



DIREKTORATET FOR
NATURFORVALTNING

NOTAT



DN-notat 3-2011

Kalking i laksevassdrag

Effektkontroll i 2010
Sammendragsrapport

Kalking i laksevassdrag

Effektkontroll i 2010 Sammendragsrapport

Notat 3-2011

Utgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Dato:

August 2011

Antall sider:

100

Emneord:

forsuring, kalking,
effektkontroll, overvåking

Keywords:

acidification, liming, monitoring

Bestilling:

Direktoratet for naturforvaltning
7485 Trondheim
Telefon: 73 58 05 00
Telefaks: 73 58 05 01
www.dirnat.no/publikasjoner

Refereres som:

Direktoratet for naturforvaltning,
2010. Kalking i laksevassdrag.
Effektkontroll i 2010
Sammendragsrapport. Notat 3-2011

Forside:

Ørretunger gis også gode vilkår
i kalkede laksevassdrag

Foto: Roar A. Lund

ISBN (Trykt): 978-82-7072-945-6

ISBN (PDF): 978-82-7072-946-3

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 og i ett vassdrag der mangeårig kalking er avsluttet. Undersøkelser og effektkontroll i de kalkede vassdragene er et viktig grunnlag for evaluering av kalkingsstrategien og gjennomføring av de store elvekalkingsprosjektene.

ABSTRACT:

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

Forord

Forsuring av vann og vassdrag er et av de alvorligste miljøproblemer i Norge. Hovedårsaken til forsureningen 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 forsurede 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 forurensingssituasjonen og innstille kalkingsinnsatsen etter de aktuelle forurensingsforholdene. 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 2010 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 2011

Yngve Svarte

Direktør Artsforvaltningsavdelingen

Innhold

Kalking i forsurede laksevassdrag i Norge – status og trender.....	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
Suldalslågen.....	76
Uskedalselva.....	80
Vossovassdraget.....	83
Eksingedalsvassdraget.....	87
Yndesdalsvassdraget.....	91
Flekke og Guddalsvassdraget.....	95

Kalking i forsurede laksevasdrag i Norge – status og trender pr 2010

Ann Kristin Schartau (NINA), Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø), Sven-Erik Gabrielsen (LFI, Uni Miljø), Mona Weidelborg (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 arts mangfold av bunndyr og økt produksjon av laks. Det har også har vært en positiv utvikling i vannkvaliteten i ukalkete 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 2010 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.

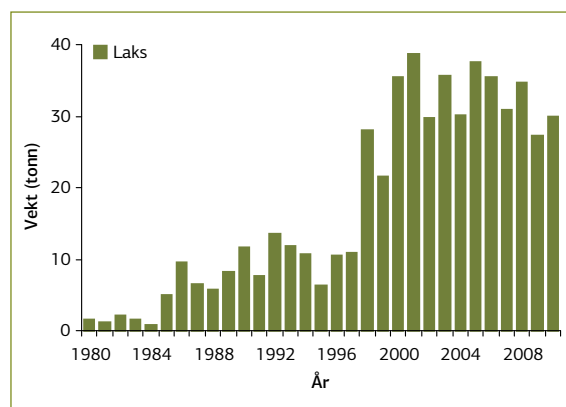
Basert på resultater fra overvåkingen foreslås det å endre kalkingsstrategien i noen av vassdragene, for eksempel ved silikatbehandling, kalking av sure sidevassdrag, etablering av nye kalkdoserere eller terrengkalking.

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 kalkete 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 kalkete 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

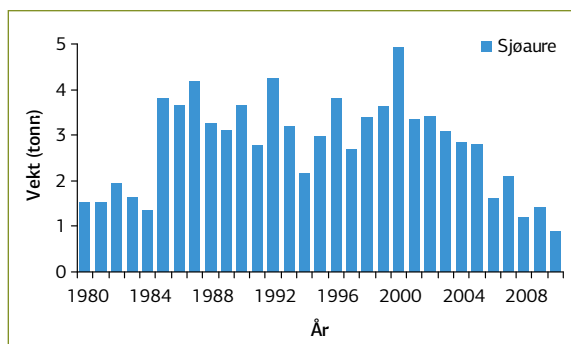
tonn. Siden slutten av 90-tallet og frem til i dag har fangstene av laks økt betydelig, og det fanges nå årlig om lag 30 til 40 tonn laks på sportsfiske i de kalkete vassdragene. Fangstene fra Mandalselva og Bjerkreimselva står for den største økningen. Fra 1998 til 2010 står disse to vassdragene for nesten 60 % av totalfangsten av laks i de kalkete 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 kalkete vassdragene.



Fangst av laks i kalkete vassdrag i Norge i perioden 1980-2010. Figuren baserer seg på offisielle data for 12 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket. I noen av de kalkete vassdragene er laksen enten fredet (spesielt for vassdragene på Vestlandet), eller så er fangststatistikken mangelfull (spesielt for vassdragene i Vest-Agder).

I motsetning til den positive utviklingen i sportsfiskefangstene av laks, viser ikke fangstene av sjøaure i de kalkete vassdragene det samme forløpet. Riktignok var fangstene av sjøaure lave på begynnelsen av 1980-tallet, da de 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. Siden 2000 har fangstene gått tilbake, fra en bestenotering på nesten 5 tonn, til om lag 1 tonn de tre siste årene. I 2010 ble det bare innrapportert 891 kilo sjøaure. En av årsakene til nedgangen er fangstene i Vike-dalselva. Dette vassdraget alene stod for ca. 25 % av

sjøaurefangstene i de kalkete vassdragene. I dag er sjøauren fredet i dette vassdraget siden fangstene av sjøaure kollapset i 2006. I motsetning til den positive utviklingen av ungfiskbestanden av laks i de kalkete vassdragene, synes ikke kalkingen å ha hatt den samme effekten på ungfiskproduksjonen av aure. Ungfiskbestanden av aure i de kalkete vassdragene viser generelt sett ingen eller en svak negativ utvikling.



Fangst av sjøaure i kalkete vassdrag i Norge i perioden 1980-2010. Figuren baserer seg på offisielle data for 14 vassdrag av de totalt 21 vassdragene som i dag blir kalket. I noen av de kalkete vassdragene er fangststatistikken mangelfull (spesielt for vassdragene på Vestlandet og i Vest-Agder).

Kalkforbruk og kalkingsstrategi

Tilførsler av forsurende forbindelser til norske vassdrag har avtatt fra et maksimum på slutten av 1970-tallet. Overvåking av tilførsler av forsurede forbindelser viser at konsentrasjonen av sulfat i nedbøren har avtatt med 72-90 % siden 1980. Tilsvarende har nitrat- og ammoniumkonsentrasjonen i nedbøren blitt redusert med hhv. 26-46 % og 47-63 % for stasjonene i Sør-Norge. 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 29 % sammenlignet med kalkforbruket i 2000. Reduksjonen har vært størst i Rogalandsvassdragene (35 %) og i Hordaland og Sogn og Fjordane (38 %) mens samlet reduksjon i Sørlandsvassdragene har vært på 21 %. 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 flere av vassdragene på Sørlandet.

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

Vannkjemi

Vannkjemi undersøkes i alle de 21 vassdragene som kalkes. Etter at vassdragskalkingen startet har det skjedd en forbedring i vannkvaliteten i de kalkete delene av vassdragene. pH og alkalitet har økt og mengden av giftig aluminium har avtatt. I ukalkete deler av vassdragene har det også vært en generell, positiv utvikling i vannkvalitet som følge av mindre sur nedbør. 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 2010 stort sett tilfredsstillende sammenliknet med pH-målet. Unntaket fra dette var Kvina i Vest-Agder, deler av Sokndalselva i Rogaland, samt Uskedalsvassdraget i Hordaland, hvor pH lå under målet i lengre perioder. I noen av de øvrige vassdragene var vannkvaliteten i 2010 marginal

Samlet kalkforbruk angitt som 100 % CaCO_3 i laksevassdrag fordelt på regioner (Sørlandet, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane) og for hele forsursingsområdet total, i perioden 2000-2010. Andre avsyrimidler enn kalk, som for eksempel silikatlut og dolomitt, er ikke tatt med i tabellen men utgjør kun små mengder totalt sett.

Region	2000	2006	2007	2008	2009	2010
Sørlandet	28319	24120	19608	27475	24678	16318
Rogaland	5573	4177	3972	4065	3718	3330
Hordaland og SF	6241	2015	2667	3348	2678	1980
Alle lakse-vassdragene	40133	30312	26247	34888	31074	21628

og ustabil, med kortvarige pH-reduksjoner. Dette tyder på at kalkingsstrategien ikke er optimal alle steder. I enkelte vassdrag er det for få doserere til å dekke lakseførende strekning, og i noen vassdrag er plasseringen av dosererne lite gunstig.

Det er fortsatt perioder hvor innholdet av giftig aluminium på lakseførende strekning er så høy at fisken kan skades. I alle Agder-vassdragene er innholdet av giftig aluminium høyere enn 10 µg/l som er grenseverdien for god/moderat tilstand iht. Klassifiseringsveilederen (jfr vannforskriften). Dette skyldes i stor grad innblanding av surt vann fra sidevassdrag. For de øvrige vassdragene er aluminiumskonsentrasjonene lave på kalkete strekninger. 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 tre vintrene er det ikke registrert vesentlige sjøsaltepisoder i noen av vassdragene. Det er foreslått å inkludere analyser av gjellealuminium i videre overvåking for en nærmere vurdering av betydningen av aluminium for fisken.

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 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 forsurende på vassdragenes økologiske tilstand, og hvilke konsekvenser dette har for kalkingsbehovet i årene som kommer.

Bunndyr

I 2010 ble bunndyr undersøkt i ti 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 forsuringsfølsomme bunndyr økt. Dette har gitt en positiv utvikling av forsuringsindeksene i det tidsrommet vassdragene har vært overvåket.

To av totalt tre undersøkte vassdrag i Agderfylkene, Arendalsvassdraget og Lygna, viser en positiv respons etter kalking, men er ennå litt skadet. For-suringsindeksen i Tovdalselva viser en svakt negativ utvikling de siste to årene. Bunndyrsamfunnene i tre av de fem vassdragene som ble overvåket i Rogaland kan karakteriseres som uskadet etter kalkingen. Lyseelva og Vikedalselva har fremdeles litt skader på bunndyrfaunaen. De to undersøkte vassdragene i Hordaland, Vosso og Eksingedalsvassdraget, viser en fortsatt stabil og god utvikling. 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, og at kalkingen bør fortsette i de kommende år.



Den moderat forsuringsfølsomme steinfluen Diura nanseni er utbredt i hele landet og dermed 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. I 2010 var nedbør og vannføring spesielt lav, og det ble benyttet ca halvparten så mye kalk som året før. pH-målet på lakseførende strekninger i 2010 var i hovedsak nådd, med unntak av Kvina hvor pH lå under målet i lengre perioder, og hvor driften bør optimaliseres. Kortvarige pH-reduksjoner ble også registrert i flere av de øvrige vassdragene, og det må også skje optimaliseringer her (ny doserer i Lygna, Audna, Tovdalsvassdraget og Arendalsvassdraget, samt kalking av sure sidevassdrag). pH-verdien i de undersøkte innsjøene (Nisser, Fyresvatn, Nesvatn, Ogge og Vegår) synes fortsatt å være tilfredsstillende. Konsentrasjonen av giftig aluminium var imidlertid for høy i alle elvene, og kvaliteten var derfor ikke tilfredsstillende for noen av vassdragene. Det synes som om kalkingen har ført til lavere aluminiumkonsentrasjon, men ikke så lavt nivå at vannkvaliteten er tilfredsstillende for fisken.

De lave fangstene i 2010 skyldes svært lite vann det meste av fiskesesongen og en kortere fiskesesong med mindre kvoter. Generelt har det med noen unntak vært en positiv utvikling av fangster av laks

etter kalkingen. Fangst av ørret viser imidlertid en stabilt nedadgående tendens. Tettheten av årsunger av laks var stort sett lavere eller den samme som i 2009, mens tettheten av eldre laksunger enten var den samme eller høyere enn i 2009. Det har vært en nedgang i 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 Arendalsvassdraget, Tovdalsvassdraget og Lygna. Kalkingen har hatt en positiv effekt på bunndyr i Tovdal (til 2005) og Lygna, men sammensetningen av bunndyr tyder på at den positive utviklingen har stoppet opp og at tilstanden er svakt forverret (Tovdal og Lygna). I Arendalsvassdraget er det fortsatt en positiv utvikling. Bunndyrene viser at kalking fortsatt er påkrevet.

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

Stasjonsnett for bunndyr og vegetasjon er gjennomgått, og det er foreslått å ta ut eller flytte stasjoner som er lite egnet til å vurdere effekt av kalkingen.

Det er foreslått at kalkingen må opprettholdes for de fleste vassdragene. Det foreslås å endre kalkingsstrategien for noen av vassdragene, for eksempel ved etablering av nye kalkdosere, silikatbehandling eller kalking av sure sidevassdrag. Det høye innholdet av giftig aluminium i alle vassdragene tilsier at man bør konsentrere seg om tiltak ved sure sidevassdrag. For å kunne nærmere vurdere betydningen av aluminium for fisken, foreslås å inkludere analyser av gjellealuminium i videre overvåking/effektvurdering.

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 estuariet 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, Ogna, 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. Forbedringen var størst på 1990-tallet, mens endringene har flatet noe mer ut etter 2000. Naturlig bedring i vannkvaliteten har likevel ført til at det totale kalkforbruket er redusert med vel 40 % for regionen i perioden 2000-2010. Vannkvaliteten på lakseførende strekninger var i 2010 stort sett tilfredsstillende sammenlignet med vannkvalitetsmålet. Lite nedbør og lav vannføring, spesielt på våren og forsommeren, bidro til at vannkvaliteten i mange av vassdragene var noe bedre i 2010 sammenlignet med de siste årene. 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, men også her var forholdene noe bedre i 2010. Innholdet av giftig (uorganisk) aluminium er generelt lavt i de kalkete delene av vassdragene, og elvene vurderes å ha en god/moderat økologisk tilstand basert på innholdet av giftig aluminium og vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC). 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 2010 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 sett i forhold til tettheten av årsunger. Dette kan skyldes begrensning av egnede oppvekstområder for eldre laksunger eller at oppvekstområder for årsunger er overrepresentert i lokalitetsutvalget. Fangstene av laks har økt i de fleste vassdrag, mens fangstene av ørret nå er på et lavmål. Til tross for at det de siste årene har vært forbud mot fiske av sjøørret i flere av vassdragene, fortsetter tettheten av ørretunger å synke. Reduksjonene i ørretbestandene kan delvis forklares med konkurranse fra en økende laksebestand. I Rødneelva og Jørpelandsvassdraget har det ikke vært entydige positive effekter av kalkingen på fiskebestandene. Den negative utviklingen i fangstene og ungfiskbestanden av laks i Vikedalsvassdraget de senere årene gir grunn til bekymring. Et stort antall gytefisk i 2010 gir imidlertid håp om at bestanden vil ta seg opp. Andre forhold enn sur nedbør, for eksempel vassdragsregulering og lakselus, har sannsynligvis en begrensende effekt på utviklingen i enkelte vassdrag.

Vannkvaliteten er tilfredsstillende for forsurningsfølsomme bunndyr i kalkete deler av vassdragene. Artsantallet og andelen forsurningsfølsomme arter har økt, også på ukalkete stasjoner. For de fleste vassdrag er det imidlertid et betydelig potensial for videre økning i artsmangfoldet. Lave andeler forsurningsfølsomme bunndyr på ukalkete deler viser at kalking av vassdragene i Rogaland er nødvendig.

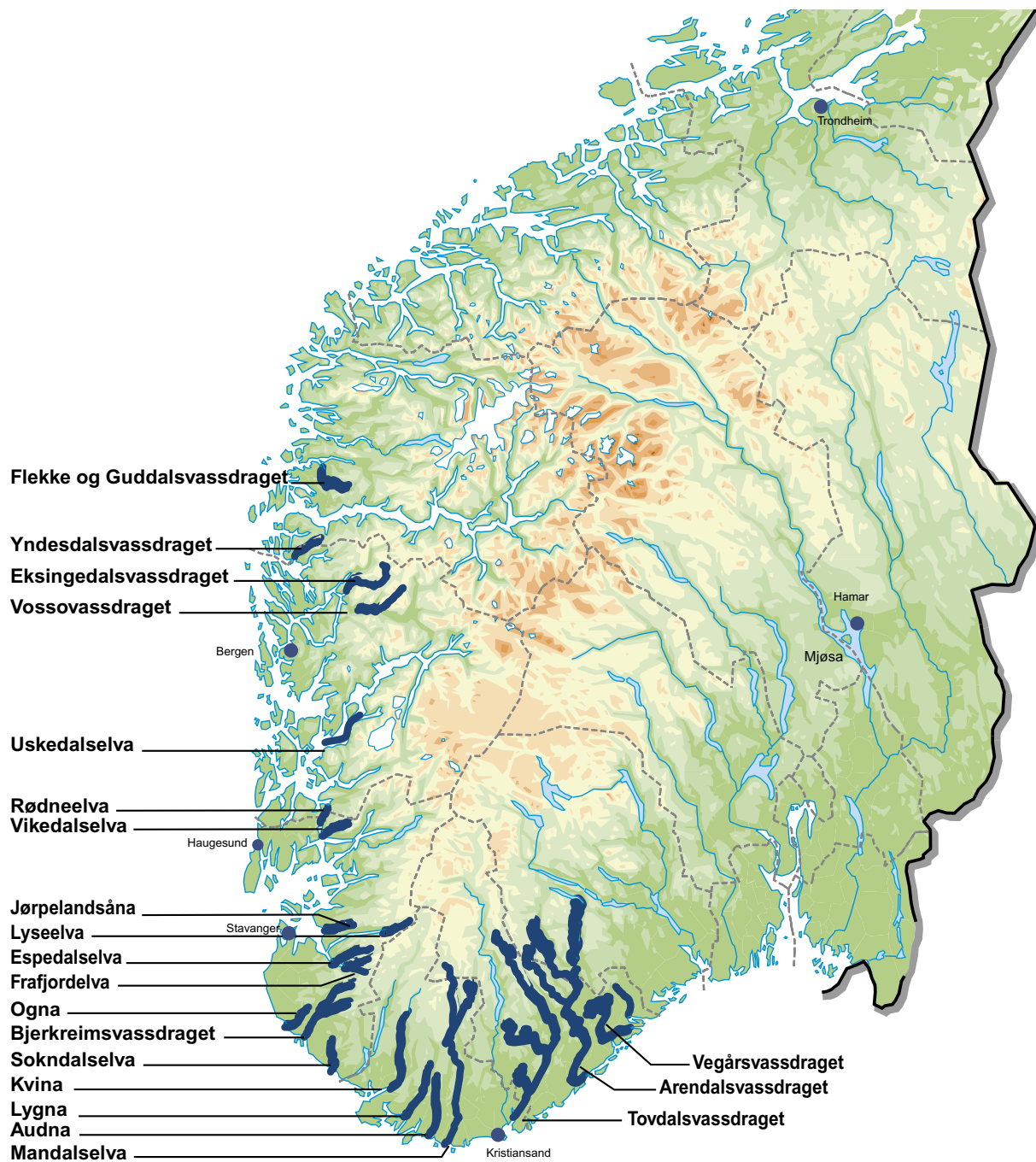
Det foreslås å endre kalkingsstrategien for noen av vassdragene, enten ved utlegging av skjellsand/grovkalk (Vinddøla i Espedalselva), erstatte innsjøkalking med kalking fra doserer (Sokndalsvassdraget) eller bygging av ny doserer, alternativt terrengkalking (Stølsåna i Lysevassdraget).

Hordaland, Sogn og Fjordane – status og trender

Totalt fire vassdrag inngår i kalkingsovervåkingen i Hordaland; Vossovassdraget, Eksingedalsvassdraget (Ekso), Yndesdalsvassdraget 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. 50 % for regionen i perioden 2002-2010, dvs. fra 4005 tonn (2002) til 1990 tonn (2010). Kalkforbruket ble redusert med 698 tonn kalk fra 2009 til 2010. Dette tilsvarer en reduksjon på ca. 26 %. 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 svært gode fangster av laks etter at kalkingen kom i gang. Laksen er imidlertid fremdeles fredet i Vosso og Ekso, og "Vosso-laksen" er truet med utryddelse. Bunndyrarter som er følsomme for forsurening, viser at vannkvaliteten i de kalkede deler stort sett er tilfredsstillende, men at bunndyrsamfunnet 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 Yndesdalsvassdraget har kalkmengden fra dosereren økt betydelig etter at innsjøkalkingen av Yndesdalsvannet opphørte. En gjennomgang av kalkingsstrategien bør vurderes i Yndesdalsvassdraget.



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 (SO_4), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), klorid (Cl), silisium (Si), total nitrogen (tot-N), total fosfor (tot-P), ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), reaktivt Al (RAL; NIVA), ikke-labilt 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 $\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K} - \text{SO}_4 - \text{NO}_3 - \text{Cl}$ og oppgis i $\mu\text{ekv/L}$. 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 tellekammer under sedimentasjonskolonner. Arter/taksa bestemmes og telleresultatet (algekonsentrasjonen i innsjøen) oppgis i algevolum pr. vannvolum (mm^3/m^3), som er tilnærmet likt mg/l våtvekt (se primærtabeller). I figurer framstilles totalvolum og prosentvis sammensetning av planktonet.

Makrovegetasjon

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 kiselalger (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 bestemmelse av kiselalger og blågrønnalger. De kan sedimenteres i 10 ml eller 50 ml sedimentasjonssylindere i 24 timer (Utermöhl-metoden, Utermöhl 1958) etter eventuell fortynning 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 forsureing 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.

Forsuringsnivået er beregnet ut fra forsuringsindekser basert på tilstedeværelse eller fravær av mer eller mindre sensitive arter av bunndyr. Forsuringsindeks 1 og 2 er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 for Forsuringsindeks 1 antyder et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 her betyr et samfunn som er sterkt skadet. Når det er arter som er lite tolerante til stede, benyttes Forsuringsindeks 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 (cladocerene) er bestemt ved hjelp av metodikk beskrevet av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepsene (copepodene)

er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og copepoditter er ikke artsbestemt.

Krepsdyrmaterialet er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill, 1979, Hill & Gauch, 1980) med programmet CANOCO (ter Braak 1987, 1990). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær data for artene i de enkelte prøver. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik arts-sammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i 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. Garna er 30 meter lange og 1,5 m dype, dvs 2,5 m av hver maskevidde (3,75 m²). Garna 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. Fangsttinningsraten 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 garna 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 garna 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 fangsttinningsrate 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, J. Brittain (LFI: fisk, bunndyr), A. Lie (Agder naturmuseum: makrovegetasjon), Ø. Løvstad (Limnoconsult: begroing), B. Walseng (NINA: planteplankton, zooplankton og littorale krepsdyr)

Nidelva var ei god lakseelv, med opptil 12 tonn registrert fangst omkring 1880. I tillegg til forsuring 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 konsentrasjonen av giftig aluminium er fortsatt for høy. 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 forsurningsfølsomme 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 dosereralkalking for at vannkvaliteten skal komme opp i laksekalitet, iflg. revidert kalkingsplan. Doserer ved Bøylefoss er satt i drift 2005. Rorevassdraget ble tidligere dosert ved Kiland



Figur 1. Arendalsvassdraget med nedbørfeltet.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Kalkdosereren ved Bøylefoss doserte 3776 tonn kalk i 2010 mot 4775 tonn i 2008 (tabell 1). Dosereren ved Kiland i Rorevassdraget ble lagt ned i 2008.

I 2010 falt det 774 mm nedbør på meteorologisk stasjon 37230 Tveitsund. Normalen er 994 mm. Nedbøren var spesielt høy i juli og november og meget lav i august og oktober og meget lav senere på året.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn) i Arendalsvassdraget i perioden 2006 til 2010. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100 % kalk. Det ble benyttet kalktype fint kalksteinsmel (89 % kalk) ved både dosererne og ved innsjøkalkingen.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Sum kalk doserere	3711	3575	5314	4775	3776
Innsjøer Aust-Agder	15	46	80*	17*	0
Innsjøer Telemark	687	636	703	657	657
Sum kalkforbruk	4414	4257	6097	5449	4433

* Alle innsjøene er i Rorevassdraget

2 Vannkjemi

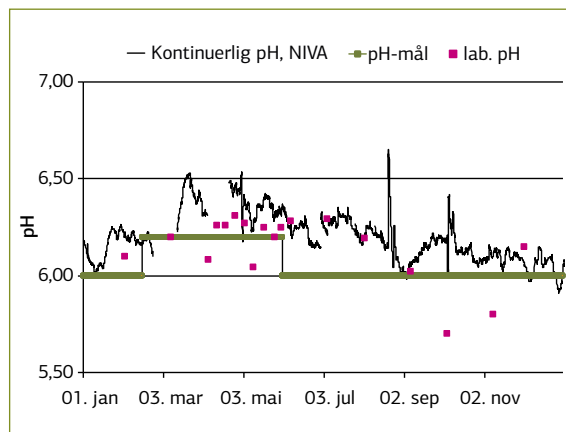
2.1 Innsjøene

pH og kalsiumkonsentrasjonen i Nisser, Fyresvatn og Nesvatn var klart redusert etter kalking fram til og med 2008. Det ble målt en økning i 2009, men pH ser i 2010 ut til å være på nivå med 2008 igjen (figur 2). pH-økningen i 2009 anses å ikke være reell. 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.

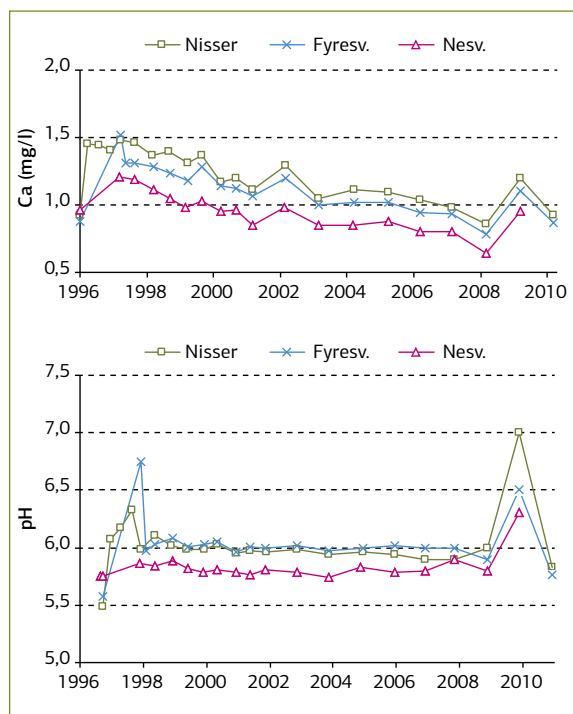
2.2 Nidelva

Når det gjelder hovedvassdraget har kalking og redusert forsuring 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 2010 holdt i hovedsak de oppsatte pH-målene (pH 6,0-6,2) basert på kontinuerlig måling (figur 3), men det ble målt noe høyere konsentrasjoner av giftige

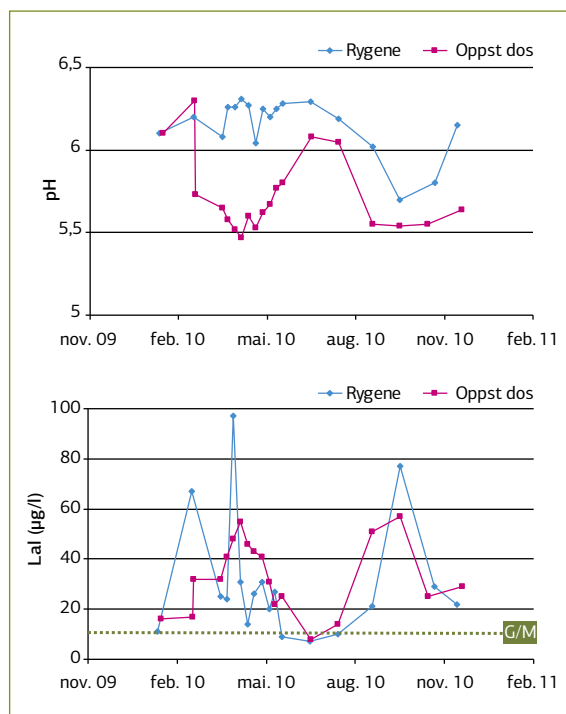
aluminium i 2010 og lavere pH (laboratiormålinger) enn året før. Verdiene for giftig aluminium (LAI) i ved Rygene i 2010 varierte i intervallet 7-97 µg/l (figur 4). Årsaken til de meget høye LAI kan være lokale utslipp i nærheten av prøvetakingsstasjonen. Det er målt høye verdier for TOC, P og N i perioder med høye LAI-verdier.



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



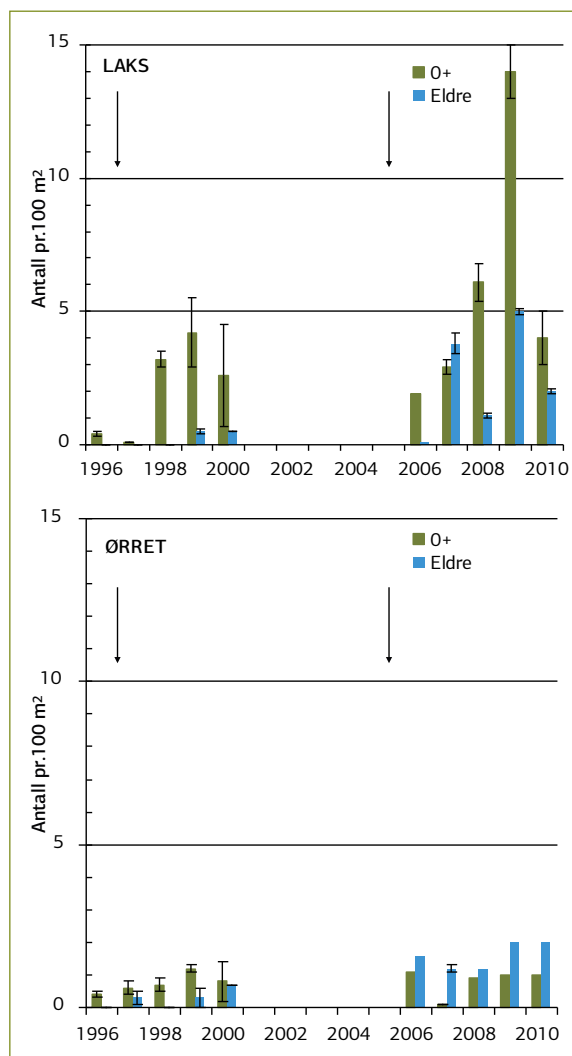
Figur 2. Kalsium (Ca) og pH på 10 meters dyp i de tre store innsjøene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn i perioden 1996-2010. Resultatene er basert på en årlig prøveserie.



Figur 4. Resultater for pH og giftig aluminium (LAI) ved Rygene dam og Bøylefoss oppstrøms kalkdoser i 2010. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

3 Fisk

Det ble til sammen funnet fire fiskearter i 2010. Tettheten av laks- og ørretunger var lav. Tettheten av både 0+ og eldre laksunger var lavere enn den i 2009, som hadde de hittil høyeste tetthetene (figur 5). 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 som er et mindre egnet habitat for laks og ørret. I tillegg finnes predatorfisk som abbor og gjedde. Fangstutviklingen og oppvandringen i elva er gunstig og viste fram til 2006 en økning. Deretter har det vært en gradvis reduksjon i fangst (figur 6). Imidlertid var antall laks som passerte fisketrappa ved Rygene det høyeste



Figur 5. Tetthet av laks- og ørretunger i Nidelva i perioden 1996 - 2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pilen angir tidspunkter for påbegynt kalking.

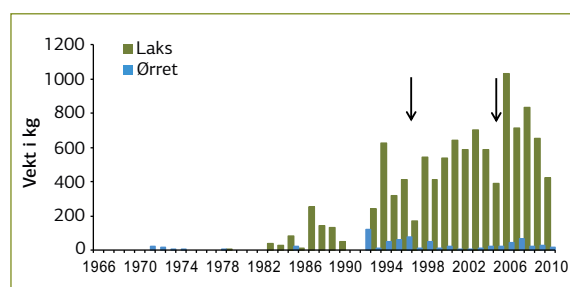
siden 2006. Det er inntil videre ikke vassdragets egen laks som vandrer opp. Det er noe uklart om årsaken til økt fangst, idet økte fangster inntraff noen år før kalking ble iverksatt.

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 6. Fangst av laks- og sjøørret i Arendalsvassdraget i perioden 1966 til 2010.

4 Bunndyr

Selv om bunndyrsamfunnet viste at vassdraget fortsatt er preget av forurengning, tydet resultatene fra 2010 på en ytterligere bedring i vannkvalitet. Etablering av en fast bestand av den følsomme døgnfluen *B. rhodani*, i tillegg flere moderat tolerante arter, viste at forholdene i den nederste delen var betydelig bedret med tanke på forurengning. I den øvrige delen av elva mangler den forurengningsfølsomme *B. rhodani*, selv om habitatet er egnet for denne arten. På de mer stilleflytende stasjonene var de

noe mindre følsomme døgnflueartene vanlige og viste at forholdene er i bedring. Døgnfluen *Cloëon dipterum* har siden forrige undersøkelse blitt oppgradert fra å bli betegnet som moderat følsom til følsom, men dette har ikke hatt noen innflytelse på indeksverdiene og vurderingene.

