



**KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET**

Statlig program for forurensningsovervåking  
Rapportnr. 1094/2011

**OVERVÅKING AV LANGTRANSPORTERT  
FORURENSET LUFT OG NEDBØR**  
ÅRSRAPPORT – EFFEKTER 2010

TA  
2793  
2011

Utført av:





**KLIMA- OG  
FORURENSNINGS  
DIREKTORATET**

**Statlig program for forurensningsovervåking**

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

SPFO-rapport: 1094/2011

TA-2793/2011

ISBN 978-82-577-5949-0

Oppdragsgivere: Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)  
og Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Utførende institusjoner: NILU, NIVA, NINA, LFI, Uni Miljø

**Overvåking av  
langtransportert forurenset  
luft og nedbør**

**Rapport  
1094/2011**

Årsrapport – Effekter 2010



Prosjektansvarlig: NIVA  
NIVA-prosjektnummer: O-10200  
NIVA-rapport: 6214-2011

## Forord

Programmet for "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" startet i 1980 i regi av Statens forurensningstilsyn (i dag Klima og forurensningsdirektoratet, Klif) etter avslutningen av forskningsprosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" (SNSF-prosjektet). Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) har hovedansvaret for koordineringen av overvåkingsprogrammet og administrerer overvåkingen av atmosfæriske tilførsler og den vannkjemiske overvåkingen. Direktoratet for naturforvaltning (DN) administrerer den biologiske delen av overvåkingsprogrammet. Det faglige ansvaret for de forskjellige delene av programmet er fordelt mellom Norsk institutt for luftforskning (NILU) (atmosfæriske tilførsler), Norsk institutt for vannforskning (NIVA) (vannkemi), Norsk institutt for naturforskning (NINA) (fisk- og krepsdyrundersøkelser) og LFI, Uni Miljø (bunndyrundersøkelser).

Denne rapporten presenterer resultatene for 2010 av effekter, virkninger på vann, fisk, bunndyr og zooplankton. Resultatene for atmosfæriske tilførsler for 2010 presenteres i en egen rapport (Klif-rapport 1099/2011), og bare en kortversjon av tilførselsresultatene presenteres i denne rapporten.

Hovedansvarlige for utarbeidelse av årsrapporten har vært:

*atmosfærisk tilførsel:* Wenche Aas, Stein Manø og Sverre Solberg (NILU)

*vannkjemisk overvåking:* Brit Lisa Skjelkvåle, Øyvind Garmo, Tore Høgåsen og Liv Bente Skancke (NIVA)

*vannbiologisk overvåking/fisk:* Randi Saksgård og Trygve Hesthagen (NINA)

*vannbiologisk overvåking/planktoniske og litorale krepsdyr:* Ann Kristin Schartau, Thomas C. Jensen og Bjørn Walseng (NINA)

*vannbiologisk overvåking/bunndyr:* Arne Fjellheim og Godtfred A. Halvorsen (LFI, Uni Miljø)

Oslo, 1. oktober 2011

Brit Lisa Skjelkvåle  
Redaktør

# Innhold

<b>Forsuringsstatus i Norge i 2010.....</b>	<b>6</b>
<b>Sammendrag.....</b>	<b>7</b>
<b>Results from monitoring effects of long-range transboundary air pollution in Norway 2010.....</b>	<b>10</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Luft og nedbør.....</b>	<b>13</b>
2.1 Svovel- og nitrogenforbindelser (hovedkomponenter).....	13
2.1.1 Utslipp.....	13
2.1.2 Nedbørkjemi - våtavsetninger.....	13
2.1.3 Luftens innhold av forurensninger - tørravsetninger.....	17
2.1.4 Totalavsetning fra luft og nedbør.....	17
2.2 Bakkenær ozon.....	18
2.3 Tungmetaller.....	19
2.3.1 Konsentrasjoner i nedbør.....	19
2.3.2 Konsentrasjoner i luft.....	20
2.4 Organiske miljøgifter.....	21
<b>3. Vannkjemisk overvåking.....</b>	<b>23</b>
3.1 Presentasjon av det vannkjemiske overvåkingsprogrammet.....	23
3.1.1 Overvåking av innsjøer.....	23
3.1.2 Overvåking av elver.....	24
3.1.3 Overvåking i feltforskningsområder.....	24
3.2 Forholdene i feltforskningsområdene i 2010.....	26
3.2.1 Birkenes (Aust-Agder).....	26
3.2.2 Storgama (Telemark).....	27
3.2.3 Langtjern (Buskerud).....	28
3.2.4 Kårvatn (Møre og Romsdal).....	29
3.2.5 Dalelva (Finnmark).....	30
3.2.6 Øygardsbekken (Rogaland).....	31
3.3 Vannkjemiske trender i innsjøer.....	38
3.4 Vannkjemiske trender i små vann på Jarfjordfjellet i Øst-Finnmark.....	51
3.4.1 Forsuring.....	51
3.4.2 Tungmetaller.....	53
3.5 Vannkjemiske trender i elver.....	56
3.6 Vannkjemiske trender i feltforskningsområdene.....	64
<b>4. Vannbiologisk overvåking.....</b>	<b>73</b>
4.1 Presentasjon av det biologiske overvåkingsprogrammet.....	73
4.1.1 Bunndyr.....	76
4.1.2 Planktoniske og litorale krepsdyr.....	77
4.1.3 Fisk.....	78
4.2 Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene i 2010.....	79

4.2.1 Region I – Østlandet-Nord .....	79
4.2.2 Region II – Østlandet-Sør .....	82
4.2.3 Region III – Fjellregion Sør-Norge .....	86
4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst.....	88
4.2.5 Region V - Sørlandet-Vest .....	89
4.2.6 Region VI - Vestlandet-Sør.....	91
4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord.....	94
4.2.8 Region VIII - Midt-Norge .....	96
4.2.9 Region IX - Nord-Norge .....	97
4.2.10 Region X - Øst-Finnmark.....	98
4.3 Utvikling i forsureningstilstanden.....	99
4.4 Biologi i rennende vann .....	107
4.4.1 Bunndyr.....	107
4.4.2 Ungfiskundersøkelser.....	112
<b>5. Referanser .....</b>	<b>116</b>
Vedlegg A. Inndeling av landet i regioner .....	120
Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver.....	122
Vedlegg C. Vannkjemiske målestasjoner .....	125
Vedlegg D. Observatører for vannprøver .....	129
Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi.....	130
Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr.....	156

## **Forsuringsstatus i Norge i 2010**

### ***Det er langt igjen før forsuringsproblemet i Norge er løst***

*Selv om vi kan glede oss over en positiv utvikling på forsuringssituasjonen, er det viktig å understreke at det er langt igjen før forsuringsproblemet i Norge er løst. Problemet er avtagende, men fremdeles mottar store deler av Sør-Norge mer forsurende komponenter i nedbør enn naturen greier å ta hånd om uten at det blir negative effekter. Den bedringen vi observerer kan også reverseres og forsinkes av flere typer prosesser, slike som klimatiske endringer og økt utlekking av nitrogen.*

### ***Både sulfat og nitrat avtar i nedbør***

*Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 72-90 % fra 1980 til 2010. Nitrogenutslippene går også ned. I Sør-Norge har nitrat- og ammoniumkonsentrasjonen i nedbør blitt redusert med hhv. 26-46 % og 47-63 % i samme tidsperiode. Endringene er i samsvar med rapporterte endringer i utslipp i Europa. Konsentrasjoner av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i nedbør i 2010 er noe høyere enn i 2009 i Sør-Norge, men avsetningen er lavere pga. mindre nedbør i 2010 enn i 2009.*

### ***Nedgangen i sulfat og nitrat i vann og vassdrag fortsetter og forsuringen reduseres***

*Nedgangen i sulfatdeposisjon har medført nedgang i sulfatinnhold i elver og innsjøer med 43-86 % fra 1980 til 2010, med de største reduksjonene i den sørlige delen av landet. Nedgangen var tydelig også i 2010. Forsuringssituasjonen i elver og innsjøer har vist en klar bedring siden midten av 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet og pH og nedgang i uorganisk aluminium (LAl, "giftig aluminium").*

### ***Den akvatiske faunaen er i ferd med å reetablere seg***

*Vi ser også en bedring i det akvatiske miljøet. Det er begynnende og til dels stabil gjenhenting av bunndyrsamfunn i elvene, mens situasjonen for bunndyr og krepsdyr i innsjøene er mer ustabil. Den klareste forbedringen er registrert i tidligere moderat forsurete vassdrag på Sør-Vestlandet. Forholdene for fisk har blitt bedre etter midten av 1990-tallet. I noen av våre mest forsuringsbelastede områder er imidlertid situasjonen for fisk fortsatt alvorlig.*

## Sammendrag

Den foreliggende rapporten er en av to hovedrapporter fra programmet ”Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør”. I denne rapporten presenteres detaljerte resultater fra den vannkjemiske og vannbiologiske delen av overvåkingsprogrammet. Luftdelen presenteres i en egen rapport, mens et utvidet sammendrag er tatt med også i denne rapporten for å gi en kort bakgrunn for resultatene videre i rapporten.

### Luft og nedbør

#### *Utslipp*

Utslippene av svoveldioksid, nitrogenoksider og ammoniakk i Europa er redusert med hhv. 61 %, 25 % og 25 % fra 1990 til 2008 (EMEP Status report 1/2010). Utslppsreduksjonen, spesielt for svovel, er enda større hvis vi bruker 1980 som referanseår, men det er naturlig å sammenligne med 1990 da dette er referanseåret i Gøteborg-protokollen.

#### *Svovel og nitrogen*

Konsentrasjon og avsetning av hovedkomponenter i nedbør i 2010 er gjennomgående noe høyere eller likt 2009, mens våtavsetningen er noe lavere i 2010, særlig i Sør-Norge pga. relativt lite nedbør. Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt på alle målesteder mellom 72 % og 90 % siden 1980 (47 % og 79 % siden 1990). I luft er reduksjonene av svoveldioksid, med 1980 som referanseår, beregnet til å være mellom 88 % og 95 % (77 % og 93 % siden 1990), og for sulfat mellom 76 % og 81 % (57 % mellom 66 % siden 1990).

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat i nedbør har blitt redusert mellom 26 % og 46 % siden 1980 på Kårvatn i Møre og Romsdal og alle stasjonene sør for denne. Fra 1990 har reduksjonen vært i samme størrelsesorden. For ammonium i nedbør har det også vært en signifikant reduksjon fra 1980, mellom 44 % og 63 % ved nesten alle av de samme målestasjonene. Det har vært en økning ved Tustervatn i Nordland, sannsynligvis pga. økt lokal påvirkning fra landbruksaktivitet. Lignende endringer observeres fra 1990. Årsmiddelkonsentrasjonen av ammonium i luft viser en signifikant reduksjon siden 1993 på ca. 50 %. For summen nitrat+salpetersyre var det en ganske tydelig nedgang fra 1990, men de siste årene har konsentrasjonsnivået steget en del, og ingen gjennomgående signifikante trender observeres. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for NO<sub>2</sub> (33-77 %) på de tre fastlandsstasjonene. Innholdet av basekationet kalsium er redusert ved flere stasjoner.

#### *Ozon*

Målingene av bakkenær ozon i Norge viste generelt lave verdier i 2010. Høyeste timemiddelverdi i 2010 var 145 µg/m<sup>3</sup> og ble målt 29. juni på Prestebakke. Dette er ganske lave verdier sammenlignet med EUs grenseverdi på 180 µg/m<sup>3</sup>. Sommeren i Sør-Norge i 2010, uten noen utpregede varmeperioder, bidro til de lave maksimalverdiene for ozon.

Det var heller ingen overskridelser av grenseverdiene for ozon, verken for vegetasjon (3 måneders AOT40) eller skog (6 måneders AOT40) i 2010. EUs langtidsmål ble ikke brutt i 2010, men dette har blitt overskredet på de fleste stasjoner i løpet av de siste ti årene. Det er vanskelig å identifisere noen langtidstrend i disse parameterne basert på observasjonene alene, siden meteorologien er så bestemmende for nivåene fra år til år.

#### *Metaller (bly, kadmium, sink, nikkel, arsen, kobber og kobolt, vanadium, aluminium, kvikksølv)*

De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og sink ble målt på stasjonen i Hurdal. Det høye nivået på denne stasjonen skyldes spesielt høye observasjoner i november. Høyest nivå av de andre metallene ble observert på stasjonen i Svanvik i Sør-Varanger grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya. Våtavsetningen av kadmium, bly og sink er størst i Sør-Norge. For de andre elementene er det høyest våtavsetning på Svanvik.

Blyinnholdet i nedbør har avtatt med mer enn 90 % siden 1980 med unntak av stasjonen i Svanvik som ikke viser noen trend. Innholdet av sink i nedbør har avtatt med 75 % siden 1980 på stasjonene i Birkenes og Kårvatn, mens kadmiuminnholdet har avtatt med 90 % eller mer på stasjoner med observasjoner siden 1980. Kvikksølvkonsentrasjonen i nedbør på stasjonene på Lista/Birkenes har blitt redusert med 34 % siden 1990.

I luft er det tydelig reduksjon av bly på tidsserien Lista/ Birkenes på 64 % siden 1991. Det er også en reduksjon i luftkonsentrasjonene på flere elementer (As, Cd, Cr og Ni). Middelkonsentrasjonene av kvikksølv i luft viser ingen tydelig trend.

### *Miljøgifter*

På stasjonen Birkenes i Aust-Agder måles miljøgifter i luft og nedbør som en del av CAMP (Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme). I 2010 var sum HCH, HCB, sum PAH, sum tetraBDE og sum HBCD de laveste registrerte verdiene målt i luft siden målingene startet. Også i nedbør var sum HCH laveste målte verdi til nå. HCB var høyere enn de to siste år, men fortsatt lav, mens sum 7 PCB var ubetydelig høyere.

På Zeppelin-observatoriet (som er en del av AMAP – Arctic Monitoring and Assessment Programme) ble det observert det laveste årsmiddel siden målingene startet for sum HCH, sum DDT og sum PCB, mens sum klordaner, sum PAH var blant de laveste målt til nå. HCB var noe høyere enn i 2009, mens sum tetraBDE og sum HBCD hadde nest høyeste årsmiddel til nå.

I 2010 er det i tillegg observasjoner fra en ny stasjon på Andøya. For de fleste komponenter har Birkenes høyere verdier enn de nordlige stasjonene på Andøya og Zeppelin. Dette er i overensstemmelse med at Birkenes er nærmere kildene. Det er litt overraskende at nivåene for mange komponenter på Andøya er lavere enn på Zeppelin. Det kan tyde på at disse stasjonene er påvirket av litt ulike kildeområder.

### **Vannkjemi**

Redusert sulfatdeposisjon har ført til at sulfatkonsentrasjonen i elver og innsjøer har gått ned med 43-86 % fra 1980 til 2010. De største reduksjonene har skjedd i den sørlige delen av landet. Den årlige nedgangen i sulfat har vært betydelig mindre på 2000-tallet enn på 1990-tallet. Tidsrommet 2008-2010 viser de laveste konsentrasjonene av ikke-marin sulfat som er registrert gjennom hele overvåkingsperioden. Dette tyder på at trenden fortsatt er nedadgående selv om det skjer saktere enn før.

Forsuringssituasjonen i vann og vassdrag har vist en klar bedring siden begynnelsen av 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet og pH, og nedgang i uorganisk aluminium (LAI, "giftig aluminium"). Som for sulfat, har endringene skjedd raskest på 90-tallet og noe saktere på 2000-tallet. Bedringen i forsuringssituasjonen har vært mest markert i de sterkest forsurede områdene på Sørlandet og noe mindre markert på Vestlandet og Østlandet. Også Midt-Norge og Nord-Norge, som har svært lav forureningsbelastning, og Øst-Finnmark, som er påvirket av industriutslipp på Kola, har vist positiv utvikling.

Konsentrasjonen av nitrat i elver og innsjøer har gått ned i alle regioner av landet siden 1980-tallet. Den største nedgangen ble registrert før 2005. Etter det har endringene vært små, og det er også noe år til år variasjon. Det er en klart økende (statistisk signifikant) trend i ANC (syrenøytraliserende kapasitet) gjennom overvåkingsperioden. Etter år 2000 har imidlertid utviklingen gått betydelig langsommere. pH har også vist en økende trend hele overvåkingsperioden sett under ett. Fra 2002 har ikke pH endret seg systematisk i én retning, men det er registrert relativt store år til år svingninger. Uorganisk aluminium gikk kraftig ned fram til år 2000. Mellom 2001 til 2007 var nivået stabilt, men de siste tre årene har konsentrasjonene igjen gått nedover. Dette er interessant fordi nivået av aluminium er kritisk for biologien, og dermed også for den gjenhenting som følges i den biologiske delen av overvåkingsprogrammet. Det har vært en klar økning i organisk karbon (TOC) siden 1989 noe som kan kobles til redusert tilførsel av sur nedbør. Økte nivåer av TOC bidrar til å bremse økning av pH ved redusert sur nedbør.



I Øst-Finnmark har det vært en økning av Ni- og Cu-konsentrasjoner i vann. Dette er mest sannsynlig en respons på den økte deponisjonen av metaller i området.

