva nederst i vassdraget kan fremdeles være påvirket av forsurening. Det er konkludert med at det ikke er behov for ytterligere kalking med doserer.

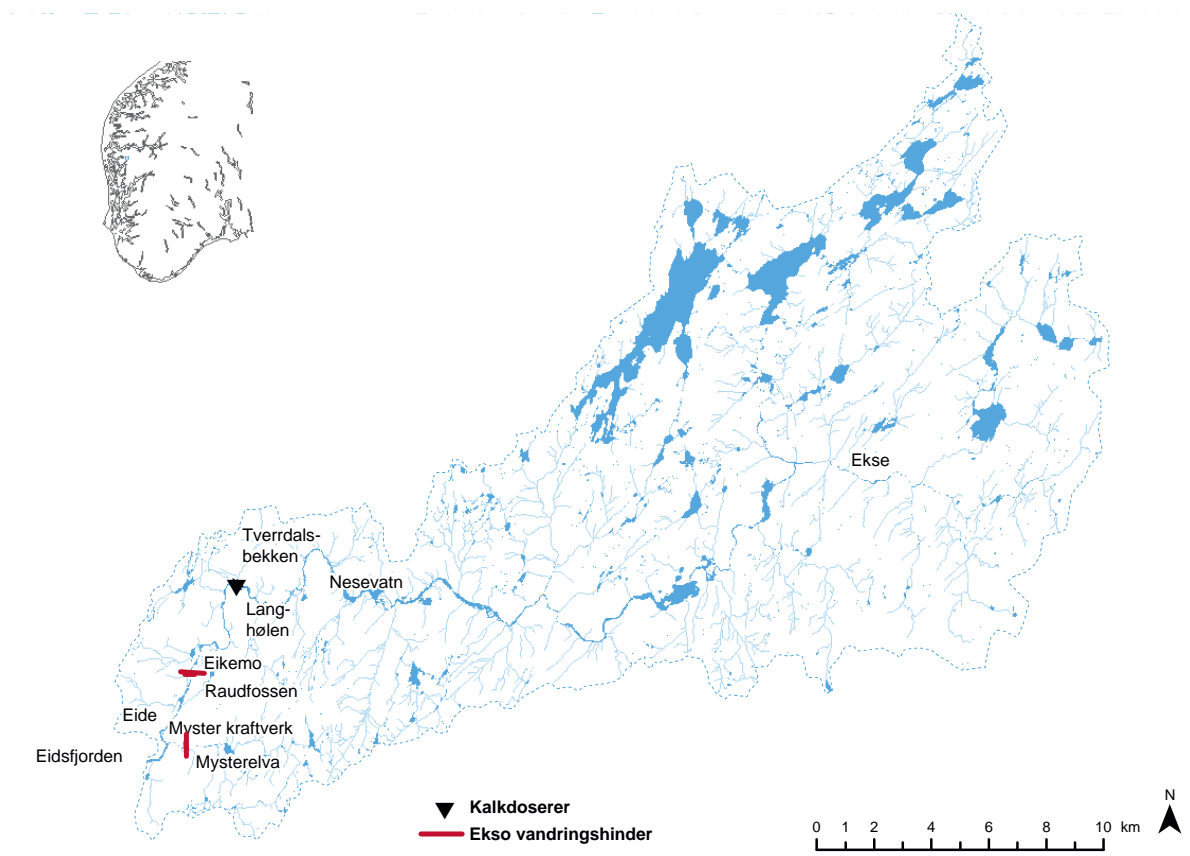
Eksingedalsvassdraget (Ekso)

A. Fjellheim, S-E. Gabrielsen, O.R. Sandven (LFI, Uni Miljø: koordinering, bunndyr, fisk), A. Hobæk, L.B. Skancke, E. Kleiven, Arne Veidel (NIVA: vannkjemi, fisk), Frank Møster (Eidslandet).

av økning i innsiget av villaks. Gytebestanden av laks har siden 1994 hatt et stort innslag av oppdrettslaks. Sjøaurebestanden i elva er livskraftig, men det er tendenser til svekkelse av bestanden i de siste årene.

Kalkingen av Eksingedalsvassdraget ble påbegynt i 1997. Sure episoder ble effektivt nøytralisert og pH i målområdet var tilfredsstillende i 2009. Dårlig vannkvalitet målt i ukalkede områder viser at behovet for kalking fortsatt er tilstede. Tetthetene av ensomrig laks viser en klart økende tendens fra 1997 og dette gjenspeiles også i økende tettheter av tosomrig og eldre laks de åtte siste årene. Planting av lakserogn oppstrøms anadrom del av elva har ført til en betydelig økning i smoltproduksjonen, men har ikke gitt respons i form

FAKTA OM EKSINGEDALSVASSDRAGET	
Fylke:	Hordaland
Regine nr:	063
UTM, utløp:	3255-6737 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	410 km ² (før regulering)
Middelvannføring:	3,2 m ³ /s (før Myster kraftverk), 20,2 m ³ /s nedstrøms Myster kraftverk
Lakseførende strekning:	4 km
pH-mål:	15/2-15/6: pH 6,4 16/6-14/2: pH 6,2
Kalkingsstrategi:	En kalkdoserer



Figur 1. Eksingedalsvassdragets nedre deler med kalkdoserer og vandringshindre for laks og sjøaure inntegnet.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

I 2009 falt det 2142 mm nedbør på meteorologisk stasjon 52170 Eksingedal, mot normalen på 2463 mm. Kalkforbruket har vært relativt jevnt de siste årene (tabell 1).