5 Vannvegetasjon

Generelt ble det registrert færre arter og mindre mengder av vannplanter i 2010 sammenlignet med 2008, 2006 og 2005. To moderat surhetsfølsomme arter ble registrert i 2008 og 2010. Blærerot ble registrert på flere lokaliteter i 2010 enn tidligere. I 2010 hadde de øverste stasjonene et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsurestolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsurestolerante arter.

6 Zooplankton og littorale krepsdyr

Det har ikke skjedd store endringer i sammen-setningen av planktonet i Nisser, Fyresvatn eller Nesvatn verken i 2009 eller i 2010. Det mest interessante var oppblomstringen av gelekrepsen *Holopedium gibberum* i Nesvatn (17,8 % i juni). Denne arten har bare vært funnet fåtallig etter at det ble kalket første gang. Tettheten av både krepsdyr og hjuldyr viser en nedadgående trend i alle tre innsjøene, noe som kan sammenheng med økt predasjonstrykk fra fisk. Dagens pH skulle tilsi at *Daphnia* sp kunne ha utgjort en naturlig del av planktonet i alle tre innsjøene. Til tross for at representanter for slekten er påvist i alle tre vannene, har *Daphnia* sp ikke etablert seg. *Daphnia longispina* ble funnet ved Flaten (stasjon 3 i hovedelva) i 2010 så *Daphnia* sp fins fortsatt i systemet. Vi kan med andre ord ikke skylde på at mulig kolonisering er et problem. Calanoiden *Mixodiaptomus laciniatus* utgjør fortsatt en viktig del av planktonsamfunnet i alle tre sjøene. Etter at den kom inn som ny art i både Nesvatn og Fyresvatn etter kalking, sameksisterer den nå med *Eudiaptomus gracilis*, som var der før kalking. Utviklingen av krepsdyrfaunaen i hovedelva indikerer at vannkvaliteten fortsatt er ustabil her.

7 Samlet vurdering av kalkingen

Det ble registrert en "uforklarlig" økning i pH og kalsiuminnholdet i innsjøene fra 2008 til 2009. I 2010 var pH tilbake igjen på nivå med 2008. Den årlige undersøkelsen av vannkvalitet i innsjøene må fortsette slik som tidligere.

pH-målet på lakseførende strekning ble nær nådd i 2010. 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). Man bør starte planleggingen nå.

Kalkdosereren ved Kiland ble stoppet i 2007, men det ble ikke gjort oppfølging av effekten i vassdraget. Rorevassdraget vil bli kalket i 2011.

8 Forslag til øvrige tiltak

Det bør gjennomføres målinger av gjelle-Al for å vurdere om LAI-konsentrasjonene kan forårsake problemer for fisken.

Det bør vurderes om prøvetakingsstasjonen på Rygene bør flyttes til et område som ikke er utsatt for lokal forurensning.

Minstevannføringen nedstrøms Rygene bør økes om vinteren.

Smoltproduksjonen bør estimeres. Dette er viktig ettersom ungfiskeestimatene er svært usikre.

Tiltak for å ta ut oppdrettsfisk må prioriteres høyt. Man bør ta ut mest mulig i slusen i Rygene dam, dette krever en teknisk løsning med fangstkurv. Tilbakesettingspåbud av all villaks bør vurderes.

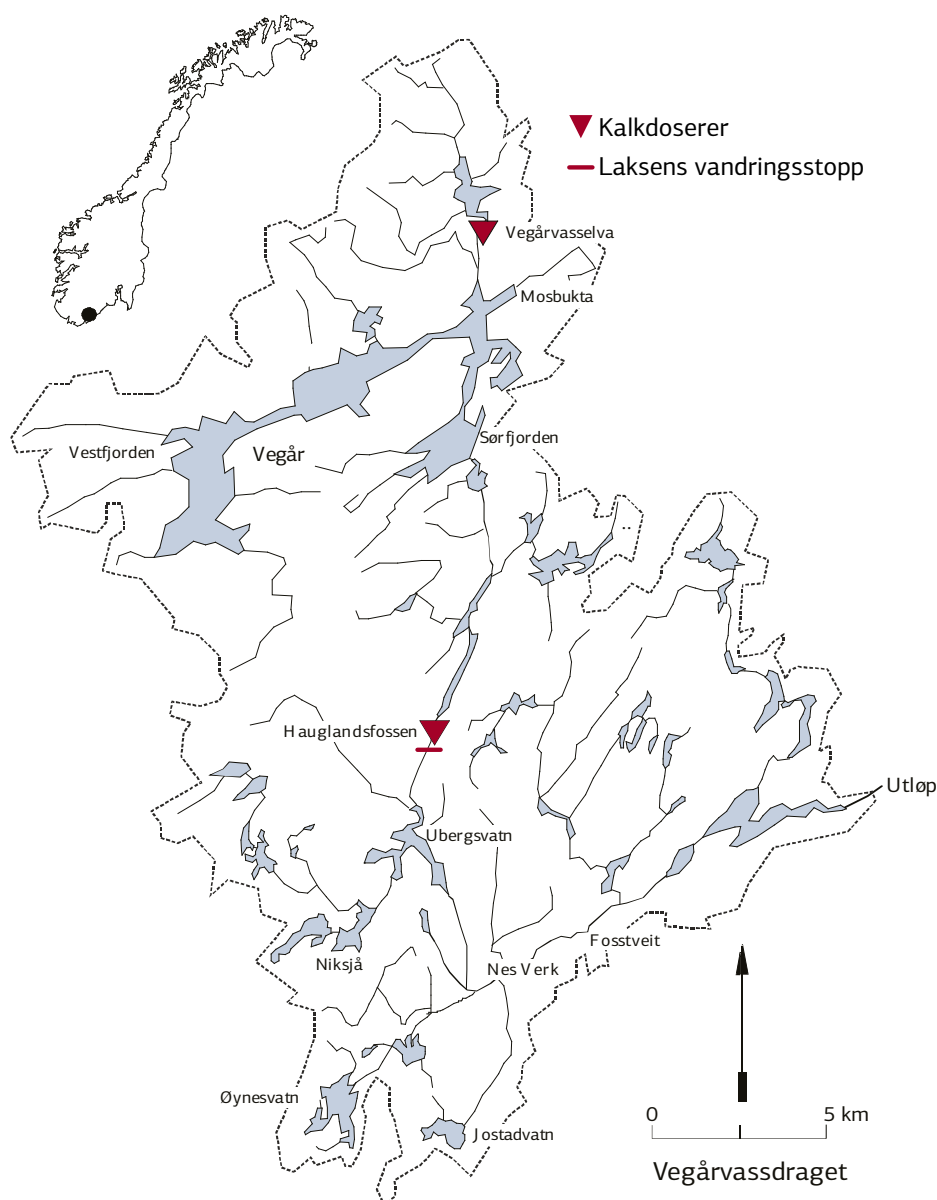
Det arbeides med å etablere fisketrapp og å sikre nedvandring forbi Evenstad kraftverk.

Vegårvassdraget

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

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 ikke tilstrekkelig god pH-måloppnåelse i 2010 (basert på laboratoriemålinger), og konsentrasjonen av giftig aluminium er fortsatt for høy. Det var 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 foreligger, fortsetter likevel kalkingen i Storelva som før. Kalkingen i Vegår ble stoppet i 2010, men bør fortsette igjen. 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 forsuringsfølsomme 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. Vegårvassdraget med nedbørfelt. Kalkdosereren i Vegårvasselva ble fjernet i 1999.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Det ble kalket betydelig mindre via dosererne i 2009 enn forrige år (tabell 1). Dette skyldes mindre nedbør og lavere vannføring. Innsjøen Vegår ble ikke kalket i 2010.

I 2010 falt det 990 mm nedbør på meteorologisk stasjon 35200 Gjerstad, mot normalen på 1290 mm. Nedbøren var meget høy i august.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Vegårvassdraget i perioden 2005-2010. Tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100 % kalk.

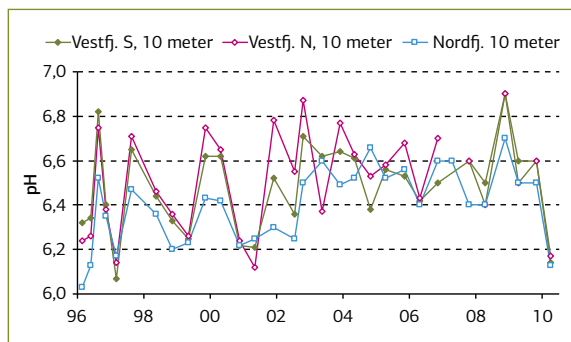
År	2006	2007	2008	2009	2010
Doserer Storelva	303*	102*	322*	270*	93***
Vegår	83 **	66 **		60*	0
Vestfjorden nord					
Vegår Vestfjorden sør	62**	66**	116**	60*	0
Øvrige innsjøer	15**				0
Sum kalkforbruk	463	233	438	390	93

Stjerneteget angir ulike kalktyper: * NK3, ** SK3, *** Fint kalkstensmel (89% kalk)

2 Vannkjemi

Innsjøen Vegår

Målinger i 2010 viser spesielt lave pH-verdier (figur 2). Dette er ikke tilfredsstillende for fiskebestanden. Kalkingen i Vegår bør tas opp igjen.

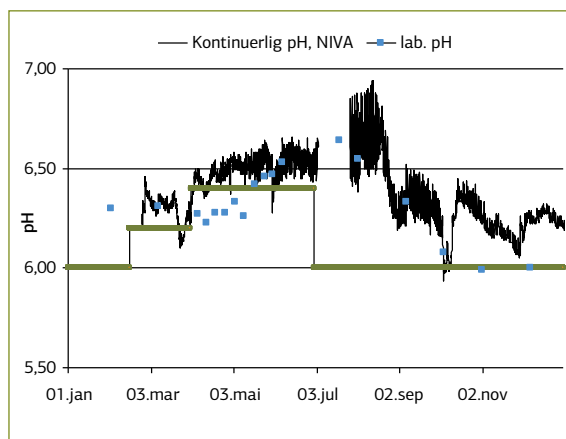


Figur 2. pH-utvikling i innsjøen Vegår i perioden 1996-2010.

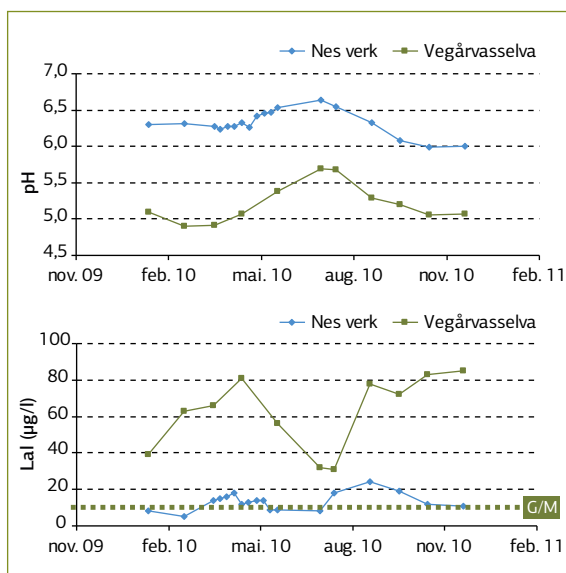
Storelva

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 2010 samt data fra manuell prøvetaking viser at pH-verdiene ved Nes Verk kan ha ligget under det fastsatte målet i flere dager om våren (figur 3). Konsentrasjonen av giftig aluminium (LAI) var i hovedsak lavere enn 20 µg/l (figur 4).

Det var tidvis høye pH-verdier i elva om sommeren og høsten.



Figur 3. Data fra automatisk pH-overvåking i målområdet (Nes verk) i 2010.



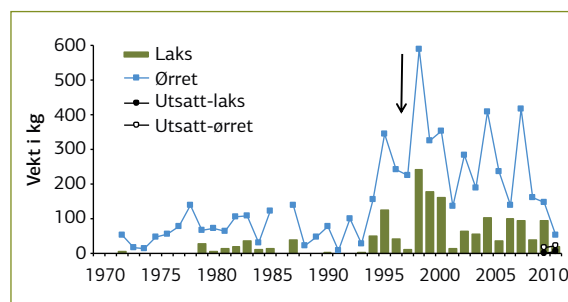
Figur 4. Resultater for pH og giftig aluminium (LAI) oppstrøms og nedstrøms kalkdosering ved Nes verk i 2010. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

3 Fisk

I tillegg til kalking er det igangsatt andre tiltak i Storelva: restaurering av dammen ved Nes og fiskeheis gjennom dammen, bygging av kraftstasjon og utbedring av fisketrapp ved Fosstveit, samt uttak av stamfisk til rogn. Når det gjelder selve kalkingen, så er det ingen tydelige effekter 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 både laks og ørret er det en nedadgående trend etter 2000. Fangsten falt dramatisk i 2010 (figur 5). Fangsten av anadrom fisk i 2010 var den dårligste siden 1993, mens den for laks var den dårligste siden kalkingen startet i 1996. Tettheten av 0+ må karakteriseres som lite tilfredsstillende (figur 6). Ovenfor Nes er det i dag nesten ikke laks og nedenfor er lav tetthet av laksunger sannsynligvis et resultat av manøvrering. I følge Larsen *et al.* (2006) er det mye som tyder på at det i tillegg forekommer en overdødelighet i sjøstadiet hos laks. Denne vurderingen baserer seg 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.

Ut fra tetthetene av 0+ i øvre del synes utlegging av rogn ikke å ha hatt effekt. Det ble nesten 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. 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. I tillegg må vandringsproblemet for laks og sjørøret forbi Nes løses.

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.

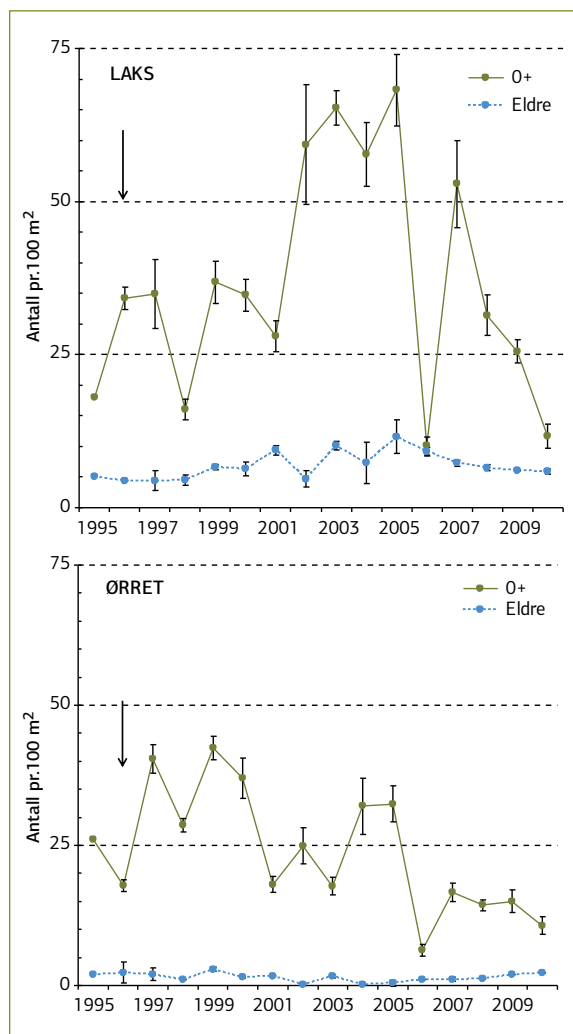


Figur 5. Fangst av laks og sjørøret i Storelva i perioden 1972-2010.



Storelva, dam utløp Ubergsvatnet.

Foto S. J. Saltveit



Figur 6. Tetthet av laks- og ørretunger i Storelva i perioden 1995-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årssunger og ungfisk eldre enn årssunger.

4 Bunndyr

Det ble ikke gjennomført bunndyrundersøkelser i 2010, men resultatene fra 2009 viste ingen indikasjoner på forsurening i den kalkete delen av vassdraget i 2009. Det samme gjelder for noen av referansestasjonene, mens andre igjen hadde en fauna som bar sterkt preg av å være utsatt for forsurening. 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 mht bunndyr. 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.

5 Samlet vurdering av kalkingen

Doseringen ved Hauglandsfossen ga ikke tilstrekkelig god måloppnåelse i 2010, da pH lå under målet i flere dager, og konsentrasjonen av giftig aluminium var for høy.

Kalkingsstrategien kan heller ikke sies å være tilfredsstillende i forhold til resultatene som er oppnådd for fisk. Det er ikke registrert tydelige effekter av kalking på mengden oppvandrende laks 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.

Man har tidligere vurdert at kalkingen i Vegårvann kan reduseres. Det ble ikke kalket i 2010. Det synes å ha vært en nedgang i pH i Vegårvann våren 2010. Det foreslås derfor at Vegårvann kalkes i 2011.

6 Forslag til øvrige tiltak

Eksisterende "referansestasjon" Vegårvasselva oppstrøms nedlagt kalkdoserer bør beholdes selv om det kalkes oppstrøms, da denne stasjonen representerer forhold øverst i vassdraget.

Smoltproduksjonen må økes ved andre tiltak. Pågående prosjekter for oppfølging og optimalisering av smoltproduksjon og -overlevelse må videreføres og følges opp.

Oppvandrende fisk må registreres i fisketrappene på Fosstveit og Nes verk.

Fiskeheisen på Nes verk må fungere, alternativt må Hammerdammen holdes åpen i vandringsseasonen.

Tovdalsvassdraget

M. Weideborg, M. Juutilainen (Aquateam: koordinering og vannkjemi), S. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes, H. Pa-vels, J. Brittain (LFI: fisk og bunndyr), A. Lie (Agder naturmuseum: makrovegetasjon), Ø. Løvstad (Limnoconsult: begroing)

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. Sjørretbestanden 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 forsuring har bidratt til en vannkvalitetsforbedring over tid. pH-målet var nådd i 2010, men konsentrasjonen av giftig aluminium var for høy. Kalkingen i Ogge og Tovdalselva bør fortsette om lag som tidligere.

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 forsuring
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 forsuringfølsomme 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 doserer-kalking (fem store doserere + en mindre doserer i Kateråsåna ved Ogge)



Rettåna.

Foto S. J. Saltveit



Figur 1. Tovdalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Det ble benyttet mindre kalk i 2010 enn året før (tabell 1).

I 2010 falt det 965 mm nedbør på meteorologisk stasjon 38450 Herefoss, mot normalen på 1293 mm.

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.

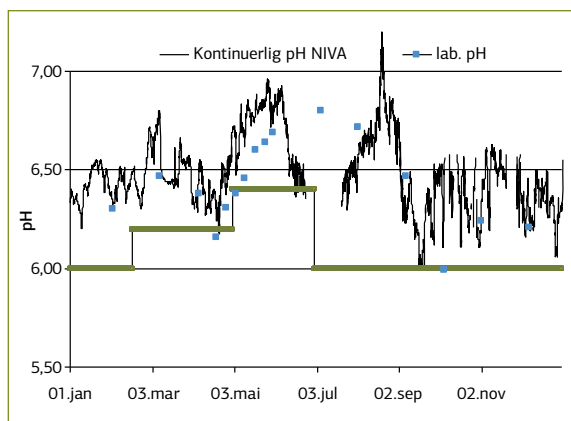
År	2006	2007	2008	2009	2010
Doserere	5397	3938	5874	4992	4130
Innsjøer	592 (6)	528 (3)	533 (4)	439 (2)	472 (2)
Sum kalkforbruk	5989	4466	6407	5431	4601

2 Vannkjemi

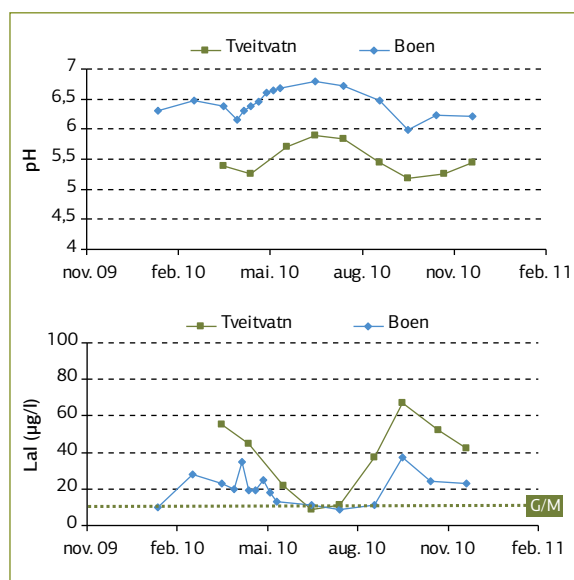
Det foreligger relativt sparsomt analysemateriale fra sidevassdraget Ogge som renner ut i midtre del av lakseførende strekning. Tilgjengelige data indikerer at pH i Ogge fortsatt er akseptabel, men var noe lavere i 2010 enn året før.

pH holdt de mål som var satt for lakseførende strekning av Tovdalselva (figur 2), men konsentrasjonen av giftig aluminium (LAI) var for høy. Konsentrasjonen av giftig aluminium (LAI) ved Boen lå i området 9-37 µg/l (figur 3).

Vannkvaliteten i Uldalsgreina er etter hvert blitt bedre etter flyttingen av doserer til Skåre, gjennomsnittlig pH ligger nå høyere enn 6,0, men det er relativt store pH-variasjoner over året.



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

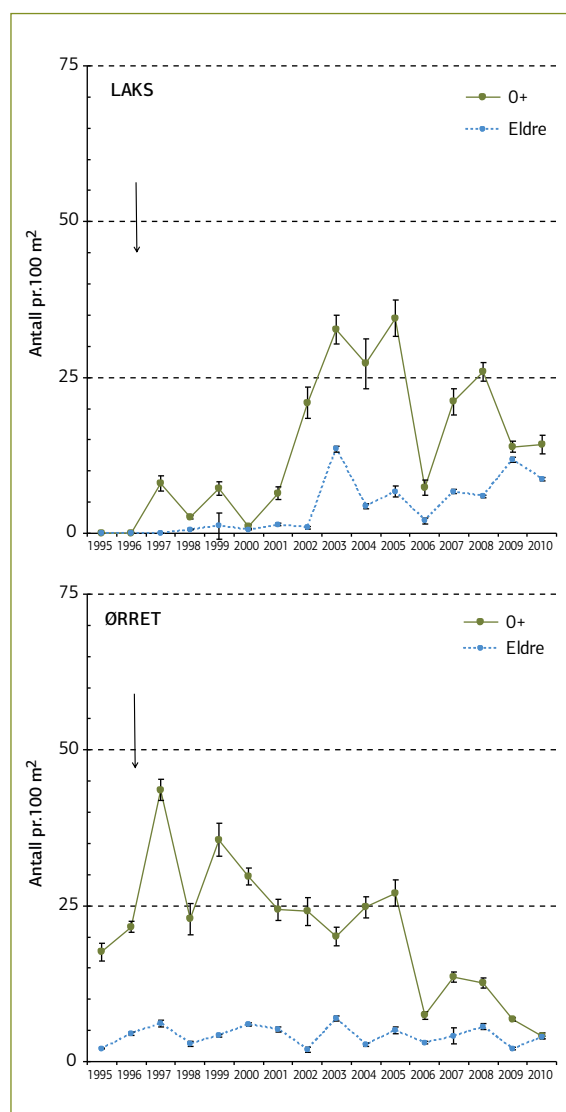


Figur 3. Resultater for pH og giftig aluminium (LAI) ved Boen og Tveitvatn oppstrøms kalkdosering i 2010. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand i henhold til EUs vannrammedirektiv.

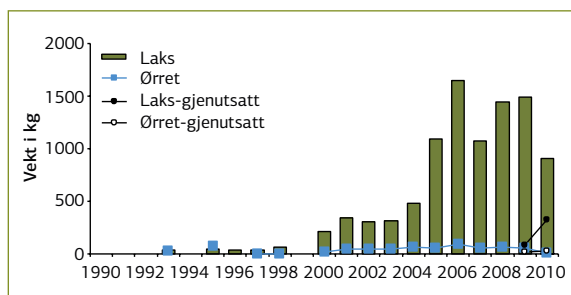
3 Fisk

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 2010 karakteriseres som mindre tilfredsstillende, mens tettheten av eldre må karakteriseres som god. Sjørretbestanden er liten, og det har vært en nedgang i fangst i forhold til 2008. Tettheten av årsunger av ørret er høyere enn hva størrelsen på sjørretbestanden tilsier, men da de høyeste tetthetene finnes i tilknytning til innsjøene, er mye av dette sannsynligvis stasjonær fisk.



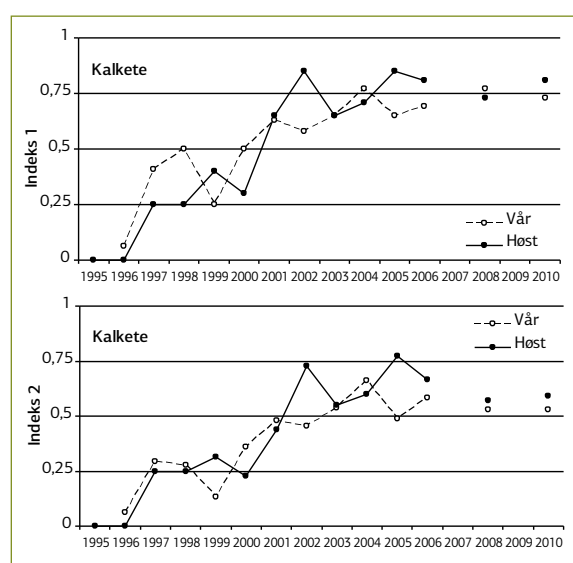
Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger i Tovdalselva i perioden 1995-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.



Figur 5. Fangst av laks og sjørørret i Tovdalsvassdraget i perioden 1990-2010.

4 Bunndyr

Bunnfaunaen i de kalkede delene av Tovdalsvassdraget viste en svak forbedring i indeksverdi fra 2005 til 2006, men fram til 2008 og i 2010 synes utviklingen å ha stagnert. I 2010 hadde faunasammensetningen ikke endret seg mye fra tilstanden i 2005. Vatnedalselva viser liten effekt av kalkingen. Bunnfaunaen indikerte her et sterkt til moderat forsurings-skadet samfunn, både ovenfor og nedenfor kalkdoserer. Begge forsuringsindeksene viste ingen stigende tendens i de kalkede delene av vassdraget (figur 6), og forsuringsindeks 2 indikerte totalt sett fremdeles ett noe forsurings-skadet bunndyrsamfunn og noe ustabile forhold.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for bunndyrstasjonene i Tovdalsvassdraget vår og høst i perioden 1995-2010.

5 Vannvegetasjon

Generelt er det registrert færre arter og i mindre omfang i 2008 og 2006 i forhold til tidligere år. Dette kan skyldes tørrere forsommere, etterfulgt av en relativt nedbørsrik ettersommer. De mest ekstreme forholdene var i 2008. I 2010 ble forholdene normalisert igjen med et relativt høyt artsantall og mengde.

De øverste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsurings-tolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsurings-intolerante arter. Kiselalgesamfunnet antyder likevel at alle lokalitetene er relativt næringsfattige. Ingen av disse hadde blågrønnbakterier av betydning. Mindre mengder og færre arter av forsurings-tolerante blågrønnalger i 2010 enn tidligere antyder at forholdene er i ferd med å forbedre seg.

6 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. Kalkdosereren ved Søre Herefoss bør fortsatt stoppes om sommeren.

7 Forslag til øvrige tiltak

Andre mulige årsaker til mindre fisk enn forventet, for eksempel problemer med giftig Al i brakkvann, bør utredes.

Det bør gjennomføres målinger av gjellealuminium for å vurdere om LAI-konsentrasjonene kan forårsake problemer for fisken.

I Boenfossen blir det i 2011 etablert en smoltluke som skal slippe ut smolt som ellers ville gå inn i Boen kraftverk. Dette skal følges opp med video-overvåkning.

Mandalsvassdraget

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

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. Konsentrasjonen av giftig aluminium var imidlertid for høy.



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 fra og med 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 forsøringsfølsomme 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 2010

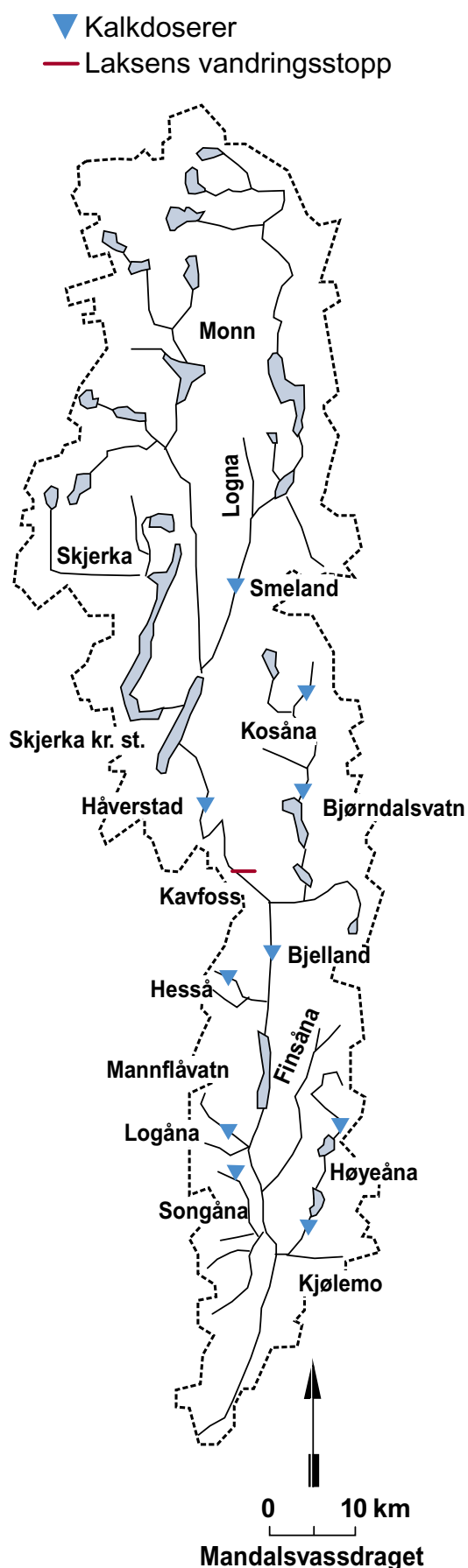
I 2010 ble det benyttet ca halvparten så mye kalk ved dosererne som året før (tabell 1), noe som skyldes mindre nedbør og lavere vannføring.

I 2010 falt det 1068 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41480 Åseral, mot normalen på 1726 mm.

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	2006	2007	2008	2009	2010
Kalk doserere	5390*	4813*	7025*	6474*	3828*
Innsjøer	93 (13)***	107 (18)*	106 (18)*	100 (17)*	78
Sum kalkforbruk	5483	4920	7131	6574	3906
Doserer Logåna og Songåna	110**	78**	126**	132**	79**

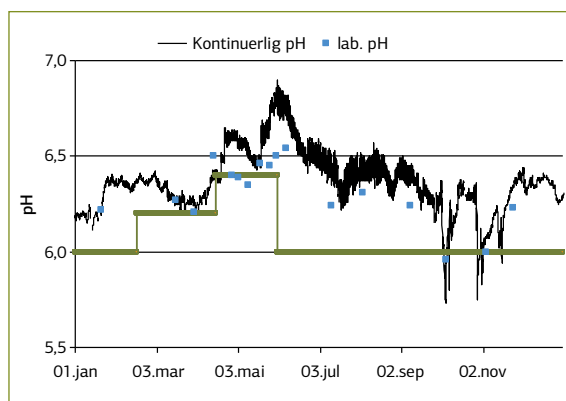
Stjerner angir kalktypene: * NK3, ** Silikatlut, *** SK3



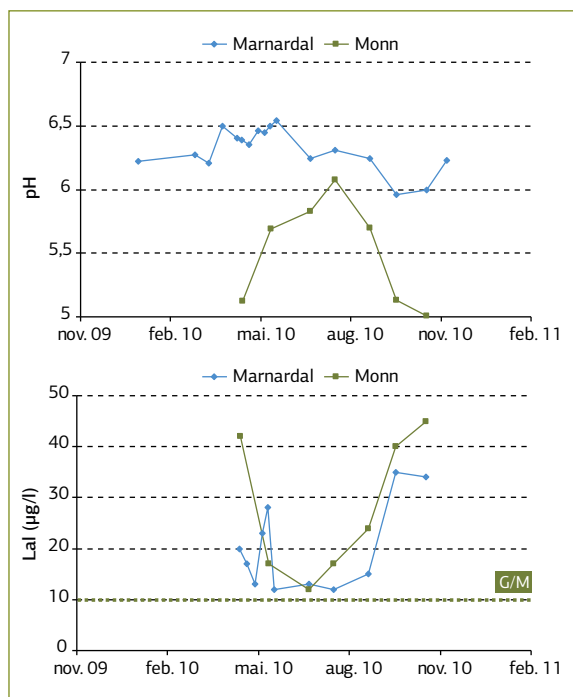
Figur 1. Mandalselva med nedbørfelt.

2 Vannkjemi

Vannkvaliteten i elva ved Marnardal/Kjølemo var stort sett innenfor de gjeldende målsettinger basert på resultater fra automatisk pH-måling (figur 2). Ingen sure episoder ble registrert i tiden med forhøyede pH-mål om våren, men om høsten ble det registrert noen tilfeller med kortvarig og for lav pH i forhold til målene. Konsentrasjonene av giftig aluminium var høy (12-35 $\mu\text{g LAI/l}$). Den høyeste verdien ble målt i oktober (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 2010 har det skjedd en liten økning i pH ved utløp av Kosåna og en noe større økning i Høyåna.