### **Akvatisk fauna**

#### *Invertebrater*

Overvåkingen av bunndyr i elver viser at skadene på faunaen har avtatt i løpet av de siste 20 årene. Forbedringen vises både ved økt mangfold og ved økte andeler av forsuringfølsomme bunndyr i tidligere kronisk sure lokaliteter. Det er først og fremst lokaliteter i de mest forsurete områdene i sørvestlige deler av Norge som er blitt bedre i denne perioden. Det biologiske mangfoldet i 2010 er ennå lavt sammenlignet med hva man kan forvente for ikke-forsurete lokaliteter. Rekoloniseringen av den mest følsomme faunaen er fremdeles ustabil, og det er i de senere år en tendens mot en stagnasjon av den positive utviklingen. Overvåkingen viser at skadene på bunndyrfaunaen oftest er størst om våren. Den sørligste lokaliteten, i Farsund kommune, er et eksempel på dette med sporadisk tilstedeværelse av de mest følsomme bunndyrartene om høsten, men ingen funn av disse artene om våren. Vikedal og Gaular i Sogn og Fjordane viste tegn til forbedring sammenlignet med foregående år, mens situasjonen i Ognå (Rogaland) var uendret.

Innsjøundersøkelsene av bunndyr og småkrepst startet i 1996. Overvåkingsdataene fra 2010 indikerer at forsuringssituasjonen fremdeles er alvorlig i sørlige deler av Østlandet, på Sørlandet og Vestlandet (klassifisert som moderat til sterkt forsuringsskadedt), men at det nå er en klar, om enn liten, positiv utvikling i økologisk tilstand i enkelte innsjøer, spesielt i Sørlandet-Vest (region V). Innsjøene i Øst-Finnmark har en økologisk tilstand som viser relativt store år til år variasjoner, noe som kan skyldes andre forhold enn forsuring. For de øvrige regionene er det kun et fåtall innsjøer som har vært fulgt over tid og det er derfor vanskelig å ha noen formening om utviklingen av forsuringstilstanden i innsjøer. Krepstundersøkelsene indikerer at miljøforholdene i 2010 var relativt gunstige. Artsantall og andel forsuringfølsomme arter i mange av innsjøene var blant de høyeste som er registrert i løpet av 15 år med overvåking. Totalt sett er imidlertid endringene små over de årene overvåkingen har pågått. Selv om enkelte av innsjøene gir indikasjoner på en positiv utvikling, er mengden av forsuringfølsomme invertebrater fremdeles lave og ustabile. Resultatene viser at vannkvaliteten i mange forsurete innsjøer fremdeles er for dårlig for overlevelse og reproduksjon hos forsuringfølsomme invertebrater. Det forventes at biologisk gjenhenting tar vesentlig lengre tid for innsjøene enn for elvene, og selv når vannkvaliteten har blitt tilfredsstillende kan det ta flere år før en klar biologisk respons observeres.

#### *Fisk*

Siden 1977 er til sammen 77 innsjøer i det biologiske overvåkingsprogrammet prøvofisket én eller flere ganger. Vurdert ut fra fangstutbytte og alderssammensetning, er det påvist en varierende grad av forsuringsskader på fisk i de enkelte lokalitetene. Undersøkelsene viser imidlertid en positiv utvikling i flere regioner i Sør-Norge, men enkelte lokaliteter har fortsatt tynne fiskebestander som kan skyldes forsuring. I tillegg er det tapte fiskebestander i flere av de utvalgte innsjøene i denne landsdelen. I tilløpsbekker til innsjøer i Vikedal i Rogaland har det vært en positiv utvikling i tettheten av aureunger i løpet av de siste åra. Fra Midt-Norge og nordover er bestandsforholdene hos fisk stort sett gode og uendrede (kun innsjøundersøkelser), med en økning i tettheten i enkelte lokaliteter.

## Results from monitoring effects of long-range transboundary air pollution in Norway 2010

### Air and precipitation

The concentration in precipitation of main ions in precipitation in 2010 is somewhat above the level in 2009, but the deposition is lower especially in Southern Norway due to relatively less precipitation amount in 2010 than in 2009.

Since 1980 the content of sulphate in precipitation at various sites has decreased by 72-90% (47-79% since 1990). Similar reductions in airborne concentrations were between 88%-95% (81-93% since 1990) and 76-81% (47-79% since 1990) for sulphur dioxide and sulphate, respectively. The nitrate and ammonium concentrations in precipitation have decreased significantly at most sites in southern Norway since 1980, between 26% and 46% reduction for nitrate and 47% to 63% for ammonium. There is also a decrease in observed ammonium concentrations in air, about 50% since 1993, but no significant trend in the sum of nitrate in air. The NO<sub>2</sub> concentration has decreased between 33-77%.

The concentrations of ground-level ozone in 2010 are relatively low compared to the exceedence level defined by EU (180 µg/m<sup>3</sup>). The maximum hourly average in 2010 was 145 µg/m<sup>3</sup> measured at Sandve in southwestern Norway. There were no exceedences of the threshold values for accumulated ozone exposure to crops (3 months AOT40) or to forest (6 months AOT40).

The annual mean concentrations of lead and zinc were highest in South Norway. For the other elements measured in precipitation the highest levels were seen in Sør-Varanger (Svanvik) due to emissions in Russia. The wet deposition, however, is generally highest in Southern Norway. The concentration of lead in precipitation has decreased more than 90% since 1980, except at Svanvik. The concentration of zinc in precipitation has decreased with 75% at Birkenes and Kårvatn since 1980, while cadmium has decreased more than 90%. The air concentrations of lead show a decrease in Southern Norway of 64% since 1991. A decrease is also seen in concentrations of As, Cd, Cr and Ni in air. There is no significant trend in the average observed concentrations of mercury in air, but a reduction of 34% is seen in the precipitation in south of Norway.

At Birkenes in southern Norway the following parameters had the lowest values measured since the start of the monitoring of these components: sum HCHs, HCB, sum PAHs, sum tetraBDEs and sum HBCDs in air. In deposition the HCB level was higher than the last two years, but still low while sum PCBs was slightly higher. At the Zeppelin Observatory at Spitzbergen, the following parameters had the lowest values measured until now: sum HCHs, sum DDTs and sum PCBs, while sum chlordanes and sum PAHs were among the lowest values measured until now. Sum tetraBDEs and sum HBCDs had the second highest annual mean until now.

From year 2010 there are additional observations of organic environmental pollutants from a new station at Andøya in Northern Norway (Lofoten area). For most parameters the level at Birkenes is higher than the northern stations Andøya and the Zeppelin Observatory, as expected since Birkenes is located closer to the sources. Somewhat surprisingly, several parameters have lower levels at Andøya than observed at the Zeppelin Observatory. This may indicate that the stations are influenced by different source areas.

### Water

The decrease in sulphur deposition has caused a decrease in the concentration of sulphate in surface waters in Norway by approx. 43-86 % from 1980 to 2010. The largest reductions have occurred in the southern part of the country. The yearly decrease of sulphate has been much smaller after year 2000 than in the decade before. The lowest concentrations of sulphate registered so far have been found between 2008 and 2010, indicating that the trend is still decreasing but at a slower rate than before.

The situation with respect to acidification shows clear signs of improvement since the beginning of the 1990s with increase of pH and ANC (Acid Neutralizing Capacity) and a decrease in inorganic (toxic) aluminium. The improvements have been most pronounced in southernmost Norway, and somewhat less evident in the western and eastern parts of the country. Even the less affected areas in central and northern Norway, and the areas close to the Russian border influenced by pollution from the Kola Peninsula, have shown a positive development in surface water chemistry with respect to acidification.

Nitrate has decreased in all parts of the country since the 1980s. The largest decrease occurred before year 2005. Since then, changes have been minor, and there is interannual variation. There has been a significant increase in ANC during the time of monitoring. However, the rate of increase has slowed down appreciably after year 2000. pH has increased during the time of monitoring. Since 2002, pH has not changed systematically in one direction, but the interannual variation has been relatively large. Inorganic aluminium showed a large decrease up to year 2000. The level was stable between year 2001 and 2007, but concentrations have decreased again during the last three years. This is interesting because the level of aluminium is critical for biology, and therefore also for the recovery that is studied in the biological part of the monitoring programme. Since 1989, there has been a clear increase in organic carbon (TOC) that can be related to decreased acid rain. Increased levels of TOC retard the increase of pH during recovery from acidification.

In the eastern parts of Finnmark, there is an increase in the aqueous concentrations of Ni and Cu. This is most likely a response to increased deposition of metals in the area.

### **Aquatic fauna**

#### *Invertebrates*

The invertebrate monitoring in rivers demonstrate that acidification damages generally have decreased during the last two decades. The biodiversity has increased, acid-sensitive invertebrates show increased distribution and are now occupying areas which earlier were damaged. The southernmost locality, Farsund, gives an example of this. In 2010 the highly acid sensitive mayfly *Baetis rhodani* was recorded in several localities in this watershed. The populations are however unstable, probably as a result of strong sea-salt episodes during the winter.

The monitoring of benthic invertebrates as well as planktonic and littoral microcrustaceans in lakes (1996-2010) confirm the general trend that watersheds in southernmost Norway are more damaged than those situated further north and in the central mountain areas of Southern Norway. However, monitoring of microcrustaceans indicate relatively good status in 2010. Some acidified lakes, especially in the south-western part of Norway, show signs of slight improvements during the last years, with increasing presence of acid-sensitive fauna and increasing biodiversity. Biological recovery of lake communities are, however, still weak and unstable and therefore the ecological status of most lakes are unchanged. For some few sites the improvements are unambiguous, indicating that the invertebrate fauna is now recovering in these lakes. However, many acidified lakes are still too toxic to support biological recovery. Furthermore, the recovery time is generally longer for lake invertebrates than for river invertebrates.

#### *Fish*

Around 1990 the number of lost and damaged populations of the six most common species of fish were estimated to be about 9600 and 5400, respectively. Test-fishing with gill nets in lakes throughout Norway (in total 77 lakes), indicates an increase in fish abundance in most areas since mid 1990s. However, some fish populations are still low in abundance, which can be due to acidification. The density of young brown trout in tributaries to lakes in Vikedal river basin in southwestern Norway (Rogaland County) has increased significantly since the mid 1990s.

## 1. Innledning

I Norge er det i dag tre statlige overvåkingsprogrammer som overvåker effekter av langtransporterte forurensninger på økosystemer; ”Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør”, ”Overvåkingsprogram for skogskader” (OPS) og ”Program for terrestrisk naturovervåking” (TOV). Disse tre programmene organiserer omfattende måleprogrammer på luft, vann, jord og skog samt akvatisk og terrestrisk fauna. Dette er store og arbeidskrevende programmer hvor mange norske forskningsmiljøer er involvert. Resultatene blir samlet i en årlig sammendragsrapport og i forskjellige delrapporter og hovedrapporter.

Felles for alle overvåkingsprogrammene er en målsetning om at resultatene skal brukes for å vurdere behovet for tiltak og virkninger av tiltak. Overvåkingen skal dessuten gi en oversikt over forurensningssituasjonen og nødvendig kunnskap om generelle forurensningsproblemer, og er i mange tilfeller et ledd i internasjonale avtaler som Norge har underskrevet. Overvåkingen gjennomføres for å kunne:

- treffe beslutninger om tiltak nasjonalt
- dokumentere effekter av internasjonale avtaler
- dokumentere behov for ytterligere tiltak internasjonalt og styrking av avtalene
- vurdere behov for og eventuelt omfang av reparerende tiltak
- gi grunnlag for informasjon generelt til politikere, myndigheter og publikum

Den foreliggende rapporten er en av to hovedrapporter fra programmet ”Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør”. I denne rapporten presenteres detaljerte resultater fra den vannkjemiske og vannbiologiske delen av overvåkingsprogrammet. Luftdelen presenteres i en egen rapport, mens et utvidet sammendrag er tatt med også i denne rapporten for å gi en kort bakgrunn for resultatene videre i rapporten.

### **Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør**

Programmet for ”Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør” startet i 1980 i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT) (i dag Klima og forurensningsdirektoratet, Klif) etter avslutningen av forskningsprosjektet ”Sur nedbørs virkning på skog og fisk” (SNSF-prosjektet). Formålet til ”Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør” er blant annet å klarlegge endringer i luft, vannkjemisk og jord relatert til langtransporterte luftforurensninger over tid, og hvilken virkning dette har på akvatisk fauna (bunndyr, krepsdyr og fisk). Klif har hovedansvaret for koordineringen av overvåkingsprogrammet og administrerer overvåkingen av atmosfæriske tilførsler og den vannkjemiske overvåkingen. Direktoratet for naturforvaltning (DN) administrerer den biologiske delen. Det faglige ansvaret for de forskjellige delene av programmet er fordelt mellom Norsk institutt for luftforskning (NILU) (atmosfæriske tilførsler), Norsk institutt for vannforskning (NIVA) (vannkjemisk), Norsk institutt for naturforskning (NINA) (fisk- og krepsdyrundersøkelser) og LFI, Uni Miljø (bunndyrundersøkelser).

## 2. Luft og nedbør

Den atmosfæriske tilførselen av forurensende forbindelser til Norge overvåkes ved måling av kjemiske forbindelser i luft og nedbør. Forurensningene tilføres med nedbør, og ved tørravsetning av gasser og partikler. Målet for overvåking av luftens og nedbørens kjemiske sammensetning på norske bakgrunnsstasjoner er å registrere nivåer og eventuelle endringer i tilførselen av langtransporterte forurensninger. Bakgrunnsstasjonene er derfor plassert slik at de er minst mulig påvirket av nærliggende utslippskilder. NILU startet regelmessig prøvetaking av døgnlign nedbør i 1971, med de fleste stasjonene beliggende på Sørlandet. Senere er stasjonsnettet og måleprogrammet utvidet for å gi bedret informasjon om tilførsler i hele landet.

Måling av kjemiske hovedkomponenter i nedbør ble i 2010 utført døgnlign ved kun en stasjon (Birkenes) og på ukebasis ved 14 stasjoner (*Figur 1*). Konsentrasjonene av tungmetaller i nedbør er bestemt på fire stasjoner med ukentlig prøvetaking. De uorganiske hovedkomponentene i luft er bestemt på totalt seks stasjoner med ulik prøvetakingsfrekvens. Kontinuerlige målinger av ozonkonsentrasjoner i luft er utført på åtte stasjoner. Partikkelmålinger av PM10 og PM2.5 er utført på tre stasjoner, der partikkelmasse og organisk og elementært karbon (OC og EC) er bestemt. Organiske miljøgifter og tungmetaller i luft er bestemt på tre stasjoner og en stasjon med nedbørprøvetaking av organiske miljøgifter. I tillegg måles det tungmetaller i luft på Svanvik, men dette rapporteres nærmere i rapporten for Norge-Russland programmet (Berglen m.fl. 2011).