Tabell 1. Kalkforbruk (omregnet til tonn CaCO₃) 2005-2009. Det ble benyttet VK3-kalk.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Langhølen doserer	516	590	792	662	633

2 Status for vassdraget

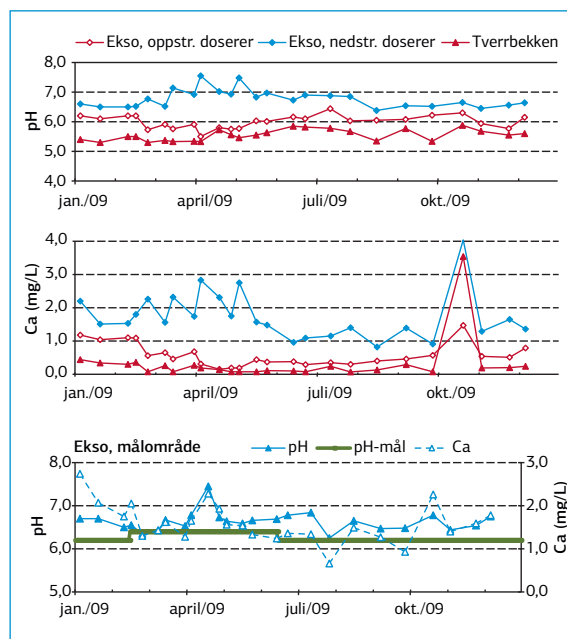
2.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i målområdet (oppstrøms kraftstasjon ved Eide) var tilfredsstillende (figur 2). pH varierte mellom 6,46 og 7,05 og verdiene av giftig (labilt) aluminium varierte mellom 1 og 22 µg/L.

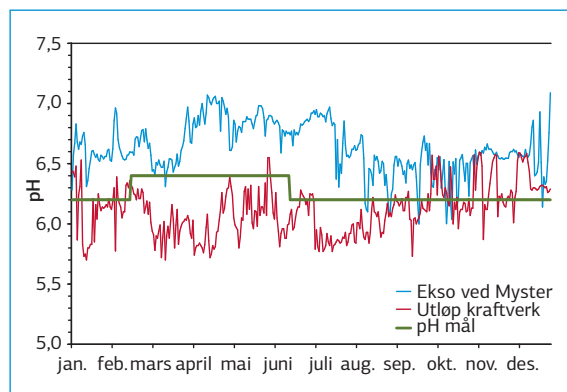
Overvåkingen viser at markerte forsuringsepisoder ble effektivt nøytralisert. Det ukalkete restfeltet leverer fortsatt surt vann med utilfredsstillende kvalitet. Forekomsten av forsuringsepisoder og restfeltets vannkvalitet viser at det er behov for fortsatt kalking av vassdraget.

Kontinuerlig pH i målområdet ved Myster og i avløpet fra Myster kraftstasjon i 2009 viser at pH faller raskt når kraftverket kjører og ukalket vann slippes ut (figur 3). I målområdet var pH over kalkingsmålet, med noen unntak. Under den lengste av disse episodene (12. til 14. august) gikk pH ned til 6,10. Det ser ut som lav pH ofte opptrer ved oppstart av kraftverket etter en tørr periode. Laveste pH i utløpet av kraftverket var 5,7, som ble registrert en rekke ganger i 2009.

Rognplanting har resultert i høye tettheter av tosomrig og eldre laks oppstrøms lakseførende strekning. Dette har i tillegg til en positiv utvikling



Figur 2. pH og kalsium (Ca) ovenfor og nedstrøms kalkdoserer og i referanselokaliteten Tverrdalsbekken i 2009 (øverst) og pH og Ca i målområdet (nederste figur).



Figur 3. Kontinuerlig pH-logging i Eksingedalsvassdraget ved Myster og i avløpet fra Myster kraftstasjon i 2009.

av ungfiskbestanden i lakseførende del, medført en betydelig økning i smoltproduksjonen fra og med 2002/2003. Gytefisktellningene og stamfiske (figur 6) viser derimot ingen økning i oppvandringen av voksen laks.

Trolig har Eksolaksen de samme problemene i sjøfasen som Vossolaksen, der flere faktorer, som lakselus, aluminiumsforgiftning, interaksjon fra rømt oppdrettslaks og overbeskatning i havet kan ha innflytelse.



Figur 6. Tore Wiers med 13 kilos hannlaks fra stamfiske i Ekso.

Foto: Sveinung Klyve

Gytebestanden av laks har siden 1994 hatt et stort innslag av oppdrettsfisk. Rømt oppdrettslaks vurderes til å være en alvorlig trussel mot villaksbestanden i vassdraget.

2.3 Samlet vurdering

Det ukalkete restfeltet i Eksingedalsvassdraget har fortsatt surt vann med utilfredsstillende kvalitet. Nøytraliseringen av vassdraget var tilfredsstillende i 2009, men det er problematisk at kalking skjer fra et punkt som ligger høyt oppe i vassdraget i forhold til målområdet. Dette skaper forsinket respons av kalktilførsler under forsureningsepisoder og periodevis overdosering. Sistnevnte er delvis et resultat av oppløsning av kalk som sedimenterer. Dette skyldes dårlige innblandingsforhold i vassdraget nedstrøms doseringspunktet. Forekomsten av forsureningsepisoder og restfeltets vannkvalitet viser at behovet for kalking fortsatt er tilstede.