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

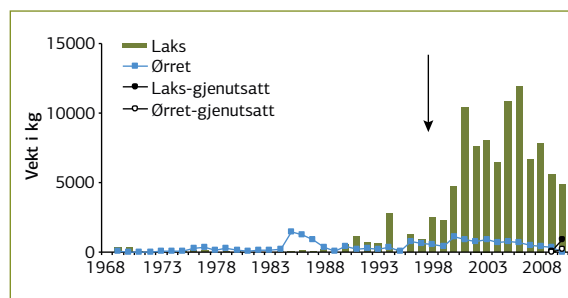


Figur 3. Utvikling av pH og giftig aluminium (LAL) i 2010 i Skjerka (Monn) oppstrøms dosering og ved Marnardal. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

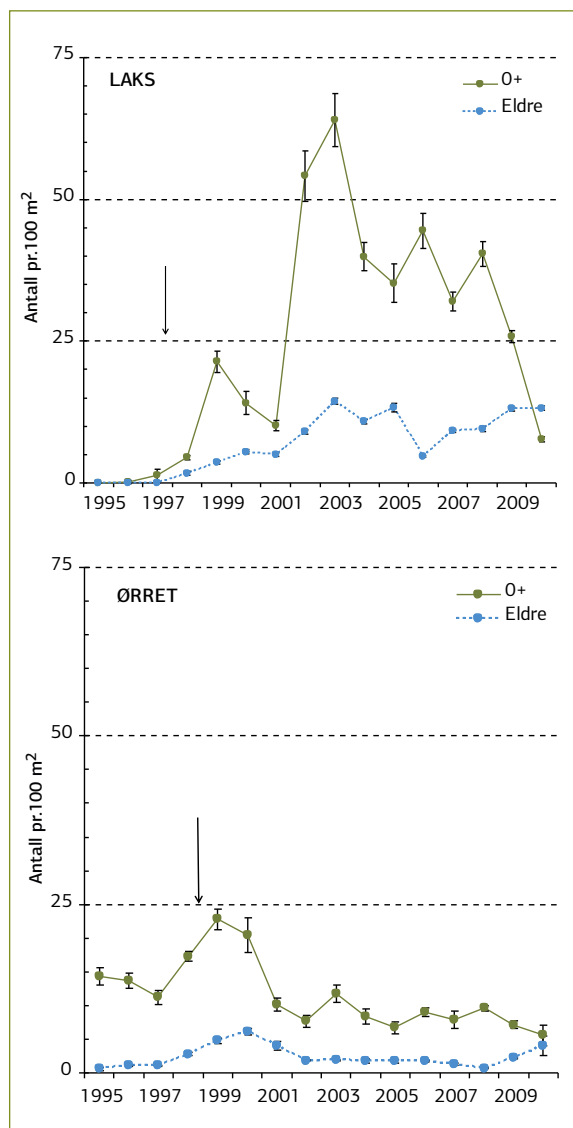
3 Fisk

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 og 2010 karakteriseres som mindre tilfredsstillende og viser en sterk nedadgående trend. Tettheten av eldre laksunger kunne med fordel vært høyere, men det er her en økende tendens i tetthet. Til tross for lave 0+ tettheter i 2009, var tettheten av eldre laksunger blant de høyeste som er beregnet (**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 utsetning 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. Det er nå imidlertid en nedadgående tendens i laksefangsten. Fangstene av sjørørret økte også, men viser en jevnt svak nedadgående trend.



Figur 4. Fangst av laks- og sjørørret i Mandalsvassdraget i perioden 1968-2010. Pil angir start kalking.



Figur 5. Tetthet av laks- og ørretunger i Mandalselva i perioden 1995-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir start kalking.

4 Bunndyr

Det ble ikke gjennomført bunndyrundersøkelser i 2010. Resultater fra 2009 viste at Mandalselva fremdeles bærer preg av å være forsuret. Den kalkete nedre delen av vassdraget viser tydelig bedring i mangfold, utbredelse og mengde av forsuretssensitive 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 forsuret.

5 Vannvegetasjon

Det ble ikke gjennomført vegetasjonsundersøkelser i 2010. Tidligere undersøkelser har vist en jevnt økende forekomst av enkelte forsuretssensitive arter av makrovegetasjon i perioden 1996-2005, noe som kan indikere en begynnende reetablering. Sammensetningen av algesamfunnet i 2009 kan tyde på at det nå skjer en utvikling i begroings-samfunnet som tilsier en forbedring av forsuretstilstanden.

6 Samlet vurdering av kalkingen

Kalkingen av vassdraget må fortsette. Det nye doserananlegget i Høyåna 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 Kjølmo ser det ut som om en har en lykke med kalkingsstrategien også i 2010.

Det bør gjennomføres målinger av gjellealuminium for å vurdere om LAI-konsentrasjonene kan forårsake problemer for fisken.

Audna

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

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 i hovedsak nådd i målområdet, men fortsatt forekommer det perioder med gjennombrudd av surt vann fra sure sideelver (Våråna øverst i vassdraget og Trylandsvassdraget i midtre del) i den kalkede delen av vassdraget. Konsentrasjonen av giftig aluminium er for høy. 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:	Vest-Agder
Kommuner:	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 forurensning.
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 2010

Det ble benyttet kun halvparten så mye kalk i 2010 som året før (tabell 1), noe som skyldes mindre nedbør og lavere vannføring.

I 2010 falt det 1187 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41670 Konsmo-Høyland, mot normalen på 1670 mm. Nedbøren var spesielt høy i oktober.

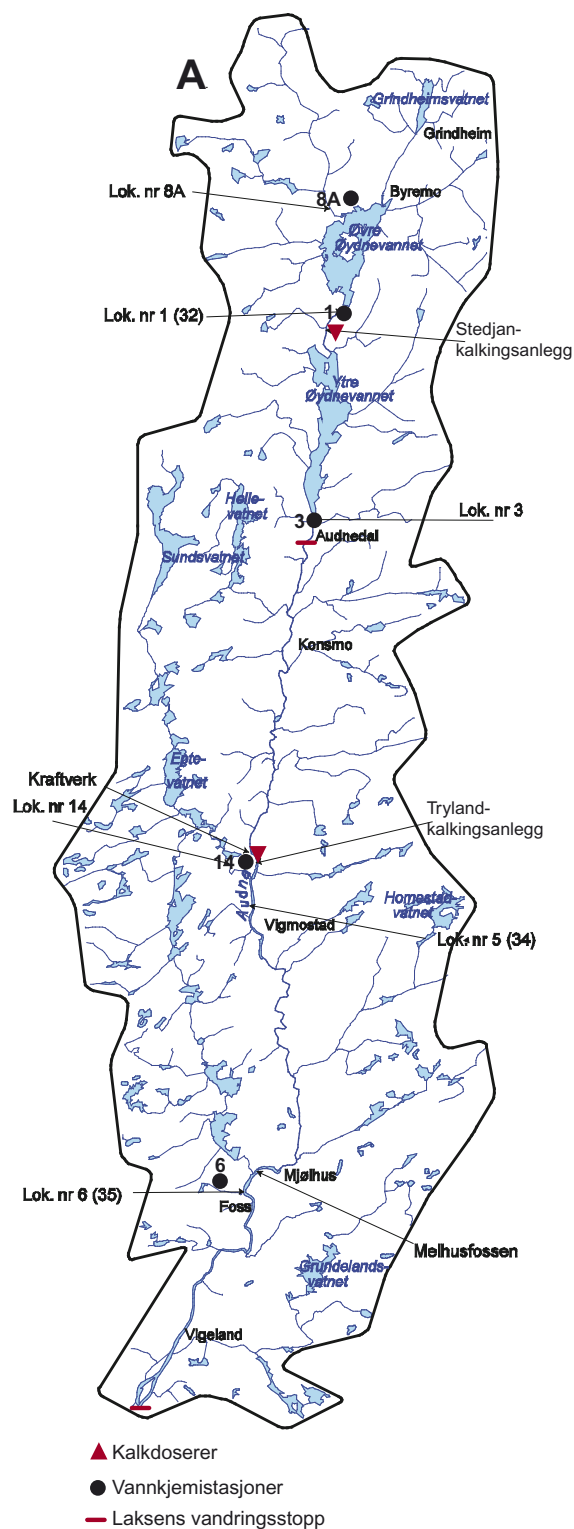
Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Audna i årene 1994 og 2006-2010. Reell tonnasje for ulike typer kalk anvendt, er omregnet til 100 % kalk. Det ble benyttet kalktype NK3 ved dosererne. Tallene i parentes angir antall kalkede innsjøer.

År	1994	2006	2007	2008	2009	2010
Sum kalk doserere	3182	1424	937	1506	1704	896
Sum kalk innsjøer	-	181 (19)	234 (25)	206 (26)	198 (23)	155
Sum kalkforbruk	3182	1606	1170	1711	1902	1051

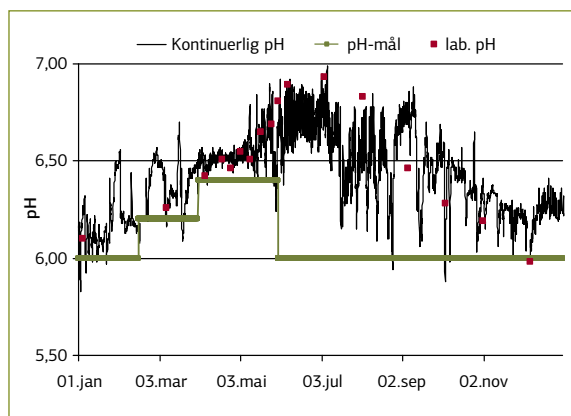
2 Vannkjemi

Den vannkjemiske overvåkingen viser at vannkvaliteten er blitt bedre i de kalkede områdene etter at kalkingen startet i 1985. 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 og pH lå i 2010 over målet (figur 2). Konsentrasjonen av giftig aluminium var imidlertid fortsatt høyere enn 10 µg/l i smoltperioden (figur 3).

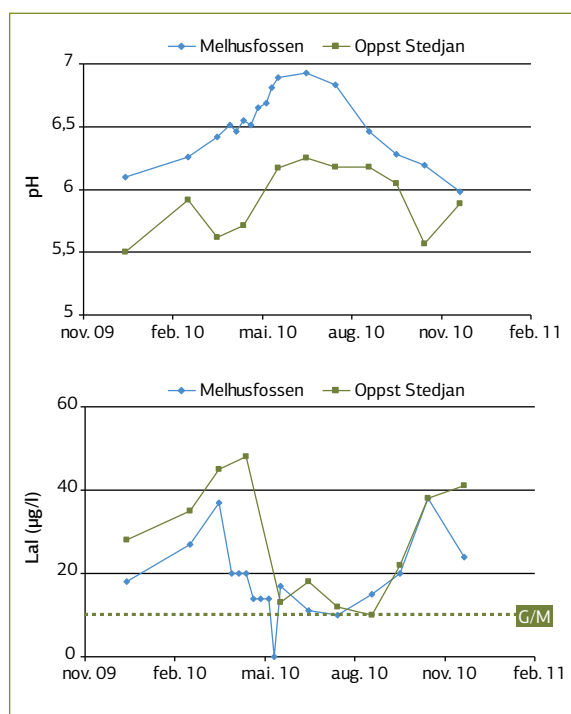
Resultatene fra de ukalkede delene av vassdraget viser at det fremdeles er nødvendig med kontinuerlig kalking av Audna. I perioden 1994 til 2010 har det vært en svak bedring av vannkvaliteten i de ukalkede delene av vassdraget, noe som trolig skyldes redusert forsuring. Stedvis utlagt skjellsand kan også ha hatt en viss betydning.



Figur 1. Audna med nedbørfelt.



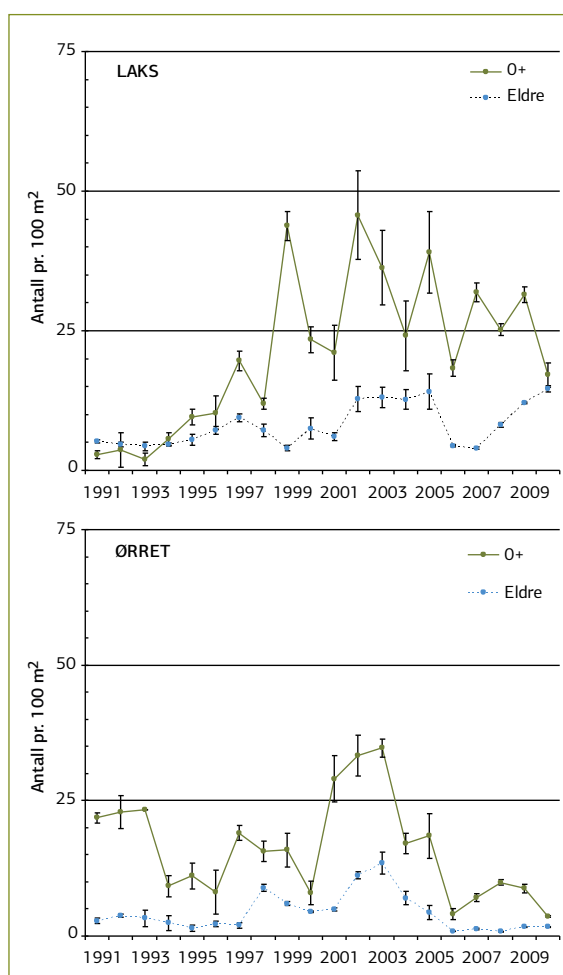
Figur 2. Data fra automatisk pH-overvåking i målområdet ved Melhusfossen.



Figur 3. Utvikling av pH og giftig aluminium i 2010 ved referansestasjon (Stedjan) og kalket stasjon i Audna. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

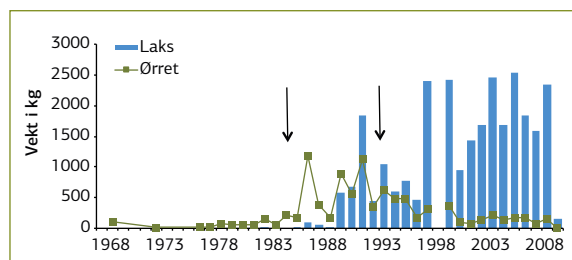
3 Fisk

For laks har kalkingen av Audna gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og generelt sett økte fangster. Laksefisket i elva har blitt langt bedre og stabilisert seg på fangster på rundt 2 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 (figur 5). Fangsten i 2010 var svært lav, noe som skyldes svært lite vann i elva det meste av fiskesesongen. Det har også vært en kortere fiskesesong og mindre kvoter. Tettheten av 0+ laksunger karakteriseres generelt sett som tilfredsstillende, men lav i 2010 trolig som følge av at 0+ var vanskeligere å fange grunnet lav vanntemperatur, eller storflom forut for undersøkelsen. Utviklingen i tetthet av eldre laksunger



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

er positiv og tettheten i 2010 var den høyeste som er beregnet (figur 4). Sjørretbestanden er liten og fangstene er kraftig redusert. Det kan tyde på at den økte ungfiskproduksjonen av laks har hatt en uheldig virkning på ørretbestanden.



Figur 5. Fangst av laks- og sjørret i Audna i perioden 1968 til 2010. Det er ikke oppgitt fangster i 1999. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

4 Bunndyr

Det ble ikke gjennomført bunndyrundersøkelser i 2010, men resultater fra 2009 viste at bunndyrforholdene i den kalkete delen av Audna er blitt bedre etter at kalkingen startet i 1985, men det er indikasjoner på at vannkvaliteten er blitt noe dårligere både i kalket og ukalket del etter 2004.

5 Vannvegetasjon

Det ble ikke gjennomført vegetasjonsundersøkelser i 2010. Det ble i 2009 registrert en liten økning i surhetstolerante og svakt forsuringsfølsomme makrovegetasjonssamfunn i forhold til tidligere undersøkelser. Algesammensetningen kan tyde på at det har skjedd en forbedring i tilstanden fra 2007, men det ble funnet relative få arter og individer.

6 Samlet vurdering av kalkingen

Kalkingen må fortsette. Kalkingen synes å forbedre vannkvaliteten og anbefales videreført. Fortsatt forekommer imidlertid perioder med gjennombrudd av surt vann i den kalkede delen av vassdraget, noe som 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.

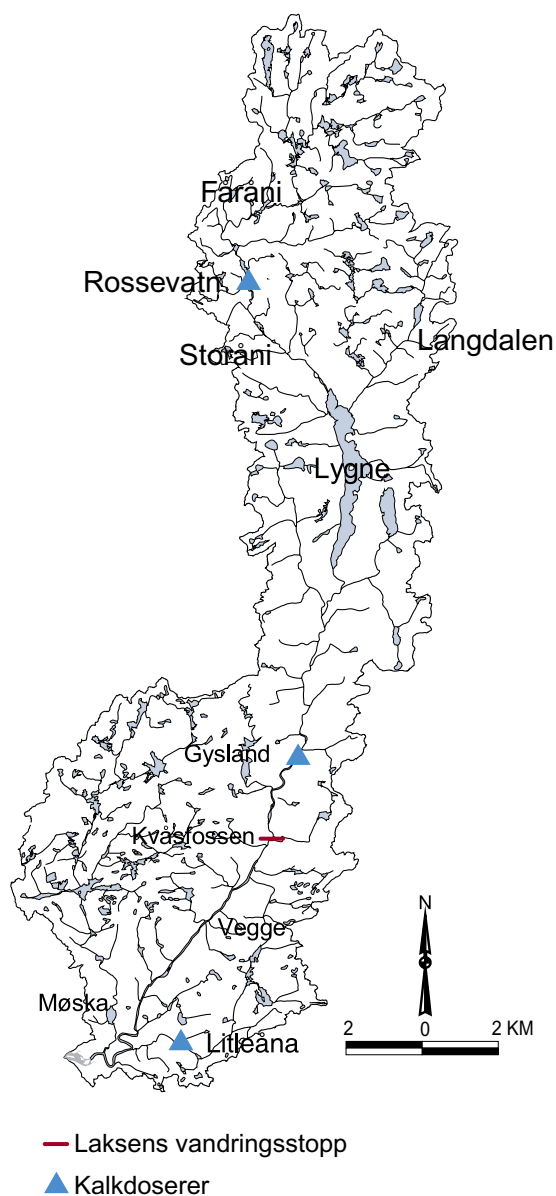
Det bør gjennomføres målinger av gjellealuminium for å vurdere om LAI-konsentrasjonene kan forårsake problemer for fisken.

Lygnavassdraget

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

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 kun 6 % 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 2010 registrert flere episoder med for lav pH i forhold til målet enn året før og konsentrasjonen av giftig aluminium er for høy. 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 et al. (1989)
Biologisk mål:	1) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet til at aure kan leve i Lygne og kalkede innsjøer i nærområdet. 2) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsureningsfølsomme 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, men dette ble ikke gjort i 2010.



Figur 1. Lygnavassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Det ble benyttet betydelig mindre kalk til dosering i 2010 enn året før (tabell 1), noe som skyldes mindre nedbør og lavere vannføring.

I 2010 falt det 1068 mm nedbør på meteorologisk stasjon 41480 Åseral, mot normalen på 1726 mm. Nedbøren var lav vinter og vår.

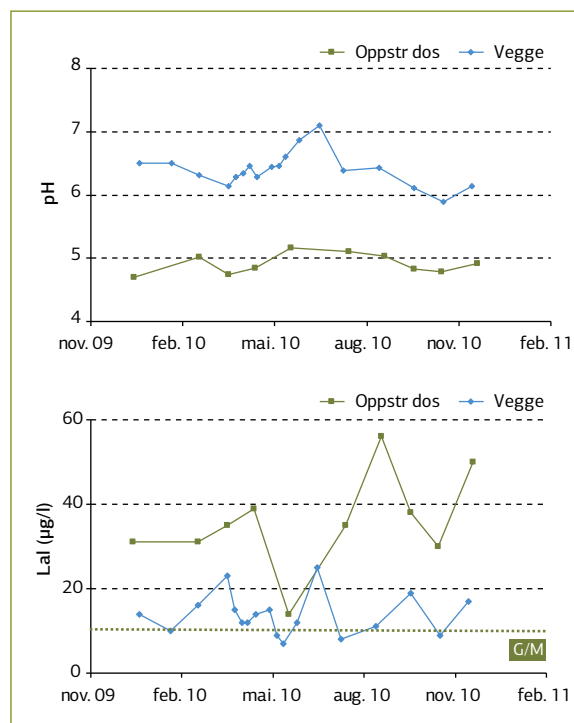
Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Lygnavassdraget i perioden 2006-2010. Reell tonnasje for ulike typer kalk anvendt, er omregnet til 100 % kalk. Tallene i parentes viser antall innsjøer.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserere	3013	1987	2914	2239	982
Innsjøer	60 (7)	51 (7)	40 (7)	40 (6)	26
Sum kalkforbruk	3073	2037	2954	2279	918
Doserer i Litleåna (grovdolomitt)		95	96	96	0

2 Vannkjemi

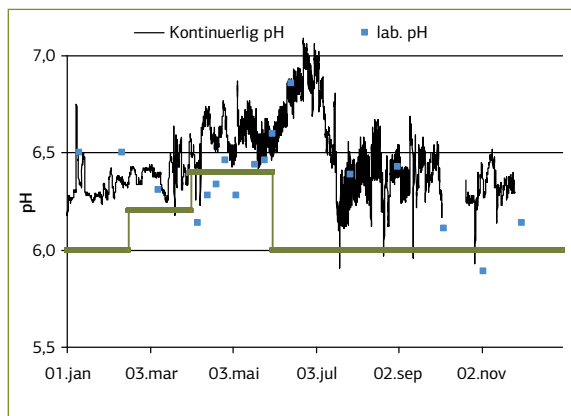
Det har vært stabile og relativt lave middelkonentrasjoner av giftig aluminium (LAI) i utløpet av Lygne over flere år, men i vårprøvene fra 2004, 2006 og 2008 var det registrert maksimalverdier opp mot 44 µg/L. I 2010 var maksimalverdi av LAI 56 µg/L (figur 2). Dette er nivåer som kan være giftige for innlandsfisk.

I den ukalkede delen av vassdraget er vannkvaliteten blitt bedre de siste tre årene. Det er ikke skjedd noen



Figur 2. Utvikling av pH og giftig aluminium (LAI) i 2010 i Lygna oppstrøms kalkdosering og ved Vegge. G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

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 doseringene i 2010 enn 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.

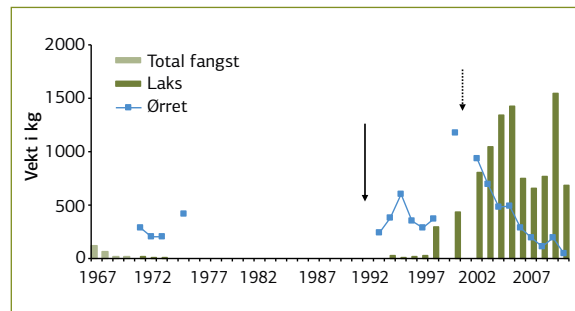


Figur 3. Data fra automatisk pH-overvåking i lakseførende del av Lygna ved Vegge (kalket).

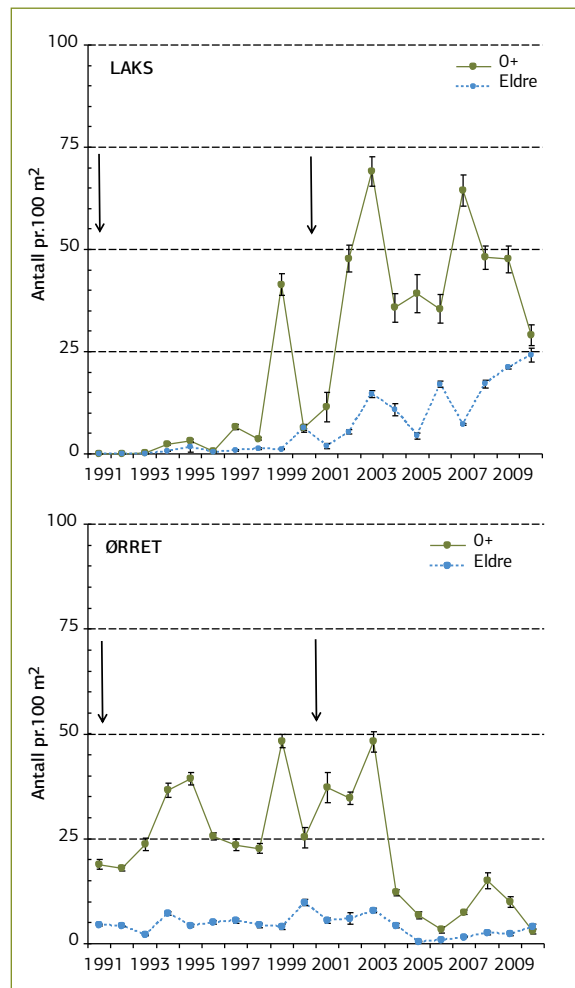
3 Fisk

For laks har kalkingen av Lygna generelt sett gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster (figur 4). Laksefisket i elva er blitt bedre. Fra 2006 til 2008 var det en nedadgående trend i fangstene. I 2009 kom imidlertid de hittil høyeste fangstene av laks; 1 546 kg. Fangsten i 2010 var igjen lav. Imidlertid skyldes det svært lite vann det meste av fiskesesongen. Det har også vært en kortere fiskesesong og mindre kvoter. Reetableringen har også tatt noe lenger tid enn forventet, da det gikk nærmere ti år etter første kalking, dvs. først etter etableringen av doserer ved Gysland, før det ble registrert signifikante økninger i fangst og tetthet av ungfisk. Tettheten av 0+ laksunger må generelt sett karakteriseres som tilfredsstillende, men lav i 2010 trolig som følge av at 0+ var vanskeligere å fange grunnet lav vanntemperatur, eller storflom forut for undersøkelsen. Tettheten av eldre laksunger er økende, og tettheten i 2010 var den høyeste som er beregnet (figur 5). Sjørretbestanden er liten og fangstene er redusert etter kalking. Fram til 2002

dominerte sjørret fangsten av anadrom fisk, men utgjør nå (2010) bare ca. 6 %.



Figur 4. Fangst av laks- og sjørret i Lygna i perioden 1967-2010. 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 1991-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

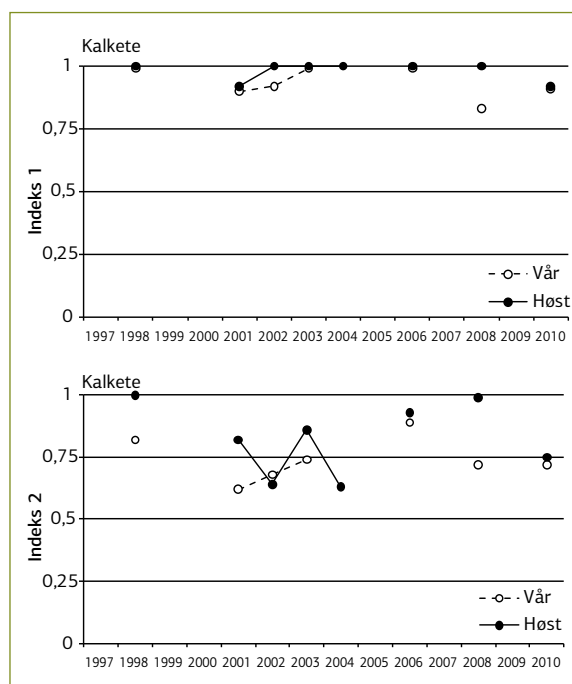
4 Bunndyr

Det er en klar positiv effekt av kalking på bunndyr. Kalkete lokaliteter eller lokaliteter påvirket av ovenforliggende kalkede innsjøer har flere arter og grupper og verdien for Forsuringsindeks 1 var 1 (figur 6). Et unntak var stasjonen i Storåni nedstrøms kalkdoserer hvor Indeks 1-verdien var 0,5. Forsuringsindeks 2 viste fortsatt surhetspåvirkning på en del av de kalkete lokalitetene, da verdiene lå mellom 0,5 og 1,0.

I 2008 var det en klar forbedring på alle kalkete lokaliteter om høsten sett i forhold til både 2004 og 2006. I 2010 var det ikke store endringer fra 2008 på de kalkete lokalitetene:

Forholdene i Lygna like nedstrøms Lygne var bedret, mens Storåni nedstrøms kalkdoserer var forverret om høsten. Lave Indeks 2-verdier på enkelte lokaliteter om våren og en lavere gjennomsnittsverdi for vassdraget totalt sett viser noe labile forhold gjennom vinteren.

De ukalkete referanselokalitetene har lavere indeksverdier, enten 0 eller 0,5. Dette viser at disse stasjonene er enten sterkt eller moderat forsuringspåvirket.



Figur 6. Gjennomsnittsverdier for forsuringsindeks 1 og 2 i Lygna ulike år fra 1998 til 2010.

5 Vannvegetasjon

Det ble ikke gjennomført vegetasjonsundersøkelser i 2010. Resultatene fra 2009 viste at 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. Mindre mengder og færre arter av forsurestolerante blågrønnalger i 2009 enn tidligere antyder at forholdene kan være i ferd med å forbedre seg.

6 Samlet vurdering av kalkingen

Det foreslås at man vurderer å øke doseringen ved Rossevatn. Bufferkapasiteten i Lygne 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. Det ble i 2010 ikke dosert silikat i den nye doseren ved Litlåna. Slik dosering vil øke sidevassdragenes verdi som gyte- og oppvekstområder for laks og sjørret og samtidig redusere faren for giftige aluminiumsblandsoner i elva. Det bør gjennomføres målinger av gjellealuminium for å vurdere om konsentrasjonene av giftig aluminium (LAI) kan forårsake problemer for fisken.



Lygna.

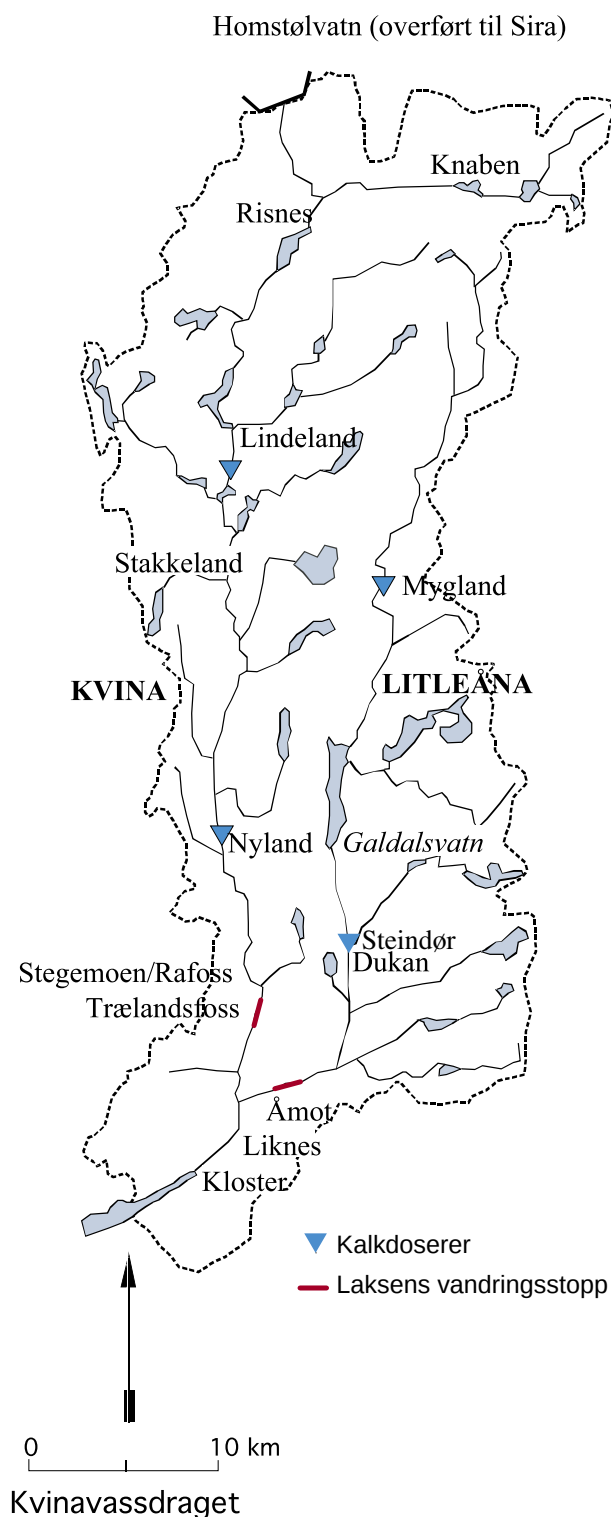
Foto: S. J. Saltveit.

Kvinavassdraget

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

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 2010 mangelfull effekt av kalkingsvirksomheten i lakseførende strekning av elva, men noe bedring i forhold til tidligere år. Det var imidlertid lange perioder med for lav pH i forhold til de mål som var satt, også i smoltperioden. Konsentrasjonen av giftig aluminium var også for høy. Forbedringen av vannkvaliteten i Kloster skyldes sannsynligvis etableringen av det nye kalkdoseringsanlegget i Litlåna (Steindør).

FAKTA OM KVINA	
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 (Lindeland, Mygland), 2000 (Nyland), Steindør (2009)
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. Vannkvaliteten var for dårlig til at laks og sjøaure kunne leve og reproducere 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 forsuringsfølsomme vann- organismer
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15.02-31.03: pH 6,2, 01.04- 31.05: pH 6,4, 01.06-14.02: pH 6,0 Oppstrøms Nyland: pH 5.7
Kalkingsstrategi:	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 2010

Det ble i 2010 benyttet om lag halvparten så mye kalk totalt som året før (**tabell 1**), noe som skyldes mindre nedbør og lavere vannføring.