### 2.1 Svovel- og nitrogenforbindelser (hovedkomponenter)

#### 2.1.1 Utslipp

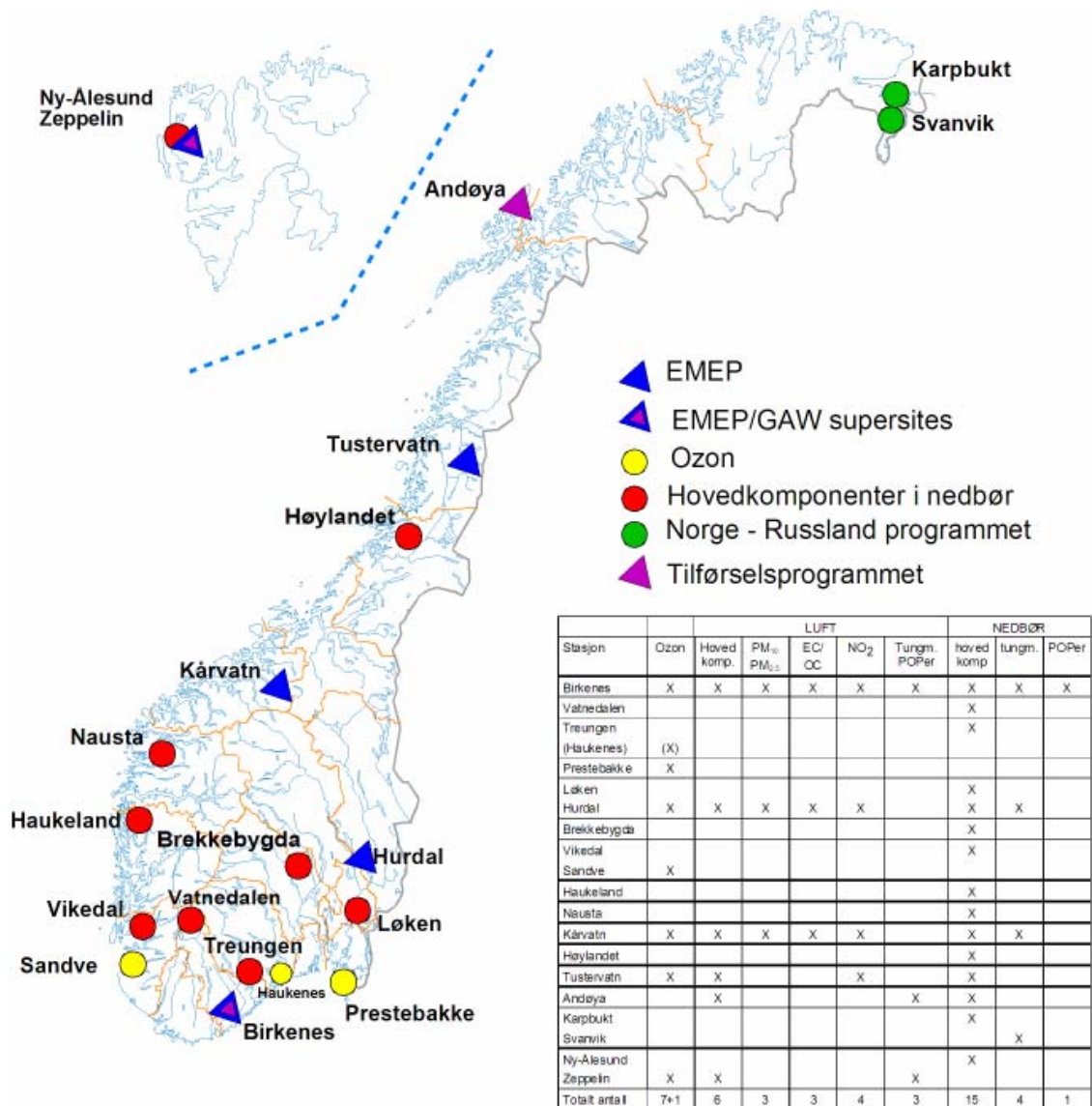
Utslipp av forurensninger til atmosfæren skjer fra en lang rekke naturlige og antropogene kilder. Forbrenning av fossilt brensel er den viktigste kilde til svoveldioksid og nitrogenoksider i Europa. I tidsrommet 1950-1970 var det en markert økning i utslippene av både svoveldioksid og nitrogenoksider, men siden 1980 har utslippene av spesielt svovel blitt redusert signifikant pga internasjonale avtaler. Utslippene av svoveldioksid, nitrogenoksider og ammoniakk har blitt redusert med hhv. 61 %, 25 % og 22 % fra 1990 til 2008 (EMEP Status Report 1/2010). Utslippsreduksjonen, spesielt for svovel, er en del høyere hvis man bruker 1980 som referanseår, men det er naturlig å sammenligne med 1990 da dette er referanseåret man bruker i Gøteborg-protokollen. Målsetningen i Gøteborg-protokollen er å redusere svovelutslippene med 63 % innen år 2010 sammenlignet med 1990. Utslippene av nitrogenoksider og ammoniakk skal reduseres med henholdsvis 41 % og 17 %. Gøteborg-protokollen er under revisjon, og nye utslippskrav til svovel, nitrogen og partikkelmasse er ventet.

#### 2.1.2 Nedbørkjemi - våtavsetninger

Ioneinnholdet utenom sjøsalter i nedbør avtar nordover og er minst i fylkene fra Møre og Romsdal til Troms. De høyeste årsmiddelkonsentrasjonene for de fleste hovedkomponentene ble i 2010 målt på Birkenes. Våtavsetningen av sulfat, nitrat, ammonium og sterk syre var størst langs kysten fra Aust-Agder til Hordaland. Regionale fordelinger av middelkonsentrasjoner og våtavsetninger er vist på kart i *Figur 2*.

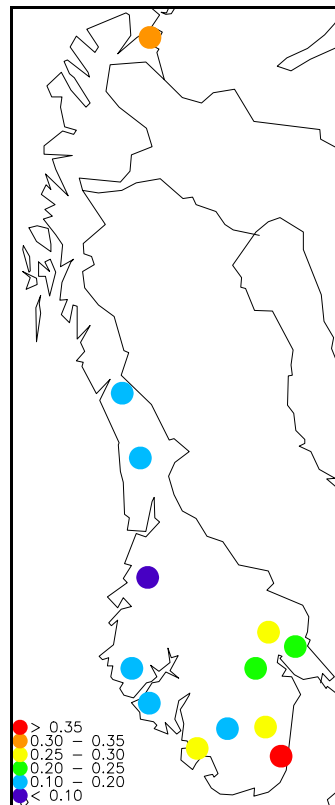
Det er ikke noen klar generell sesongvariasjon, men den høyeste avsetningen tenderer å komme på vårparten. Avsetningen er varierende fra stasjon til stasjon og gjenspeiler ofte nedbørvariasjonen. I 2010 var det en spesiell episode pga vulkanutslipp fra Eyjafjallajökull på Island som begynte å være aktiv i slutten av mars. Det var noe bekymring for at utslippet ville føre til en økt sulfatavsetning i Norge, og alle nedbørstasjonene gikk over til døgnlign prøvetaking i denne perioden for å bedre fange opp eventuelle episoder. Men det ser ikke ut til at disse utslippene har hatt stor påvirkning. Det er et par episoder i april på flere stasjoner, men disse episodene har relativt liten innvirkning på månedsmiddelkonsentrasjon og avsetning i april.

Konsentrasjonene av sulfat, ammonium og nitrat i 2010 var gjennomgående noe høyere eller på samme nivå som foregående år. Våtavsetningen for de fleste komponenter er derimot noe lavere i 2010 enn for 2009 i Sør-Norge pga relativt lite nedbør i 2010. Lenger nord er det en økning i avsetning. Dette er i overensstemmelse med endringer i nedbørmengde. I et lengre tidsperspektiv har årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat og sterk syre avtatt betraktelig de siste 20 årene. *Figur 3* viser veide gjennomsnittsverdier for fem representative målesteder på Sørlandet og Østlandet, og man ser klart reduksjonen av nedbørens sulfatinnhold. Innholdet av nitrat og ammonium viser også en nedadgående trend.

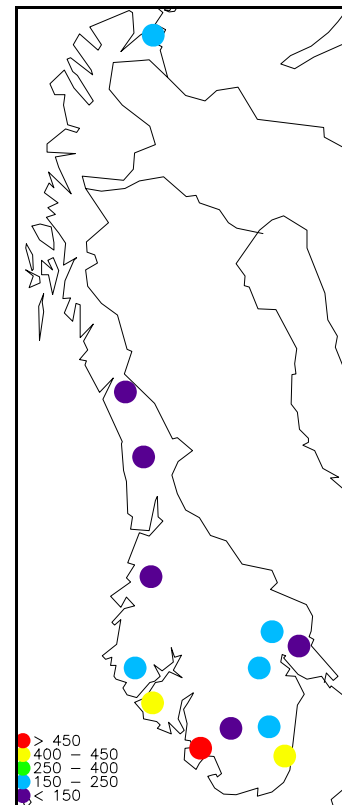


Figur 1. Lokaliteter som inngår i overvåkingsprogrammet for atmosfærisk tilførsel og bakkenær ozon i 2010.

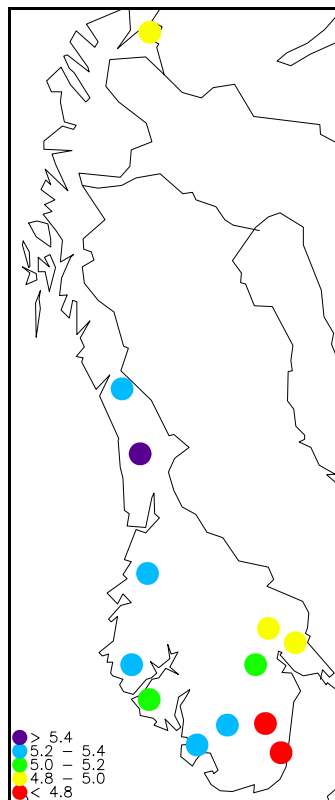
Sulfat –  
konsentrasjoner  
i nedbør 2010  
mg S/l



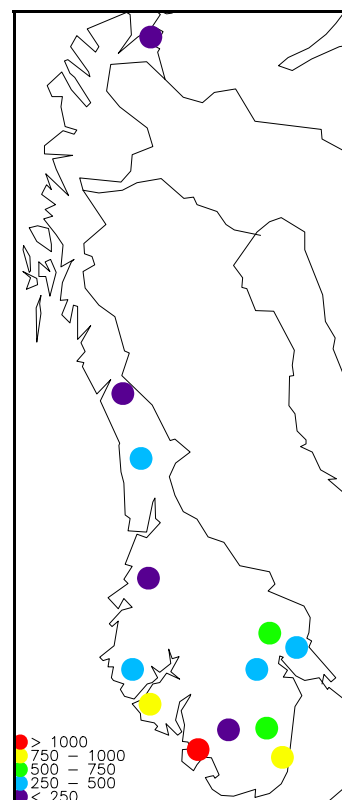
Sulfat –  
våtavsetning i  
2010  
mg S/m<sup>2</sup>



pH  
middelverdier  
2010



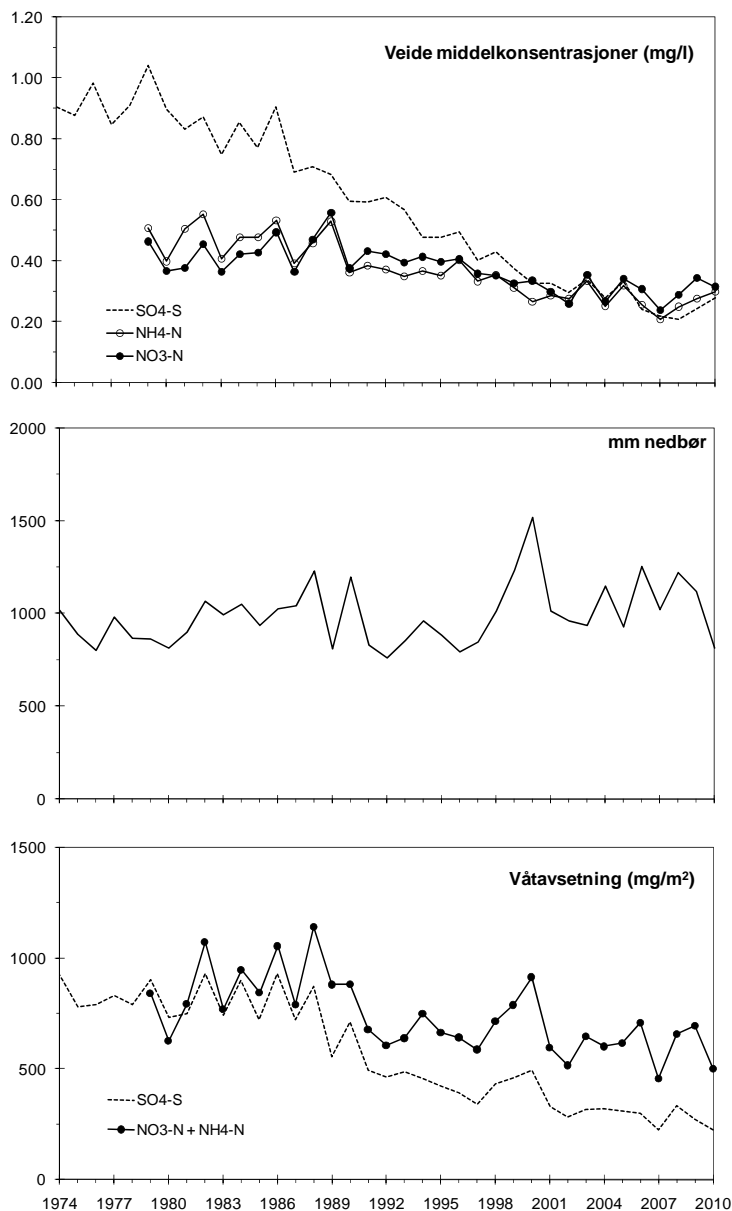
Sum nitrat og  
ammonium –  
våtavsetning i  
2010  
mg N/m<sup>2</sup>



Figur 2. Middelkonsentrasjoner i nedbør av sulfat og pH, våtavsetning av sulfat og nitrat + ammonium på norske bakgrunnsstasjoner i 2010.

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder. I perioden 1980-2010 var reduksjonen i sulfatkonsentrasjoner mellom 72 % og 90 %, fra 1990 mellom 47 % og 79 % reduksjon.

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon siden 1980 på Kårvatn og alle stasjonene sør for denne. Reduksjonene har vært på mellom 26 % og 46 %. For ammonium har det vært en signifikant reduksjon ved nesten alle av de samme målestasjonene utenom Vatnedalen og Kårvatn. Reduksjonen har vært større enn for nitrat, mellom 47 % og 63 %. Det har vært en økning av ammoniumkonsentrasjonen på Tustervatn, sannsynligvis pga økt lokal landbruksaktivitet. Nitrogentrendene er signifikante også fra 1990, men noe lavere reduksjoner enn sammenlignet med 1980. Basekationer (representert ved kalsium) har også hatt en signifikant reduksjon på flere stasjoner.



Figur 3. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og ammonium, gjennomsnittlige årlige nedbørmengder og våtavsetninger av sulfat og nitrogenkomponenter fra 1973 til 2010 for fem representative stasjoner på Sørlandet og Østlandet: Birkenes, Vatnedalen, Treungen, Gulsvik/Brekkebygda og Løken.

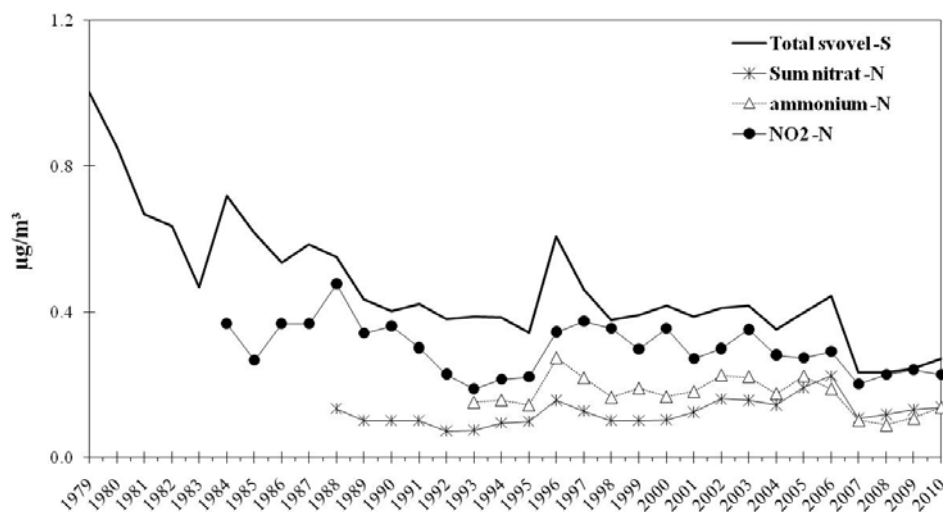


### 2.1.3 Luftens innhold av forurensninger - tørravsetninger

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft var høyest på Birkenes med  $0,12 \mu\text{g S/m}^3$ . Den nye stasjonen på Andøya viser også relativt høye konsentrasjoner med  $0,11 \mu\text{g S/m}^3$ . Høyeste døgnmidlet ble målt på Tustervatn med  $4,0 \mu\text{g S/m}^3$  30. januar 2010, og trajektoriene for denne dagen viser at luftmassene kommer fra Øst-Europa. Som for nedbør, er det observert noen enkelte episoder av svoveldioksid i april pga vulkaneksplosjonen på Eyjafjallajökull. Disse episodene er ikke på høyde med maksepisodene som beskrevet over. Hvis man ser på effekten vulkanutslippet har på middelveidien, ser man en noe forhøyning på langtidstrender for april for stasjoner med meget lave verdier generelt (Kårvatn og Tustervatn), men ikke på Birkenes med moderate nivåer.

Høyeste årsmiddel av partikulært sulfat ble målt på Birkenes ( $0,29 \mu\text{g S/m}^3$ ). Også for sulfat viser Andøya et relativt høyt nivå sammenlignet med andre stasjoner i nord ( $0,20 \mu\text{g S/m}^3$ ). Den høyeste episoden ble observert på Birkenes 16. januar ( $1,71 \mu\text{g S/m}^3$ ) hvor trajektoriene viser at luften kommer fra Polen. Høyest  $\text{NO}_2$ -nivå observeres på Hurdal med årsmiddel på  $0,66 \mu\text{g N/m}^3$ . Denne stasjonen påvirkes av den store biltrafikken i denne regionen. Den høyeste døgnmiddelveidien av  $\text{NO}_2$  ble også målt på Hurdal ( $7,0 \mu\text{g N/m}^3$ ) 24. februar. Høyeste årsmiddelveidier for "sum nitrat" og for ammonium hadde Birkenes med hhv.  $0,23 \mu\text{g N/m}^3$  og  $0,20 \mu\text{g N/m}^3$ . Pga problemer med kontaminering og høye blindverdier av ammoniakk på filterprøvene, er det valgt å rapportere kun ammoniumverdier for 2010 og ikke sum ammonium+ammoniakk som tidligere.

Reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår, er beregnet til å være mellom 88 % og 95 % (77-93 % fra 1990), og for sulfat mellom 76 % og 81 % (57-66 % fra 1990) på fastlands-Norge. Årsmiddelkonsentrasjonen av ammonium viser en signifikant reduksjon på 50 % siden 1993, før dette ble ikke målingene av redusert nitrogen splittet opp i ammonium og ammoniakk. Summen nitrat+salpetersyre i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet i mellom 1986 og 1989. Det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for  $\text{NO}_2$  på flere av stasjonene, *Figur 4*.

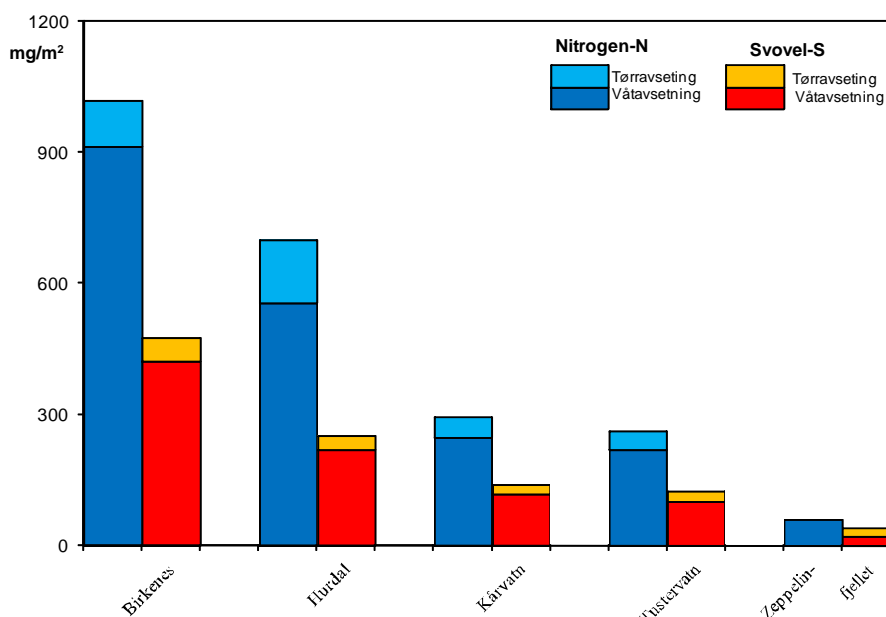


Figur 4. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ( $\text{SO}_2+\text{SO}_4^-$ ), oksidert nitrogen ( $\text{HNO}_3+\text{NO}_3$ ), redusert nitrogen ( $\text{NH}_4$ ) og  $\text{NO}_2$  på tre norske EMEP-stasjoner (Birkenes, Kårvatn og Tustervatn).

### 2.1.4 Totalavsetning fra luft og nedbør

Figur 5 viser at våtavsetningen bidrar mest til den totale avsetningen. Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetning var 13-16 % om sommeren og 7-32 % om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren. I 2010 er muligens tørravsetningsbidraget for redusert

nitrogen noe underestimert da det ikke er brukt målte ammoniakkverdier, men antatt et bidrag på 8 % i forhold til målte ammoniumverdier.



Figur 5. Estimert totalavsetning (sum av våt- og tørravsetning) av svovel- og nitrogenforbindelser på norske bakgrunnsstasjoner i 2010.

## 2.2 Bakkenær ozon

Høyeste timemiddelverdi i 2010 var  $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og ble målt 29. juni på Prestebakke, Tabell 1. Dette er ganske lave verdier sammenlignet med EUs grenseverdier på  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (EU 2008). Sommeren i Sør-Norge i 2010, uten noen utpregede varmeperioder, bidro til de lave maksimalverdiene for ozon. Timemiddelverdier over  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt på alle målestedene. Dette viser at terskelverdien på  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  er nær den storskala bakgrunnskonsentrasjonen i Nord-Europa. Små endringer i forhold til denne kan dermed gi store utslag i parametere som teller opp antall timer eller dager med overskridelser. EU-direktivet angir en målverdi ("target value") som skal være oppfylt innen 01.01.2010, der antall dager med overskridelse av løpende 8-timers middel på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  skal være 25 eller færre. Dette målet er oppfylt på de norske stasjonene med god margin. EUs langtidsmål er at 8-timers verdien på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  skal være den maksimale verdien i løpet av året. Dette målet var i 2010 oppfylt ved alle stasjoner unntatt Prestebakke, men langtidsmålet har vært brutt på samtlige norske stasjoner i løpet av de siste fem årene.

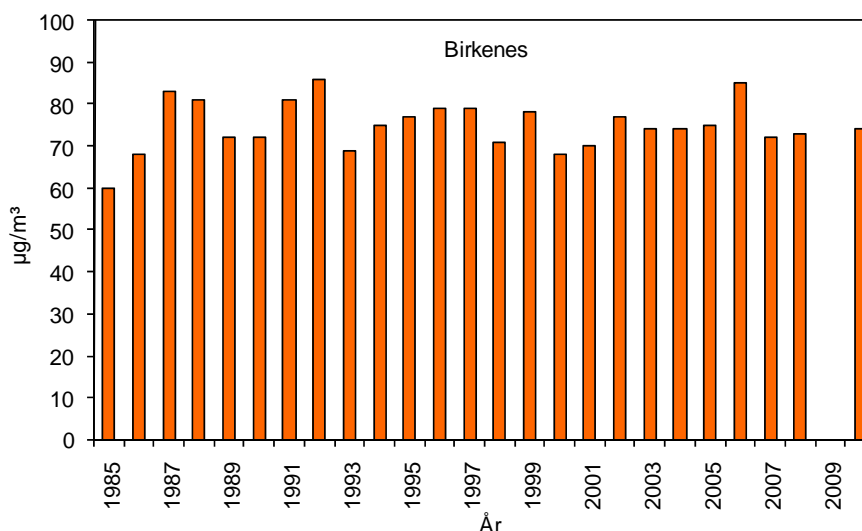
Norske anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av plantevekst er de samme som tålegrensene fastsatt av ECE (1996) og EUs luftkvalitetsdirektiv (2008). Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong. Grenseverdien på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 7-timers middel for kl. 09-16 i vekstsesongen (april-september) ble overskredet i hele landet i 2010. Middelverdien var størst på Sandve ( $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Figur 6 viser 7-timers middelverdi for Birkenes i perioden 1985-2010. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden. I fjorårets rapport nevnte vi at ozonverdiene ved Birkenes var påfallende lave i 2009. En nærmere undersøkelse av dataene avdekket tekniske problemer med Birkenesmålingene, og store deler av 2009-dataene fra Birkenes måtte derfor forkastes i ettertid.

Grenseverdien for beskyttelse av vegetasjon er basert på parameteren AOT40, som betegner summen av ozonverdiene som overstiger 40 ppb gjennom vekstsesongen. Grenseverdien for landbruksvekster, 3000 ppb-timer (mai-august), ble ikke overskredet på noen av stasjonene i 2010. Høyest var verdien

på Birkenes med 2171 ppb-timer. Grenseverdien på 10 000 ppb-timer (april-september) for skog ble heller ikke overskredet på noen stasjoner i 2010. Den høyeste verdien var 3735 ppb-timer på Birkenes.

Tabell 1. Overskridelser av grenseverdier for helse. Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn 100, og 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2010.

Målested	Totalt antall		100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	D	h	d	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dato
Prestebakke	8734	365	85	17			145	2010-06-29
Hurdal	8740	365	43	7			130	2010-06-29
Haukenes	7740	329	110	22			135	2010-06-29
Birkenes	8267	347	102	22			122	2010-07-21
Sandve	8726	365	17	5			121	2010-07-21
Kårvatn	8714	365	80	17			123	2010-04-26
Tustervatn	8726	365	82	9			120	2010-05-16
Zeppelinfjellet	8676	365	62	8			106	2010-04-01
Sum datoer		365		58				



Figur 6. Middelkonsentrasjon av ozon for 7 timer (kl. 09-16) i vekstsesongen (april-september) ved Birkenes i perioden 1985-2010.

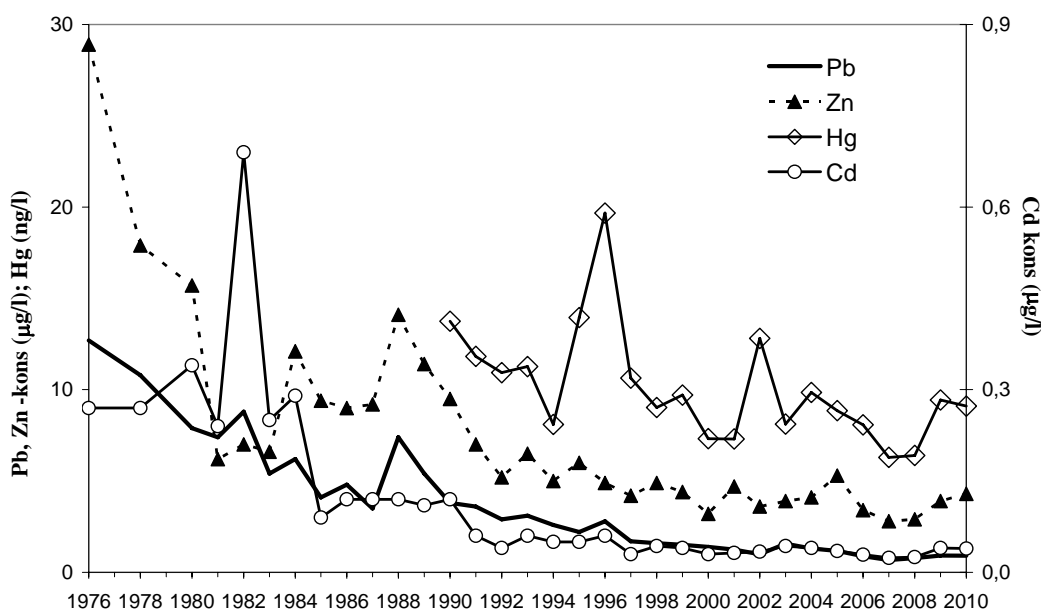
## 2.3 Tungmetaller

### 2.3.1 Konsentrasjoner i nedbør

De høyeste årsmiddelkonsentrasjonene av bly og sink ble målt på Hurdal med hhv 1,33 og 8,9 ng/L. Det høye nivået for bly på Hurdal skyldes spesielt høye observasjoner i november. Høyest nivå av de andre metallene ble observert på Svanvik i Sør-Varanger grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya. Våtavsetningen av kadmium var størst på Birkenes. Hurdal hadde høyest avsetning av bly og sink. For de andre elementene er det høyest våtavsetning på Svanvik.

Det er relativt små forskjeller i 2010 sammenlignet med 2009, men blyinnholdet i nedbør har avtatt med ca. 90 % eller mer på stasjoner med målinger fra 1980, Figur 7. Hurdal med målinger fra 1987 viser en reduksjon på mer enn 70 %, mens Svanvik ikke viser noen signifikant trend. Innholdet av sink har avtatt med ca. 75 % siden 1980, mens kadmiuminnholdet har avtatt med 90 % i samme tidsperiode. Det er ingen signifikant trend på Svanvik for noen av disse elementene, derimot en økning i nikkel, kobber og kobolt siden 1987. Dette skyldes et signifikant hopp i observasjonene fra 2003 til

2004, noe som kan komme av endret sammensetning i malmen som blir brukt i smelteverket i Nikel. Kvikksølvkonsentrasjonen i nedbør på Birkenes har vært noe høyere i 2009 og 2010 enn tidligere, men for perioden 1990 til 2010 har reduksjonen vært på 34 % om man kombinerer observasjonene på Lista og Birkenes, *Figur 7*.



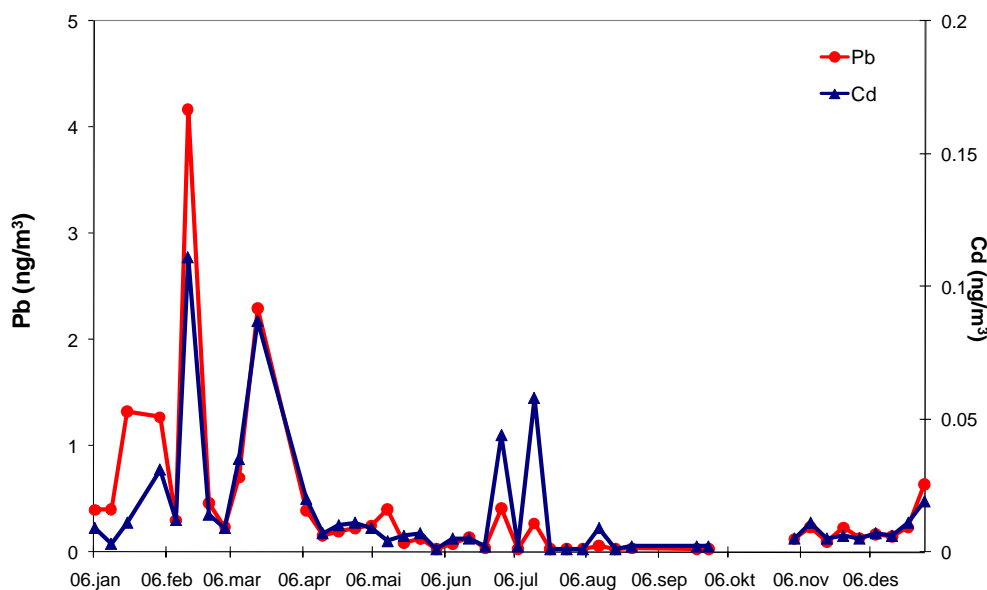
*Figur 7. Middelkonsentrasjonene av bly, kadmium og sink i nedbør på Birkenes, Aust-Agder for årene 1976-2010. For kvikksølv er målingene for perioden 1990-2003 fra Lista.*

### 2.3.2 Konsentrasjoner i luft

Nivåene for alle metallene med unntak av kvikksølv er 2-3 ganger høyere på Birkenes enn det som er målt på Zeppelin. Andøya ligger stort sett et sted i mellom disse. Dette skyldes at Birkenes er nærmere kildene på kontinentet. Forskjellen mellom kvikksølv og de andre tungmetallene skyldes at kvikksølv eksisterer i atmosfæren hovedsakelig i elementær form, mens andre tungmetaller er knyttet til partikler. Kvikksølv får dermed en bedre spredning enn andre tungmetaller, men også for kvikksølv er nivået høyere på fastlandet enn på Zeppelin.

De fleste elementene har høyest konsentrasjon om vinteren og lavest konsentrasjon om sommeren, noe som er spesielt tydelig for Zeppelin (*Figur 8*). Dette skyldes plasseringen av storskala værsystemer: Et høytrykkssystem over Sibir presser den arktiske front lenger sør vinter og vår, slik at viktige forurensningsområder kommer innenfor de arktiske luftmasser denne perioden.

På Lista/Birkenes er det en signifikant reduksjon i luftkonsentrasjon for As, Cd, Cr, Pb, Ni og V. Mest markant er reduksjonen i Pb med 64 % siden 1991. På Zeppelin er det signifikant reduksjon i luftkonsentrasjonene for As, Pb, Ni og V for perioden 1994-2010. Bly har blitt redusert med 30 %.



Figur 8. Ukentlig luftkonsentrasjon av Pb og Cd på Zeppelinfjellet, Ny-Ålesund i 2010.

## 2.4 Organiske miljøgifter

Det har vært målt organiske miljøgifter i luft på ukebasis fra april 1993 på Zeppelin, som en del av AMAP programmet (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Måleprogrammet i luft og nedbør for CAMP startet på Lista 1991, og aktivitetene ble flyttet til Birkenes januar 2004. Høsten 2009 ble det opprettet en ny stasjon på Andøya som del av Tilførselsprogrammet (Green m.fl. 2011).

På Birkenes (CAMP Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme) hadde sum HCH, HCB, sum PAH, sum tetraBDE og sum HBCD laveste verdi målt i luft til nå. I nedbør var sum HCH laveste målte verdi til nå. HCB var høyere enn de to siste år, men fortsatt lav, mens sum 7 PCB var ubetydelig høyere.

På Zeppelin-observatoriet (AMAP) ble det observert det laveste årsmiddel siden målingene startet for parameterne sum HCH, sum DDT og sum PCB, mens sum klordaner og sum PAH var blant de laveste målt til nå. HCB var noe høyere enn i 2009, mens sum tetraBDE og sum HBCD hadde nest høyeste årsmiddel til nå.

I 2010 er det i tillegg observasjoner fra ny stasjon på Andøya. I *Tabell 2* er det gjort en sammenligning av nivåene på Andøya med Birkenes og Zeppelin i hhv. Sør-Norge og Svalbard. For de fleste komponentene er Birkenes høyere enn de nordlige stasjonene på Andøya og Zeppelin. Dette er i overensstemmelse med at Birkenes er nærmere kildene. Litt overraskende er nivåene på Andøya for mange komponenter lavere enn på Zeppelin. Det kan tyde på disse stasjonene er påvirket av litt ulike kildeområder.