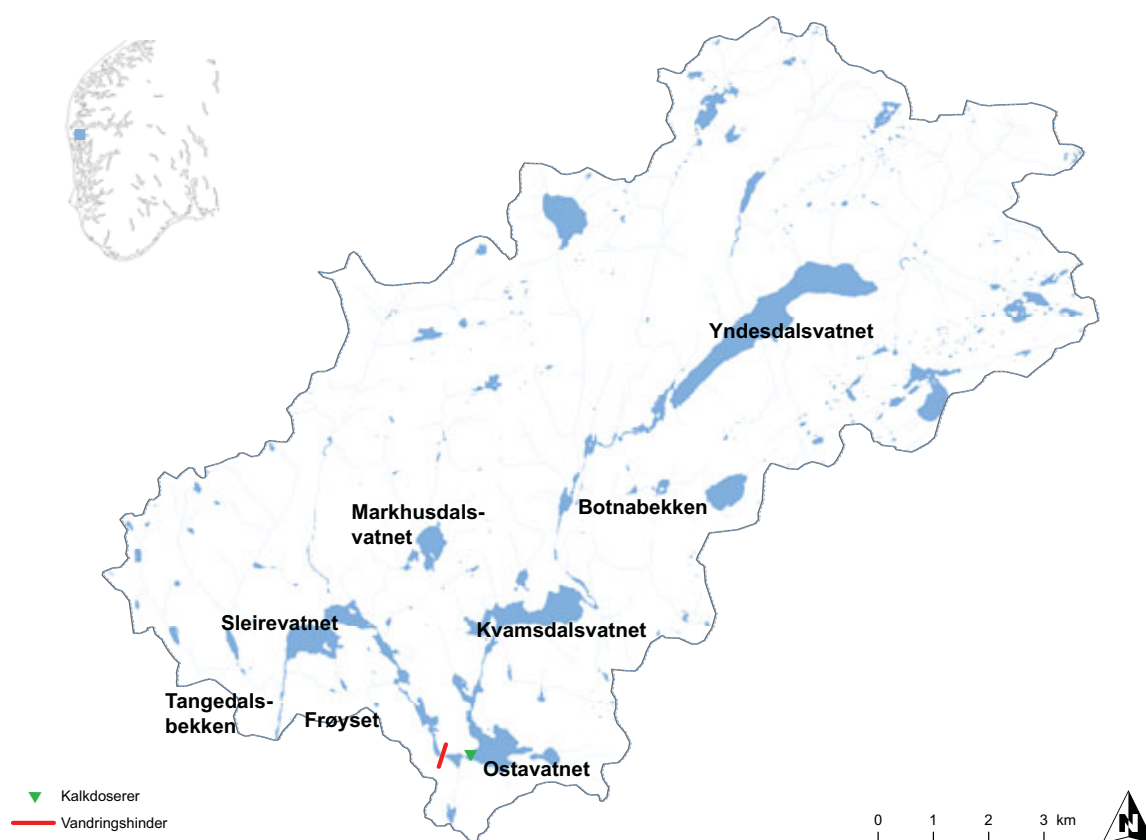
Yndesdalsvassdraget

G. A. Halvorsen og S-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: koordinering og fisk), A. Hobæk (NIVA: vannkjemi)

Kalkingen av vassdraget startet med årlig fullkalking av Yndesdalsvatn i 1991, og doserer i innløpet til Ostavatn høsten 1994. Kalkingen av Yndesdalsvatnet ble avsluttet fra og med 2004. Etter kalkingen har vannkjemien bedret seg på anadrom strekning, og følsomme bunndyr og vannplanter har etablert seg. Det har vært en markert økning i ungfiskbestanden av laks og siden 1996 er det registrert laks på samtlige stasjoner i den anadrome delen av vassdraget. I motsetning til tetthetene av laks har tetthetene av aure vist en nedgang i overvåkingsperioden. Bunndyr og vannvegetasjon

viser at Yndesdalsvatnet og den ukalkede delen av elva nedstrøms vatnet gjenforsures etter at kalkingen av vatnet ble stoppet. Kalking av vassdraget er fremdeles nødvendig for å opprettholde en vannkvalitet som sikrer overlevelse og reproduksjon av følsomme organismer.

FAKTA OM YNDESDALSVASSDRAGET	
Fylke:	Hordaland, Sogn og Fjordane
Regine nr:	067.6Z
UTM, utløp:	2942-67535 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	125 km ²
Middelvannføring:	14,7 m ³ /s
Lakseførende strekning:	6 km
pH-mål:	pH ≥ 6,2
Kalkingsstrategi:	Kalkdoserer



Figur 1. Yndesdalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Yndesdalsvassdraget kalkes fra doserer ved Ostavatn. Siste kalking av Yndesdalsvatn ble gjort i 2003 med 400 tonn CaCO_3 .

Nedbøren i nedre del av nedbørfeltet (Frøyset) var 104 % av normal, mens i øvre del av nedbørfeltet (Brekke) var nedbøren 87 % av normal i 2009. På begge stasjoner ble de største avvikene fra normal registrert i mai (mye nedbør) og desember (lite nedbør).

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Yndesdalsvassdraget årene 2005-2009. Det er benyttet kalktype VK3 fra juli 2004. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

År	2005	2006	2007	2008	2009
Kalkdoserer	1212	668	898	1396	792
Sum kalkforbruk	1212	668	898	1396	792

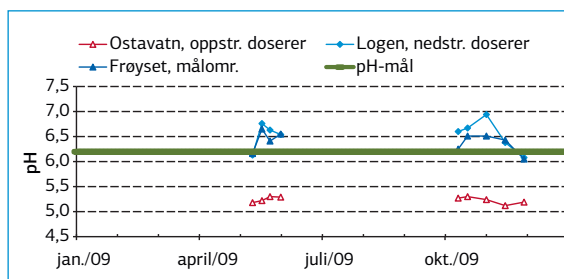
2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