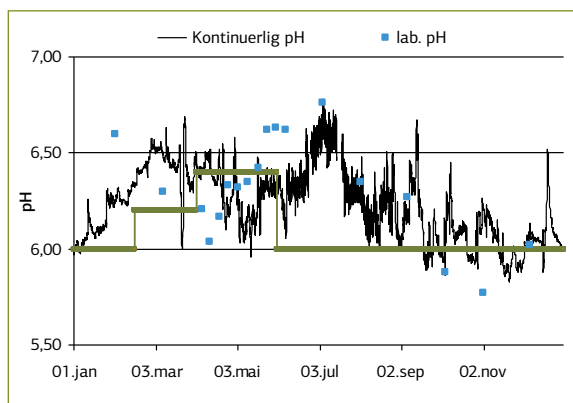
I 2010 falt det 1227 mm nedbør på meteorologisk stasjon 42520 Risnes. Normalen er 1802 mm. Nedbøren var meget høy i oktober og meget lav om våren.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Kvina i perioden 2006-2010. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100% kalk. Tallene i parentes viser antall innsjøer.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserere	3011	2442	2658	2577	1256
Innsjøer	81 (7)	84 (7)	79 (7)	76 (6)	60
Sum kalkforbruk	3092	2525	2737	2653	1316

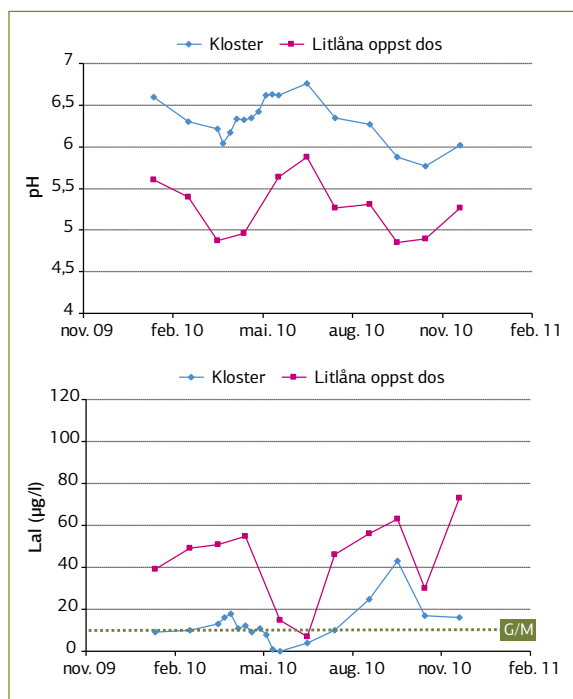
2 Vannkjemi

Vannkvaliteten i kalkede deler av vassdraget var ikke tilfredsstillende. Vannet var for surt og hadde for høy konsentrasjon av giftig aluminium (LAI). 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 2010 mangelfull effekt av kalkingsvirksomheten i lakseførende strekning av elva (**figur 2**). Det var lange perioder med for lav pH i forhold til de mål som var satt, også i smoltperioden. De målte verdiene for pH på stasjonen Kloster var imidlertid litt høyere enn året før, mens verdier for giftig aluminium var like høye som i 2009. Konsentrasjonen av giftig aluminium lå mellom 0 og 20 µg/l i smoltperioden (**figur 3**).



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

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 lå pH-verdiene i intervallet 5,6 - 7,1 (figur 3). Det ser ut som om den nye dosereren nederst i Litlåna har økt pH i elva.

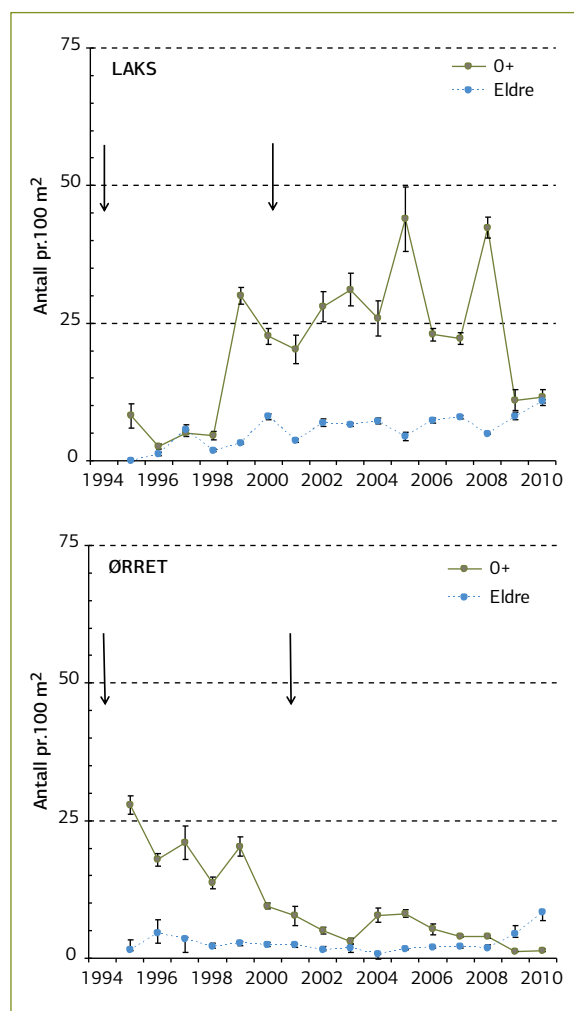


Figur 3. Utvikling av pH og giftig aluminium (LAI) i 2010 i Litlåna oppstrøms dosering og i målområdet (Kloster). G/M: Grenseverdi god/moderat tilstand iht EUs vannrammedirektiv.

3 Fisk

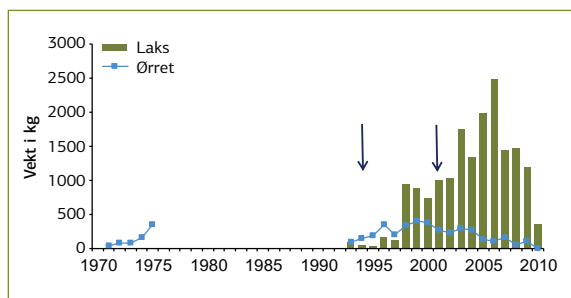
For laks har kalkingen i Kvina gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon (figur 4) og økte fangster (figur 5). Laksefisket i elva er i stadig bedring, mens det for ørret synes å være en kraftig nedadgående trend både i størrelsen på ungfiskbestanden og avkastningen av voksen fisk. Unntaket er 2010, som var et år med spesielt lav vannføring i fiskesesongen. 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. Tetthet av laks- og ørretunger på lakseførende strekning i Kvina i perioden 1995-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Piler angir tidspunkt for start kalking.

Årsaken til lav tetthet av 0+ i 2010 er imidlertid ikke dårlig vannkvalitet. Tettheten av eldre laks- unger var imidlertid den høyeste som er beregnet. Reguleringen av elva skaper også et problem. En bedre måloppnåelse av kalking i form av økt smolt- produksjon kan derfor best oppnås gjennom biotop- justering og endret vannføring.



Figur 5. Fangst av laks- og sjørret i Kvina i perioden 1970-2010. Piler angir tidspunkt for start av kalking.

4 Bunndyr

Det ble ikke gjennomført bunndyrundersøkelser i 2010. Resultater fra 2009 viste at kalkingen av Kvina har en positiv effekt på bunndyrsamfunnene og derved vannkvaliteten. Den ukalkete delen av vassdraget viser imidlertid tydelige tegn på for- suringskader, fravær av sensitive arter og svært lave verdier for forsuringsindeksene. Dette er klare indikasjoner på at god vannkvalitet kun kan opp- rettholdes gjennom fortsatt kalking.

5 Vannvegetasjon

Det ble ikke gjennomført vegetasjonsundersøkelser i 2010. Resultatene fra 2009 viste at det hadde skjedd liten endring i algesamfunnene siden 2007. De øverste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag med innslag av for- suringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringsintolerante arter.



Kvina før samløp med Litleåna.

Foto: S. J. Saltveit

6 Samlet vurdering av kalkingen

Det er gode resultater av kalkingen og forbedringen av vannkvaliteten ved Kloster skyldes sannsynligvis etableringen av det nye kalkdoseringsanlegget i Litleåna. Kalkingen av vassdraget må fortsette. Man må imidlertid forsøke å styre dosererne bedre.

Tiltak for å optimalisere driften ved Nyland- og Lindelandanleggene er gitt i årsrapport for drifts- kontrollen i vassdraget

Det bør gjennomføres målinger av gjellealuminium for å vurdere om LAI-konsentrasjonene kan forårsake problemer for fisken.

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. Vannkvaliteten i nedre del av vassdraget er i 2010 tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet. I to av sidegreinene er imidlertid vannkvaliteten mindre tilfredsstillende. 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 forsuringsfølsomme 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



Artsmangfoldet av bunndyr i Sokndalselva er stigende.

Foto: S. J. Saltveit



Figur 1. Sokndalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

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

I 2010 falt det 1176 mm nedbør på meteorologisk stasjon 4336 Egersund, mot normalen på 1491 mm. Det var spesielt lite nedbør i januar og februar dette året.

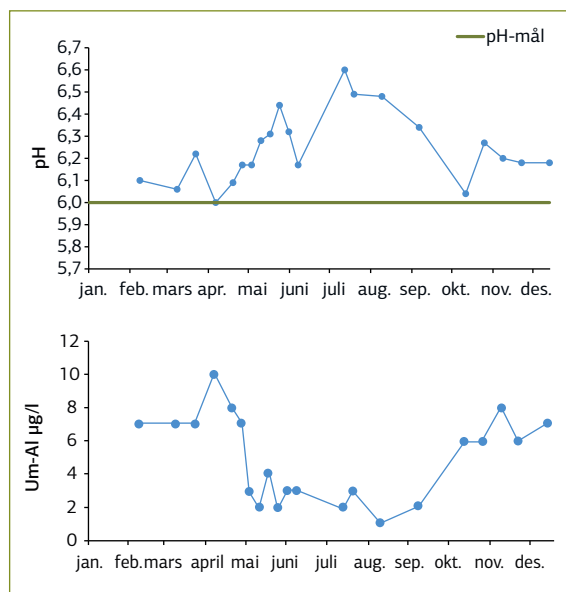
Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Sokndalsvassdraget årene 2006-2010. Det ble benyttet kalktype VK3 (biokalk). Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

År	2006	2007	2008	2009	2010
Innsjøer	871	673	673	747	715
Bekker	-	-	-	-	-
Sum kalkforbruk	871	673	673	747	715

2 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.

I hovedelva v/Haneberg var vannkvaliteten i 2010 tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget (figur 2). I Barstadvassdraget/Rosslandsåna og Steinsvassdraget var imidlertid vannkvaliteten i perioder mindre tilfredsstillende. Konsentrasjonene av giftig aluminium (Um-Al) ved Haneberg var generelt lavt (figur 2).

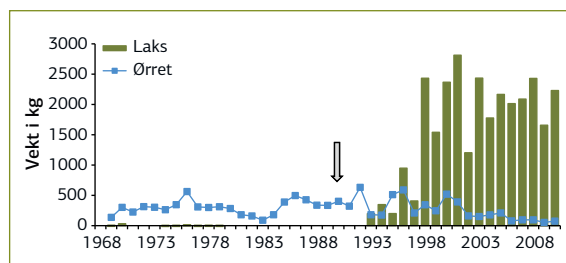


Figur 2. Vannkvaliteten på lakseførende strekning (målområdet) i Sokndalselva i 2010: pH i forhold til pH-målet (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur) ved Haneberg.

3 Fisk

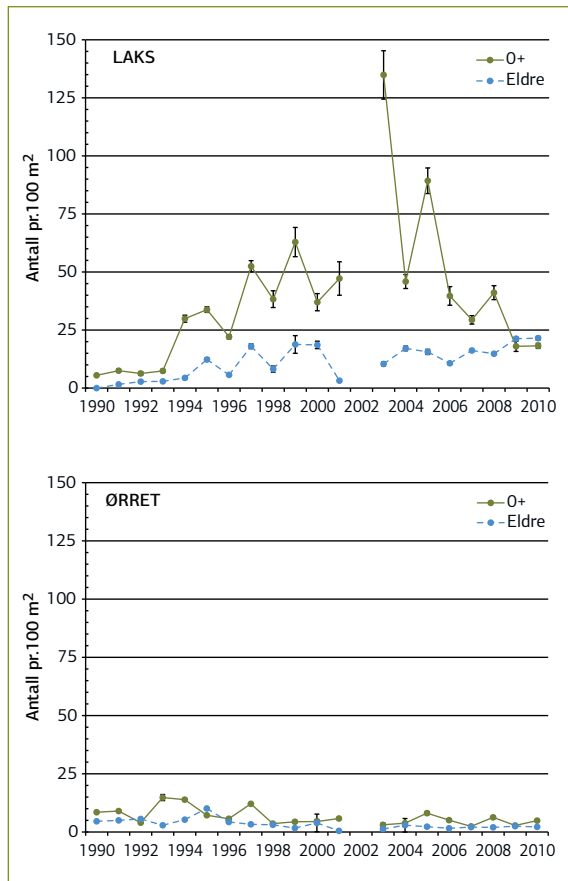
For laks har kalkingen av Sokndalselva gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Fangstene synes å ha stabilisert seg rundt to tonn (figur 3). For ørret er fangstene nedadgående. Tettheten av ørret viser også en negativ utvikling. Samlet fangst av laks og sjørøret er betydelig, og har på 1900-tallet aldri vært over 500 kg før i 1992.

Tettheten av 0+ laks må karakteriseres som svært lav i de to siste årene (Figur 4), men synes å være tilstrekkelig til å opprettholde en tilfredsstillende



Figur 3. Fangst av laks- og sjørøret i Sokndalselva i perioden 1968 – 2010.

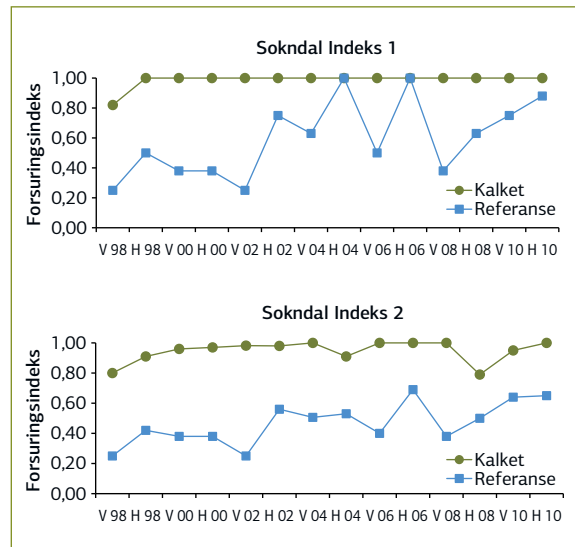
tetthet av eldre laksunger. Selv om tettheten av 0+ i 2009 var svært lav har tettheten av eldre laksunger ikke vært høyere enn det den var i 2010. Samlet sett må tettheten av eldre laksunger betraktes som stabil, noe som tyder på at elvas bæreevne for denne kategorien fisk er nådd.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m² elfisket elveareal) i Sokndalselva i perioden 1990 - 2010. 0+ og Eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

4 Bunndyr

Forholdene i den kalkete delen av vassdraget er stort sett tilfredsstillende, men det ble registrert skader i de ukalkete delene av vassdraget både vår og høst i 2010 (**figur 5**). Ferskvannssneglen vanlig damsnegl (*Radix balthica*), som første gang ble registrert i 2006, ble også påvist i 2010. Selv om artsmangfoldet av bunndyr i Sokndalsvassdraget er stigende, har vassdraget et stort potensial for økt biologisk mangfold.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsøringsindeks (indeks 2) for stasjonene i Sokndalsvassdraget i perioden 1998-2010. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forsøringsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

5 Samlet vurdering av kalkingen

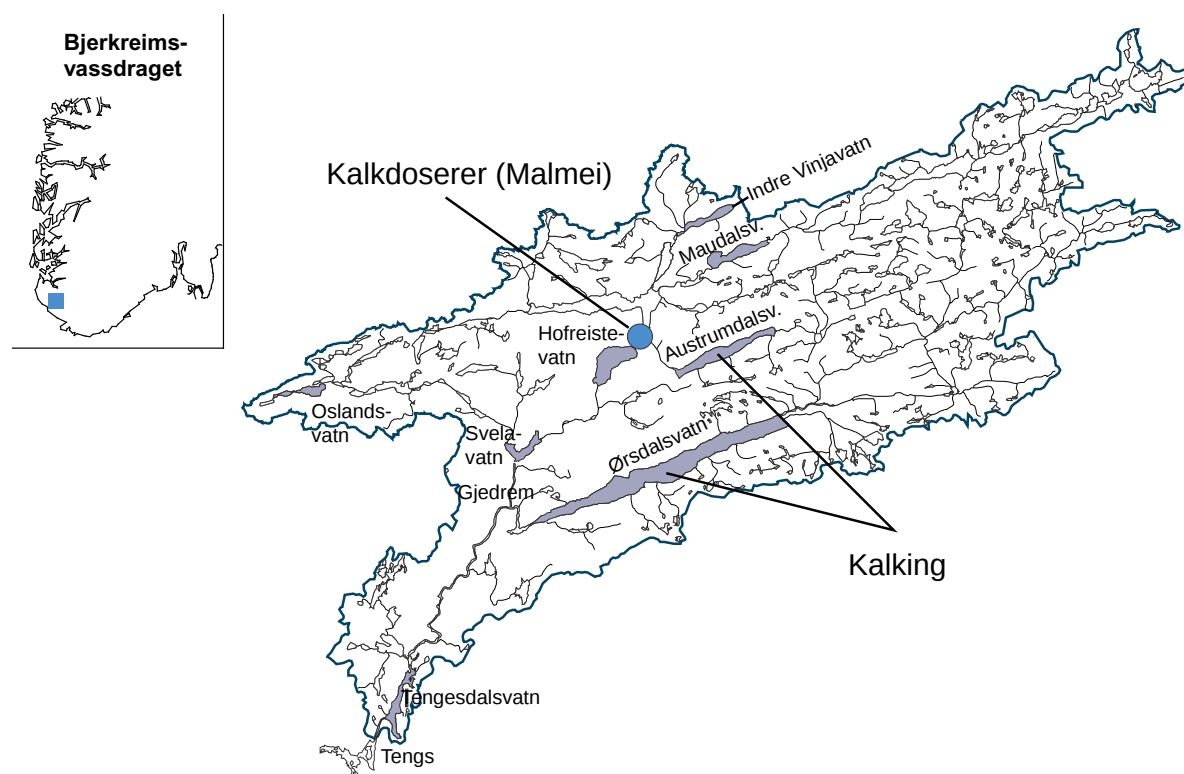
Dagens kalkingsstrategi gir en vannkvalitet i Sokndalselva som stort sett anses å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk og invertebrater skal kunne leve og reproducere i elva. For laksen har kalkingen i Sokndalselva hatt en positiv effekt i form av økt produksjon og økte fangster. Også bunndyrfaunaen har hatt en positiv utvikling med økende biologisk mangfold i kalkete deler av vassdraget. I 2008 og 2009 var vannkvaliteten i nedre del av vassdraget mer marginal og ustabil, men med en bedring i 2010. Dette kan ha sammenheng med mindre nedbør og dermed lavere vannføring i 2010 i forhold til de to foregående årene. Reduksjonen i kalkingsinnsatsen de siste årene har sannsynligvis vært større enn det de vannkemiske forbedringene gir grunnlag for. Videre reduksjoner i kalkdosene bør ikke gjennomføres uten en mer omfattende overvåking, spesielt mht innholdet av giftig aluminium om våren.

Bjerkreimsvassdraget

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

Kalkingen i Bjerkreimsvassdraget startet i 1996. For laks har kalkingen av Bjerkreimselva gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Samlet fangst av anadrom fisk er betydelig og langt høyere enn på 1900-tallet. Laks er helt dominerende i fangstene, og for ørret er det en nedadgående trend i fangststatistikken. Kalkingen har ført til en økning av det biologiske mangfoldet i vassdraget, men fremdeles er bunndyr- og krepsdyrsamfunnene sårbare. Vannkvaliteten er bedret som følge av kalkingstiltaket, og de totale, årlige kalkmengdene er redusert i takt med redusert forurensning. Det ble ikke registrert noen alvorlige pH-dropp eller sterke sjøsaltepisoder i vassdraget i 2010.

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.



Kalkdosereren på Malmei i Bjerkreimsvassdraget.

Foto: A. Fjellheim

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

I Bjerkreimsvassdraget er det en kombinasjon av innsjøkalking og kontinuerlig kalkdosering fra ett doseringsanlegg på Malmei. Antallet mindre innsjøer som kalkes, har økt fra 15 til 21-22 innsjøer i løpet av siste femårsperiode. Kalkforbruket de siste fem årene har variert mellom 1374 og 1608 tonn omregnet til 100 % kalk (**tabell 1**).

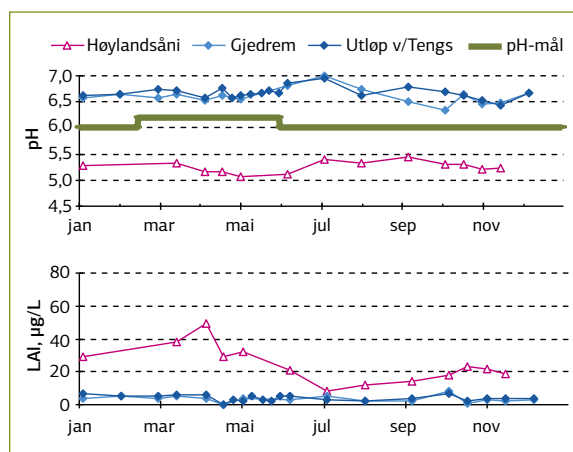
Tabell 1. Kalkforbruk i Bjerkreimsvassdraget i perioden 2006-2010 omregnet til tonn CaCO_3 (100 % kalk). Det er benyttet kalkslurry (Biokalk) i de mindre innsjøene og kalktypen VK3 i dosereren og i Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Innsjøkalking	1492	1310	1310	1325	1341
Dosererkalking	116	64	133	110	156
Sum kalkforbruk i tonn	1608	1374	1443	1435	1497

Det falt 1696 mm nedbør på meteorologisk stasjon 44480 Søyland i 2010, mens normalen er 2127 mm.

2 Vannkjemi

Stikkprøvene som ble tatt i Bjerkreimsvassdraget i 2010, avdekket ingen alvorlige pH-fall eller sterke sjøsaltepisoder. Det ble tatt noen færre prøver på enkelte stasjoner dette året pga vinterlige forhold med snø/frost. Vannkvaliteten på referansestasjonen Høylandsåni er sterkt påvirket av forsurening. I 2010 var vannkvaliteten på denne stasjonen noe bedre enn foregående år, men det ble også tatt færre prøver. pH-verdiene var i området 5,1–5,45 og labilt aluminium (LAL) var $\leq 49 \mu\text{g/L}$ dette året (figur 2). For de to store innsjøene Austrumdalsvatn og Ørdsalsvatn viste stikkprøvene 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 på samme måte som året før (figur 2, øverst). Og som forventet på disse stasjonene, var innhold av giftig, labilt aluminium (LAI) lavt i 2010, $\leq 8 \mu\text{g/L}$ LAI (figur 2, nederst). I følge Klassifiseringsveilederen for miljøkvalitet i vann (www.vannportalen.no), er grenseverdien mellom god og moderat økologisk tilstand for denne vanntypen $10 \mu\text{g/L}$ LAI for laks.

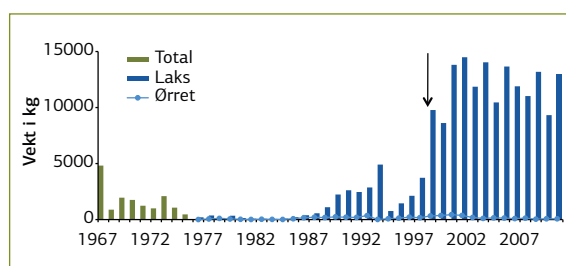


Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2010 ved Høylandsåni (referansestasjon) og to stasjoner på lakseførende strekning i nedre del av elva, vist i forhold til pH-målet. Nederst: Verdier for giftig aluminium (LAI) i 2010 for de samme tre stasjonene.

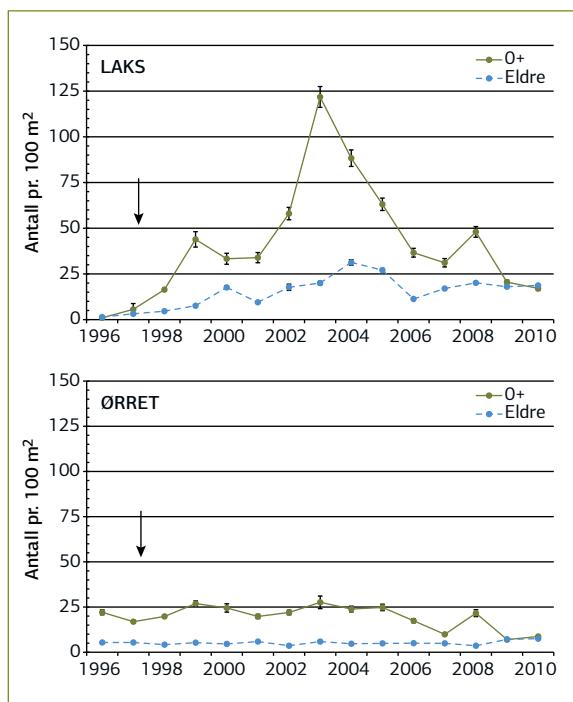
3 Fisk

Nær hele den lakseførende strekningen i Bjerkreimsvassdraget er kalket. Samlet fangst av anadrom fisk er betydelig, og laksefangstene har økt markant etter kalkingen (figur 3). Fangstene av ørret viser derimot en nedadgående trend. I 2010 var fangstutbyttet nesten 13 tonn laks og kun 48 kg ørret.

Tettheten av eldre laksunger karakteriseres som tilfredsstillende og stabilt høy (figur 4). Både i 2009 og i 2010 var tettheten av årsunger (0+) lav, noe som sannsynligvis ikke skyldes dårlig vannkvalitet. Til tross for svært få årsunger i 2009, var tettheten av eldre laksunger tilfredsstillende i 2010. Tettheten av eldre ørretunger var på samme nivå i 2009 og 2010, noe som er en fordobling i forhold til 2008 (figur 4).



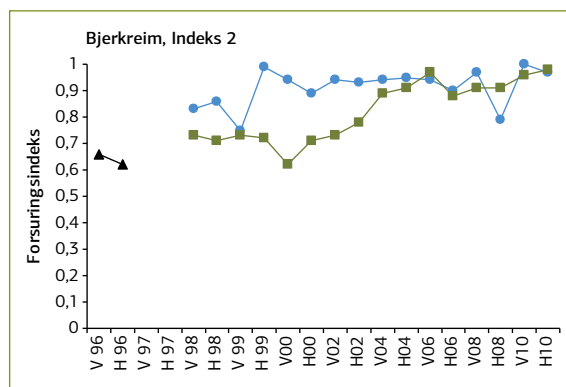
Figur 3. Fangst av avlivet laks- og sjørøtt i Bjerkreimsvassdraget i perioden 1967–2010. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk pr. 100 m²) i Bjerkreimselva i perioden 1996-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

4 Bunndyr

Det har vært en økning av det biologiske artsmangfoldet mht bunndyr i Bjerkreimsvassdraget i de årene kalkingen har pågått. I den kalkete delen av hovedelva var bunndyrs sammensetningen tilfredsstillende i 2010. Dette året ble det registrert mange sterkt forurengingssensitive bunndyrarter, spesielt blant gruppene døgnfluer, snegl og igler. Den positive utviklingen innebærer også at de mest sensitive bunndyrene utsettes for mindre subletalt stress. Forsuringsindeks 2 har vært stabilt god de senere årene på den kalkete strekningen med unntak av høsten 2008 (**figur 5**). Det har også vært en forbedring på referanstasjonene i vassdraget mht forurengingssensitive bunndyrarter gjennom overvåkingsperioden. Noe av forbedringen her kan imidlertid skyldes at noen av referanselokalitetene er naturlig uforurede lokaliteter.



Figur 5. Gjennomsnittlig forurengingsindeks (indeks 2) for stasjonene i Bjerkreimsvassdraget i perioden 1996-2010. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forurengingsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

5 Samlet vurdering av kalkingen

Kalkingen i dette vassdraget har bedret forholdene betraktelig for laks og bidratt til en økning av det biologiske mangfoldet, her dokumentert ved en positiv utvikling for bunndyrfaunaen i rennende vann. Men dessverre viser bestanden av sjøørreten en negativ trend.

Kalkingsbehovet er gått ned i senere år i takt med den naturlige vannkvalitetsforbedringen i vassdraget, men det er fortsatt viktig at kalkingsanlegget på Malmei holdes operativt på dagens nivå fordi store deler av Bjerkreimsvassdraget fortsatt er betydelig forurenet og dessuten utsatt for sjøsalt-episoder. Vannkvaliteten i hovedinnløpet til Ørdsalsvatn er bedret i senere år pga økt innsjøkalking oppstrøms. Dette vil på sikt føre til redusert kalkbehov i selve Ørdsalsvatn.

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 2010 var vannkvaliteten tilfredsstillende med unntak av en periode på våren. Ukalkete deler av vassdraget er fremdeles svært sur. 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 fra slutten 1990-tallet har det vært en nedadgående trend i fangstene, mens fangsten etter 2007 viser et visst oppsving. Laksebestanden i Ogna er sannsynligvis begrenset av andre forhold i tillegg til forsuring. Undersøkelser av bunndyr viser en klar bedring både i ukalkete og kalkete deler av vassdraget.

FAKTA OM OGNA	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	027.6Z
UTM, utløp:	313200-6490700 (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



Ogna er blant de beste laksevassdragene på Jæren.

Foto: S. J. Saltveit



Figur 1. Ognafjella med nedbørfelt.

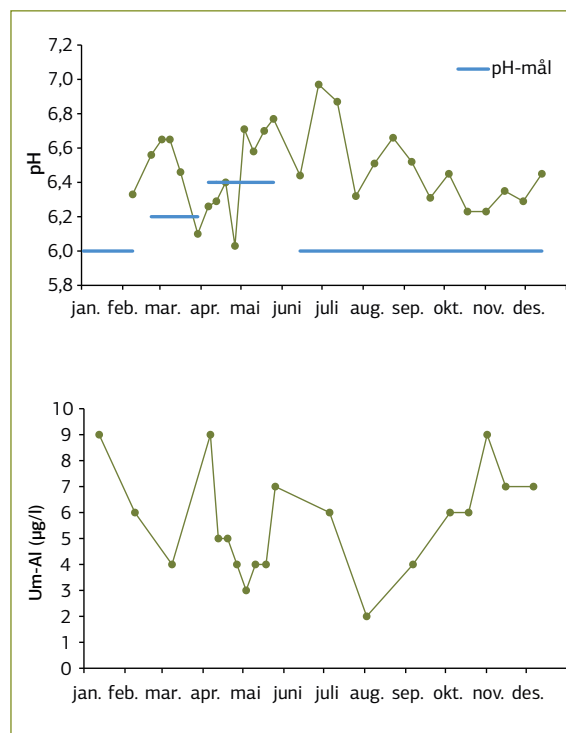
1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Kalkforbruket i Ognå i 2010 er det laveste som er registrert etter 2000 (tabell 1).

I 2010 falt det 1696 mm nedbør på meteorologisk stasjon på Søyland mot normalen på 2127 mm. Det var spesielt lite nedbør i januar-februar.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Ognå i årene 2006-2010. Det ble benyttet kalktype NK3, VK3 samt fint kalksteinsmel (biokalk i innsjøer). Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserere	281	243	213	70	19
Innsjøer	31	27	27	28	29
Sum kalkforbruk	305	270	240	98	48



Figur 2. Vannkvaliteten på lakseførende strekning (målområdet) i Ognå i 2010: pH i forhold til pH-målet (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur) i Lindtjørnhølen.

2 Vannkjemi

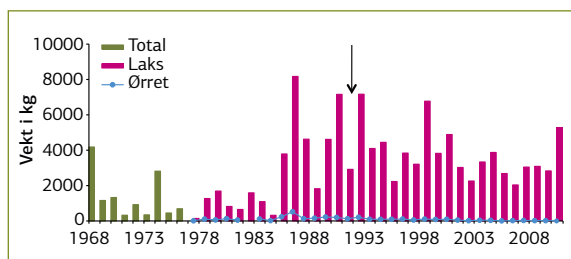
Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en generell bedring av vannkvaliteten i alle greinene i vassdraget med økt pH og reduserte nivåer av giftig aluminium.

Med unntak av en periode på våren i 2010 synes vannkvaliteten i Ognå å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk skal kunne leve og reproducere i elva (figur 2). Innholdet av giftig aluminium (Um-Al) er lavt (figur 2). Det er imidlertid relativt store variasjoner i vannkvalitet gjennom året og episoder hvor den er ugunstig. Vannkvaliteten er mest variabel ved Eikeland. Målinger fra Helgåvassdraget viser at ukalkete deler av vassdraget fremdeles er svært surt. Høyest verdi av giftig aluminium i 2010 var her 42 $\mu\text{g/l}$.