Tabell 2. Sammenligning av gjennomsnitts og min/maks verdier for 2010 på Birkenes, Andøya og Zeppelin. Enhet:  $\text{pg}/\text{m}^3$ , unntatt PAH ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) og PCDD/PCDF/no-PCB ( $\text{fg}/\text{m}^3$  TE).

	Andøya			Birkenes			Zeppelin		
	Årsmiddel	Min.	Maks.	Årsmiddel	Min.	Maks.	Årsmiddel	Min.	Maks.
sum PAH	1,57	0,001	10,7	4,88	0,01	29,1	2,07	0,004	8,79
sum DDT	0,79	0,06	2,91	1,67	0,29	8,03	0,63	0,05	2,27
sum Klordan	1,25	0,27	1,88	1,23	0,29	2,69	1,13	0,58	2,11
$\gamma$ -HCH	1,14	0,45	3,04	3,39	0,44	16,5	1,03	0,58	1,73
$\alpha$ -HCH	5,33	3,37	9,50	6,47	2,72	21,9	7,67	4,22	11,6
sum HCH	6,22	1,00	10,7	9,90	3,40	29,5	8,70	5,25	13,0
HCB	30,1	10,7	101	50,1	27,2	80	78,6	63,1	95,3
sum PCB	9,41	1,45	23,9	13,7	3,9	38	13,1	1,34	30,1
PCDD				2,64	0,034	18,1			
TBA				4,24	0,94	9,78	7,65	1,02	28,2
sum tetraPBDE	0,16	0,03	0,45	0,13	0,02	0,33	0,32	0,06	4,69
sum HBCD				0,24	0,06	0,93	0,63	0,24	1,46
sum PFSO/PFOS/PFOA	0,15	0,05	0,43	0,30	0,02	1,23	0,31	0,02	1,07

### 3. Vannkjemisk overvåking

#### 3.1 Presentasjon av det vannkjemiske overvåkingsprogrammet

Virkningene av tilførsler av forurenset luft og nedbør på vannkvaliteten følges i dag gjennom rutinemessig prøvetaking i ca 100 innsjøer, seks feltforskningsområder og to elver.

Målet for overvåkingen er å kunne registrere eventuelle endringer i forsuringsforhold i vann over tid, som følge av endringer i tilførsler av svovel og nitrogen både som storskala regionale endringer og variasjoner i forursingssituasjonen gjennom året.

Overvåking av innsjøer gir den regionale oversikten over forursingssituasjonen i Norge, samt utviklingstrender i delregioner. Dataene er også viktige for biologisk overvåking, i tålegrensearbeidet og for utvikling av dynamisk modellering på regional skala. Prøvetakingsfrekvensen er én gang per år.

Feltforskningsstasjonene er viktige for å beskrive sesongvariasjoner og episoder for felt i ulike landsdeler, med ulike geologiske forhold, ulike økosystemer og med forskjellig forurensningsbelastning. Hver av stasjonene som inngår i programmet i dag er unik for hver av disse faktorene. Feltforskningsstasjonene er spesielt viktige for at vi skal forstå mekanismene i det som skjer ved forursing og redusert forursing (recovery - gjenhenting). Data for feltforskningsstasjonene har vært og er av uvurderlig betydning for å utvikle og kalibrere matematiske nedbørfeltmodeller, både statiske og dynamiske. Prøvetakingsfrekvensen er én gang per uke.

De to elvene som er med i programmet, er ikke kalket systematisk, men kalkingen i nedbørfeltet påvirker vannkjemien i disse elvene til en viss grad. Prøvetakingsstasjonene er i utløpet av elvene, og gir dermed informasjon om endring i hele nedbørfeltet. I dag brukes disse hovedsakelig til å følge utviklingen av sulfat og nitrogen i større elver, samt at de også fungerer som en viktig tilleggskontroll for å se hvordan den diffuse kalkingen i nedbørfeltet påvirker vannkjemien i elva. Prøvetakingsfrekvensen er én gang per måned, men med noe tettere frekvens i vårløsningen. Overvåking av kalkingen følges ellers opp i et annet overvåkingsprogram administrert av DN.

Analyseresultater og informasjon om måleprogram og analysemetoder finnes i Vedlegg B-E.

##### 3.1.1 Overvåking av innsjøer

Med bakgrunn i ”1000-sjøers undersøkelsen” i 1986 ble noe over 100 sjøer valgt ut for å dokumentere effekter av endringer i tilførsler av langtransporterte luftforurensninger (SFT 1989). I 1987 ble det i samarbeid med fylkenes miljøvernmyndigheter tatt vannprøver fra 111 sjøer for kjemisk analyse. Etter hvert har en del av sjøene blitt byttet ut med nye, først og fremst fordi de er blitt kalket. I 1995 ble en ny innsjøundersøkelse gjennomført – ”Regional innsjøundersøkelse 1995” (RIU95) (Skjelkvåle m.fl. 1996). På bakgrunn av ønske om å styrke innsjøundersøkelsen med flere innsjøer samt at mange innsjøer er ”mistet” på grunn av kalking eller regulering, ble det i 1996 plukket ut ca. 100 sjøer fra innsjøene i RIU95 slik at vi fra 1995-2004 hadde ca. 200 innsjøer med i den årlige undersøkelsen. I 2004 ble disse sjøene igjen tatt ut pga av kutt i budsjettene.

I 2004, 2005 og 2006 var det vært en utvidet innsjøundersøkelse ut over de 78 sjøene som blir rapportert her. Resultatene for den samordnede innsjøundersøkelsen er rapportert separat (Skjelkvåle m.fl. 2008). I 2010 er det 78 innsjøer som rapporteres mht kjemiske tidstrender, og 25 innsjøer som er overvåket for biologiske effekter hvor det også blir tatt prøver for vannkjemie.

Øst-Finnmark har tidligere vært gjenstand for et eget overvåkingsprogram – ”Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland”. Fra 1996 er resultatene fra Øst-Finnmark rapportert sammen med det nasjonale programmet for overvåking av langtransporterte luftforurensninger. De seks småvannene på Jarfjordfjellet er i tillegg til forursingsparametre, også blitt analysert for tungmetaller (Cu og Ni) siden 1990 (med unntak av 1996 og 1997).

Lokalisering av de undersøkte innsjøene i 2010 er vist i *Figur 9*. Innsjøene, som brukes til overvåking av forsuringsutviklingen, er valgt ut fordi de er sure (lav pH), har lavt innhold av basekationer (Ca, Mg, Na, K) og er lokalisert slik at de ikke er påvirket av lokal forurensning eller lokale forhold i nedbørfeltet slik som kalking, hogst, beiting osv. Vannkjemien i overvåkingsinnsjøene reflekterer disse utvalgskriteriene. I overvåkingsinnsjøene er pH og ANC lavere enn middelverdien for den totale innsjøpopulasjonen i Norge og også lavere enn middelkonsentrasjonen for populasjonen i hver enkelt av regionene, mens sulfat, nitrat og labilt aluminium er høyere (SFT 1997). Det samme gjelder klorid og TOC. Middelverdien for basekationer er noe høyere for Sørlandet og Vestlandet i overvåkingsinnsjøene enn for middelverdien av den totale populasjonen av innsjøer i området.

Fra 1999 rapporteres resultatene fra innsjøene fordelt på ti regioner (se Vedlegg A for inndeling av regioner). Antall innsjøer og hvordan de fordeler seg, er vist i *Tabell 3*. Alle analyseresultater for 2010 og årlige middelverdier for innsjøer fordelt på geografiske regioner for perioden 1986-2010, er presentert i Vedlegg E.

### 3.1.2 Overvåking av elver

Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF) (nå Direktoratet for naturforvaltning (DN)) startet i 1965 rutinemessig innsamling og analyse av vannprøver fra fire elver på Sørlandet. I de følgende år ble antall elver stadig utvidet. Da overvåkingsprogrammet startet i 1980 ble det valgt ut 20 elver i samråd med DN på grunnlag av kjemisk vannkvalitet (lav ionestyrke) og fiskeforhold. På Vestlandet ble det lagt vekt på at elvene var lakseførende. Tretten av de 20 overvåkingselvene inngikk i DN's daværende elveserie. De resterende syv ble valgt på bakgrunn av data fra elveundersøkelser i 1976-77 (Henriksen & Snekvik 1979). Prøvetaking i de 20 elvene ble startet 15. mars 1980. Siden den gang har antallet overvåkingselver blitt redusert ved flere anledninger. I 1996 ble 8 av overvåkingelvene kalket, slik at ansvaret for overvåkingen av disse elvene ble overført fra SFT (nå Klif) til DN. To av de opprinnelige elvene omfattes ikke av Effektovervåkingen (for kalking), slik at vi nå rapporterer vannkjemisk utvikling i kun to elver.

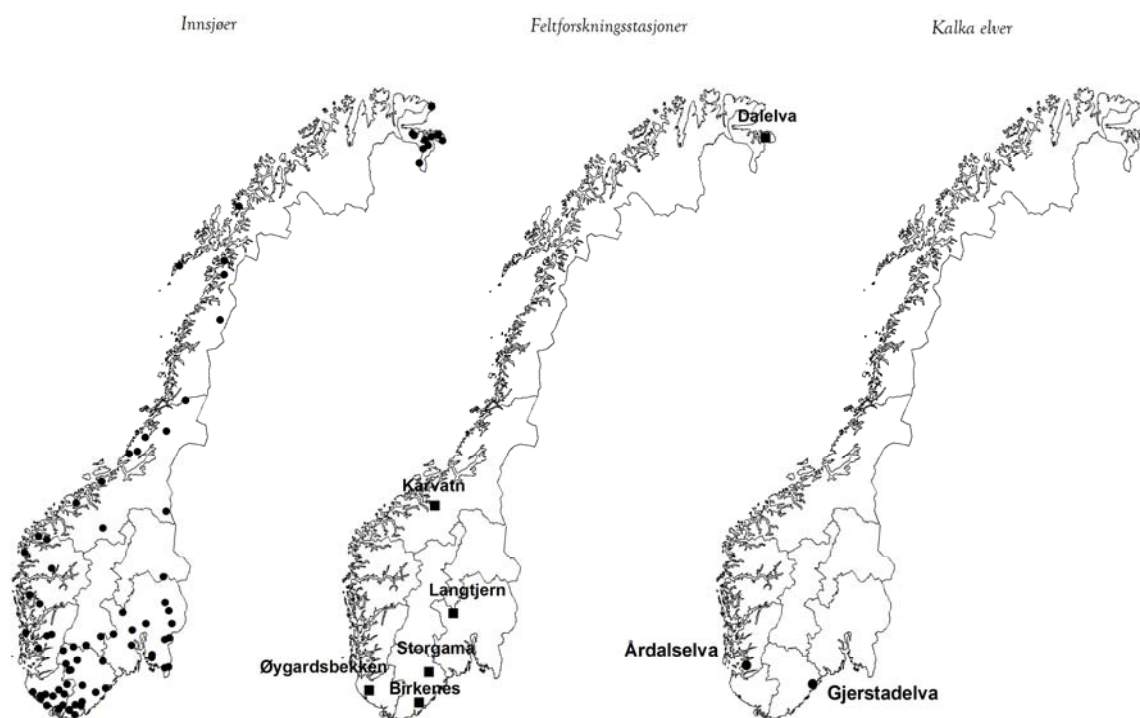
Kringinfo for disse to elvene er vist i *Tabell 4* og lokaliseringen i *Figur 9*. Alle analyseresultater for 2010 samt årlige middelverdier for perioden 1980-2010 er presentert i Vedlegg E.

### 3.1.3 Overvåking i feltforskningsområder

I januar 1980 ble det igangsatt overvåkingsundersøkelser i fem feltforskningsområder (feltforskningsstasjoner) for å gi et detaljert bilde av vannkjemiske forhold i små nedbørfelt. Før 1980 inngikk disse feltene i SNSF-prosjektet - "Sur Nedbørs Virkning på Skog og Fisk" (Overrein m.fl. 1980). I 1982 ble Jergul i Finnmark tatt ut av programmet fordi vannkvaliteten der var lite følsom overfor sur nedbør. På grunn av budsjettreduksjoner, ble det ikke tatt prøver i 1984 i Birkenes og i Langtjern. Det samme var tilfelle for Kårvatn i 1985. Fra 1986 ble samtlige områder igjen tatt med i programmet slik at fullstendig vannkjemiske dataserier finnes fra 1986 og fram til i dag. I 1988 ble Dalelva i Finnmark tatt med som nytt feltforskningsområde for å følge utviklingen av forsuring forårsaket av SO<sub>2</sub>-utslipp fra smelteverk i Nikkel, Russland. I 1994 ble det opprettet et nytt feltforskningsområde, Svartetjern i Matre i Nord-Hordaland, for å bedre dekke Vestlandet. Svartetjern ble tatt ut av programmet i 2010 pga budsjettreduksjoner. I 1996 overtok programmet Øygardsbekken i Rogaland fra prosjektet "Nitrogen fra Fjell til Fjord" (Henriksen & Hessen 1997) for å få en stasjon i et område med høy nitrogenbelastning.

En del basisinformasjon om de seks feltene er presentert i *Tabell 5*, og geografisk plassering er vist i *Figur 9*. Alle analyseresultater for 2010 samt veide årlige middelverdier for perioden 1980-2010, er presentert i Vedlegg E.





Figur 9. Lokalisering av alle de undersøkte lokalitetene i 2010 (innsjøer, elver og feltforskningsstasjoner). Linjene viser grensen til de 10 regionene (se Vedlegg A for inndeling av regioner).

Tabell 3. Antall 100-sjøer fordelt på regioner.

Region-nr.	Region	"100-sjøer"
I	Østlandet – Nord	1
II	Østlandet – Sør	15
III	Høgfjellet i Sør-Norge	3
IV	Sørlandet – Øst	14
V	Sørlandet – Vest	11
VI	Vestlandet – Sør	3
VII	Vestlandet – Nord	5
VIII	Midt-Norge	10
IX	Nord-Norge	5
X	Øst-Finnmark	11
Total		78

Tabell 4. Elver som inngår i det vannkjemiske overvåkingsprogrammet.

Fylke	Elv	Region	ID	Vassdr.nr	Prøvetaksingssted	Nedbørf. km <sup>2</sup>	Kalking
Aust-Agder	Gjerstadelva	IV	3.1	018.3Z	Sønedeledammen	380	Noe kalking i nedbørfeltet
Rogaland	Årdalselva	VI	26.1	033.Z	Årdal	551	Sandvatn kalket siden 1998

Tabell 5. Karakteristiske data for feltforskningsområdene. Normal årsnedbør (1961-1990) er hentet fra nærmeste met.no stasjon (se tekst). Tallene i parentes under midlere avrenning for Kårvatn, Dalelva og Øygardsbekken angir startår for avrenningsmålingene ved disse stasjonene.

	Birkenes	Storgama	Langtjern	Kårvatn	Dalelva	Øygards- bekken
Kode	BIE01	STE01	LAE01	KAE01	DALELV	OVELV19-23
Fylke	Aust-Agder	Telemark	Buskerud	Møre og Romsdal	Finnmark	Rogaland
Region	IV	II	I	VIII	X	V
Dataserier	Fra 1973, mangler 1979 og 1984	fra 1975, mangler 1979	fra 1974, mangler 1984 og 1985	fra 1978, mangler 1985	fra 1989	fra 1993
Areal (km <sup>2</sup> )	0,41	0,6	4,8	25	3,2	2,55
Høyde over havet (m)	200-300	580-690	510-750	200-1375	0-241	185-544
<b>Middelverdier</b>						
Normal årsnedbør (1961-90) (mm)	1490	994	747	1547	500	2816
Midl.avrenning (1974-2007) (mm)	1127	922	597	1868 (1980)	420 (1991)	2085 (1993)
<b>Arealfordeling (%)</b>						
Bart fjell, hei, tynt jorddekke	3	59	74	76	61	83
Myr	7	22	16	2	4	6
Skog, tykkere jorddekke	90	11	5	18	20	4
Vann	-	8	5	4	15	7
Dominerende berggrunn	granitt, biotitt	granitt	gneis	gneis, kvartsitt	glimmer- skifer, gneis	gneis, migmatitt, anorthositt

## 3.2 Forholdene i feltforskningsområdene i 2010

De nedadgående trendene i ikke-marin sulfat er i ferd med å flate ut i alle feltforskningsområdene. Birkenes er det eneste av feltene som har hatt negativ ANC som årsmiddel gjennom hele overvåkingsperioden, mens Øygardsbekken veksler mellom positive og negative verdier avhengig av om det inntreffer kraftige sjøsaltepisoder. Så skjedde ikke i 2010, og veid årsmiddel for ANC og pH i Øygardsbekken er de høyeste siden overvåkingen startet i 1993. Den positive utviklingen i Storgama har gått noe saktere i senere år, og vannkvaliteten er fortsatt marginal mht. muligheter for overlevelse og reproduksjon av ørret. Selv om ANC i Langtjern ser ut til å ha stabilisert seg på rundt 40  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  de siste fem årene, forekommer det fremdeles episoder som kan være giftig for ørret. Dette understreker at humøse vann som Langtjern må ha en høyere ANC enn klarvannssjøer for å sikre gode levevilkår for fisk. Flere av overvåkingsparametrene (f.eks. nitrogenforbindelser og totalt organisk karbon) er følsomme for klimavariasjon og er relevante i forbindelse med vurdering av klimaeffekter.