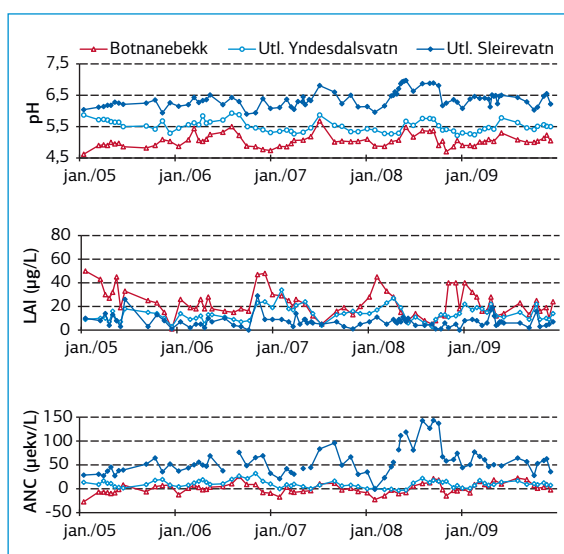
Hovedvassdraget nedstrøms Ostavatn, inkl. lakseførende strekning, er representert ved prøve-stasjonen nedstrøms Sleirevatn. Doseringskontrollen sviktet i store deler av 2009 (figur 2). pH i målområdet lå litt under pH-målet (6,2) ved to tidspunkt (i mai og november).

I NIVAs prøveserie (figur 3) lå 3 av 20 pH-målinger fra målområdet under målsettingen, men ingen av dem var under pH 6,0. Labilt Al ble målt opp til 19 $\mu\text{g/L}$ under snøsmelting i april-mai, men lå det meste av året under 10 $\mu\text{g/L}$.

Kontinuerlig pH-måling ved Frøyset omfatter fire målepunkter: I hovedelva ovenfor doserer; i målområdet ved Frøyset ovenfor samtløp med Tangedalselva, i målområdet nedenfor samtløpet og i

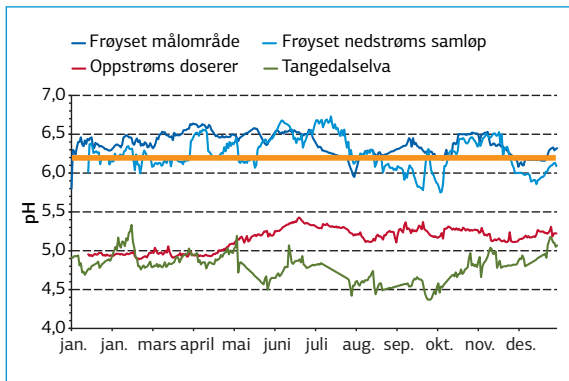


Figur 2. pH og pH-mål i målområdet på lakseførende strekning ved Frøyset.



Figur 3. Utvikling i vannkjemi (pH, labilt aluminium og syrenøytraliserende kapasitet -ANC) for perioden 2002-2009 ved Botnane bekken (ukalket), utløpet av Yndesdalsvatn (tidligere kalket) og utløpet av Sleirevatn (kalket).

Tangedalselva ovenfor samtløp. De kontinuerlige målingene (figur 4) viste at nedenfor samtløpet med Tangedalselva hadde vi perioder med pH under kalkingsmålet (pH 6,2) i januar-april, sent i juli, og om høsten. pH-loggingene i målområdet lå i mange tilfeller noe lavere enn det som ble målt i de andre prøveseriene. Mest interessant er imidlertid forskjellen mellom de to stasjonene i hovedelva ved Frøyset, som illustrerer effekten av surt vann tilført fra Tangedalselva. Dette indikerer at det er behov for god buffer-kapasitet i hovedelva for å nøytralisere denne tilførselen. Spesielt om våren kan det være behov for å øke doseringen for å oppnå dette, siden avvik fra pH-målet i målområdet om våren har vært et problem over flere år. Det var i 2009 ingen tegn til overdosering av kalk, slik vi så sommeren 2008.



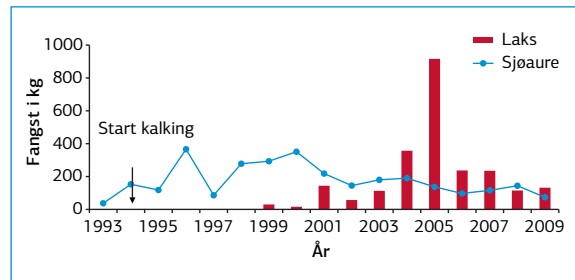
Figur 4. Kontinuerlig pH-måling på fire stasjoner i nedre del av Yndesdalsvassdraget i 2009. Kurvene er basert på døgnmidler. Målestasjonene "Frøyset målområde" og "Frøyset nedstrøms samløp" ligger begge i målområdet, men henholdsvis ovenfor og nedenfor samløp med den ukalkete og sure Tangedalselva.

I de ukalkete delene av vassdraget synes vannkvaliteten uforandret og er fortsatt sur, med pH 4,9-5,8 og labilt Al 10-40 µg/L i 2009. Det er fortsatt behov for kalking for å sikre vannkvalitet som er levedyktig for laks og sjøaure. Spesielt under episoder med mye sjøsalter har vi sett økning i labilt aluminium i disse delene av vassdraget. Kalkingen av Yndesdalsvatnet fram til 2004 har ikke lenger noen merkbar effekt på vannkvalitet i innsjøen eller i vassdraget.