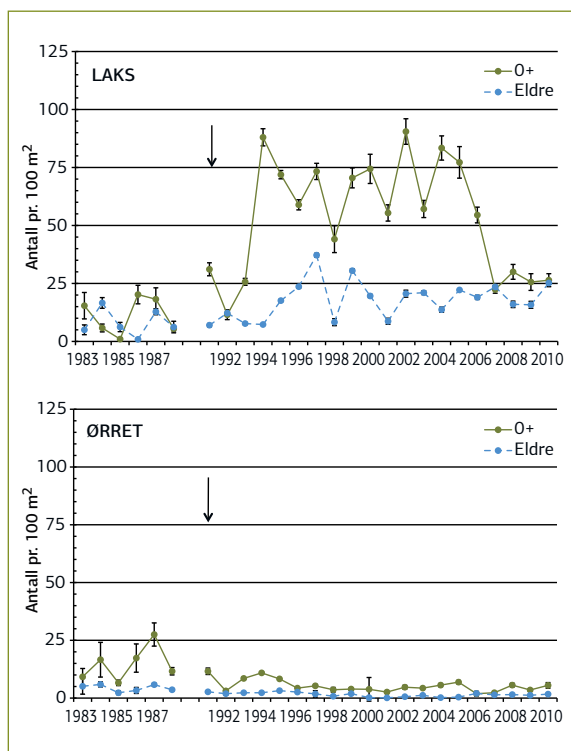
3 Fisk

For laks har kalkingen av Ognå ikke hatt en entydig positiv effekt selv om reproduksjon av laks har økt. Fangstene økte fra 1985, flere år før kalkingen ble igangsatt, og fram til slutten av 1990-tallet. Det har deretter vært en nedadgående trend i fangstene, mens fangsten etter 2007 viser et visst oppsving. Fangsten i 2010 var den høyeste på ti år (figur 3). Økte fangster i årene før kalking viser at det sannsynligvis er andre begrensende faktorer for fiskeproduksjonen enn surt vann alene. Samlet fangst av sjørret og laks er imidlertid betydelig, og Ognå hører til blant de beste laksevassdragene på Jæren. Fangstene av sjørret er lav i alle år.

Gjennomsnittlig tetthet av årsunger har vært på et betydelige lavere nivå de fire siste årene sammenlignet med de fleste øvrige år etter kalking (figur 4). Tettheten av eldre laksunger er imidlertid stabil og tilfredsstillende. Behovet for videre kalking i forhold til laks bør vurderes. Økt smoltproduksjon kan fra nå av sannsynligvis best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget enn kalking.



Figur 3. Fangst av laks- og sjørret i Ognå i perioden 1968 – 2010.

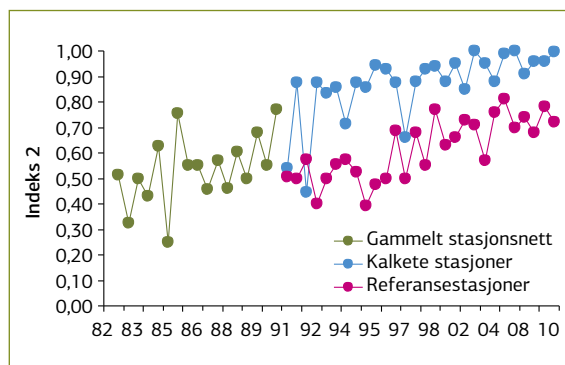


Figur 4. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Ognå i perioden 1983 til 2010. Pil angir tidspunkt for kalkingsstart. O+ og Eldre betyr henholdsvis årssunger og ungfisk eldre enn årssunger.

4 Bunndyr

Undersøkelser i den kalkete delen av Ognå har vist en klar forbedring i bunndyrsamfunnene i de senere år, med økt bunndyrmangfold og økte mengder forsurningsfølsomme bunndyr (**figur 5**). Dette viser at kalkingen av vassdraget er tilfredsstillende. De ukalkete referansestasjonene var heterogene med hensyn på forsuring, men det har vært en klar positiv

utvikling også i disse. 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 har vist en entydig positiv utvikling i perioden etter at vassdraget ble kalket.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsurningsindeks (indeks 2) for stasjonene i Ognå i perioden 1982-2010. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forsurningsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

5 Samlet vurdering av kalkingen

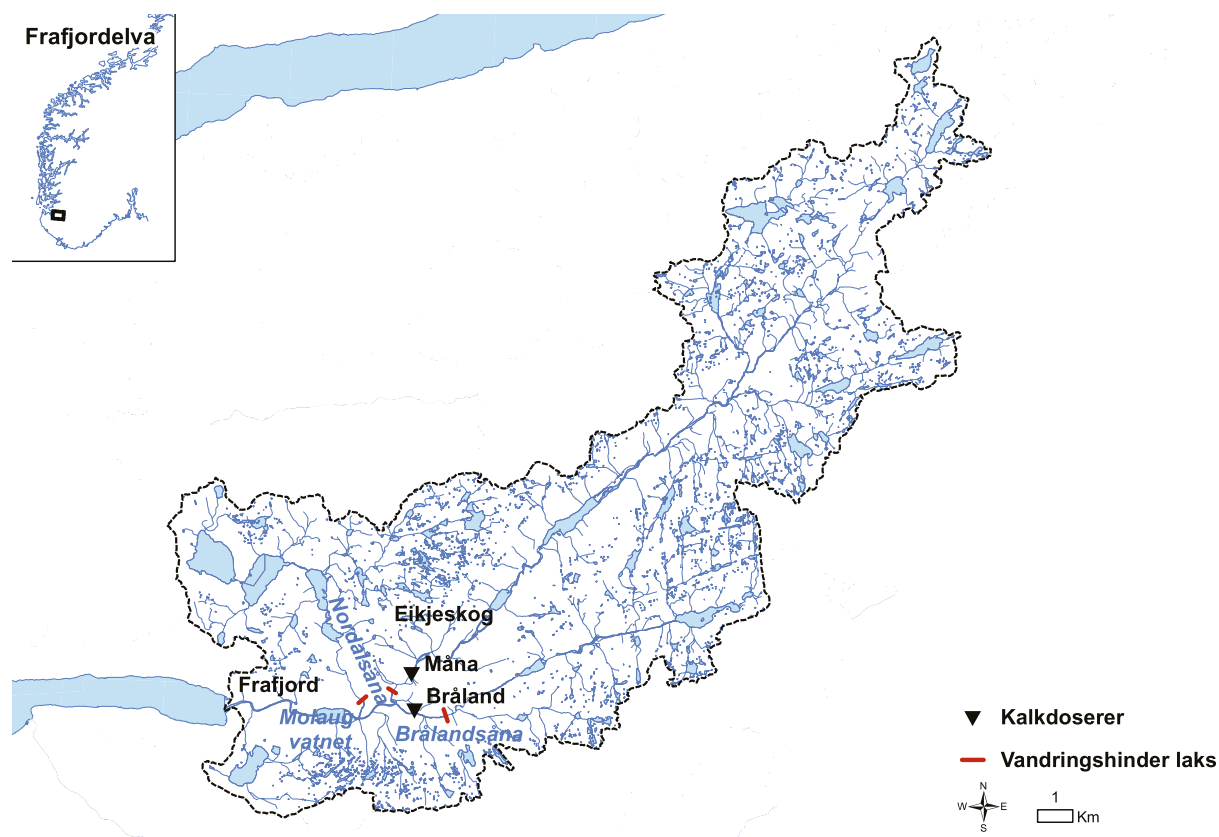
Kalkforbruket i 2010 var det laveste siden kalking med doserer kom i gang. Vannkvaliteten oppstrøms kalkdoseren ved Laksesvela har vært så god at doseren er satt ut av drift fra mai 2007. Kalking av to ovenforliggende innsjøer synes å være tilstrekkelig for denne delen av vassdraget. For å få en jevnere og bedre vannkvalitet på vannet fra Helgåvassdraget anbefales det å se nærmere på om det er mulig å styre doseren 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 enn 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 2010 i forhold til vannkvalitetsmålet. Kalkingen har hatt en positiv effekt på bestanden av laks, men tettheten av laksunger var lav i 2010. Det biologiske mangfoldet er økende, men undersøkelser i 2009 viser at bunndyrfaunaen i den ukalkete delen av elva fortsatt er noe forsuret, og vassdraget er fremdeles i en ustabil fase.

FAKTA OM FRAFJORDELVA	
Fylke:	Rogaland
Regine 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
Kalkingsstrategi:	2 kalkdoserere + innsjøkalking



Figur 1. Frafjordelva med nedbørfelt.



Kalkingen i Frafjordelva har ført til en generell bedring i vannkvaliteten, men det biologiske potensialet er ikke nådd.

Foto S. J. Saltveit

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Kalkforbruket i Frafjordelva er kraftig redusert de tre siste årene (tabell 1).

I 2010 falt det 1852 mm nedbør på meteorologisk stasjon i Maudal mot normalen på 2818 mm. Det var spesielt lite nedbør i perioden januar-mars dette året.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Frafjordelva i årene 2006-2010. Det ble benyttet kalktype NK3 og VK3 (biokalk i innsjøene). Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

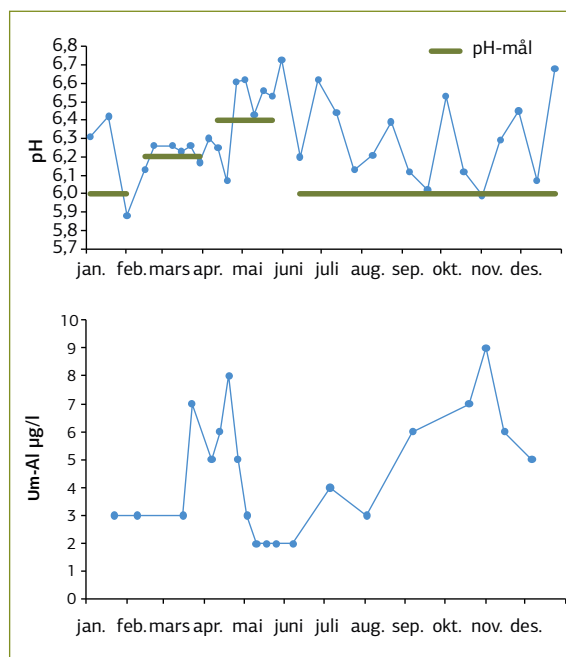
År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserere	591	717	545	409	301
Innsjøer	39	34	34	34	32
Sum kalkforbruk	630	751	579	443	333

2 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 2010 var ikke helt tilfredsstillende ved hovedstasjonen i forhold til vannkvalitetsmålet (figur 2). På våren 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).

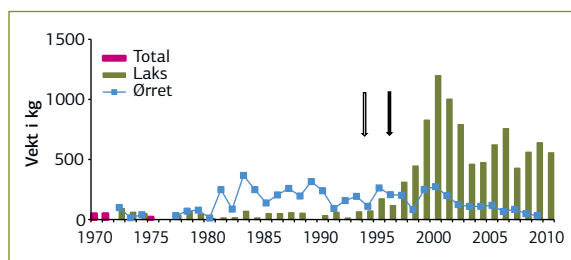
Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna var i 2010 ikke helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet. Det knyttes imidlertid stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene i Måna. I Brålandselva var pH i 2010 på et forholdsvis høyt og jevnt nivå gjennom hele året.



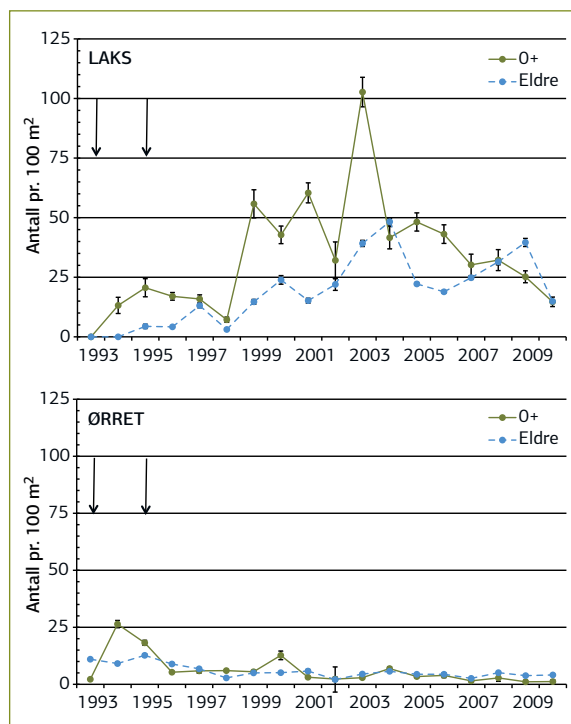
Figur 2. Vannkvaliteten på lakseførende strekning (målområdet) i Frafjordelva i 2010: pH i forhold til pH-målet (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur).

3 Fisk

Kalking har hatt en positiv effekt på bestanden av laks i Frafjordelva, og det fanges nå mer laks enn noen gang i vassdraget (figur 3). Det er imidlertid etter 2000 en reell nedgang i sjørøretfangstene, som nå er på et lavmål. I 2010 var det ikke åpnet for fangst av sjørøret. Tellingene av gytefisk i Frafjordelva viser også at antallet sjørøret er lavt og synkende. Dette gir grunn til bekymring for ørretbestanden.



Figur 3. Fangst av laks- og sjørøret i Frafjordelva i perioden 1970 – 2010.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m² elfisket elveareal) i Frafjordelva i perioden 1993 - 2010. 0+ og Eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

Tettheten av både 0+ laks og eldre laksunger har økt etter kalking, og karakterisert som tilfredsstillende. Dette til tross for at tettheten av 0+ laks har vært noe lavere de siste årene (figur 4).

4 Bunndyr

I Frafjordelva er det registrert betydelige endringer i bunndyrsamfunnet i løpet av det siste tiåret. Ved undersøkelsen i 2009 ble det funnet sterkt forsuringsfølsomme bunndyr på samtlige stasjoner, både vår og høst. Bunndyrfaunaen i den ukalkete delen av elva viser tegn til litt forsuringsstress og vassdraget er fremdeles i en ustabil fase. Mangfoldet av bunndyrarter i Frafjordelva er ennå lavt sammenlignet med mange andre vassdrag i regionen. Det var ingen bunndyrundersøkelser i Frafjordelva i 2010.

5 Samlet vurdering av kalkingen

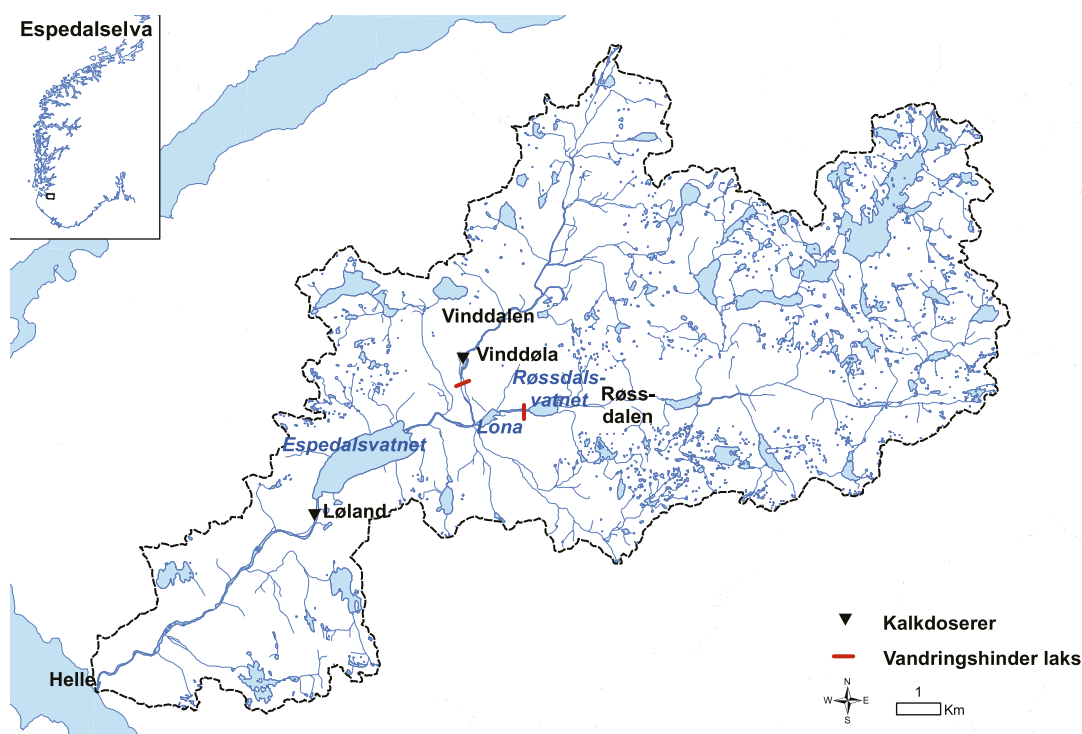
Kalkingen i Frafjordelva har ført til en generell bedring i vannkvaliteten, men det biologiske potensialet er ikke nådd. Kombinasjon av lav vannføring og kald vinter gir periodevis innfrysing av inntaket til dosereren i Måna. Dette kan forklare noe av problemene i Måna vinteren 2010. Det ble foretatt en ombygging av kalkdosererne i 1998/1999, og begge fungerte tilfredsstillende i perioden 1999-2001, men driften har senere variert. På stasjonene ved Måna kan det i perioder på vinteren være problematisk å få tatt prøver på samme sted grunnet is og snødekke. En bør derfor se nærmere på prøvetakingen ved Måna og eventuelt vurdere å flytte stasjonene for å sikre at prøvene er mest mulig representative for vannkvaliteten i denne delen av vassdraget. Dagens overvåking gir resultater som er lite egnet for å vurdere vannkvaliteten i Måna generelt og driften av dosereren spesielt. Dosereren i Brålandselva ser ut til å ha fungert godt i 2010.

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 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 2010 er vannkvaliteten god gjennom hele året. Undersøkelser av bunndyr på ukalkete deler av vassdraget i 2009 viser at kalking fremdeles er nødvendig for å opprettholde en vannkvalitet som er tilstrekkelig for at forsurningsfølsomme organismer skal kunne leve og reproducere i elva.

FAKTA OM ESPEDALSELVA	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	030.4Z
Nedbørfeltareal:	138 km ² (før regulering)
Middelvannføring:	12,2 m ³ /s
Spesifikk avrening:	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:	2 kalkdoserere + innsjøkalking



Figur 1. Espedalselva med nedbørfelt.



Kalkingen i Espedalselva har gitt bedre vannkvalitet med økt artsmangfold av bunndyr og økt produksjon av laks.

Foto: S. J. Saltveit

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Kalkforbruket i Espedalselva er redusert med 30-50 % siden 2000. Selv om doseringsanlegget ved Løland ikke har vært i kontinuerlig drift de siste årene har det ikke vært noen entydig reduksjon i kalkforbruket i denne perioden (tabell 1).

I 2010 falt det 1852 mm nedbør på meteorologisk stasjon 4381 Maudal mot normalen på 2818 mm. Det var spesielt lite nedbør i perioden januar-mars.

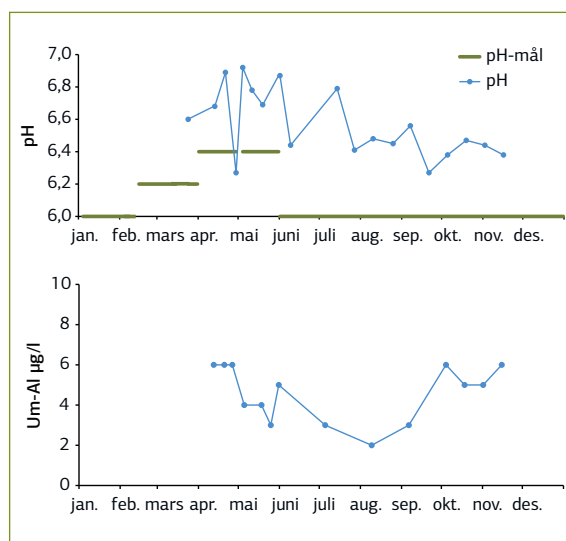
Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Espedalselva i årene 2006-2010. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserere	211	175	354	208	283
Innsjøer + bekker	72	70	70	70	58
Sum kalkforbruk	283	245	424	278	341

2 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 med unntak av en prøve, god gjennom hele 2010 (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).

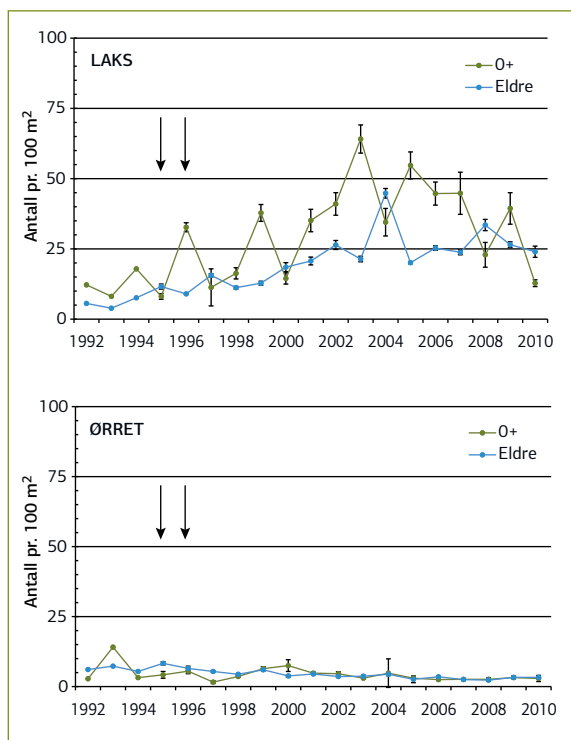


Figur 2. Vannkvaliteten på lakseførende strekning (målområdet) i Espedalselva i 2010: pH i forhold til pH-målet (øvre figur), samt giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur) ved Helle.

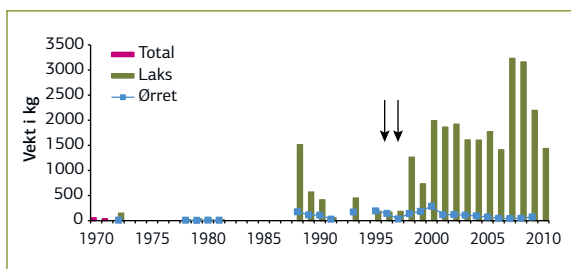
3 Fisk

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

Fram t.o.m. 2007 ble det satt ut lakseyngel i elva, men antallet er lite. I 2009 ble det plantet øyerogn og plommeseckkyngel; i 2010 bare øyerogn. Beregnet tetthet av årsunger av laks i 2010 var svært lav og er den laveste siden 2000. Tettheten av eldre laksunger kan imidlertid karakteriseres som tilfredsstillende (figur 3). Samlet sett er behovet for fortsatte utsetninger lite.



Figur 3. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk pr. 100 m²) i Espedalselva i perioden 1992–2010. O+ og Eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.



Figur 4. Fangst av laks- og sjørret i Espedalselva i perioden 1970–2010. Piler angir tidspunkt for hhv. første større innsjøkalking og oppstart av kalkdoserere.

4 Bunndyr

I den kalkete delen av Espedalselva har det vært små skader på bunndyrsamfunnene helt siden overvåkingen startet i 1998, kun mindre effekter av forsurening er registrert enkelte år. Det biologiske mangfoldet på referansestasjonene er økende, men det blir fremdeles registrert dobbelt så mange følsomme bunndyr i de lokalitetene som blir kalket. Det var ingen bunndyrundersøkelser i Espedalselva i 2010.

5 Samlet vurdering av kalkingen

I kalkingsstrategien for vassdraget er det lagt vekt på de vannkjemiske forholdene på strekningen nedstrøms Løland. Med dagens kalkingsstrategi er det vanskelig å oppnå en mer stabilt god vannkvalitet i Vinddøla og i øvre del av Espedalselva. For å oppnå en bedre vannkvalitet i øvre del av lakseførende strekning bør derfor følgende alternativer utredes: 1) å flytte kalkdosereren i Vinddøla til rett oppstrøms samløpet med Espedalselva, 2) utlegging av skjellsand eller grovkalk i øvre deler av Vinddøla. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres å være sur basert på vannkjemien i 2010 og bunndyrindeksen i 2009. Det er derfor fortsatt behov for kalking i denne delen av vassdraget.

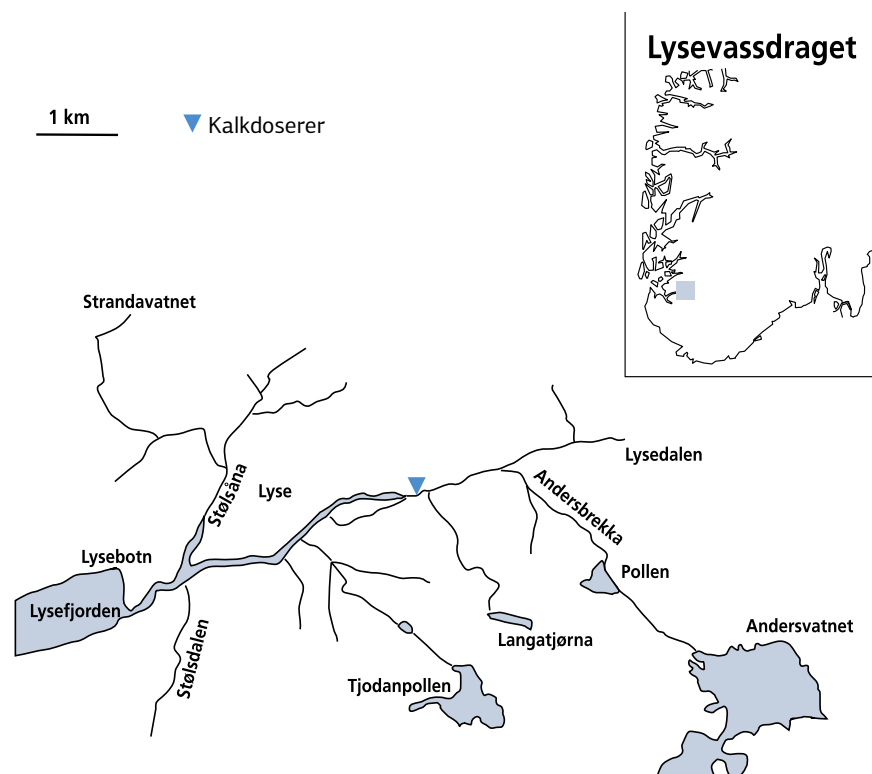
De stabilt gode vannkjemiske forholdene i hovedelva viser at beslutningen om å stanse driften av Løland dosereren i perioden 25. juli – 15. oktober har vært forsvarlig.

Lysevassdraget

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

Kalkingen av Lysevassdraget startet i 2000. For laks har kalkingen i Lyseelva gitt gode resultater, både i form av økt overlevelse og større fangster. Beskatningen av laks og sjørøret i Lysevassdraget er lav sammenliknet med de fleste andre vassdrag, og fangstene av sjørøret viser betydelige årsvariasjoner. Tettheten av eldre laksunger var meget høy i 2010, men likevel noe lavere enn topp-året 2009. Bunndyrfaunaen har hatt en positiv utvikling etter at kalkingen startet, og det finnes svært lite forsuringskader på bunndyrsamfunnene på kalket strekning. Vannkvaliteten i stikkprøvene var generelt god i 2010, og prøvene avdekket ingen sterke sjøsaltepisoder 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 i hovedelva.

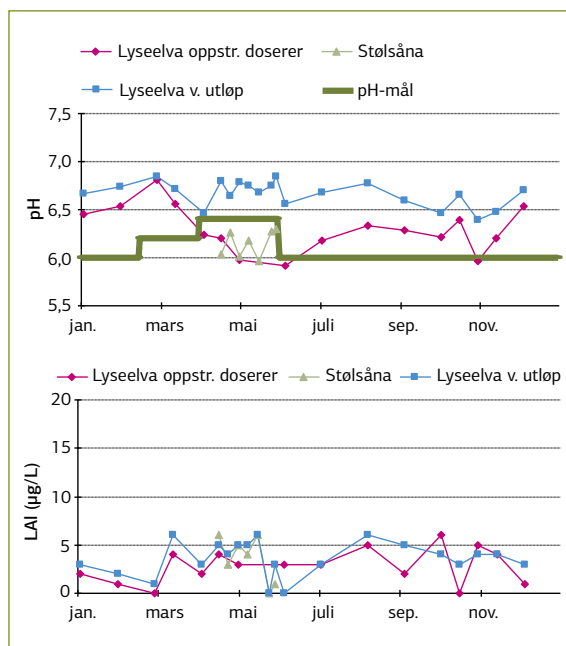
1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

I Lysevassdraget er det ett doseringsanlegg. De fem siste årene har årlig kalkforbruk variert mellom 73 og 253 tonn, omregnet til 100 % kalk (tabell 1). I 2010 ble det kalket med 131 tonn.

Det var ikke tilgjengelig nedbørdata fra den meteorologiske stasjonen 45350 Lysebotn for månedene januar-mai i 2010 pr. mai 2011. Men basert på data fra en nærliggende nedbørstasjon (Bjørheim i Ryfylke), var årsnedbøren betydelig under normalen i 2010.

Tabell 1. Kalkforbruk i Lysevassdraget omregnet til tonn CaCO_3 (100 % kalk) for årene 2006-2010. Det ble dosert med kalktypen VK3.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Sum kalkforbruk i tonn	73	189	253	147	131



Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2010 ved tre stasjoner i Lysevassdraget vist i forhold til pH-målet. Nederst: Utvikling av giftig aluminium (LAI) i 2010.

2 Vannkjemi

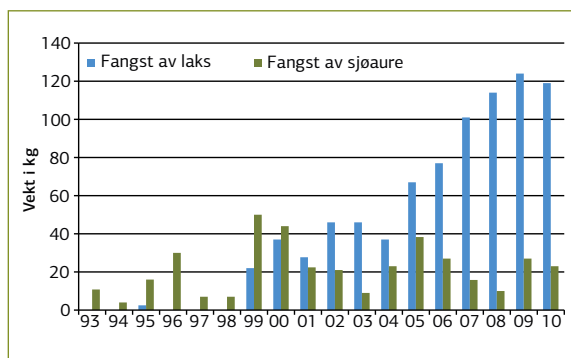
Stikkprøvene avdekket ingen alvorlige sjøsalt-episoder (forhøyede verdier av natrium og klorid og negative verdier for ikke-marin natrium) i Lysevassdraget i 2010. Prøvene som ble tatt dette året, viste generelt god vannkvalitet basert på pH og aluminium. Ved de to stasjonene i hovedelva (oppstrøms doserer og ved utløpet), lå pH-verdiene i intervallet 5,9-6,85 (figur 2, øverst). I Stølsåna var det prøvetaking kun i april-mai, og disse syv prøvene hadde 6,0-6,3 i pH-verdi i 2010. Konsentrasjonene av giftig, labilt aluminium (LAI) i stikkprøvene fra de tre stasjonene var $\leq 6 \mu\text{g/L}$ (figur 2, nederst), noe som er det laveste nivået siden prøvetakingen ble tatt opp igjen i 2006. I følge Klassifiseringsveilederen (www.vannportalen.no), er grenseverdien mellom god og moderat økologisk tilstand for denne vanntypen $10 \mu\text{g/L}$ LAI for laks.

3 Fisk

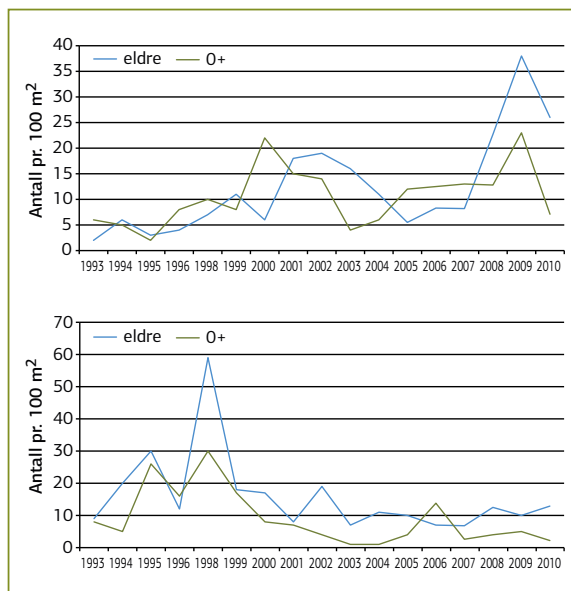
I Lysevassdraget er lakseførende strekning ca 6 km, hvorav 1 km er i sideelva Stølsåna. På 1990-tallet var det sjørret som dominerte fangststatistikken. Fra 1999 har bestanden av laks hatt en sterk økning, og fangstene er nå om lag tredoblet siden kalkingsaktiviteten startet i 2000 (figur 3). Beskatningen av anadrom fisk er imidlertid lav i dette vassdraget. I 2010 ble det fanget 119 kg laks og om lag 20 kg sjørret, og fangstene av sjørret viser relativt store årlige variasjoner.

Gytefisktellene i oktober og november i 2010 viste at gytebestandene er gode i vassdraget. Rogn-tetthetene er godt over gytebestandsmålet (GBM) både for laks og sjørret, med unntak av en noe tynn gytebestand av laks i Stølsåna. I Stølsåna er det derimot en svært god gytebestand av sjørret.

Tettheten av både årsunger (0+) og eldre laksunger nådde sitt hittil høyeste maksimum i 2009 (figur 4, øverst). Antallet var noe lavere igjen i 2010. Tettheten av eldre laksunger dette året karakteriseres som god, mens tettheten av årsunger (0+) er middels. Tettheten av årsunger (0+) og eldre sjøørretunger har de senere årene stabilisert seg på et noe lavere nivå enn før kalking (figur 4, nederst). Nivået er relativt lavt, med det ble funnet eldre sjøørretunger på alle stasjonene i 2010.