### 3.2.1 Birkenes (Aust-Agder)

Birkenes-feltet er lite (0,41 km<sup>2</sup>) og dominert av ca 80 år gammel granskog (*Picea abies* L.). Feltet ligger omtrent 20 km fra kysten, i høydesjiktet mellom 200-300 m.o.h. Feltet har en hoveddal (Vestre Tveitdalen) og en mindre dal (Langemyrdalen) høyere oppe i feltet. Berggrunnen er granittisk og jordsmonnet består hovedsakelig av podsol og brunjord over morene. Langs bekken i bunnen av dalen er det utviklet myrjord. Prøvetakingsstasjonen ligger ved et V-overløp, hvor det også måles vannføring. Birkenes-feltet har ofte lite eller ingen snø. Det er derfor vanlig med smelteepisoder og småflommer i løpet av vinteren. Andre karakteristiske trekk for Birkenes er varierende størrelse på snøsmeltingsflommen om våren, jevnlig tørkeepisoder om sommeren og hyppige nedbørepisoder om høsten. Maksimum- eller minimumkonsentrasjoner av kjemiske komponenter opptrer vanligvis under slike hydrologiske ekstremperioder.

Forurensningsbelastningen i Birkenes-feltet er høy; årlig avsetning (våt + tørr) av sulfat de siste åtte årene har ligget rundt 0,45-0,7 g S m<sup>-2</sup> (hvorav tørravsetning utgjør < 0,1 g S m<sup>-2</sup>), mens summen av nitrat og ammonium har variert mellom 1,0 (år 2007 og 2010) og 1,7 g N m<sup>-2</sup> (2006) (tørravsetning utgjør opp til 0,2 g N m<sup>-2</sup>). Verdiene for total S og N avsetning målt i 2010 er blant de laveste som hittil er registrert for dette området. I 2010 er total S og N avsetning målt til hhv. 0,5 g S m<sup>-2</sup> og 1,0 g N m<sup>-2</sup>. Det har vært en signifikant (p<0,05) nedgang i deposisjon for både svovel og nitrogen siden målingene av tørravsetning kom i gang i 1987 (Mann-Kendall test, årsverdier). Nedbørsmengdene ved NILUs målestasjon Birkenes (190 m.o.h.) de siste tre årene (2009-2010) har vært hhv. 1990, 1807 og 1113 mm. Normal årlig nedbørsmengde (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Rislå (66 m.o.h.) er til sammenligning 1490 mm. Nedbørsmengdene i 2008 og 2009 var altså relativt høye, mens verdien for 2010 er den laveste siden 1973 (1072 mm.).

Til tross for stadig forbedring i vannkvalitet, må Birkenes-feltet fremdeles karakteriseres som betydelig forsuret. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av ikke-marin sulfat har vært stabile de siste tre årene (37-45 µekv L<sup>-1</sup>). Blant feltforskningsstasjonene er det kun Dalelva som har høyere verdier. Vannkvalitetsbedringen gjennom mesteparten av 1990-tallet ser ut til å fortsette også etter 2000. I 2010 lå veide årsmidler for ANC, pH og labilt Al på hhv. - 14 µekv L<sup>-1</sup>, 4,63 og 170 µg L<sup>-1</sup>.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2008-2010 er vist i *Figur 10*. Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat var relativt stabil i tidsrommet 2008 og 2009. I år med tørre somre, som i 2010, er variasjonene større.

Nitrat er sterkt påvirket av den biologiske aktiviteten i feltet, og de laveste konsentrasjonene registreres derfor nesten alltid i perioden juni-august, når den biologiske aktiviteten er størst. I vinterhalvåret skjer det vanligvis en gradvis økning i nitratkonsentrasjonene, fram til et maksimum på senvinteren eller i forbindelse med snøsmeltingen. Vinteren 2009-2010 er ikke noe unntak i så måte, men i tillegg ble det registrert høye konsentrasjoner i august 2010, noe som kan skyldes den lave vannføringen. De veide årsmiddelkonsentrasjoner av nitrat for årene 2008 og 2009 på hhv. 74 og 82 µg N L<sup>-1</sup> er de laveste som er registrert siden målingene startet i 1980, mens verdien på 202 µg N L<sup>-1</sup> for 2010 er den høyeste siden 2003.

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon (TOC) viser også en tydelig sesongvariasjon, men mønsteret er forskjellig fra det som er typisk for nitrat. TOC-konsentrasjonen i Birkenes har vanligvis et maksimum på ettersommeren, sannsynligvis på grunn av en kombinasjon av høy biologisk produksjon og lav vannføring (spesielt lav i 2010). De laveste TOC-konsentrasjonene måles vanligvis om vinteren og om våren. I tidsrommet 2008-2010 har konsentrasjonene spent fra 2,7-19,1 mg L<sup>-1</sup>.

pH i Birkenes fluktuerer stort sett mellom 4,5 og 5,5 og viser mindre sesongvariasjon enn for eksempel nitrat og TOC. Veide årsmiddelverdier i pH i 2008-2010 på 4,63-4,69, viser at vannet fortsatt er svært surt. Tidligere år har Birkenes vært preget av kraftige sjøsaltepisoder, slik som våren 2005 (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltepisodene har medført tydelig respons i form av svært høye verdier av labilt (uorganisk) aluminium. Birkenes ble imidlertid kun i mindre grad påvirket av sjøsaltepisoder i tidsrommet 2008-2010. Konsentrasjonen av labilt aluminium er halvert siden 1990, men er fremdeles betydelig høyere enn grensen for biologiske skadevirkninger. Årsmiddelverdien for 2009 på 154 µg L<sup>-1</sup> den laveste som er registrert siden målingene startet i 1980. I 2008 og 2010 var årsmiddelverdiene hhv. 169 og 170 µg L<sup>-1</sup>.

### 3.2.2 Storgama (Telemark)

Storgama er også et lite felt (0,6 km<sup>2</sup>), lokalisert 580-690 meter over havet. Feltet har tynnere jordsmonn og langt mindre vegetasjon enn Birkenes. Dette gir kort oppholdstid for vann i feltet, og de sparsomme løsmassene har liten evne til å nøytralisere sure tilførsler. Karakteristisk for Storgama er varierende mektighet på snøsmeltingsflommen, jevnlig tørkeepisoder om sommeren og relativt hyppige nedbørsepisoder om høsten.

Forurensningsbelastningen i Storgama er moderat; årlig våtavsetning av sulfat har de siste fire årene ligget rundt 0,2-0,3 g S m<sup>-2</sup> (NILUs målestasjon Treungen, 270 m.o.h.), mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,4-0,7 g N m<sup>-2</sup>. Det har vært en signifikant nedgang i våtavsetningen av svovel (p<0,01) og nitrogen (p<0,05) siden 1985 (Mann-Kendall test, årlige middelerverdier). Nedbørmengdene ved Treungen de siste tre årene (2008-2010) har vært hhv. 1150, 1213 og 849 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Tveitsund (252 m.o.h.) er til sammenligning 994 mm, slik at 2010 er noe tørrere enn et normalår for Storgama.

Storgama karakteriseres som betydelig forsuret, om enn i noe mindre grad enn Birkenes. Veid middel-pH har de siste årene ligget stabilt på 4,9. Middelerverdien av ANC på 13 µekv L<sup>-1</sup> for 2010 er den høyeste som er registrert i overvåkingen av Storgama. Årlig middelkonsentrasjon av TOC i Storgama er om lag på nivå med Birkenes, og har siden 2001 ligget rundt 5,1-6,5 mg L<sup>-1</sup>. Det mobiliseres betydelig mindre aluminium i Storgama enn i Birkenes, og konsentrasjonen av alle aluminiumsfraksjoner er også lavere i førstnevnte. Årlig middelkonsentrasjon i 2010 av labilt Al på 24 µg L<sup>-1</sup> er identisk med verdien fra 2009 og den laveste middelerverdien av labilt aluminium som er registrert siden målingene startet.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2008-2010 er vist i *Figur 11*. Sesongvariasjonen av pH er mindre tydelig enn for nitrat og TOC. I den nevnte treårsperioden har pH variert mellom 4,7 og 5,5, med unntak av i tørrværsperioder sommerstid.

I 2010 varierte konsentrasjonen av uorganisk (labilt) aluminium mellom 11 og 53 µg L<sup>-1</sup>, et mindre spenn enn det som ble observert i årene før. Negative ANC-verdier har ikke vært observert siden 2008. Fortsatt ligger imidlertid ANC under 20 µekv L<sup>-1</sup> mesteparten av tiden, og det er derfor trolig et stykke igjen før vannkvaliteten i Storgama-området kan regnes som akseptabel for fisk (Henriksen m.fl. 1996).

Nitratkonsentrasjonene i senere år er lave sammenlignet med verdiene fra før 2000. Mindre avsetning av atmosfærisk nitrogen medvirker til dette, men det er også klart at klimatiske forhold og samspill med organisk materiale spiller en stor rolle for nitrogendynamikken i vassdraget (Hindar m.fl. 2005). Som for Birkenes, opptrer vanligvis de høyeste toppene i nitrat om vinteren eller i forbindelse med snøsmeltingen om våren.

### 3.2.3 Langtjern (Buskerud)

Langtjern er et skogsfelt med en del myr, og det kan betraktes som typisk for skogsområdene på Østlandet. Feltet er 4,8 km<sup>2</sup> stort og strekker seg fra 510 til 750 m.o.h. Området har innlandsklima med kalde vintre, stabil snøakkumulering og en markert snøsmeltingsperiode om våren. I de senere årene er overvåkingen ved Langtjern konsentrert til utløpsbekken.

Forurensningsbelastningen på Langtjern er moderat. Årlig våtavsetning av sulfat har de siste fire årene vært stabil på 0,2 g S m<sup>-2</sup> (NILUs målestasjon Brekkebygda, 390 m.o.h.), mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,4-0,6 g N m<sup>-2</sup>. Det har vært en signifikant reduksjon i våtavsetningen av svovel (p<0,01) og ammonium (p<0,01) siden 1985 (Mann-Kendall test, årlige middelerverdier). Nedbørmengdene ved Brekkebygda de siste tre årene (2008-2010) har vært hhv. 950, 924 og 831 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Gulsvik (149 m.o.h.) er til sammenligning 747 mm.

Langtjern kan karakteriseres som moderat forsuret. Veid årsmiddel for pH har ligget mellom 4,9 og 5,0 siden 1996<sup>1</sup>. ANC for 2009 og 2010 er hhv. 45 og 48 µekv L<sup>-1</sup>, noe som er på nivå med registreringene i tidsrommet 2003-2005. Konsentrasjonen av uorganisk (labilt) aluminium økte fra 18 µg L<sup>-1</sup> i 2008 til hhv. 30 og 29 µg L<sup>-1</sup> i 2009 og 2010.

<sup>1</sup> Det har blitt oppdaget feil ved vannføringsmålingene fra Langtjernbekken 2009. Dette medfører at 2009-verdiene for vannføring og volumveide middelerverdier som er rapportert her, er forskjellig fra tallene i Klif, 2010.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi for perioden 2008-2010 er vist i *Figur 12*. Den relativt lange og stabile vinteren i området, samt den markerte snøsmeltingsflommen preger ofte sesongmønsteret til mange av de vannkjemiske parameterne. Dette gjelder særlig sulfat, nitrat og ANC som alle viser en økning gjennom lavvannsperioden om vinteren, en tydelig topp like før snøsmeltingen og et kraftig fall under- og rett etter toppen av snøsmeltingsflommen.

Med en årsmiddelkonsentrasjonen av TOC som varierer mellom 9 og 12 mg C L<sup>-1</sup>, har Langtjern det mest humusrike vannet av feltforskningsområdene. Dette reflekterer at nedbørfeltet har lav avrenning, mye skog og større andel av myr enn de andre feltene. Det høye innholdet av TOC i bekken har stor betydning for den relative fordelingen mellom organiske og uorganiske fraksjoner av f.eks. nitrogen og aluminium. Eksempelvis er andelen av organisk nitrogen og organisk (ikke-labilt) Al vesentlig høyere enn for Storgama og Birkenes fordi vannet fra Langtjern inneholder omlag dobbelt så mye TOC som de nevnte feltene.

Selv om Langtjern stort sett har høye ANC-verdier (>40 µg L<sup>-1</sup>), forekommer det fremdeles episoder i bekkene med vannkvalitet som overskrider tålegrensene for fisk. Dette har spesielt vært knyttet til snøsmeltingen og til nedbørrike perioder om høsten hvor konsentrasjonene av uorganisk aluminium (LAl) fortsatt når nivåer som er giftige for fisk. Høsten 2009 var konsentrasjonen i utløpet oppe i 58 µg L<sup>-1</sup>. I 2010 ble det imidlertid ikke målt konsentrasjoner av uorganisk aluminium over 40 µg L<sup>-1</sup>. Arbeider av Lydersen m.fl. (2004), Hindar og Larssen (2005) og Hesthagen m.fl. (2008) viser at vannforekomster med mye organisk materiale, som Langtjern, må ha høyere ANC enn vann med lav TOC for at fisk skal kunne overleve og reproducere. I veilederen som er utarbeidet i forbindelse med vannforskriften, er det derfor foreslått forskjellige ANC-grenser for vann med forskjellig TOC.

### 3.2.4 Kårvatn (Møre og Romsdal)

Kårvatn er lite påvirket av sur nedbør, og danner en referanse for de andre feltforskningsområdene. Sulfat som følger med nedbøren i dette området, har derfor i hovedsak marin opprinnelse. Feltet ligger for det meste over skoggrensen, har skrint jorddekke og er et typisk fjellområde. Høyeste punkt i nedbørfeltet er på 1375 m.o.h. mens prøvetakingspunktet er på 200 m.o.h. Med sine 25 km<sup>2</sup> er feltet vesentlig større enn de andre feltforskningsområdene. Kårvatn-feltet er karakterisert ved en relativt markant snøsmeltingsperiode om våren og jevnlig nedbørepisoder om høsten. Lav vannføring ut av feltet opptrer primært om vinteren (desember-mars). Tørkeperioder om sommeren opptrer sjeldent.

Forurensningsbelastningen i Kårvatn er lav og stabil; gjennom hele måleperioden har årlig avsetning (våt + tørr) av sulfat ligget rundt 0,1-0,2 g S m<sup>-2</sup> (hvorav tørravsetning utgjør < 0,03 g S m<sup>-2</sup>), mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,3-0,5 g N m<sup>-2</sup> (hvorav tørravsetning utgjør ca 50 %). På tross av den lave forurensningsbelastningen har også Kårvatn opplevd en signifikant (p<0,01) nedgang i total svoveldeposisjon siden målingene av tørravsetning kom i gang i 1988 (Mann-Kendall test, årlige middelerverdier). Nitrogenavsetningen viser ingen tilsvarende trend. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Kårvatn (210 m.o.h.) de siste tre årene (2008-2010) har vært hhv. 1426, 1310 og 1465 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Innerdal (403 m.o.h.) er til sammenligning 1547 mm.

Kårvatn kan karakteriseres som et uforurettet felt og konsentrasjonen av ikke-marin sulfat har ligget under 10 µekv L<sup>-1</sup> siden 1991. I 2010 er veid årsmiddel-pH 6,3, labilt Al 2 µg L<sup>-1</sup>, mens ANC er 33 µekv L<sup>-1</sup>. Dette er tilnærmet samme verdier som de foregående tre årene. Vannet ved Kårvatn er humusfattig, og årsmiddelerverdien for TOC har ligget mellom 0,8 og 1,3 mg C L<sup>-1</sup> siden overvåkingen startet. Den årlige nedbørmengden ved Kårvatn er vanligvis høy, og bidrar til fortynning av forvitningsprodukter som kalsium og magnesium.

På grunn av vanskelige isforhold, ble prøvene i tidsrommet 28/11-2010 – 26/12-2010 tatt lenger ned i elva enn vanlig. Disse prøvene hadde en ionesammensetning som avvek betydelig fra alle prøver tatt fra opprinnelig prøvetakingssted, og resultatene er derfor ikke tatt med i beregningen av årsmiddel eller diskutert videre her (verdiene er imidlertid inkludert i Vedlegg E).

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2008-2010 er vist i *Figur 13*. Som på Langtjern, er variasjonene i basekationer, klorid, nitrat og til dels også sulfat sterkt påvirket av snøakkumulering og -smelting. Det generelle mønsteret er økende konsentrasjoner i løpet av høsten og vinteren, og fortykning med ionefattig smeltevann om våren. Konsentrasjonen av klorid var relativt lav i første halvdel av 2010, noe som tyder på liten tilførsel av sjøsalter.

Kårvatn har den laveste konsentrasjonen av ikke-marin sulfat av alle feltforskningsområdene. Middelverdien i 2010 er  $7 \mu\text{ekv L}^{-1}$  og må anses å være tilnærmet lik naturlig bakgrunnskonsentrasjon for ikke-marin sulfat. Likeledes er pH-verdiene ved Kårvatn høyere enn ved noen av de andre feltforskningsområdene. Det har ikke vært registrert pH-verdier under 6,0 i treårsperioden 2008-2010.