2.2 Fisk

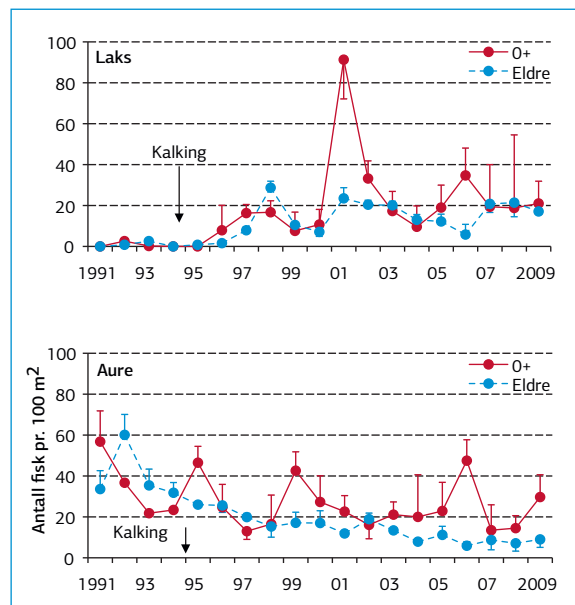
Det finnes ingen data på fangster av laks i følge den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1999. I 1999 ble det åpnet for et fiske etter oppdrettlaks, mens det fra og med høsten 2003 også har vært tillatt med et fiske etter villaks. Fangstene av laks har vært lave, men i 2005 ble det fanget 916 kilo laks. Innslaget av oppdrettlaks i perioden 2003-2008 har vært på ca. 16 %. Fangstene blir betydelig påvirket av nedbørmengder i fiskesesongen.

Det finnes få data på fangster av sjøaure i følge den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1993. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1993-2009 er 175 kilo (figur 5).



Figur 5. Fangst av laks og sjøaure i Yndesdalsvassdraget i perioden 1993-2009.

I perioden 1991-1995 ble det bare sporadisk påtruffet ungfisk av laks i Yndesdalsvassdraget. I de etterfølgende årene har det vært en markert økning i ungfiskbestanden av laks og siden 1996 er det registrert laks på samtlige stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget (figur 6). I motsetning til tetthetene av laks har tetthetene av aure vist en nedgang i overvåkingsperioden (figur 6). Resultatene tyder på en redusert rekruttering av sjøaure i overvåkingsperioden, mens rekrutteringen av laks har økt. Undersøkelsene har vist at laksen bruker alle de tre innsjøene på lakseførende strekning (Sleirevatnet, Langavatnet og Lauveidvatnet) som oppvekstområder.

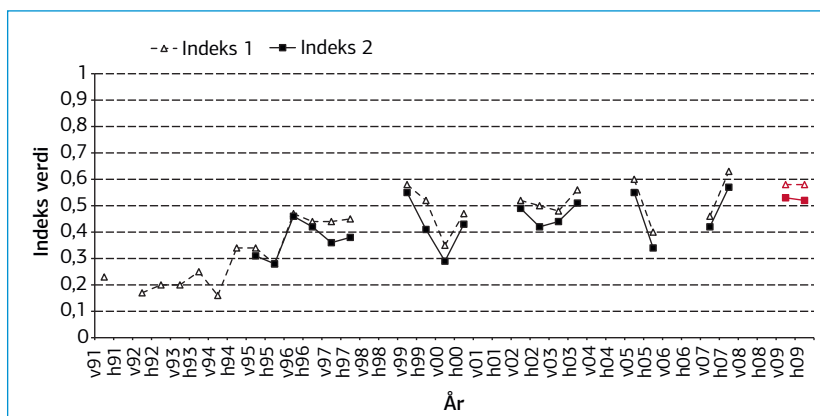


Figur 6. Tetthet av laks- og aureunger i Yndesdalsvassdraget i perioden 1991 - 2009.

2.3 Bunndyr

Utviklingen i bunndyrsamfunnet har vært positiv på de kalkede lokalitetene fram til 2007. Gjennomsnittet av Indeks 1 fra vårprøvene i 2009 falt imidlertid noe på disse lokalitetene, og var da på nivå med indeksverdien i 2005. Gjennomsnittsverdien av indeksen fra høstprøvene viste ingen forsurings-skade og verdien lå på 1,0, det samme nivået som i 2007. Gjennomsnittet av Indeks 1 om våren i 2009 lå på samme nivå som for 2005 og 2007 for de ukalkede lokalitetene, mens verdien i høstprøvene var noe lavere i 2009 enn i 2007. Bunndyra indikerer fortsatt forsurings-skade på disse lokalitetene, noe som gjennomsnittet av Forsuringsindeks 1 for alle lokalitetene viser (figur 7).

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 i vatnet faller, og var lavere i 2009 enn i 2007.



Figur 7. Gjennomsnittelig forsuringsindeks for alle lokalitetene i Yndesdalsvassdraget fra 1991 til 2009.

2.4 Samlet vurdering av kalkingen

Målingene i 2009 viser at vannkjemien i de ukalkede delene fortsatt er sur. I målområdet nedenfor Sleirevatn var pH bare unntaksvis under målsettingen, og labilt Al sjelden over 10 µg/L (maks 19 µg/L). Men like nedenfor etter samtløp med den sure Tangedalselva var pH lavere i lengre perioder om våren og høsten. Surt (ukalket) vann fra Tangedalselva førte fortsatt til raske svingninger i vannkvaliteten i nedre del av målområdet. Dette mønsteret opptrer årvisst, og det synes å være behov for å øke kalkdosen (eller bufre Tangedalselva) for å sikre god vannkvalitet i hele målområdet. I 2009 var det ikke tegn til overdosering, som det ble observert sommeren 2008.