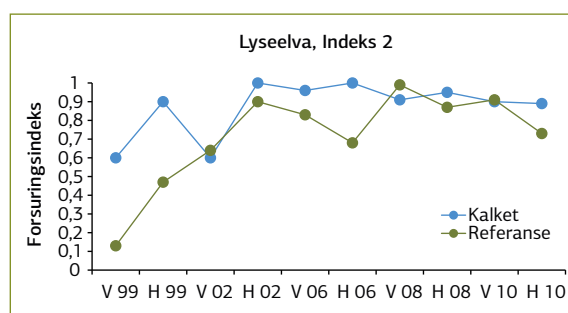
Figur 3. Fangst av laks- og sjøørret i Lysevassdraget i perioden 1993-2010. Laksen var fredet i årene 1996-1998. Kalkingen startet i 2000.



Figur 4. Tetthet av laksunger i øverste diagram og ørretunger i nederste diagram (antall fisk per 100 m²) i Lyseelva i perioden 1993-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Ingen undersøkelser i 1997.

4 Bunndyr

Den første bunndyrundersøkelsen i Lyseelva i 1999 viste at artsdiversiteten mht bunndyr var lav, men at potensialet var stort. Undersøkelser utført på 2000-tallet har vist at det biologiske mangfoldet har økt etter at kalkingen startet i 2000. Forsuringsindeks 2 var tilfredsstillende i den kalkete delen av Lyseelva i 2010 (figur 5). Dette viser at det er oppnådd tilfredsstillende effekt fra kalkingsanlegget. En negativ trend i forsuringsindeks 2 viser at det fremdeles er subletale skader i bunndyrsmunnene i den delen av elva som ikke er kalket.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsuringsindeks (indeks 2) for stasjonene i Lysevassdraget i perioden 1999-2010. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forsuringsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

5 Samlet vurdering av kalkingen

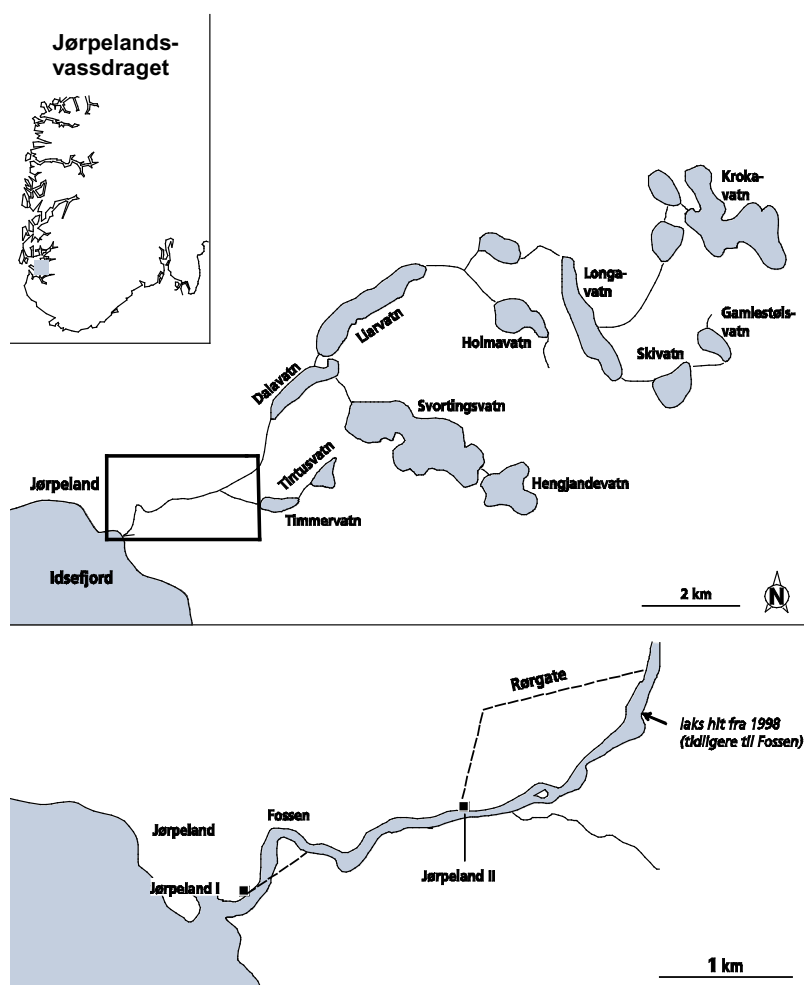
2010 var et år uten alvorlige sjøsaltepisoder, og vannkvaliteten i hovedelva var tilfredsstillende basert på resultatene fra stikkprøvene. Erfaring fra tidligere tilsier at kalkingsstrategien i Lyseelva er sårbar både for sjøsaltepisoder og surstøt fra sidevassdraget Stølsåna. For å unngå forsure av hovedelva i forbindelse med slike episoder vil det være nødvendig å gjennomføre kalkingstiltak også i Stølsåna. Kalkingsanlegget i hovedelva bør også driftes med tanke på å unngå unødvendig høy pH i perioder med lite kalkbehov i elva. Bunndyrsmunnene har hatt en positiv utvikling etter kalkingen. Også for laksen, synes behovet for kalking fremdeles å være tilstede selv om det påvises laksunger på ukalket strekning i elva.

Jørpelandsvassdraget

Ø. Kaste & L.B. Skancke (NIVA: koordinering og vannkjemi), S. J. Saltveit, Å. Brabrand, T. Bremnes og H. Pavels (UiO: fisk)

Innsjøkalkingen i Jørpelandsvassdraget startet i 1995. Lakseførende strekning er kort i dette vassdraget, og fangstene av laks og sjørøret er relativt små. Det er ingen tydelige effekter av kalkingsaktivitetene isolert sett mht fiskebestandene. Det ble ikke avdekket noen alvorlige forurensningsepisoder på vannkjemistasjonene i 2010, og vannkvaliteten synes tilfredsstillende. Det var ingen bunndyrundersøkelser i Jørpelandsvassdraget i 2010.

FAKTA OM JØRPELANDSVASSDRAGET	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	032
UTM, utløp:	3303-65458 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	79,9 km ²
Middelvannføring:	6,2 m ³ /s
Vassdragsregulering:	Reguleringsmagasiner i Svortingsvatn, Liarvatn og Dalavatn
Lakseførende strekning:	Ca 3 km (fisketrapp i Jørpelandsfossen)
pH-mål:	15/2-31/5: pH 6,2 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking



Figur 1. Utsnitt av Jørpelandsvassdraget.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

I Jørpelandsvassdraget er det kun innsjøkalking. Det kalkes med "Biokalk" som er en flytende kalkslurry. I perioden 2006-2009 ble ni innsjøer kalket, og det årlige kalkforbruket varierte mellom 164 og 172 tonn, omregnet til 100 % kalk (tabell 1). I 2010 ble bare fem innsjøer kalket, og kalkforbruket var 36 tonn.

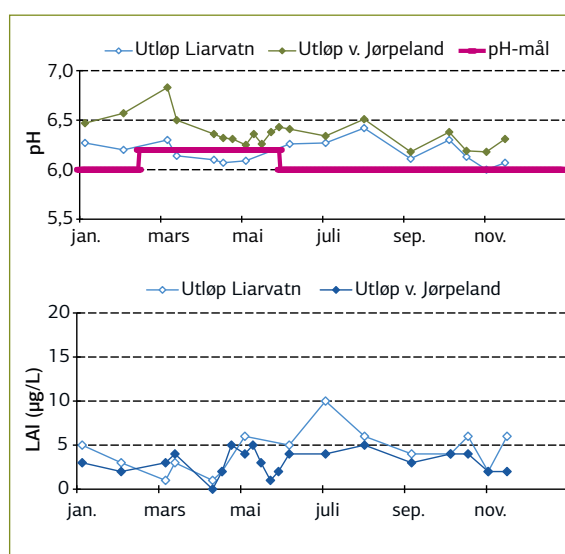
For 2010 mangler data for nedbørmengden i juni måned. De øvrige 11 månedene gav totalt 1179 mm nedbør på meteorologisk stasjon 45600 Bjørheim i Ryfylke, mens normalen for året er 1615 mm.

Tabell 1. Kalkforbruk i Jørpelandsvassdraget i perioden 2006-2010 omregnet til tonn CaCO_3 (100 % kalk). I 2006-2009 ble ni innsjøer kalket årlig, mot fem innsjøer i 2010.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Sum kalkforbruk i tonn	172	164	164	166	36

2 Vannkjemi

I 2010 ble det ikke avdekket sterke sjøsaltepisoder i Jørpelandsvassdraget. Lite nedbør bidro også til at den reduserte kalkingsinnsatsen (reduksjon på 78 % fra 2009 til 2010) ikke fikk noen alvorlige konsekvenser for vannkjemien i vassdraget. Vannkvaliteten var generelt god i stikkprøvene både ved utløp Liarvatn og utløp ved Jørpeland dette året. pH-verdiene i stikkprøvene lå over pH-målet for lakseførende strekning gjennom hele året, med pH-verdier i intervallet 6,0-6,8 (figur 2, øverst). Årsmiddelverdi for giftig aluminium har variert lite de siste årene, og det er også liten forskjell mellom de to stasjonene. Verdiene i 2010 var $\leq 10 \mu\text{g/L}$ LAI (figur 2, nederst), og i følge Klassifiseringsveilederen (www.vannportalen.no) er grenseverdien mellom god og moderat økologisk tilstand for denne vanntypen satt til $10 \mu\text{g/L}$ for laks.

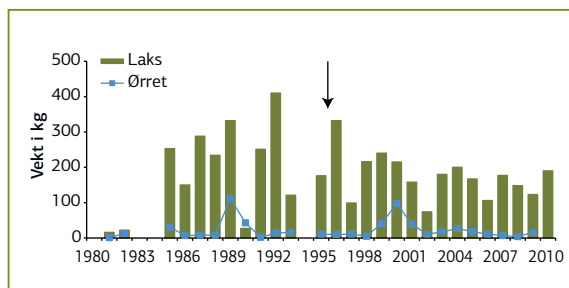


Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2010 i kalket del av vassdraget (utløp Liarvatn og utløp ved Jørpeland) vist i forhold til pH-målet for lakseførende strekning. Nederst: Verdier for giftig aluminium (LAI) i 2010 ved de samme to stasjonene.

3 Fisk

Innsjøkalkingen i Jørpelandsvassdraget startet i 1995. Det var en økning i samlet fangst av laks året etter, men siden har fangstene av laks vist en nedadgående trend (**figur 3**). Det var en økning i fangst av sjørøret i 2000, men heller ikke dette har vedvart. Lakseførende strekning er kort (3 km). I 2010 var fangsten av laks 190 kg, mens det ikke var åpnet for fiske etter sjørøret. Det er satt i gang en rekke tiltak for å øke fiskebestandene, men vassdragsreguleringen i elva uten krav til minstevannføring ovenfor kraftverket er nok en sterkt begrensende faktor.

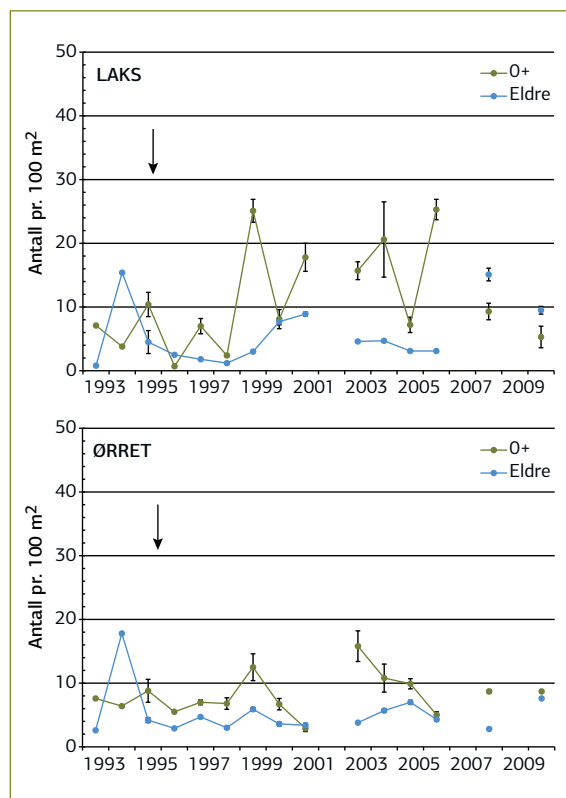
Tettheten av årsunger (0+) av både laks og sjørøret må karakteriseres som svært lite tilfredsstillende i 2010 (**figur 4**). Siden det ikke er utført undersøkelser i 2007 og 2009, er det ikke mulig å vurdere om de relativt høye tetthetene av eldre laksunger i 2008 og 2010 skyldes naturlig høy reproduksjon.



Figur 3. Fangst av avlivet laks- og sjørøret i Jørpelandselva i perioden 1980 til 2010. Pil angir start på kalking.

4 Bunndyr

Det var ingen bunndyrundersøkelser i Jørpelandsvassdraget i 2010.



Figur 4. Beregnet tetthet av laks- og sjørøretunger i Jørpelandselva i perioden 1993 til 2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir start på kalking. Elva ble ikke undersøkt i 2007 og 2009.

5 Samlet vurdering av kalkingen

Vassdraget er generelt utsatt for sjøsaltepisoder, og under slike episoder kan det være fare for økt utlekking av giftig aluminium fra restfeltet mellom Dalavatn og utløpet. Siden innsjøkalkingen er blitt redusert, er det viktig at dette kompenseres med dosererkalking oppstrøms lakseførende strekning eller evt. med terrengkalking i nedre deler av vassdraget. I 2011 skal det etableres et silikatanlegg i hovedelva og dette vil bidra til å stabilisere vannkvaliteten også i de sureste periodene.

Det ble ikke undersøkt bunndyr i 2010, men resultater fra tidligere år viser at det fortsatt er behov for kalking av vassdraget for denne gruppen. Jørpelandselva er regulert, og lav minstevannføring i elva er trolig det som i størst grad virker begrensende på fiskebestandene.

Vikedalsvassdraget

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

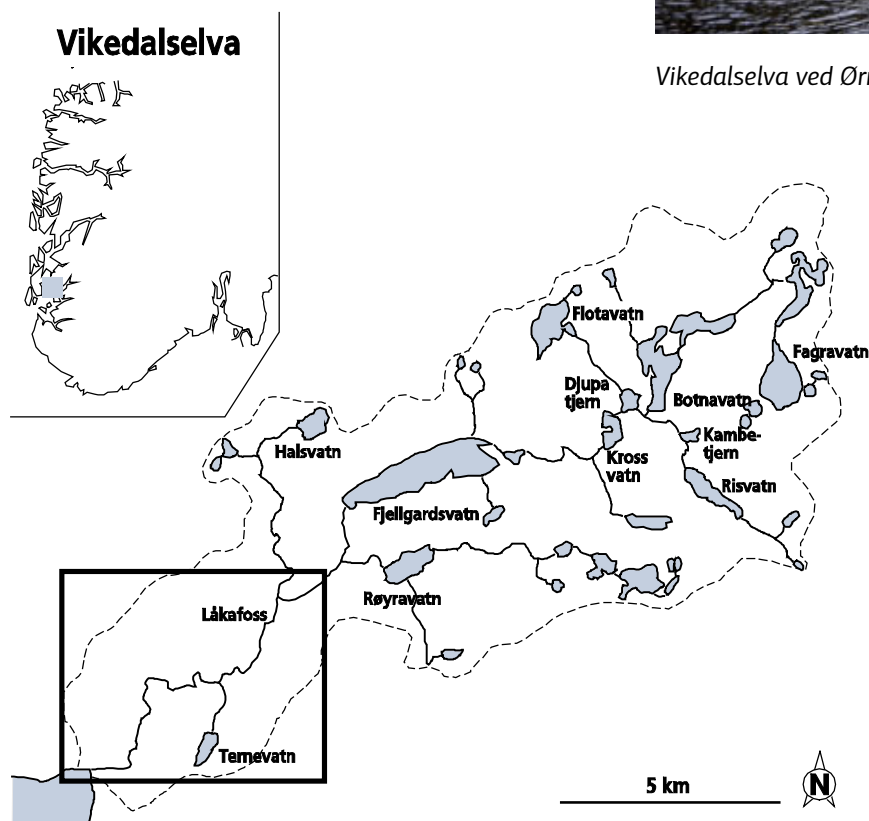
Kalkingen i Vikedalsvassdraget startet i 1987. Fangstene av sjørret økte før kalkingen startet. Senere er fangstene av sjørret betydelig redusert, og bestanden har vært fredet de siste tre årene. Laksefangstene økte betydelig etter kalkingen, spesielt i perioden 1992 og frem mot begynnelsen av 2000-tallet. Deretter har også fangstene av laks gått noe tilbake, og laksen var fredet i 2010. Gytebestanden av laks var relativ høy i 2010, og dette kan skyldes fredningen. Bunndyrfaunaen har vist en positiv utvikling etter at kalkingen startet, og det er fortsatt potensial for økt biologisk mangfold. Det ble ikke avdekket noen alvorlige forsurende episoder på vannkjemistasjonene i 2010.

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



Vikedalselva ved Ørnes bro.

Foto: A. Fjellheim



Figur 1. Vikedalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Det er to kalkdoseringsanlegg i Vikedalsvassdraget (Litleelva og Låkafossen). De fem siste årene har årlig kalkforbruk i dette vassdraget variert mellom 117 og 225 tonn, omregnet til 100 % kalk (tabell 1). I 2010 var det en reduksjon i kalkingsinnsatsen på 52 % i forhold til året før.

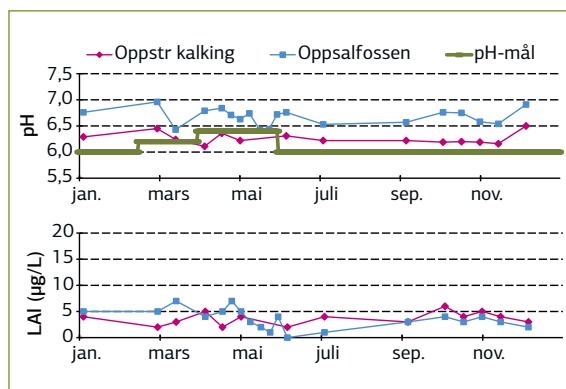
I 2010 falt det 1745 mm nedbør på meteorologisk stasjon 46910 Nedre Vats, mens normalen er 2260 mm.

Tabell 1. Kalkforbruk i Vikedalsvassdraget i perioden 2006-2010 omregnet til tonn CaCO_3 (100 % kalk). Det ble anvendt kalktypene NK3 i årene 2006-2007 og VK3 i 2008-2010.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Sum kalkforbruk i tonn	122	165	213	225	117

2 Vannkjemi

Ingen av stikkprøvene tatt under effektkontrollen hadde unormalt høye verdier for natrium og klorid som kunne indikere alvorlige sjøsaltepisoder i 2010. Heller ikke den kontinuerlige pH-overvåkingen nedstrøms doseringsanlegget ved Låkafossen, avdekket alvorlige pH-fall, og det var langt færre avvik fra pH-målet dette året enn i 2009. Stabiliteten nedstrøms anlegget i Litleelva har blitt noe bedre, men det var stor variasjon i pH (5,8-7,3) også i 2010. Stikkprøvene tatt på stasjonen helt nederst på lakseførende strekning (Oppsalfossen), hadde alle pH-verdier på - eller godt i overkant av de fastsatte vannkvalitetsmålene (pH 6,4-7,0, figur 2, øverst). Konsentrasjonene av giftig aluminium (LAI) ved denne stasjonen var svært lave gjennom hele året, $\leq 7 \mu\text{g/L}$ (figur 2, nederst). I følge Klassifiseringsveilederen (www.vannportalen.no), er grenseverdien mellom god og moderat økologisk tilstand for denne vanntypen $10 \mu\text{g/L}$ LAI for laks.

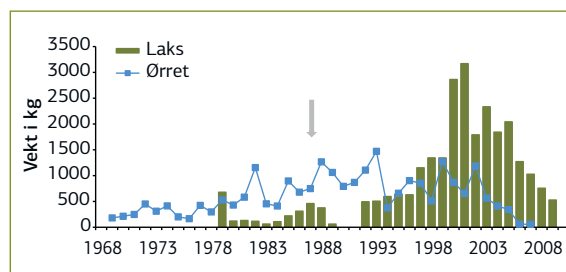


Figur 2. Øverst: Utvikling av pH i 2010 i Vikedalselva ved ukalket referansestasjon og stasjon i målområdet vist i forhold til pH-målet. Nederst: Verdier for giftig aluminium (LAI) i 2010 ved de samme to stasjonene.

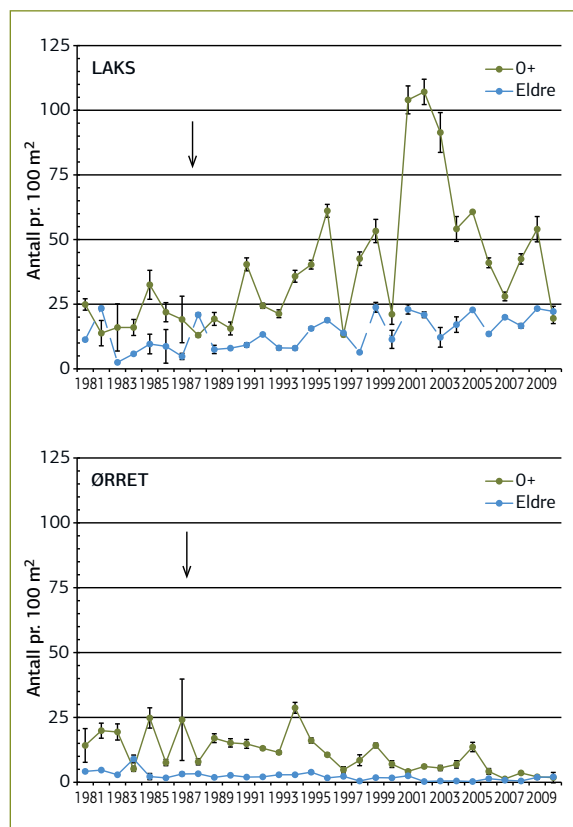
3 Fisk

Laks utgjorde fram til begynnelsen av 1990-tallet en langt mindre andel av fangstene enn sjørøret. Etter kalking var det en betydelig økning i fangstene av laks fram til 2001, men senere har det vært en sterk reduksjon (figur 3). Fangstene av sjørøret har også hatt en klar negativ utvikling.

Det høye antallet gytefisk i 2010 gir grunn til optimisme for sjørøretbestanden i vassdraget. Dykkerregistreringene viste også at gytebestanden av laks var svært høy. Et høyt antall gytefisk kan skyldes fredningen. Sammenlignet med tidligere år, må tettheten av eldre laksunger i 2010 karakteriseres som tilfredsstillende (figur 4, øverst), mens den negative utviklingen for sjørøret med lav tetthet av årsunger (0+) og eldre ørretunger fortsatte i 2010 (figur 4, nederst).



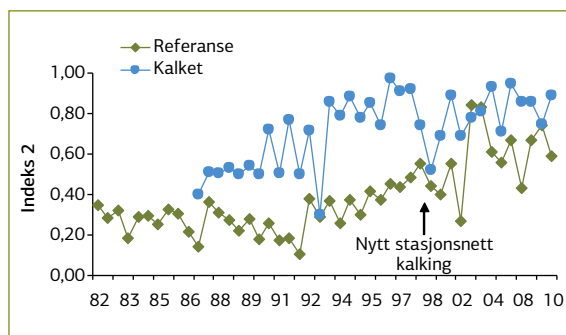
Figur 3. Fangst av laks- og sjørøret i Vikedalselva i perioden 1969-2010. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking. Sjørøret var fredet i 2008 og i 2009 og laks og sjørøret i 2010.



Figur 4. Tetthet av laks- og sjørøretunger (antall fisk pr. 100 m²) i Vikedalselva. O+ og eldre betyr hhv. årsunger og ungfisk eldre enn årsunger. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

4 Bunndyr

Det biologiske mangfoldet mht bunndyr har vist en økende tendens i Vikedalsvassdraget de senere årene. I hovedelva forventes det fortsatt en økning av det biologiske mangfoldet, spesielt innen gruppen snegl og andre forsuringsfølsomme bunndyr. Den ukalkete delen av Vikedalsvassdraget har vist forbedringer de senere årene, men enkelte lokaliteter er fremdeles sterkt skadet. Dette gir seg utslag i en ustabil forsuringsindeks (**figur 5**). I 2010 var forsuringsindeksene i den kalkete delen av hovedvassdraget tilfredsstillende. Bunndyrfaunaen i den kalkete delen av Litleelva viser en bedring, men lavere verdier av forsuringsindeks 2 viser at de mest sensitive dyrene er utsatt for subletalt stress.



Figur 5. Gjennomsnittlig forsuringsindeks (indeks 2) for stasjonene i Vikedalsvassdraget i perioden 1982-2010. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forsuringsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

5 Samlet vurdering av kalkingen

Vannkvaliteten i de nedre delene av Vikedalselva synes tilfredsstillende i 2010, men som tidligere år var det store svingninger i vannkjemien nedstrøms anlegget i Litleelva. Kontinuerlig kalkdosering til et høyt pH-nivå sikrer stabile samfunn av forsuringsensitive arter, og det biologiske mangfoldet har vist en økende tendens de senere årene. Reduksjonen i laks- og sjørøretbestandene de siste årene gir grunn til bekymring, og det anbefales derfor en bred gjennomgang av mulige trusselfaktorer både i og utenfor vassdraget.

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, økte mengder av forsuringfølsomme bunndyr og økt produksjon av laks. I 2010 var vannkvaliteten ikke helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget. Våren 2009 ble det også registrert skader på bunndyrfaunaen i hovedelva, noe som kan indikere at vannkvaliteten er for dårlig for overlevelse og reproduksjon av forsuringfølsomme organismer.

FAKTA OM RØDNEELVA	
Fylke:	Rogaland
Regine nr:	038.3Z
UTM, utløp:	323100-6604500 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	61,2 km ²
Middelvannføring:	4,9 m ³ /s
Vassdragsregulering:	Elvekraftverkt 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 2010

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

I 2010 falt det 1619 mm nedbør på meteorologisk stasjon ved Hundseid, mot normalen på 2816 mm. Det falt spesielt lite nedbør i januar og februar dette året.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Rødneelva i årene 2006-2010. Det er benyttet kalktype VK3 samt fint kalksteinsmel (biokalk i innsjøene). Alle verdier er oppgitt i 100 CaCo₃.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserer	38	100	34	139	75
Innsjøer	41	41	41	40	37
Sum kalkforbruk	79	141	75	179	112



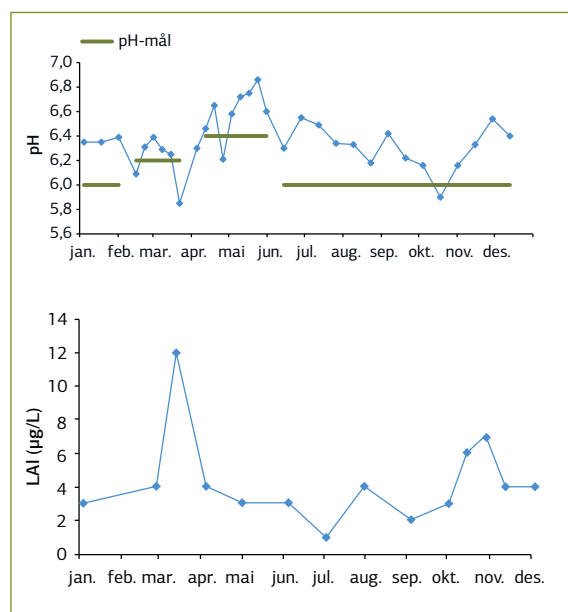
Vannkvaliteten på anadrom strekning i Rødneelva kan være noe ustabil.

Foto: S. J. Saltveit

2 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 2010 er ikke helt tilfredsstillende for nedre del av lakseførende strekning (figur 2). Konsentrasjonene av giftig aluminium (Um-Al) nederst i vassdraget er imidlertid lave, stort sett <6 µg/l (figur 2).

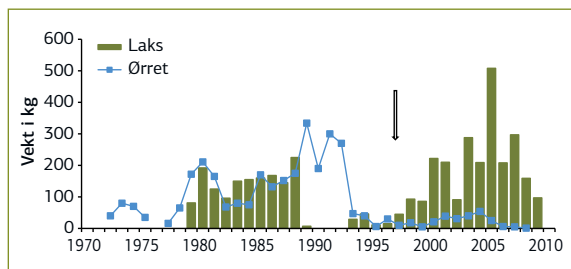


Figur 2. Vannkvaliteten på lakseførende strekning (målområde) i Rødneelva i 2010: pH i forhold til pH-målet (øvre figur) og giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur) ved Sandeid.

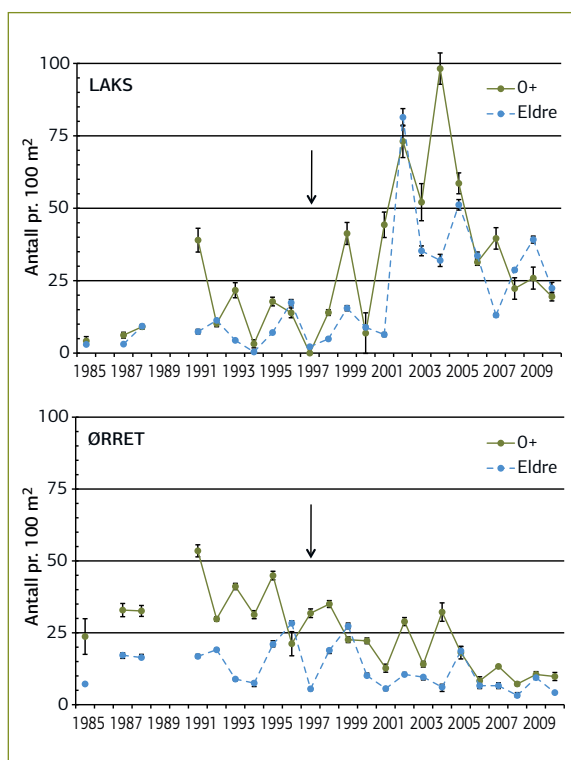
3 Fisk

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 sjørørret etter 1992. I 2009 var det ikke åpnet for fangst av sjørørret, og i 2010 var elva fredet for alt fiske.

Det har vært en generell nedgang i tettheten av ungfisk av både ørret og laks de siste fire årene (figur 4). Det ble ikke funnet årsunger (0+) av laks på alle stasjonene i 2010 (undersøkt mars 2011). Sammenlignet med tidligere år vil fisketettheten i 2010 være underestimert fordi undersøkelsen ble utført på våren i motsetning til om høsten i tidligere år. Tetthet av eldre laksunger har vært høy de senere årene, med unntak av 2007.



Figur 3. Fangst av laks og sjøørret i Rødneelva i perioden 1972 til 2010. Pil angir tidspunkt for start kalking. Det var forbud mot fiske av laks i perioden 1989 til 1992, av sjøørret i 2008 og 2009 og totalforbud i 2010.



Figur 4. Tetthet av laks- og ørretunger (antall fisk per 100 m² elfisket elveareal) i Rødneelva i perioden 1985 - 2010. 0+ og Eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

4 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene viser at det biologiske mangfoldet i Rødneelva må karakteriseres som lavt. Dette kan delvis tilskrives et begrenset stasjonsnett. Undersøkelsene fra 2009 viser at det periodevis kan være mindre skader på døgnfluefaunaen i den nederste stasjonen ved utløpet til sjø. Det var ingen bunndyrundersøkelser i Rødneelva i 2010.