Konsentrasjonene av labilt Al er lave og alle verdiene i fra 2010 ligger rundt grensen for hva som er mulig å detektere med gjeldende analysemetode. Konsentrasjonen av nitrat er moderat med veid årsmiddel i 2010 på  $13 \mu\text{g N L}^{-1}$ . Tatt i betraktning den lave nitrogenavsetningen i området, er den prosentvise nitratlekkasjen relativt høy. Dette er vanlig i fjellområder, der kombinasjonen av skrint jordsmonn, kort vekstsesong og lite vegetasjon gir begrenset kapasitet til å holde tilbake nitrat (Sjøeng m.fl. 2007).

### 3.2.5 Dalelva (Finnmark)

Dalelva ( $3,2 \text{ km}^2$ ) ligger ved Jarfjorden nær grensen til Russland. Feltet er dominert av lynghei og fjellbjørk samt litt skog i nederste del. Området er nedbørfattig, og avrenningsmønsteret er dominert av snøsmeltingsperioden om våren. Dalelva har vært med i overvåkingsprogrammet siden 1988, og hovedhensikten med dette feltet er å overvåke effekter av utslipp fra industrien på Kola.

Forurensningsbelastningen i Dalelva har vært preget av relativt store år-til-år variasjoner. NILUs stasjon Svanvik (nedlagt i 2004) er nærmeste stasjon hvor både våt- og tørravsetning er blitt målt. NILUs målestasjon Karpbukt (20 m.o.h.) ligger nærmere Dalelva enn Svanvik, men her måles bare bidraget fra våtavsetninger. Dette gir en sterk underestimert av totalavsetningen, i og med at hovedandelen av totaldeposisjonen i Øst-Finnmark kommer i form av tørravsetninger. Ved Karpbukt har årlig våtavsetning av sulfat ligget rundt  $0,2\text{-}0,3 \text{ g S m}^{-2}$  i hele måleperioden og summen av nitrat og ammonium har ligget rundt  $0,1\text{-}0,2 \text{ g N m}^{-2}$ , med unntak av år 2002 ( $0,4 \text{ g N m}^{-2}$ ). For å antyde nivået på tørravsetningen i området, lå midlere tørravsetning av svovel og nitrogen ved Svanvik i perioden 1990-2000 på hhv.  $0,58$  og  $0,14 \text{ g m}^{-2}$ . Det er ingen signifikante trender i våtavsetningen av svovel og nitrogen ved Karpbukt i måleperioden 1991-2010. Ved Svanvik ser det ut til å ha vært en nedgang i totalavsetningen av svovel i måleperioden 1987-2002 (Mann-Kendall test, årlige middelerverdier,  $p < 0,05$ ), mens det ikke er noen tydelig trend for nitrogen. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Karpbukt de siste tre årene (2008-2010) har vært hhv.  $507$ ,  $526$  og  $595 \text{ mm}$ . Normalnedbør (1961-90) på den nærliggende met.no stasjonen ved Karpbukt (12 m.o.h.) er til sammenligning  $500 \text{ mm}$ .

Konsentrasjonene av basekationer er forholdsvis høye i Dalelva, noe som gjenspeiler en relativt høy forvittringshastighet i jordsmonnet samtidig som fortykningen via nedbør er lav. På grunn av den store svovelbelastningen fra smelteverkene i Nikkel, Russland, er vassdraget likevel forsuret. Dette vises blant annet ved at vassdraget fremdeles har høye konsentrasjoner av ikke-marin sulfat i avrenningsvannet; de siste 5 årene har årsmiddelkonsentrasjonen vært høyest av feltforskningsstasjonene. Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2008-2010 er vist i *Figur 14*. Dalelva har vanligvis stabile kalde vintre med permanent snødekke og veldefinert snøsmeltingsperiode. Dette gjør at sesongvariasjon i avrenning og vannkjemi ofte viser lignende mønster fra år til år, og 2010 er ikke noe unntak i så måte.

De siste 5 årene har årsmiddel-pH i Dalelva ligget mellom  $6,2$  og  $6,3$ . I tidsrommet 2008-2010 er  $5,6$  den laveste pH som er registrert. Minimumsverdiene inntreffer vanligvis i forbindelse med snøsmeltingsflommen om våren. I samme tidsrom er det ikke målt høyere konsentrasjoner av uorganisk (labilt) aluminium enn  $14 \mu\text{g L}^{-1}$ . ANC holder seg vanligvis relativt høy pga. stabile konsentrasjoner av basekationer, og i 2010 ble den laveste verdien beregnet til  $43 \mu\text{ekv L}^{-1}$ .

TOC-nivået i Daleelva er moderat og varierer vanligvis mellom 3 og 6 mg C L<sup>-1</sup>. Lavere og høyere verdier inntreffer henholdsvis i forbindelse med vårflommen og i perioder med lav vannføring om sommeren. Nitratkonsentrasjonene er generelt lave i vassdraget, med verdier omkring deteksjonsgrensen (1 µg N L<sup>-1</sup>) i vekstsesongen og topper rundt 40-50 µg N L<sup>-1</sup> rett før snøsmelting. Under spesielle forhold er det målt topper opp mot 100 µg N L<sup>-1</sup>, slik som i 2006 da lav vintervannføring bidro til en oppkonsentrering. Sammenhengen mellom klimafaktorer, flodynamikk og nitrogenavrenning i Dalelva er tidligere vurdert av Kaste og Skjelkvåle (2002).

### 3.2.6 Øygardsbekken (Rogaland)

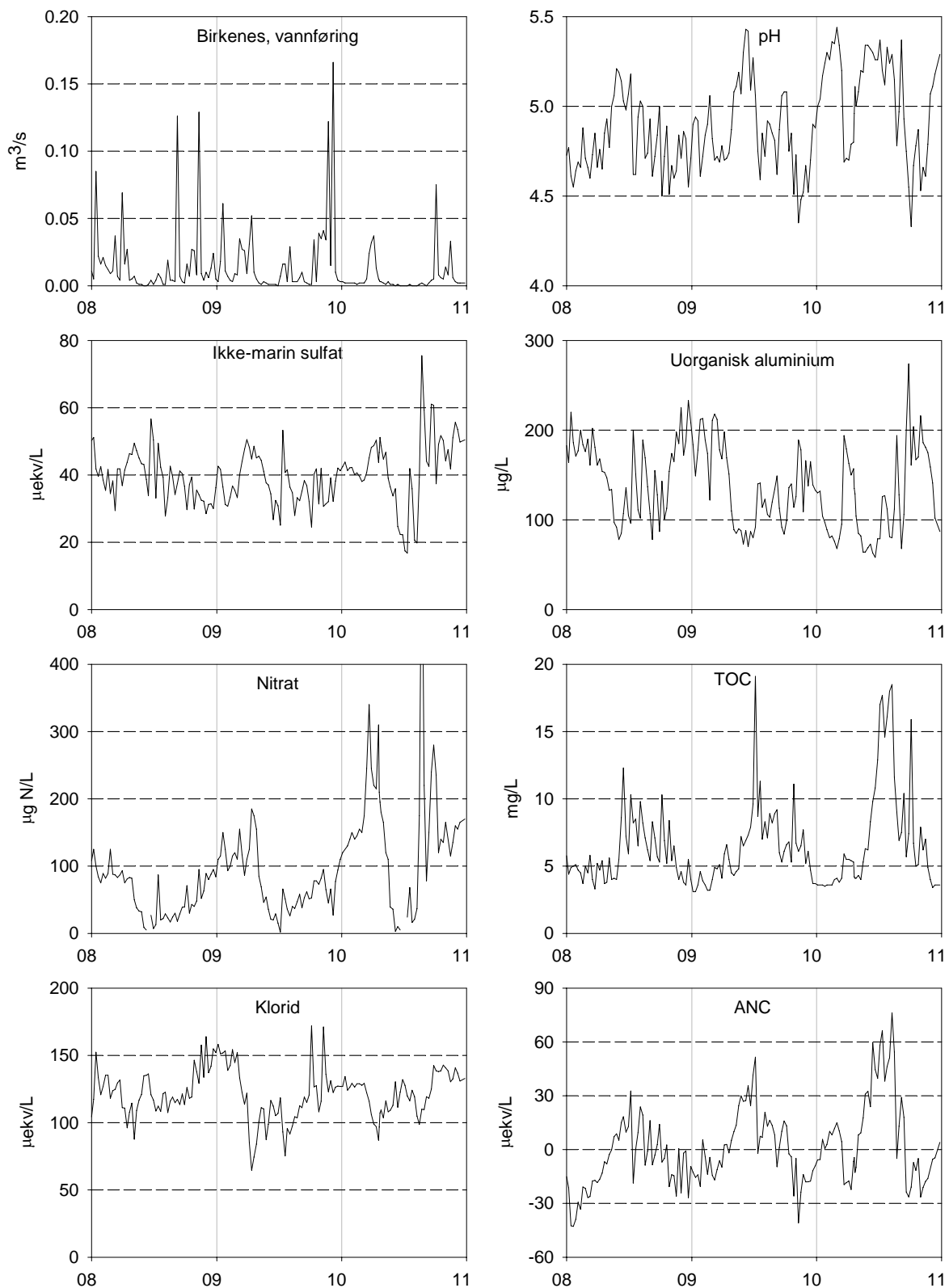
Øygardsbekken (2,55 km<sup>2</sup>) ligger i Bjerkreimsvassdraget som har utløp ved Egersund i Rogaland. Feltet ble opprettet i 1993 i forbindelse med prosjektet "Nitrogen fra fjell til fjord" (Henriksen og Hessen 1997) og har siden 1996 inngått i overvåkingsprogrammet. Øygardsbekken er typisk for heiområdene på Sør-Vestlandet, med milde vintre uten permanent snødekke og hyppige smelteperioder og småflommer gjennom hele vinteren. Nedbørmengden er høy, og feltet mottar betydelige mengder sur nedbør.

Nærmeste og mest representative bakgrunnsstasjon med kontinuerlig tidsserie for våt- og tørravsetning har vært Skreådalen i Sirdal (474 m.o.h.), Vest Agder. Denne er imidlertid nedlagt fra og med 2005 og nærmeste NILU-stasjon er nå Vikedal (60 m.o.h.), som ligger nesten 100 km nord for Øygardsbekken. Total årsavsetning av svovel og nitrogen på denne stasjonen har vært hhv. 0,4-0,6 g S m<sup>-2</sup> og 1,1-1,5 g N m<sup>-2</sup> de siste syv årene. Det har vært en klar nedgang i våtavsetning av svovel ved Vikedal-stasjonen siden 1985 (p<0,01), en nedgående trend for deponisjon av nitrat (p<0,01) og ingen trend for ammonium. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon i Vikedal de siste tre årene (2008-2010) har vært hhv. 2986, 2545 og 1834 mm. Normalnedbør (1961-90) på met.no stasjonen Hundseid i Vikedal (156 m.o.h.) er til sammenligning 2816 mm. Det er ingen met.no stasjon i umiddelbar nærhet til Øygardsbekken, men ut fra normal avrenning i området antas gjennomsnittlig årsnedbør å ligge omkring 2500 mm.

Øygardsbekken kan karakteriseres som moderat til betydelig forsuret. Middel-pH er høyere enn i Birkenes, Storgama og Langtjern. Veid middel-pH og ANC i 2010 (hhv. 5,6 og 11 µekv L<sup>-1</sup>) er med klar margin de høyeste hittil i måleserien, mens uorganisk (labilt) Al (15 µg L<sup>-1</sup>) er halvert sammenlignet med året før. TOC-nivået er lavt, med årsmiddelverdier mellom 1,2 og 2,1 mg C L<sup>-1</sup>. Øygardsbekken har høyest midlere nitratkonsentrasjon av feltforskningsområdene. De siste fem årene har årsmiddelverdiene spent mellom 96 µg N L<sup>-1</sup> (2009) og 162 µg N L<sup>-1</sup> (2006), mens verdien for 2010 ligger omtrent midt i mellom (127 µg N L<sup>-1</sup>). Det generelt høye nitrogen-nivået kommer av stor atmosfærisk nitrogenavsetning kombinert med lav N-retensjonskapasitet i nedbørfeltet, som igjen trolig skyldes en kombinasjon av mye nedbør (hurtig vanntransport i øvre jordlag) og sparsomt jordsmonn- og vegetasjonsdekke (Sjøeng m.fl. 2007).

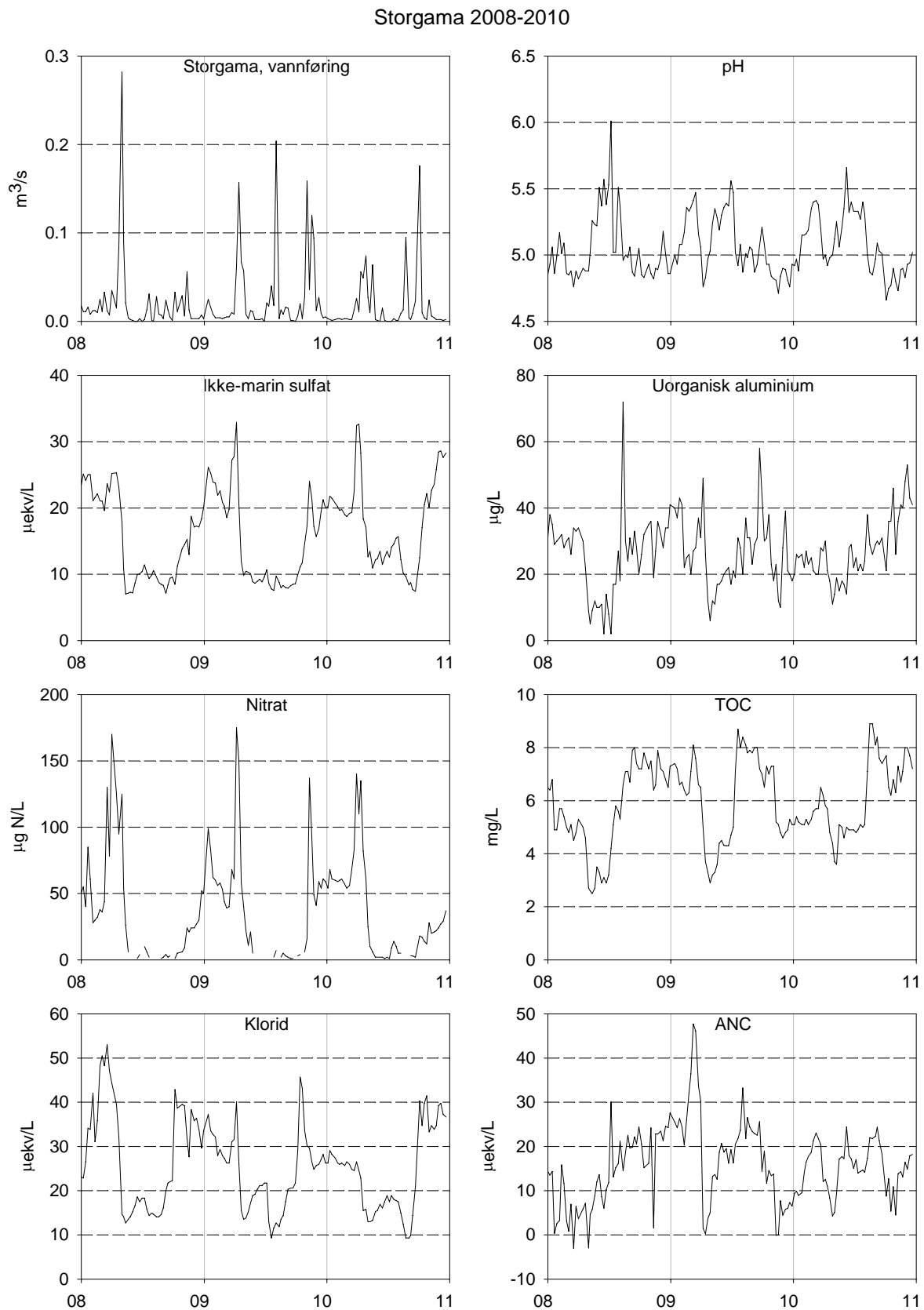
Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2008-2010 er vist i *Figur 15*. De to første årene av treårsperioden er preget av sjøsaltepisoder på samme måte som i 2005 (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltepisodene har betydelig innvirkning på vannkvaliteten i Øygardsbekken. I de tre første månedene av 2008 og 2009 ble det registrert maksimumskonsentrasjoner av klorid på over 300 µekv L<sup>-1</sup>, pH og ANC ned mot hhv. 5,0 og -35 µekv L<sup>-1</sup>, og uorganisk aluminium over 65 µg L<sup>-1</sup>. Til sammenligning var maksimumskonsentrasjonen av klorid i de tre første månedene av 2010 på 218 µekv L<sup>-1</sup>, mens pH og ANC lå over hhv. 5,4 og -3 µekv L<sup>-1</sup>, og uorganisk aluminium under 32 µg L<sup>-1</sup>.