Flekkje og Guddalsvassdraget

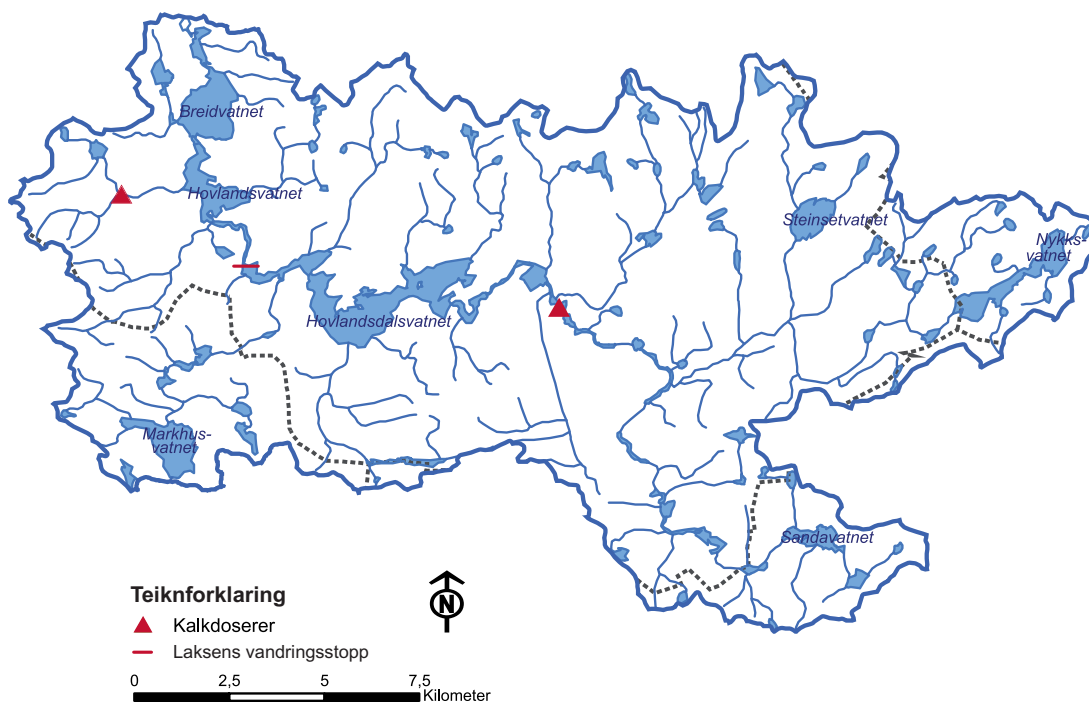
G. A. Halvorsen, S-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: koordinering, bunndyr og fisk), R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi), S. Schneider, M. Demuth (NIVA: vannvegetasjon)

Etter at kalkingen med doserere startet i 1997 har vannkvaliteten i Flekke og Guddalsvassdraget bedret seg. Forsuringsfølsomme arter av bunndyr har kommet inn i vassdraget, og tettheten av laksunger har økt. Kalkforbruket har variert mellom år, men det er ingen generell endring i kalkmengdene over siste fem års periode. I 2009 var vannkvaliteten ikke helt tilfredsstillende. Imidlertid viser resultatene fra ungfiskundersøkelsene ingen merkbare effekter på tetthetene av laks og aure. Prøvene av bunndyr og vannvegetasjon viser at flere av

sidevassdragene fremdeles er påvirket av sur nedbør. Dette betyr at kalking er nødvendig for at forsuringsfølsomme arter skal kunne etablere seg i hele vassdraget, og for at laks skal kunne opprettholde en livskraftig bestand.

FAKTA OM FLEKKE OG GUDDALSVASSDRAGET	
Fylke:	Sogn og Fjordane
Regine nr:	082.Z
UTM, utløp:	3044-68030 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	66 km ²
Vassdragsregulering:	Det er ingen regulering i vassdraget
Lakseførende strekning:	8 km
pH-mål:	pH ≥ 6,2
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking, skjellsandkalking + to doserere

Flekkje og Guddalsvassdraget



Figur 1. Yndesdalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2009

Kalkforbruket var størst de fire første årene etter oppstart kalking, mellom 1600 og 1900 tonn, og har siden ligget på et lavere men variabelt nivå (tabell 1). Kalking av innsjøer ble sist utført i 2003 med 120 tonn CaCO₃.

I 2009 falt det 2713 mm nedbør på meteorologisk stasjon ved Hovland, mot normalt på 3234 mm. Nedbørmengdene var størst i september.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Flekke og Guddalsvassdraget årene 2005-2009. Alle verdier er oppgitt som 100 % CaCO₃.

År	2005	2006	2007	2008	2009
Sum kalkforbruk	848	648	875	1184	1142

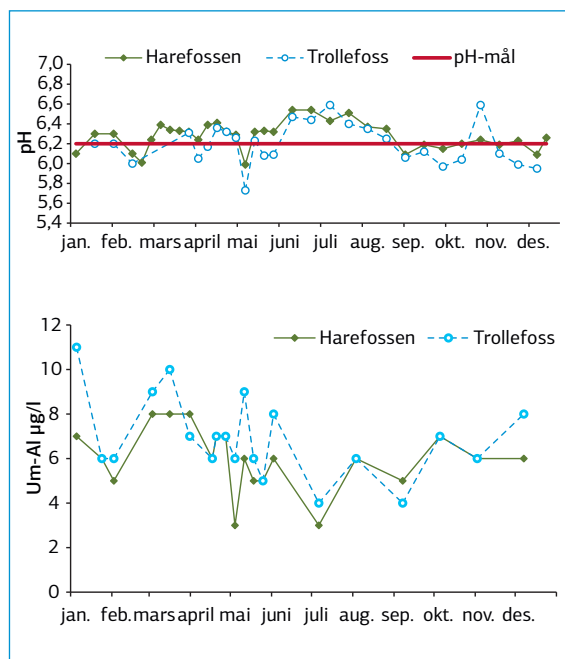
2 Status for vassdraget

2.1 Vannkjemi

Kalkingen av Flekke og Guddalsvassdraget har ført til en generell bedring av vannkvaliteten på lakseførende strekning i hovedelva, med økt pH og reduserte nivåer av giftig aluminium.

Vannkvaliteten i 2009 er i lange perioder ikke helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget (figur 2).