5 Samlet vurdering av kalkingen

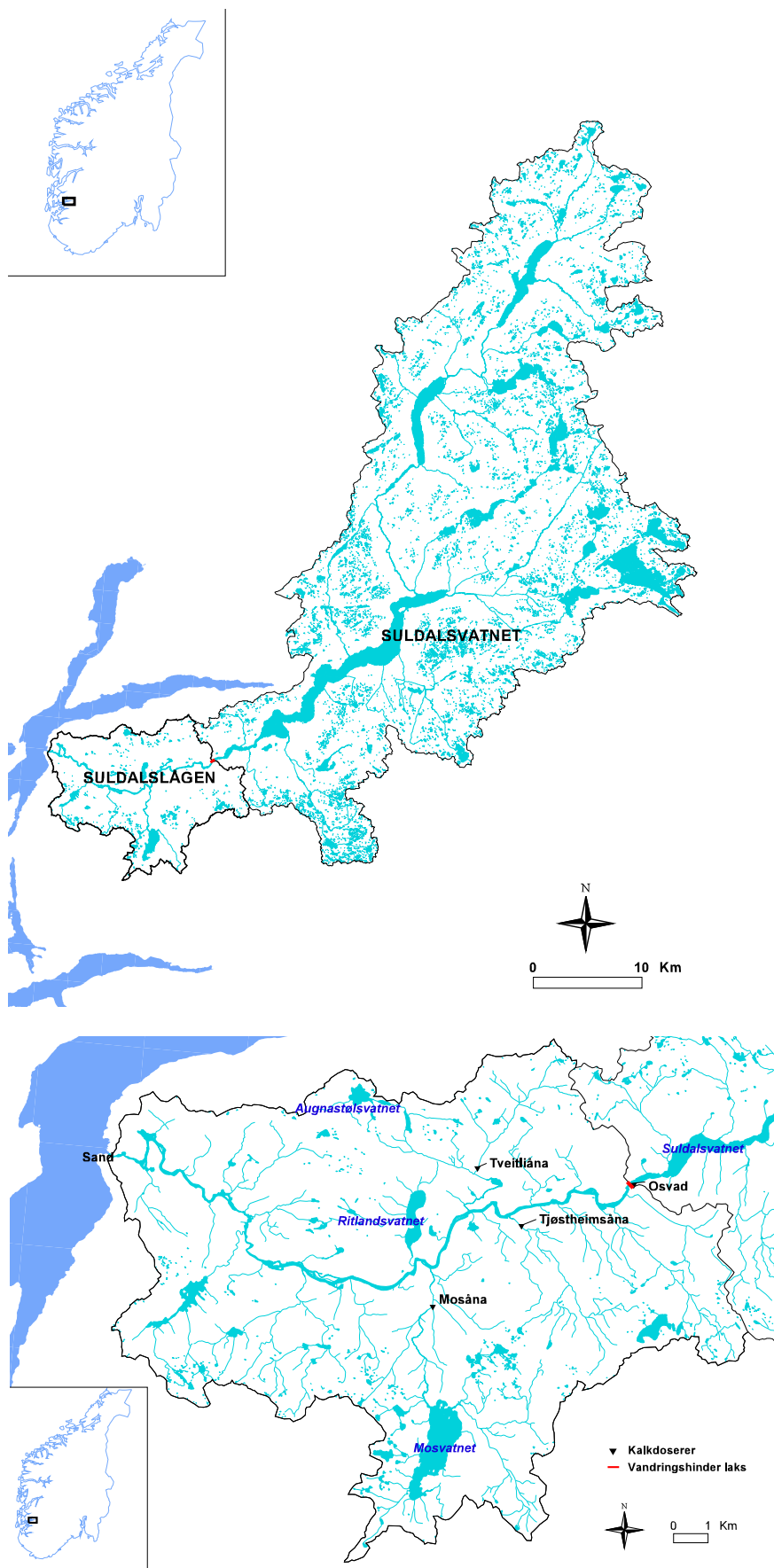
Vannkvaliteten på den anadrome strekningen kan være noe ustabil. I 2010 var vannkvaliteten stort sett tilfredsstillende, men var i en kort periode på våren under vannkvalitetsmålet. I forbindelse med etablering av et elvekraftverk i Rødneelva i 2006 ble inntaket til kalkdosereren flyttet. Det er ikke meldt om større driftsproblemer ved kalkingsanlegget i 2010. 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.

Suldalslågen

Thomas Correll Jensen (NINA, ansvarlig rapportering)

Igangsetting av kalking har sammen med redusert sur nedbør hatt en positiv effekt på vannkvaliteten i Suldalslågen, men det har ikke vært noen entydig reduksjon i kalkforbruket i elva siden 2004. Vannkvaliteten i 2010 var ikke helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet, og det er fremdeles behov for kalking i elven. Bestanden av laks i vassdraget ser ut til å ha tatt seg opp igjen etter den kraftige reduksjonen man så på starten og midten av 1990-tallet. Igangsettingen av kalking, reduksjon i sur nedbør og endret manøvreringsreglement er trolig viktige faktorer som har bidratt i en positiv retning. Bestanden av sjørret i Suldalslågen er på et historisk lavt nivå. Det må ses i sammenheng med en generell tilbakegang i sjørretbestanden i fylkene fra Rogaland til Nord-Trøndelag. Den generelle tilbakegangen forklares med forhold i sjøen, hvor lakselus regnes som største trussel.

FAKTA OM SULDALSLÅGEN	
Vassdragsnr:	036.z
Fylke, kommuner:	Rogaland fylke, Suldal kommune
Areal, nedbørfelt:	1466 km ² (uregulert), restfelt Suldalslågen 135 km ² .
Vassdragsregulering:	Omfattende regulering (Ulla-Førre og Røldal-Suldal kraft).
Middelvannføring:	50 m ³ /s
Kalket siden:	1998 (1985).
Lakseførende strekning:	22 km, hele Suldalslågen til utløpet ved Sand.
Bakgrunn for kalking:	Laksestammen er truet, samt tilførsel av mer surt vann gjennom Blåsjømagasinet etter regulering.
Vannkvalitetsmål	I smoltifiseringsperioden: pH 6,2 fra 15.februar til 31. mars, pH 6,4 fra 1.april til 31.mai. Resten av året: pH 6,0.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for laks i Suldalslågen. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
Kalkingstrategi:	Kalkdoserer i hovedelven ved utløp av Suldalsvatnet og i tre sidevassdrag (Tjostheimsåna, Tveitliåna og Mosåna). Innsjøkalking i mindre innsjøer har tidligere funnet sted.

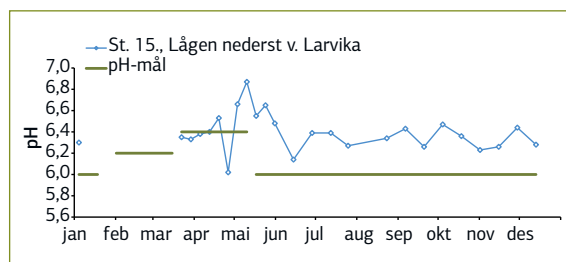


Figur 1. Øverst: Suldalsvassdragets nedbørfelt. Suldalslågens uregulerte restfelt inntegnet. Nederst: Suldalslågens uregulerte restfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Det har ikke vært noen entydig reduksjon i kalkforbruket i Suldalslågen for perioden 2004-2010 (tabell 1). Årlig kalkforbruk har variert mellom 173 og 278 tonn.

I 2010 falt det 1257 mm nedbør på meteorologisk stasjon ved Suldalsvatn, mot normalen på 1820 mm.



Figur 2. Vannkvaliteten i nedre del av Suldalslågen ved Larvika i 2010: pH i forhold til pH-målet.

Tabell 1. Kalkforbruk (tonn) i Suldalslågen årene 2004-2010. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO_3 .

År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdos. Osvald	173	136	127	219	113	164	190
Kalkdos. Tjøstheimsåna	37		31	43	44	44	16
Kalkdos. Tveitliåna					19		22
Kalkdos. Mosåna	15	32	15	12	26	34	
Innsjøkalking*	53	53					
Sum	278	221	173	274	202	242	228

*Augnastølsvatnet og Ritlandsvatnet

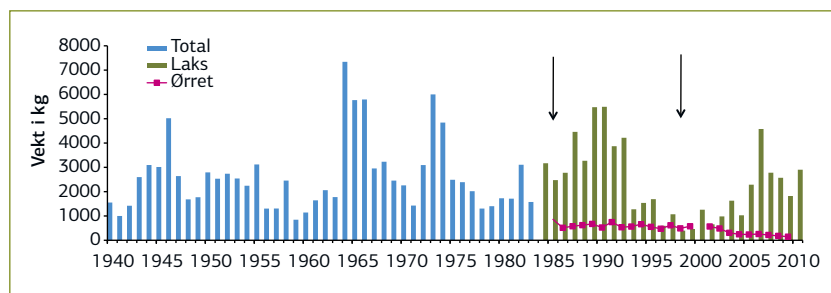
2 Vannkjemi

Sammen med reduksjon av sur nedbør har igangsetting av kalking i Suldalslågen i 1998 hatt en positiv effekt på vannkvaliteten, men for perioden 2004-2010 er det ingen vesentlige endringer i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene i Suldalslågen.

På den anadrome strekningen var det for dårlig vannkvalitet i forhold til målsettingen i smoltifiseringsperioden i 2010 (figur 2). Dog var det en liten forbedring i vannkvaliteten på den nederste delen av elven i forhold til oppstrøms stasjoner, med høyest pH nederst ved Larvika. I den ukalkede referansebekken Fossåna, var vannkvaliteten dårlig i 2010. Her var pH-nivået blant de laveste registrert på de undersøkte lokaliteter i 2010.

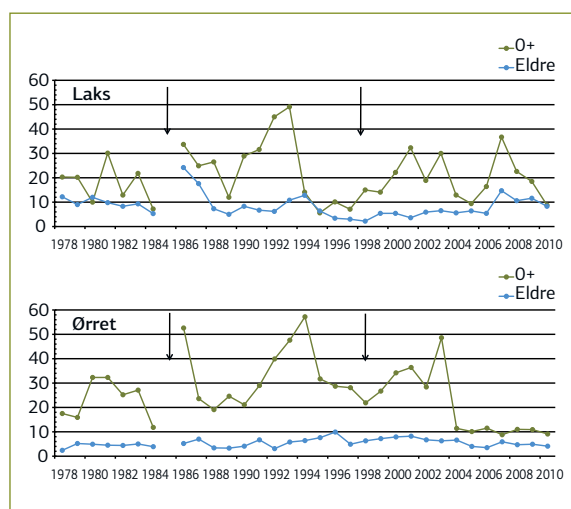
3 Fisk

Laksebestanden i Suldalslågen ser ut til å ha økt igjen etter en kraftig reduksjon på begynnelsen og midten av 1990-tallet. Fra 2005 har fangsten av laks ligget på et høyere nivå enn for perioden 1993-2004 (figur 3). Tettheten av ungfisk har også vært noe høyere etter 2000 (figur 4). Siden 2007 er det dog skjedd en nedgang i tettheten av årsunger. Den tilsynelatende fremgang for bestanden skyldes antakelig en kombinasjon av årsaker. Igangsettingen av kalking av sidevassdragene i 1998 og reduksjon av sur nedbør er antakelig viktige faktorer i elven som har vært med å påvirke utviklingen i en positiv retning. En annen viktig faktor er endret manøvreringsreglement med mindre sommervannføring og derfor økt vanntemperaturer. Det har bidratt til økt vekst og lavere alder ved smoltifisering.



Figur 3. Fangst av laks- og sjørret i Suldalslågen i perioden 1940 – 2010.

For sjørret i Suldalslågen tegner det seg et mer dystert bilde. Både fangsten av tilbakevandret ørret og tettheten av ungfisk er nå på det laveste nivået for den perioden det finnes data (**figur 3** og **figur 4**). Dette skyldes antakelig et samspill av flere faktorer. Det har vært en generell tilbakegang i sjørretbestanden. Fangstene i Rogaland har avtatt siden 1990 og i alle fylkene fra Rogaland til Nord-Trøndelag siden 2004. Dette forklares med forhold i sjøen, hvorav lakselus regnes som den største trusselen. Tilbakegangen for sjørret i Suldalslågen må ses i sammenheng med dette. Endret konkurranseforhold mellom laks og ørret i elven kan også ha påvirket ørretbestanden i Suldalslågen i negativ retning.



Figur 4. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen i perioden 1978 til 2010.

4 Samlet vurdering

Kalking har sammen med mindre sur nedbør bidratt til en gradvis forbedring av vannkvaliteten i Suldalslågen især i årene umiddelbart etter 2000. For rapporteringsperioden (2004-2010) har det ikke vært noen entydig reduksjon i kalkforbruket, og resultatene i perioden viser heller ingen vesentlige endringer i vannkvaliteten på den kalkede del av vassdraget. Resultatene for 2010 for referanse- og ukalkede stasjoner viser at det fremdeles er nødvendig med kalking for å oppnå vannkvalitetsmålet, spesielt i smoltifiseringsperioden, da pH-målet er høyere. I 2010 har kalkingen stort sett fungert bra ved dosereren ved Mosåna. Ved Osvald og i Tveitliåna indikerer målingene at det er et økt behov for kalking. I Tjostheimsåna kan det se ut til at det har vært en viss overkalking i smoltifiseringsperioden. For laksen i Suldalslågen har kalkingen bidratt til en positiv utvikling i bestanden med høyere fangster av tilbakevandret fisk og høyere tettheter av ungfisk enn før reduksjonen i bestanden i starten av 1990-årene.

Uskedalsvassdraget

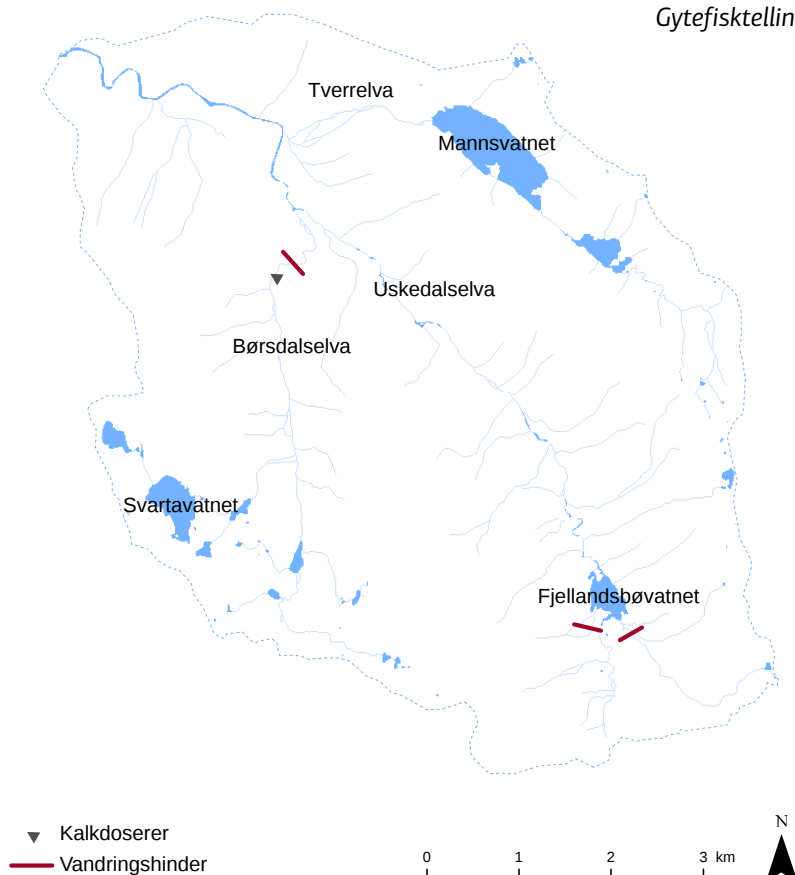
G. A. Halvorsen, S-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: koordinering, bunndyr og fisk), A. Hobæk (NIVA: vannkjemi)

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 er fortsatt 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
Regine 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



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



Figur 1. Uskedalsvassdraget med nedbørsfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

Kalkforbruket i dosereren var høyere i 2010 enn de fire foregående årene (tabell 1).

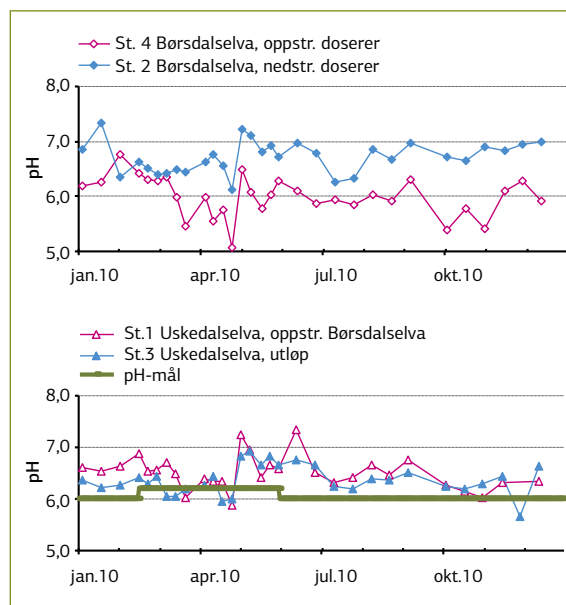
Nedbøren i 2010 var 79 % av normalen. De kaldeste månedene januar-februar og november-desember var mye tørrere enn normalt. I april, og juli-august, var nedbøren over normalen. Månedene med størst avvik fra normalen var januar (18 %) og april (161 %).

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Uskedalselva årene 2006 – 2010. Det er benyttet kalktype VK3 siden juli 2004. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

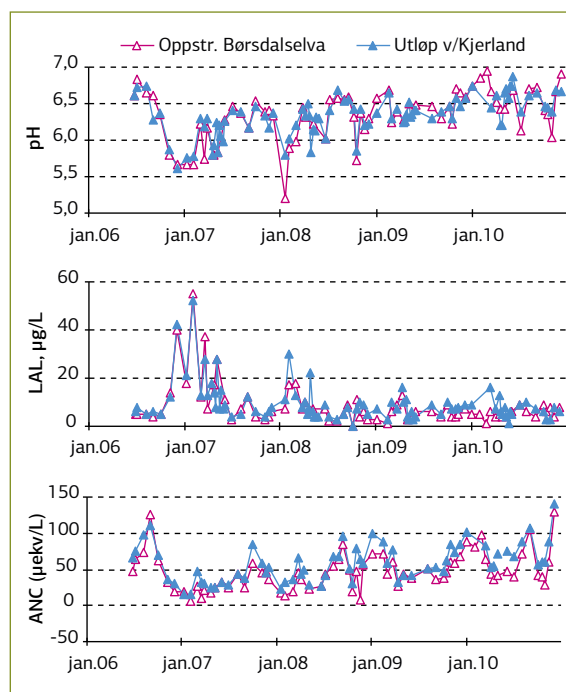
År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserer	51	32	36	68	108
Utlagt grovkalk	10	10	10	10	10
Sum kalkforbruk	61	42	46	78	118

2 Vannkjemi

Vannkvaliteten i 2010 var bedre enn i noen av de foregående år (figur 2 og 3). Høyere kalkdosering og lavere aluminiums-konsentrasjoner i hovedelva oppstrøms Børsdalselva synes å ha bidratt til dette. Vi ser likevel tegn til samme problem som tidligere, nemlig at kalkingen tidvis ikke holder pH-målet særlig under den kritiske vårperioden (figur 2), selv om kalkforbruket i 2010 har vært høyere enn tidligere år. Dette antas å henge sammen med at vannføringen i Børsdalselva er sterkt nedbøravhengig, og i tørre perioder blir avrenningen herfra såpass liten at kalkingen har begrenset effekt i hovedelva. Trolig kan vannkvaliteten i hovedelva oppstrøms Børsdalselva også være problematisk i perioder, men vi har ikke kunnet dokumentere episoder med økning av labilt aluminium her i 2010 (figur 3). Sjøsalteffekter har vært en del av årsaken til slike episoder tidligere, men dette har ikke forekommet i 2010.



Figur 2. Utviklingen i pH i 2010 i Uskedalselva og Børsdalselva med pH-mål for vassdraget.

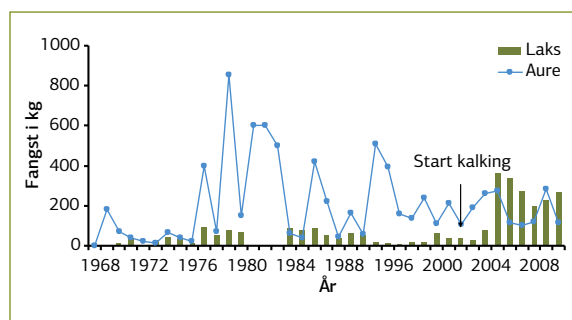


Figur 3. Utvikling i vannkjemi (pH og labilt aluminium) fra 2006 til 2010 ved to stasjoner i Uskedalselva; oppstrøms Børsdalselva (ukalket) og utløp v/Kjærland (kalket).

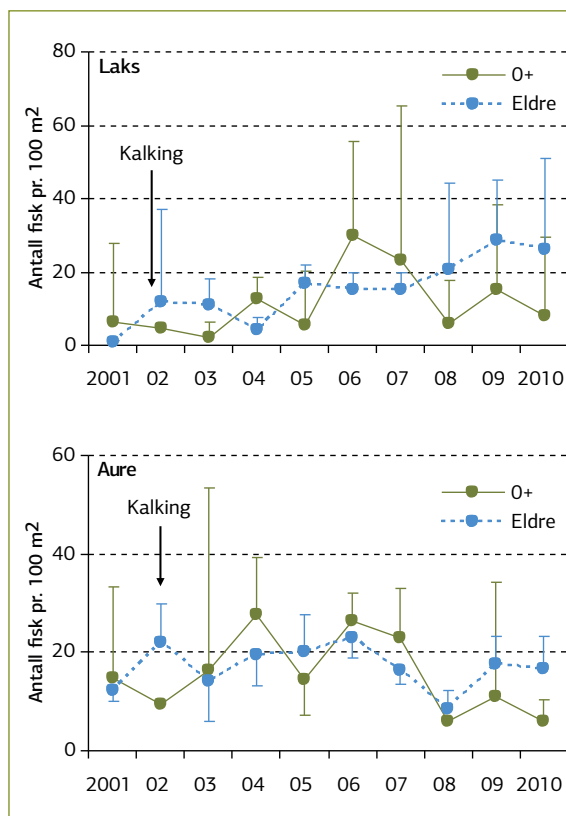
3 Fisk

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 - 2010 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. Det har vært en stabil produksjon av aure i hele overvåkingsperioden, men tetthetene av ensomrig aure synes å gå ned (figur 5). Uskedalselva synes å ha en livskraftig bestand av sjøaure.



Figur 4. Fangst av laks og sjøaure i Uskedalselva i perioden 1969 til 2010.



Figur 5. Tetthet av laks- og aureunger i Uskedalselva i perioden 2001-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger

4 Samlet vurdering av kalkingen

Over flere år har kalkingen ikke maktet å oppnå kvalitetsmålet på pH 6,2 i smoltifiseringsperioden februar-juni. I 2010 falt pH i nedre del av Uskedalselva under pH-målet i to perioder i mars-april 2010. Generelt var vannkjemien både i Uskedalselva og Børsdalselva bedre enn tidligere, og det var ingen store utslag knyttet til nedfall av sjøsalter. Fangstene av laks viser en positiv effekt av kalkingen. Imidlertid viser gytefiskteilingene en negativ utvikling for villaksen. Sammen med det store innslaget av oppdrettslaks, er dette urovekkende.

Vossovassdraget

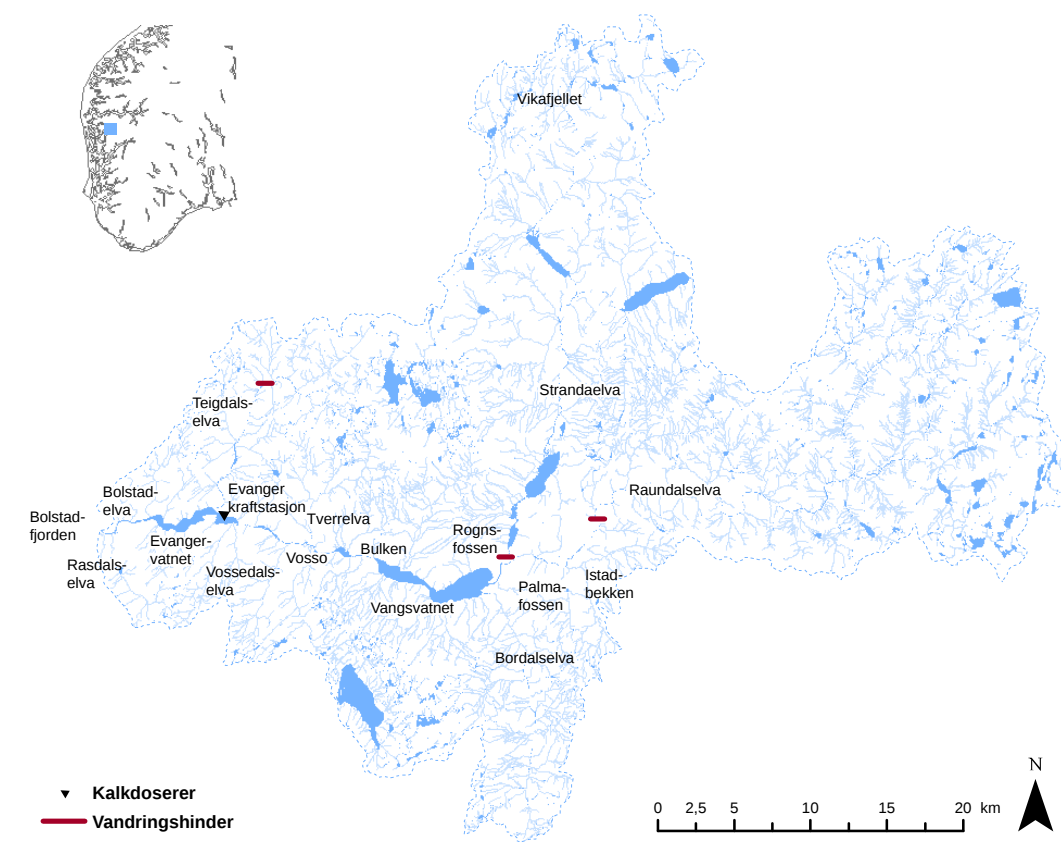
S-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: koordinering og fisk),
R. Saksgård, A. K. Schartau (NINA: vannkjemi)

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.



Kultiveringsanlegg for laksesmolt i Evangervannet.

Foto: Tore Wiers

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

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

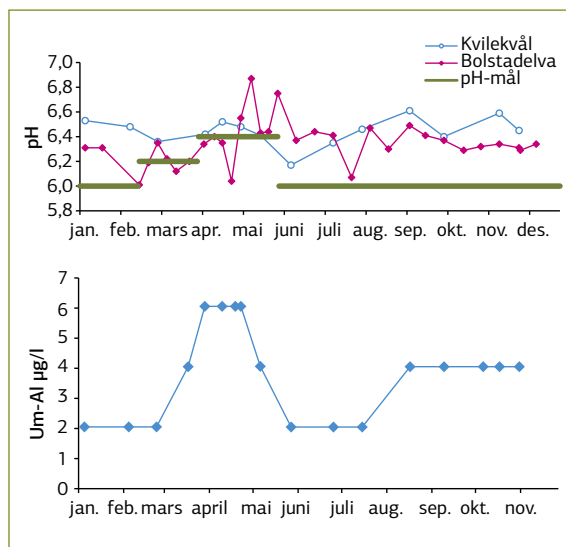
I 2010 falt det 1352 mm nedbør på meteorologisk stasjon Bulken mot normalen på 1801 mm.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Vossovassdraget i årene 2006-2010. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalk totalt	48	60	65	43	49

2 Vannkjemi

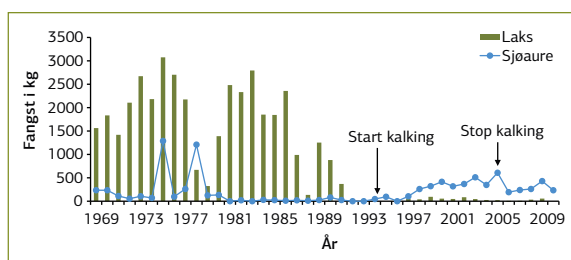
Med bakgrunn i de vannkjemiske dataene fra 2010 er vannkvaliteten stort sett tilfredsstillende for den lakseførende strekningen i Vosso (figur 2). Vannkvaliteten viser en positiv utvikling både på kalkede og ukalkede lokaliteter, noe som skyldes en naturlig bedring av forsurelings-situasjonen. Innholdet av aluminium er generelt lavt i hele vassdraget. I dagens situasjon er forsuring 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 Bolstad-elva (nedre figur).

3 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 (1992-2010) er 283 kilo (hovedsakelig sjøaure).

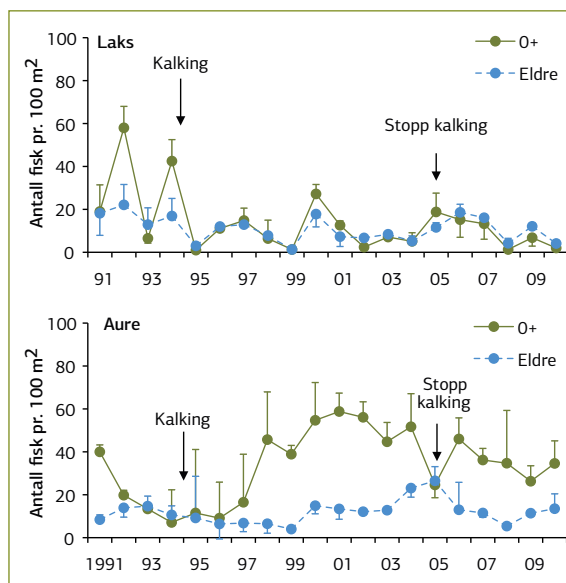


Figur 3. Fangst av laks og sjøaure i Vossovassdraget i perioden 1969-2010.

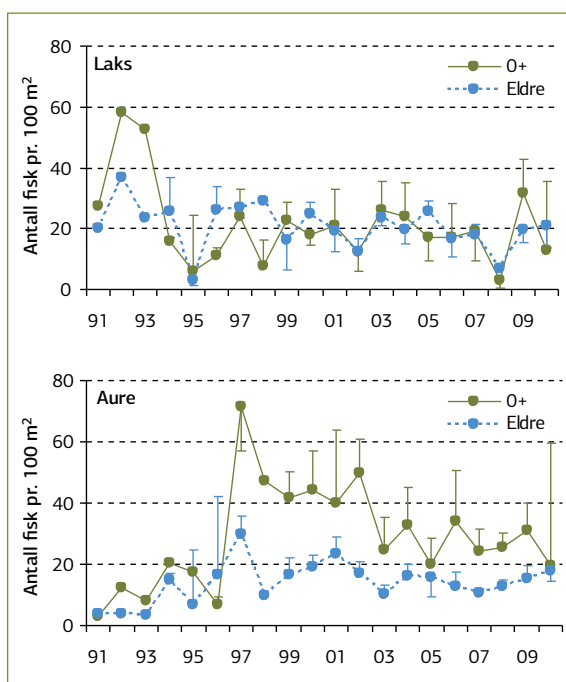
Tetthetene av laksunger har variert relativt mye mellom år både i Bolstadelva (**figur 4**) og i Vosso (**figur 5**) i perioden 1991-2010. Flere år med lave tettheter av årsunger og eldre laks i Bolstadelva gjenspeiler trolig lav naturlig rekruttering. Dette skyldes at gytebestanden er for liten til 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 1991-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.



Figur 5. Tetthet av laks- og aureunger i Vosso i perioden 1991-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

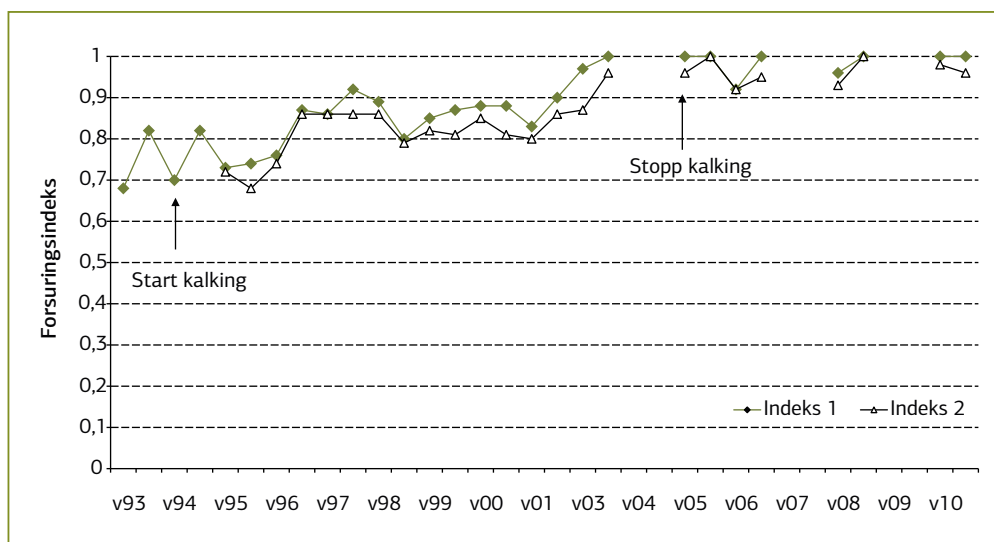
Rømt oppdrettslaks utgjør en alvorlig trussel for den særegne storlaksstammen i Vosso. I perioden 1990-2010 er det i sportsfisket og i prøvafiske om høsten blitt fanget totalt 611 oppdrettslaks, dvs. et innslag på 59 % oppdrettslaks i denne perioden. Av villaks undersøkt i forbindelse med dette fisket i perioden 1998-2010 var 73 fettfinneklapte av totalt 138 laks undersøkt, dvs. et innslag av fettfinneklapt laks på ca. 53 %. Denne fettfinneklapte laksen stammer høyst sannsynlig fra utsetninger i elva fra Voss klekkeri og fra smolt slept i bur ut fjorden. Den høye andelen av slik fisk viser at settefisk 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.

4 Bunndyr

Bunndyrsamfunnet i Vosso har stabilisert seg etter at kalkingen ble avsluttet i 2005 (figur 6). Indeksverdiene for 2010 er litt bedre enn i 2008. Fremdeles er imidlertid den øverste delen av sideelva Raundalselva, og muligens også sideelva Rasdalselva nederst i vassdraget, noe påvirket av forsurening. Dette betyr at Vossovassdraget snart kan defineres som uten forurensningsskader på bunndyrfaunaen.

5 Samlet vurdering av kalkingen

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 forurensingssituasjonen. 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 forurensing. Det er konkludert med at det ikke er behov for ytterligere kalking med doserer.