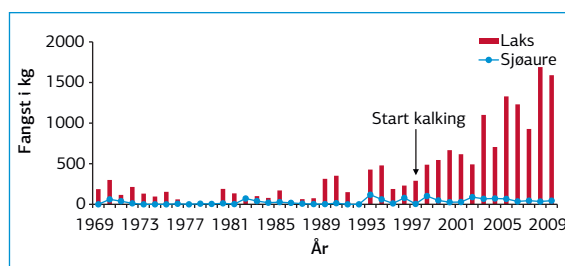
Sammenlignet med årene 1998-2004 har vannkvaliteten de siste fem årene vært dårligere med en større variasjon i pH, og høyere aluminiumskonsentrasjoner, spesielt ved Trollefoss. Dette kan skyldes at effekten av terrengkalkingen i nedbørfeltet til Hovlandselva er i ferd med å gå ut. De målte verdiene av giftig aluminium i 2009 var imidlertid lave (figur 2) og det er i senere år ikke registrert forursagsskader på fisk eller bunndyr i hovedelva.



Figur 2. Vannkvaliteten på lakseførende strekning (målområdet) i Vosso i 2009: pH i forhold til pH-målet (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) i Bolstad-elva (nedre figur).

2.2 Fisk

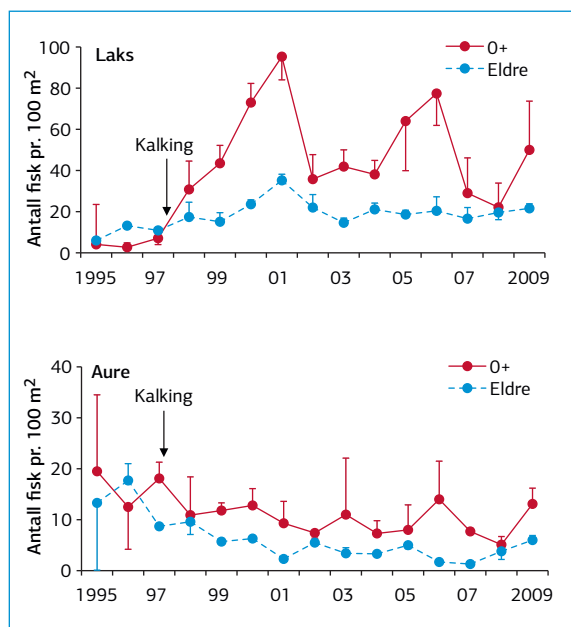
Etter at kalkingen kom i gang i 1997, viser fangststatistikken en positiv utvikling for sportsfiskefangster av laks med 1690 kg tatt i 2008 som foreløpig høyeste fangst (figur 3). I 2009 ble det fanget 1590 kilo med laks. Fangstene av sjøaure har derimot holdt seg på et relativt stabilt lavt nivå (figur 3).



Figur 3. Fangst av laks og sjøaure i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1969 til 2009.

I overvåkingsperioden (1995-2009) er det registrert økt naturlig rekruttering av laks i vassdraget, og fra 1998 synes rekrutteringen å ha vært relativt god (figur 4). Tettheten av laks er høyest på den øverste delen av lakseførende strekning og denne strekningen har de viktigste gyteområdene for laks i vassdraget. I tillegg har tidligere undersøkelser i vassdraget vist at laksen bruker innsjøene som oppvekstområder. I overvåkingsperioden er de registrerte tetthetene av aure generelt mer stabile enn for laks, men viser en redusert rekruttering (figur 4).

For å styrke laksebestanden i Flekke og Guddalsvassdraget er det i perioden 2002-2008 tilbakeført ca. 1 583 000 øyerogn og plommeseckyngel fra genbanken i Eidfjord. Det ble ikke satt ut øyerogn eller plommeseckyngel i 2009.



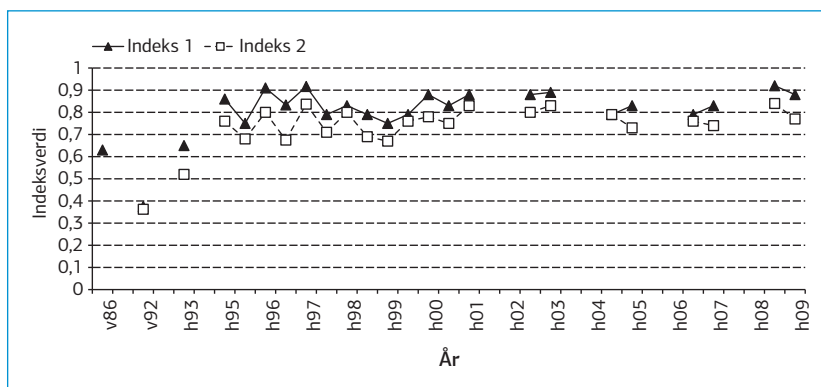
Figur 4. Tetthet av laks- og aureunger i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1995-2009.

2.3 Bunndyr

Bunndyrfaunaen i vassdraget viser en liten forbedring fra 2007 (figur 5).

Den kalkede delen av hovedelva viser ikke tegn til forsuringsskader med mulig unntak for de to nederste lokalitetene. Her kan imidlertid habitatet på lokalitetene gi noe for lave indeksverdier. Lokaliteten i Guddalselva ovenfor kalkingen viser heller ingen tegn til forsuringsskader. Noen av sideelvene har liten eller ingen skade på bunndyrfaunaen (Kalstad-elva, elva fra Bjordalen, og elva fra Slokedalen). Dette kan skyldes reduserte utslipp av svovel og en naturlig gjenhenting av bunndyrfaunaen, men to av elvene er også påvirket av innsjøkalking i de øvre delene. Tjøredalselva, Storelva i Hovlandsdalen, og bekken ved Hovland er fremdeles påvirket av sur nedbør, og bunndyrsamfunnene er skadet. Alle de påvirkede elvene har imidlertid moderat sensitive arter i faunaen. Dette gjelder også for bekken oppstrøms dosereren i Espedal hvor ett individ av den svært følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* ble påvist for første gang i 2009. Effekten av terrengkalkingen i Hovlandsfeltet har blitt redusert, og en refsuring har funnet sted. I 2009 ble det imidlertid igjen funnet noen få individer av *B. rhodani* i bekken ved Hovland. Denne arten var borte fra lokaliteten i 2007.

Den kalkede delen av hovedelva viser ikke tegn til forsuringsskader med mulig unntak for de to nederste lokalitetene. Her kan imidlertid habitatet på lokalitetene gi noe for lave indeksverdier. Lokaliteten i Guddalselva ovenfor kalkingen viser heller ingen tegn til forsuringsskader. Noen av sideelvene har liten eller ingen skade på bunndyrfaunaen (Kalstad-elva, elva fra Bjordalen, og elva fra Slokedalen). Dette kan skyldes reduserte utslipp av svovel og en naturlig gjenhenting av bunndyrfaunaen, men to av elvene er også påvirket av innsjøkalking i de øvre delene. Tjøredalselva, Storelva i Hovlandsdalen, og bekken ved Hovland er fremdeles påvirket av sur nedbør, og bunndyrsamfunnene er skadet. Alle de påvirkede elvene har imidlertid moderat sensitive arter i faunaen. Dette gjelder også for bekken oppstrøms dosereren i Espedal hvor ett individ av den svært følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* ble påvist for første gang i 2009. Effekten av terrengkalkingen i Hovlandsfeltet har blitt redusert, og en refsuring har funnet sted. I 2009 ble det imidlertid igjen funnet noen få individer av *B. rhodani* i bekken ved Hovland. Denne arten var borte fra lokaliteten i 2007.



Figur 5. Gjennomsnittelig forsøringsindeks for lokalitetene i Flekke og Guddalsvassdraget fra 1986 til 2009.

2.4 Vannvegetasjon

Både begroingsalger og makrovegetasjon viser at øvre deler av Flekke og Guddalsvassdraget (særlig Espedalselva) fortsatt er sure mens nedre deler ikke er tydelig forsøringspåvirket. Begroingsalger viser at alle stasjonene nedenfor dosererne og stasjonen nedenfor Markhusvatnet er i svært god økologisk tilstand med henblikk på forsuring. De stasjonene som ligger ovenfor kalkdosererne er derimot i "god" økologisk tilstand. Generelt er Flekke og Guddalsvassdraget mindre forsuret en for eksempel Yndesdalsvassdraget.

Makrovegetasjonen viser at de to nederste innsjøene Hovlandsvatnet og Eikeskogsvatnet (= Rennestraumvatnet) er preget av eutrofiering. Arter som trives i næringsfattige vann er gått tilbake og stasjonene domineres nå av flytebladsplanter. Dessuten har forekomsten av krypsiv *Juncus bulbosus* økt i Eikeskogsvatnet. Dette kan være et resultat av kalkingen. Krypsiv har evnen til å danne masseforekomster ("problemvekst"), så dette bør absolutt overvåkes videre.

2.6 Samlet vurdering av kalkingen

Vannkvaliteten på den lakseførende strekningen er ikke helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget. Vassdraget har mange store innsjøer, og er dessuten noe humøst. Dette gjør det vanskelig å nå vannkvalitetsmålet uten periodevis overdosering av kalk. Det er dessuten sannsynlig at effekten av terrengkalkingen i nedbørfeltet til Hovlandselva, sidegrein til Espedalselva, er i ferd med å gå ut. Utkast til revidert kalkingsplan for vassdraget er nå utarbeidet av NIVA. Blant forslagene her er rekalking av Hovlandsfeltet og bedre kalking av Espedalsbekken. En rekalking av Hovlandsfeltet kan skje ved terrengkalking eller alternativt en ny doserer i Hovlandsbekken. Det anbefales uansett å etablere en vannprøvestasjon i Hovlandsbekken. Denne stasjonen ble tatt ut av programmet i 2002. Når det gjelder Espedalsgreina foreslås det i kalkingsplanen at dosereren oppgraderes eller alternativt erstattes med terrengkalking av referansefelt og greina fra Kusæla.

Dersom biomassen av krypsiv skulle fortsette å øke, så bør en vurdere en reduisering av kalkingen.

Notat

oversikt

2010

- 2010-1: Register over leverandører av kalk, utstyr og tenester for kalking av vatn og vassdrag. 2009
- 2010-2: Handel med truede arter - sjekklister for CITES 2010
- 2010-3: Blomster og bier = sant - om økosystemtjenesten pollinering
- 2010-4: Kalking i laksevassdrag - Effektkontroll i 2009 - Sammendragsrapport

2009

- 2009-1: Bestandsutvikling hos sjørret og forslag til forvaltningstiltak
- 2009-2: Kalking i laksevassdrag - Effektkontroll i 2008
- 2009-3: Kalking i laksevassdrag - Effektkontroll 2008. Sammendragsrapport

2008

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

2007

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

2006

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

2005

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

2004

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

2003

- 2003-1: Handel med truede arter - sjekklister for CITES
- 2003-2: Terrengekalkingsprosjektet - Årsrapport 2001. Terrengekalking for å avgifte surt overflatevann
- 2003-3: Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2002
- 2003-4: Historien om Songli

2002

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

KONTAKTINFO

Direktoratet for naturforvaltning. Besøksadresse: Tungasletta 2.
Postadresse: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim,
tlf: 73 58 05 00, faks: 73 58 05 01, e-post: 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.