Figur 6. Gjennomsnittlig forurensningsindeks for stasjonene i Vosso fra 1993 til 2010. Indeksen tar hensyn til relativ mengde av de mest forurensningsfølsomme bunndyrene. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

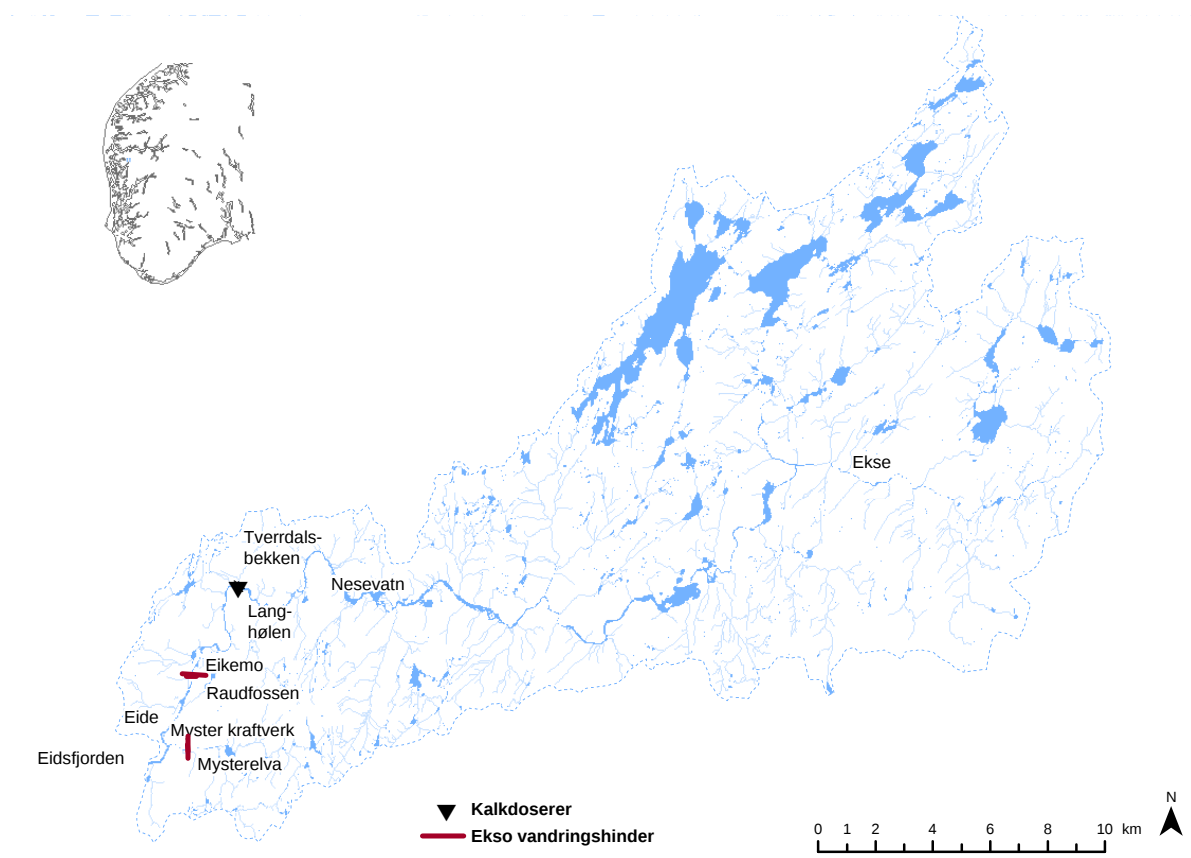
Eksingedalsvassdraget (Ekso)

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

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 2010. Dårlig vannkvalitet målt i ukalkede områder viser at behovet for kalking fortsatt er tilstede. Tetthetene av ensomrig laks viser en økende tendens fra 1997. Dette gjenspeiles i økende tettheter av tosomrig og eldre laks i 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 av økt innsig av villaks.

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 2010

I 2010 falt det 1482 mm nedbør på meteorologisk stasjon 52170 Eksingedal, mot normalen på 2463 mm. Kalkforbruket har vært relativt jevnt (tabell 1).

Tabell 1. Kalkforbruk (omregnet til tonn CaCO_3) 2006-2010. Det ble benyttet VK3-kalk.

År	2006	2007	2008	2009	2010
Langhølen doserer	590	792	662	633	533

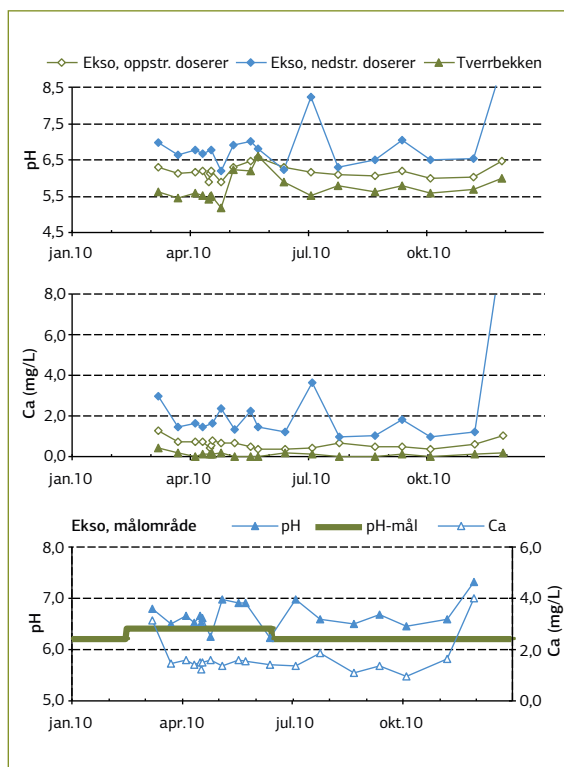
2 Vannkjemi

Vannkvaliteten i målområdet (oppstrøms kraftstasjon ved Eide) var tilfredsstillende (figur 2). pH-verdiene hadde meget små avvik i forhold til pH-målet. Tidvis høye kalsiumverdier skyldes trolig dårlige innblandingsforhold ved lav vannføring.

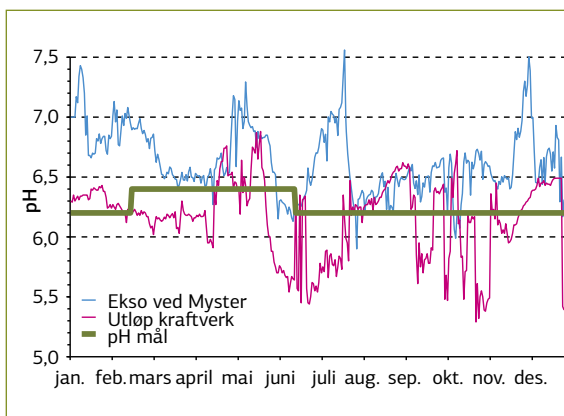
Overvåkingen viser at markerte forsureningsepisoder ble effektivt nøytralisert. Det ukalkete restfeltet leverer fortsatt surt vann med utilfredsstillende kvalitet. Forekomsten av forsureningsepisoder og restfeltets vannkvalitet viser at det er behov for fortsatt kalking av vassdraget.

De kontinuerlige pH-målingene i målområdet ved Myster og i avløpet fra Myster kraftstasjon i 2010 er vist i figur 3. Loggeverdiene er kalibrert med vannkjemiske målinger.

Når Myster kraftverk kjører og ukalket vann slippes ut kan pH falle raskt. Laveste pH i utløpet av kraftverket var 5,3, registrert i en periode med surt vann i slutten av oktober 2010 (figur 3). Dette viser at kalking av vassdraget er nødvendig. I målområdet har pH stort sett ligget godt over kalkingsmålet, men har i enkelte episoder likevel sunket under målsettingen.



Figur 2. pH og kalsium (Ca) ovenfor og nedstrøms kalkdoserer og i referanselokaliteten Tverrdalsbekken i 2010 (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 2010.

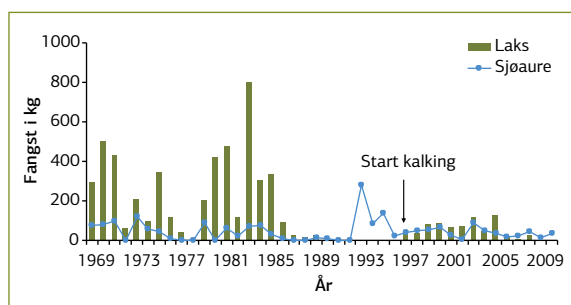


Tore Wiers med 13 kilos hannlaks fra stamfiske i Ekso.

Foto: Sveinung Klyve

3 Fisk

Den offisielle fangststatistikken for laks og sjøaure viser relativt store variasjoner (figur 4). Gjennomsnittlig fangst av sjøaure og laks for hele perioden har vært på 210 kilo. Villaksen ble fredet i 1991 grunnet den dramatiske nedgangen i fangster av laks på slutten av 1980-tallet.



Figur 4. Fangst av laks og sjøaure i Ekso i perioden 1969 til 2010.

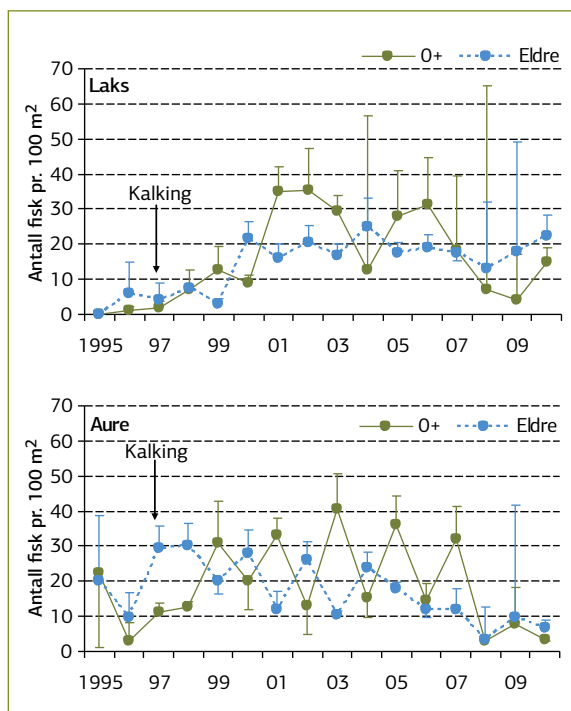
Det ble ikke påvist ungfisk av laks i vassdraget i 1995 og tetthetene var også relativt lave i perioden 1996-1999. Tetthetene av årsunger og eldre laks viser en økende tendens fra 1997 (figur 5).

Tettheten av sjøaure har vist en markert nedgang i de siste seks årene.

Rognplanting har resultert i høye tettheter av tosomrig og eldre laks oppstrøms lakseførende strekning. Dette har i tillegg til en positiv utvikling av ungfiskbestanden i lakseførende del, medført en betydelig økning i smoltproduksjonen fra og med 2002/2003. Gytefisktellingene og stamfiske 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.

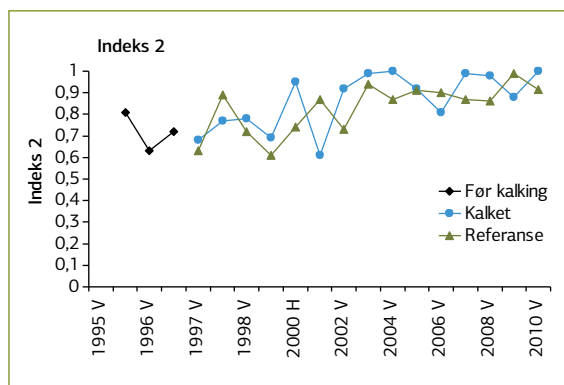
Gytebestanden av laks har siden 1994 hatt et stort innslag av oppdrettsfisk. Rømt oppdrettslaks vurderes til å være en alvorlig trussel mot villaksbestanden i vassdraget.



Figur 5. Tetthet av laks- og aureunger i Eksingedalsvassdraget i perioden 1995 - 2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

4 Bunndyr

Bunndyrsamfunnene viser god respons på kalkingen. Både det biologiske mangfoldet og forsuringsindeksen (**figur 6**) har bedret seg betydelig etter at kalkingen av vassdraget ble startet. Referansestasjonene har også bedret seg i løpet av den tiden effektkontrollen har pågått. Dette har gitt seg utslag i høyere verdi for forsuringsindeksen og økte mengder av sensitive bunndyr i prøvene. Bunnfaunaen på den strekningen som ligger nedstrøms Myster kraftverk vil fortsatt være ustabil, grunnet de vannfluktuasjonene som oppstår ved effektkjøring av kraftverket og dårligere vannkvalitet ved ukalket vann gjennom kraftverket.



Figur 6. Forsuringsindeks på kalkede og ukalkede (referanse) lokaliteter i Eksingedalsvassdraget for perioden 1997-2010. Verdien går fra 0 til 1 og øker når tilstanden bedres.

5 Samlet vurdering av kalkingen

Det ukalkete restfeltet i Eksingedalsvassdraget har fortsatt surt vann med utilfredsstillende kvalitet. Kalkingsstrategien i Eksingedalsvassdraget fungerte etter hensikten i 2010. Den nåværende kalkingsstrategien anbefales opprettholdt i 2011.

Yndesdalsvassdraget

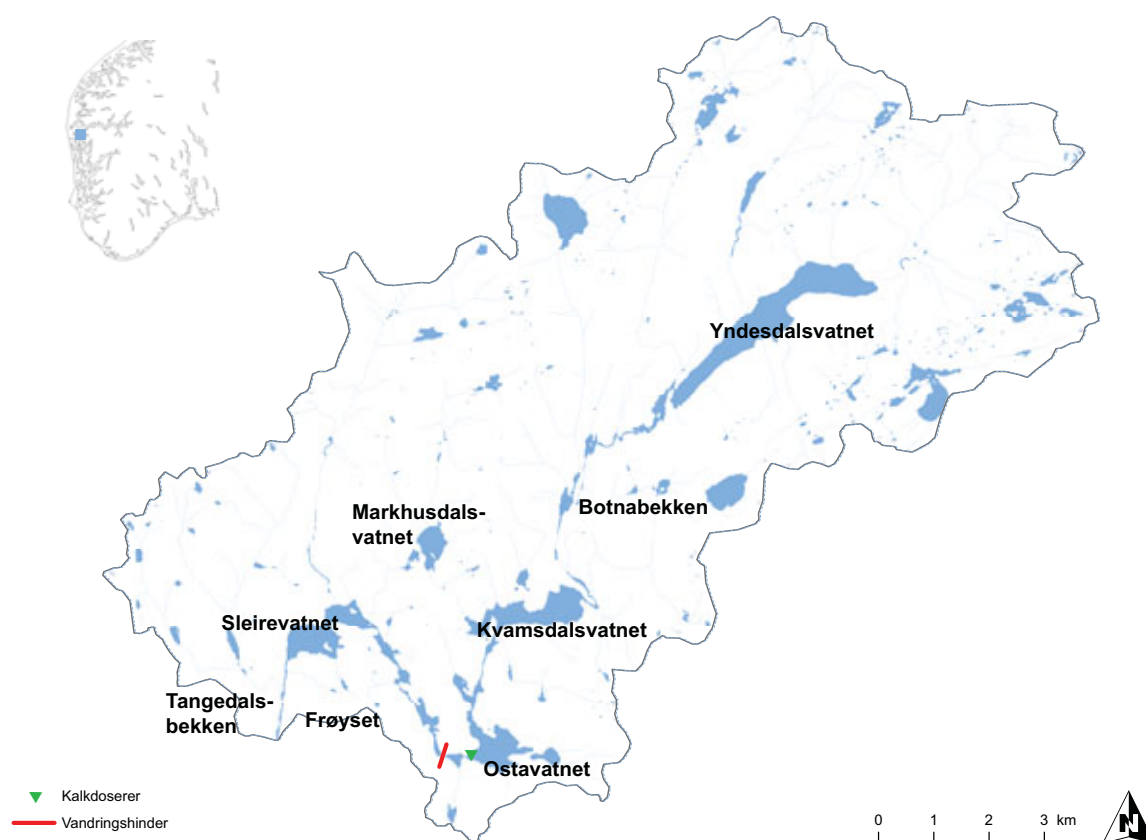
G. A. Halvorsen og S-E. Gabrielsen (LFI, Uni Miljø: koordinering og fisk), A. Hobæk (NIVA: vannkjemi), S. Schneider (NIVA: Vannvegetasjon)

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 $\geq$ 6,2
Kalkingsstrategi:	Kalkdoserer



Figur 1. Yndesdalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

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

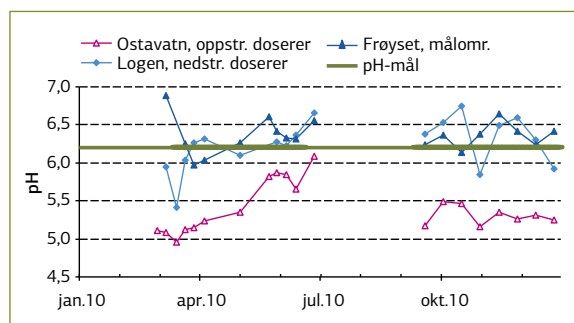
Nedbøren i nedre del av nedbørfeltet (Frøyset) var 91 % av normal. I øvre del av nedbørfeltet (Brekke) var nedbøren bare 70 % av normalen i 2010. De kalde månedene januar-februar og november-desember var uvanlig tørre, mens i mars-april og i juli falt det mye nedbør. På begge stasjoner ble de største avvikene fra normalen registrert i februar og april.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Yndesdalsvassdraget årene 2006-2010. Det er benyttet kalktype VK3 fra juli 2004. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO_3 .

År	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkdoserer	668	898	1396	792	657
Sum kalkforbruk	668	898	1396	792	657

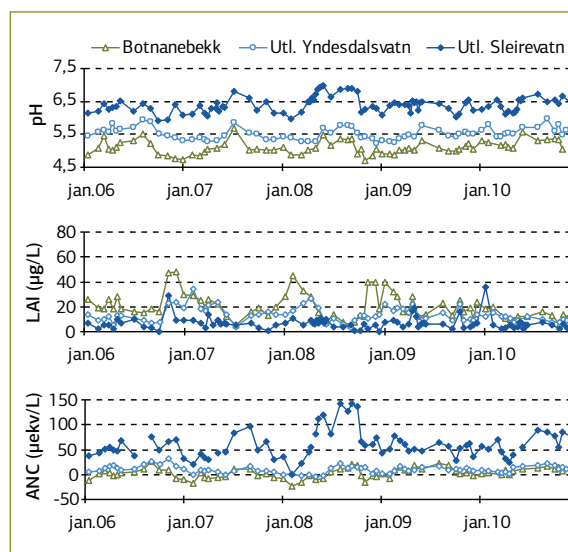
2 Vannkjemi

Hovedvassdraget nedstrøms Ostavatn, inkl. lakseførende strekning, er representert ved prøvestasjonen nedstrøms Sleirevatn. Doseringskontrollen sviktet i deler av 2010 (figur 2). pH i målområdet lå litt under pH-målet (6,2) ved to tidspunkt (i mars/april og oktober).



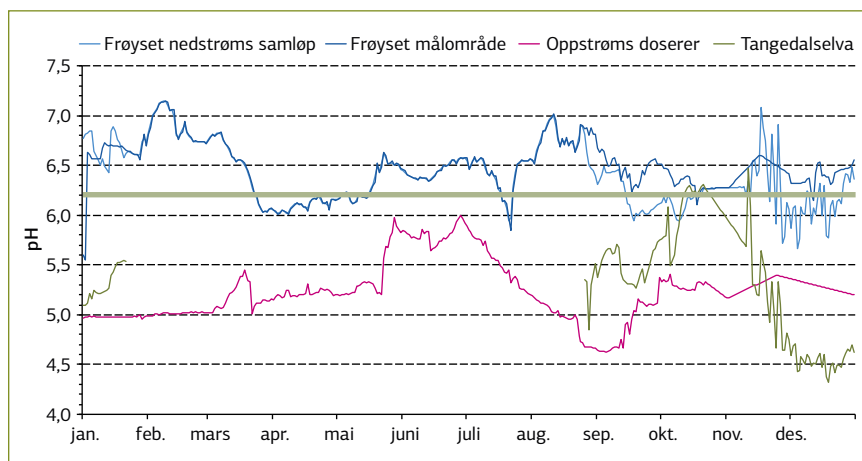
Figur 2. pH og pH-mål i målområdet på lakseførende strekning ved Frøyset.

I NIVAs prøveserie (figur 3) lå 1 av 18 pH-målinger fra målområdet under målsettingen (pH 6. april = 6,12). Labilt Al ble målt opp til 36 $\mu\text{g/L}$ tidlig i januar, men lå resten av året under 10 $\mu\text{g/L}$.



Figur 3. Utvikling i vannkjemi (pH, labilt aluminium og syrenøytraliserende kapasitet -ANC) for perioden 2006-2010 ved Botnane bekken (ukalket), utløpet av Yndesdalsvatn (tidligere kalket) og utløpet av Sleirevatn (kalket).

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 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 mars-mai, sent i juli, og om høsten i september-oktober og fra slutten av november. 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 2010 ingen tegn til overdosering av kalk, slik vi så sommeren 2008.



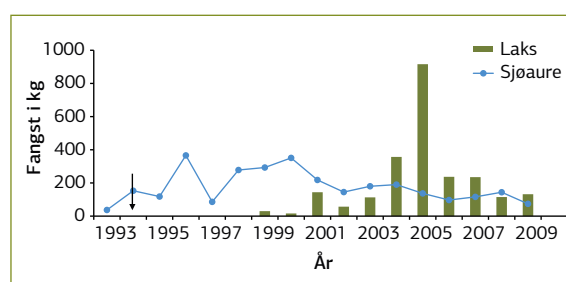
Figur 4. Kontinuerlig pH-måling på fire stasjoner i nedre del av Yndesdalsvassdraget i 2010. Kurvene er basert på døgnmidler. Målestasjonene "Frøyset målområde" og "Frøyset nedstrøms samløp" ligger begge i målområdet, men henholdsvis overfor og nedenfor samløp med den ukalkete og sure Tangedalselva.

I de ukalkete delene av vassdraget synes vannkvaliteten uforandret og er fortsatt sur, med pH 5,0-5,6 og labilt Al 6-20 µg/L i 2010. Det er fortsatt behov for kalking for å sikre vannkvalitet som er levelig for laks og sjøaure. Spesielt under episoder med mye sjøsalter har vi sett økning i labilt aluminium i disse delene av vassdraget, selv om det ikke var noen slike episoder i 2010. Kalkingen av Yndesdalsvatnet fram til 2004 har ikke lenger noen merkbar effekt på vannkvalitet i innsjøen eller i vassdraget.

3 Fisk

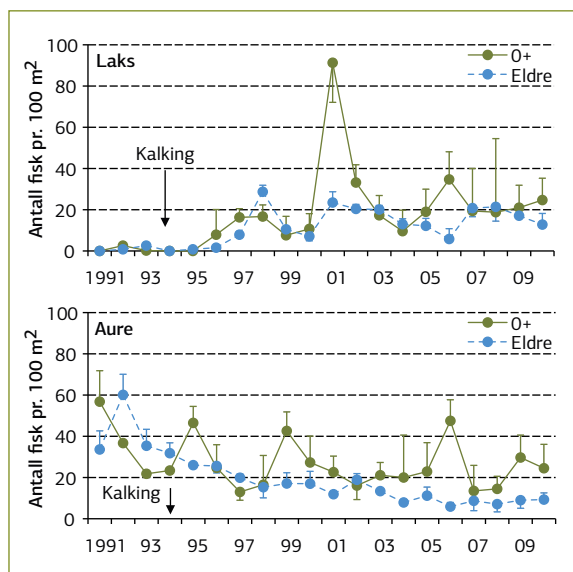
Det finnes ingen data på fangster av laks i følge den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1999. I 1999 ble det åpnet for et fiske etter oppdrettlaks, mens det fra og med høsten 2003 også har vært tillatt med et fiske etter villaks. Fangstene av laks har vært lave, men i 2005 ble det fanget 916 kilo laks. Innslaget av oppdrettlaks i perioden 2003-2009 har vært på 17 %. Fangstene blir betydelig påvirket av nedbørsmengder i fiskesesongen.

Det finnes få data på fangster av sjøaure i følge den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1993. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1993-2010 er 179 kilo (figur 5).



Figur 5. Fangst av laks og sjøaure i Yndesdalsvassdraget i perioden 1993-2010.

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 - 2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

4 Vannvegetasjon

Forsuringsindeksen AIP tyder på at forsuringen i Yndesdalsvassdraget generelt går langsomt tilbake. Mens bekken som kommer fra Botnanevatn fortsatt er i moderat tilstand med henblikk på forsuring, har bekken fra Markhusdalsvatn så vidt krysset grensen fra moderat til god tilstand i 2010. Dette viser at kalkingen i Yndesdalsvassdraget fortsatt er nødvendig, siden de ukalkete stasjonene fortsatt er litt sure. Den økende AIP indeksen på begge stasjoner tyder imidlertid på at forsuringen er på vei nedover og at kalkingen på sikt vil kunne reduseres eller til og med innstilles. Den øverste stasjonen ved innløpet i Yndesdalsvatnet er ikke forsuret, sannsynligvis på grunn av en tidligere kalking med dolomittkalk i området. På de to stasjonene som ligger mellom Yndesdalsvatnet og Ostavatnet gikk AIP indeksen jevnt nedover fra 2001 til 2008, mens den økte

i 2010. Samtidig viser eutrofieringsindeksen PIT at begge stasjonene blir påvirket av eutrofiering. Av dette kan det trekkes følgende konklusjoner: 1) Kalkingen av Yndesdalsvatnet, som ble gjennomført fra 1991 til 2003, har hatt en positiv effekt på elvestasjonene som ligger nedenfor selve innsjøen. 2) Den positive effekten forsvant etter at kalkingen stoppet. 3) Det finnes eutrofiering i området, som reduserer forsuringseffekten i de undersøkte bekkene men samtidig øker trofinivået. Stasjonene som ligger nedenfor kalkdosereren har en mer eller mindre stabil AIP indeks som ligger på et høyt nivå. Dosering av kalk ved Ostavatnet er tilstrekkelig til å sikre svært god økologisk tilstand for begroingsalger på stasjonene nedenfor dosereren.

I Yndesdalsvatnet er *Fontinalis antipyretica* redusert i forhold til 2006 og 2001, mens tettheten til de typiske artene for lett sure innsjøer *Isoetes lacustris*, *Lobelia dortmanna* og *Sparganium angustifolium* har økt og *Littorella uniflora*, som også er typisk for lett sure innsjøer, har dukket opp. Dette er sannsynligvis en konsekvens av at Yndesdalsvatnet ikke lenger blir kalket.

5 Samlet vurdering av kalkingen

Målingene i 2010 viser at vannkjemien i de ukalkede delene fortsatt er sur. I målområdet nedenfor Sleirevatnet var pH bare unntaksvis under målsettingen, og labilt Al sjelden over 10 µg/L (maks 36 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 2010 var det ikke tegn til overdosering, som det ble observert sommeren 2008.

Flekke og Guddalsvassdraget

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

skal kunne etablere seg i hele vassdraget, og for at laks skal kunne opprettholde en livskraftig bestand.

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. I 2010 var ikke vannkvaliteten 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

FAKTA OM FLEKKE OG GUDDALSVASSDRAGET	
Fylke:	Sogn og Fjordane
Regine nr:	082.Z
UTM, utløp:	3044-68030 (ØV-NS)
Nedbørfeltareal:	263 km ²
Mid. vannføring:	19,2 m ³ /s
Vassdragsregulering:	Det er ingen regulering i vassdraget
Lakseførende strekning:	8 km
pH-mål:	pH ≥ 6,2
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking, skjellsandkalking + to doserere



Figur 1. Flekke og Guddalsvassdraget med nedbørfelt.

1 Kalkforbruk og nedbørforhold i 2010

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.

I 2010 falt det 1864 mm nedbør på meteorologisk stasjon ved Hovland, mot normalt på 3234 mm. Dette utgjorde 58 % av normalen. Nedbørmengdene var størst i mars, september og oktober.

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Flekke og Guddalsvassdraget årene 2006-2010. Alle verdier er oppgitt som 100 % CaCO_3 .

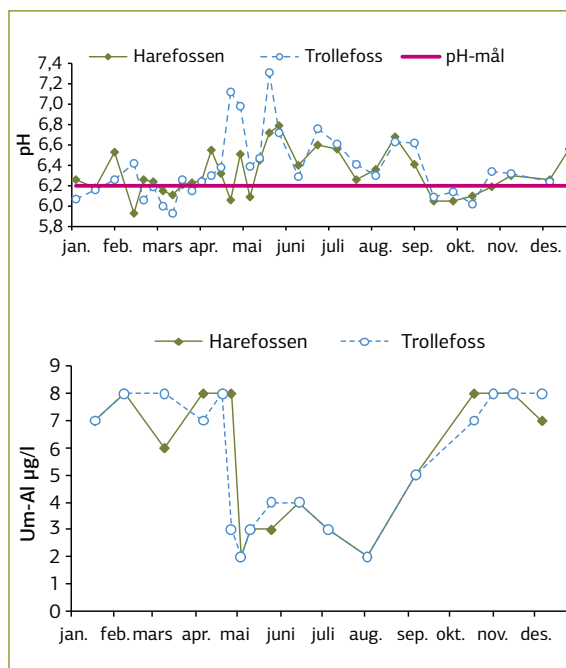
År	2006	2007	2008	2009	2010
Sum kalkforbruk	648	875	1184	1142	633

2 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 2010 er i lange perioder ikke helt tilfredsstillende i forhold til vannkvalitets-målet for vassdraget (figur 2).

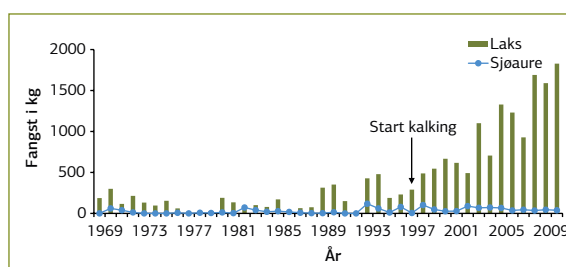
Sammenlignet med årene 1998-2004 har vannkvaliteten de siste seks årene vært dårligere med en større variasjon i pH, og høyere aluminiumskonsentrasjoner, spesielt ved Trollefoss. Dette kan skyldes at effekten av terrengkalkingen i nedbørfeltet til Hovlandselva er i ferd med å gå ut. De målte verdiene av giftig aluminium i 2010 var imidlertid lave (figur 2) og det er i senere år ikke registrert forurskingskader på fisk eller bunndyr i hovedelva.



Figur 2. Variasjon i pH (øvre figur) og giftig aluminium (Um-Al) (nedre figur) på lokaliteter på lakseførende strekning i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane i 2010.

3 Fisk

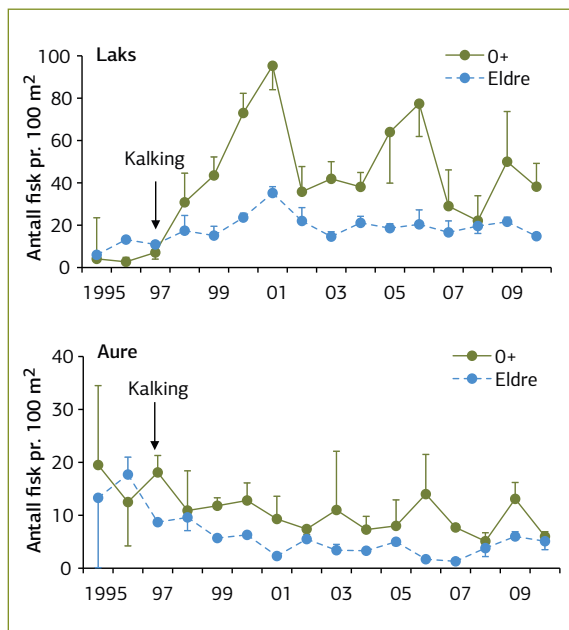
Etter at kalkingen kom i gang i 1997 viser fangststatistikken en svært positiv utvikling for sportsfiskefangster av laks. Foreløpig høyeste fangst ble tatt i 2010 med 1828 kg (figur 3). Fangstene av sjøaure har derimot holdt seg på et relativt stabilt lavt nivå (figur 3).



Figur 3. Fangst av laks og sjøaure i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1969 til 2010.

I overvåkingsperioden (1995-2010) 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 plommeseckkyngel fra genbanken i Eidfjord. Det ble ikke satt ut øyerogn eller plommeseckkyngel i 2009. I 2010 ble det satt ut 21 500 plommeseckkyngel fra lokalt klekkeri.



Figur 4. Tetthet av laks- og aureunger i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1995-2010. 0+ og eldre betyr henholdsvis årsunger og ungfisk eldre enn årsunger.

4 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. Det anbefales at det gjøres tiltak for å sikre stabilt god vannkvalitet i Hovlandselva og Espedalselva. Blant forslagene her er terrengkalking av Hovlandsfeltet og Espedalsfeltet. Et alternativ er kontinuerlig dosering av kalk i begge elvene. Dersom biomassen av krypsiv skulle fortsette å øke, så bør en vurdere en reduksjon av kalkingen.

Notat

oversikt

2011

- 2011-4: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2010
- 2011-3: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2010. Sammendragsrapport
- 2011-2: Register over leverandører av kalk, utstyr og tenester for kalking av vatn og vassdrag. 2011
- 2011-1: Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2010

2010

- 2010-5: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2009.
- 2010-4: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2009. Sammendragsrapport
- 2010-3: Blomster og bier = sant - om økosystemtjenesten pollinering
- 2010-2: Handel med truede arter – sjekklister for CITES 2010
- 2010-1: Register over leverandører av kalk, utstyr og tenester for kalking av vatn og vassdrag. 2009

2009

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

2008

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

2007

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

2006

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

2005

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

2004

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

2003

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

2002

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

KONTAKTINFO

Direktoratet for naturforvaltning. Besøksadresse: Tungasletta 2.
Postadresse: 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.