Birkenes 2008-2010

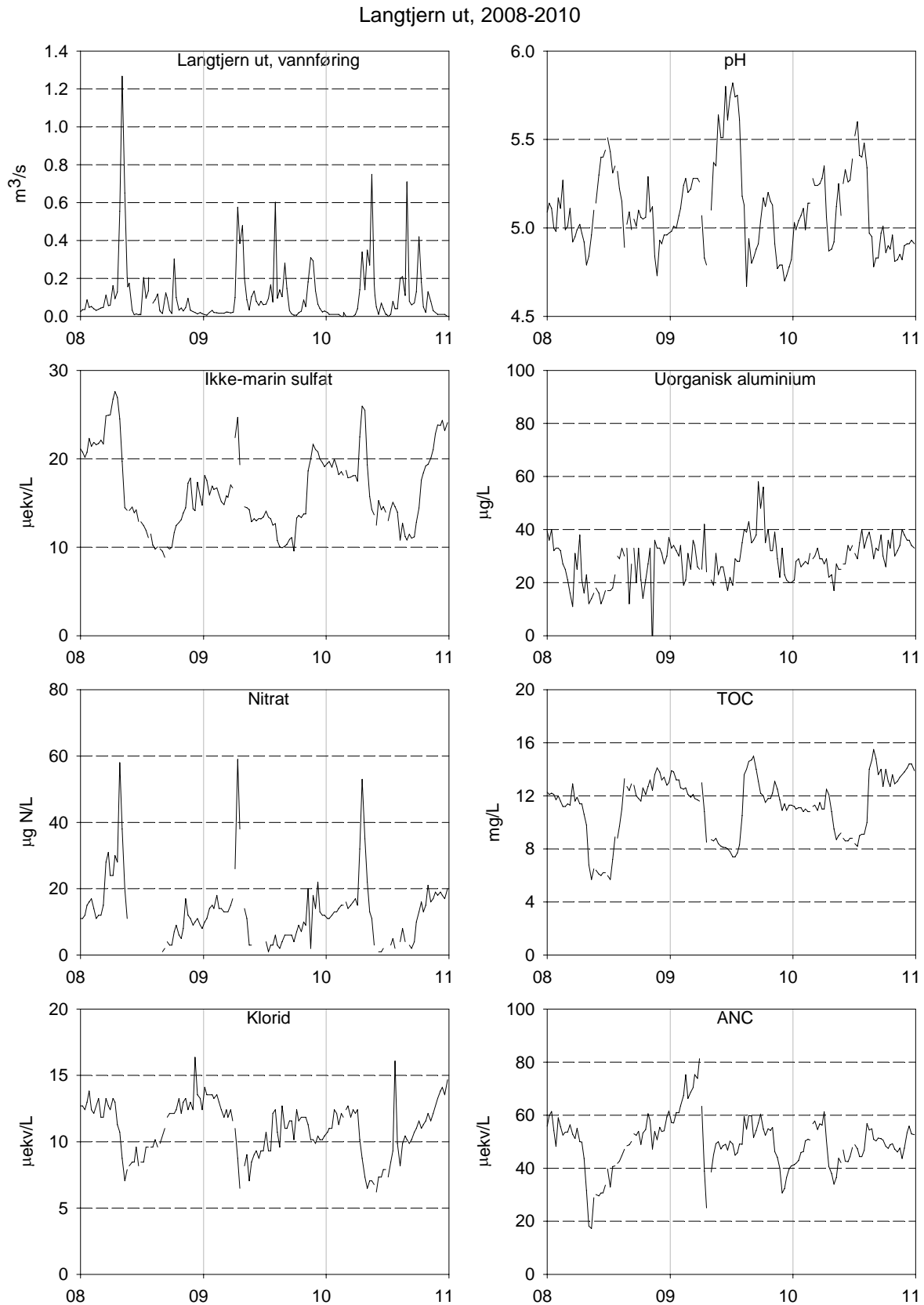


Figur 10. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Birkenes i perioden 2008-2010.



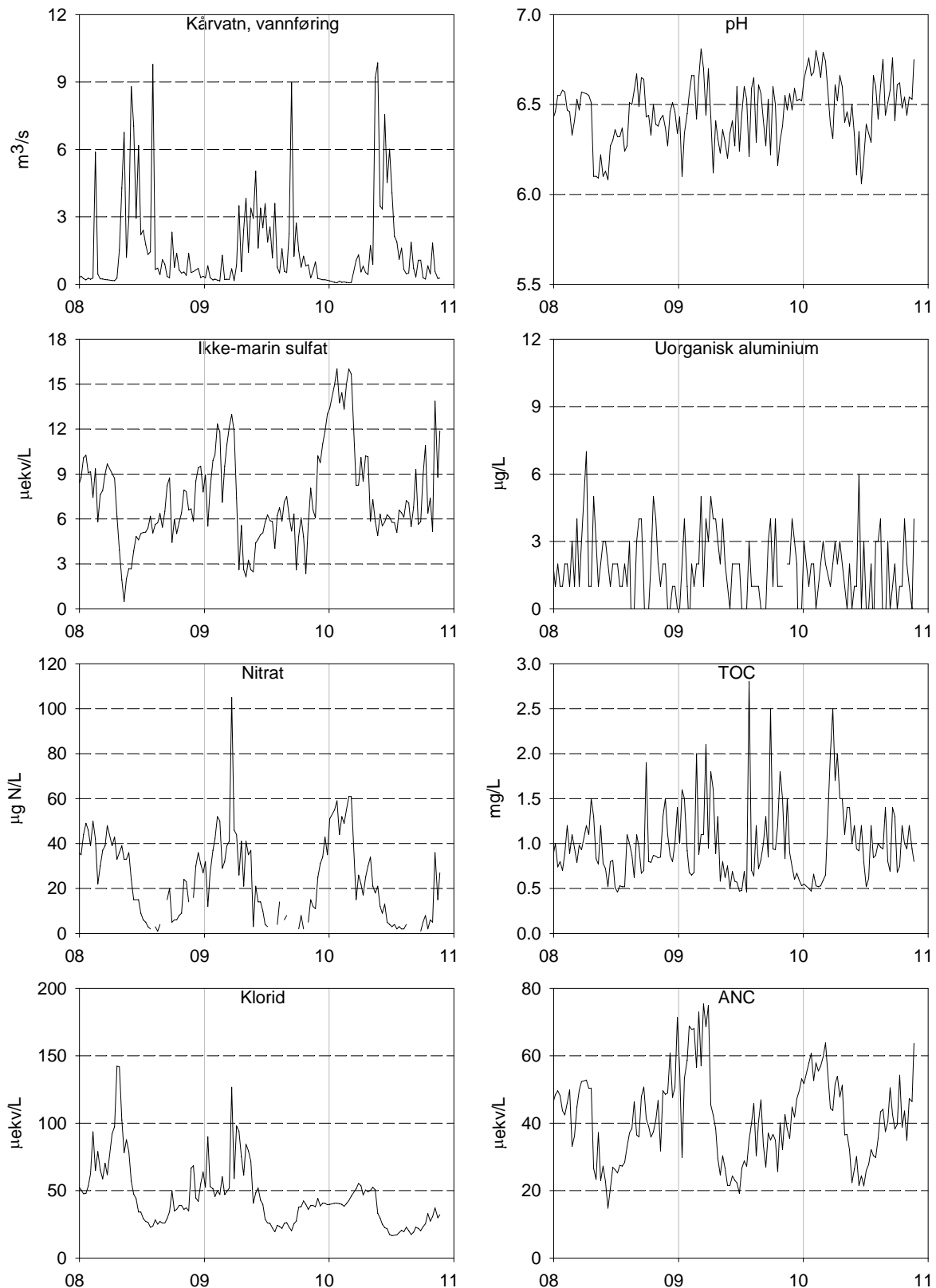


Figur 11. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Storgama i perioden 2008-2010.

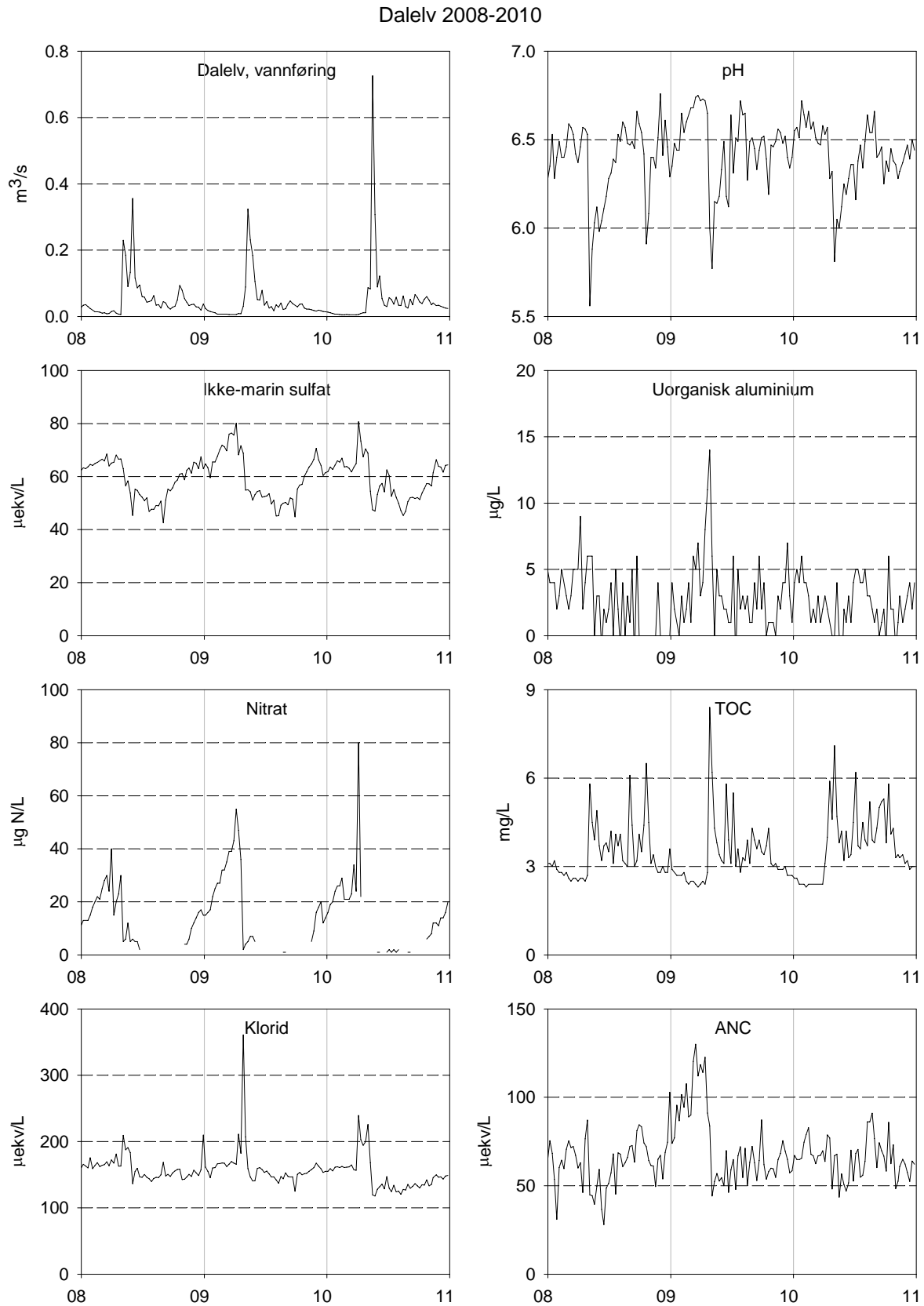


Figur 12. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Langtjern, utløp i perioden 2008-2010.

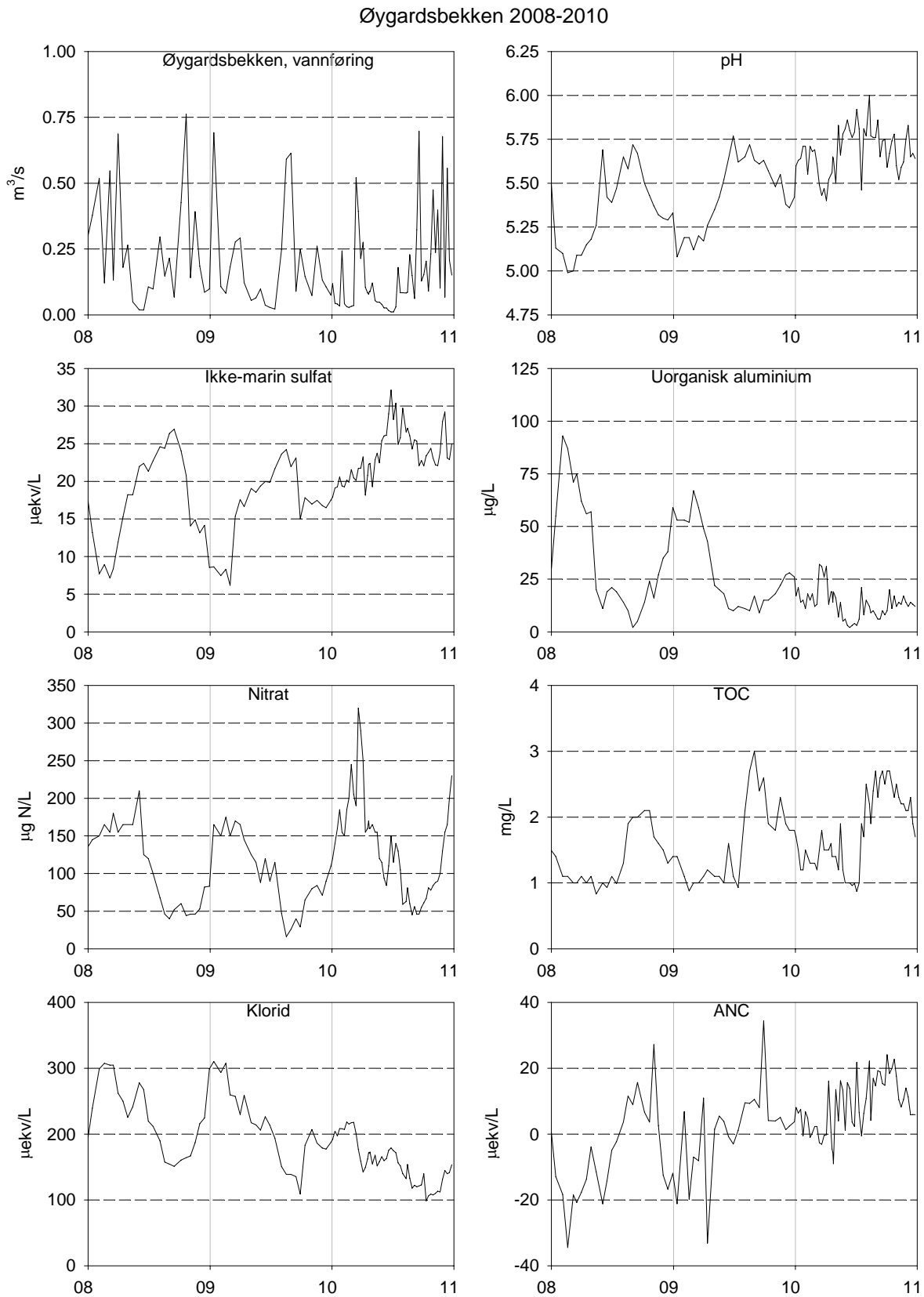
Kårvatn 2008-2010



Figur 13. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Kårvatn i perioden 2008-2010.



Figur 14. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Dalelva i perioden 2008-2010.



Figur 15. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Øygardsbekken i perioden 2008-2010.

### 3.3 Vannkjemiske trender i innsjøer

Reduserte tilførsler av svovel gjennom luft og nedbør har hatt en markert innvirkning på konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i vann og vassdrag (*Figur 16*). Nedgangen i sulfat varierer fra 43 % for innsjøer i region X (Øst-Finnmark) til 79 % for innsjøer i region II (Østlandet-Sør) for perioden 1986-2010 (*Tabell 6*). Konsentrasjonene av sulfat i 2010 var for landet sett under ett på samme nivå som i 2009; enkelte regioner viste en liten nedgang, mens andre hadde en liten økning. Det var en tendens til utflating av nedgangen i sulfat i vann og vassdrag fra 2001 til 2006, mens perioden 2007- 2009 igjen har vist nedadgående trend.

Nedgangen i tilførsler av nitrat og ammonium har ikke vært like markert som for sulfat. Likevel viser nitrat signifikant nedgang i alle regioner, men nedgangen har vært mer i ”trappetrinn” enn for sulfat. Det var en markert nedgang fra 1996 til 1997 og deretter fra 2005 til 2006 (*Figur 16*).

Konsentrasjonene har holdt seg på det nye lave nivået siden 2007, selv om det er en liten økning i nitrat fra 2009 til 2010. Konsentrasjonene av nitrat varierer en del fra år til år, fordi nitrat er en viktig del av næringskretsløpet og dermed er påvirket av mange biologiske prosesser. De høyeste konsentrasjonene av nitrat i avrenningen måles i de områdene av Norge der nitrogen-deposisjonen er høyest (region V, Sørlandet-Vest).

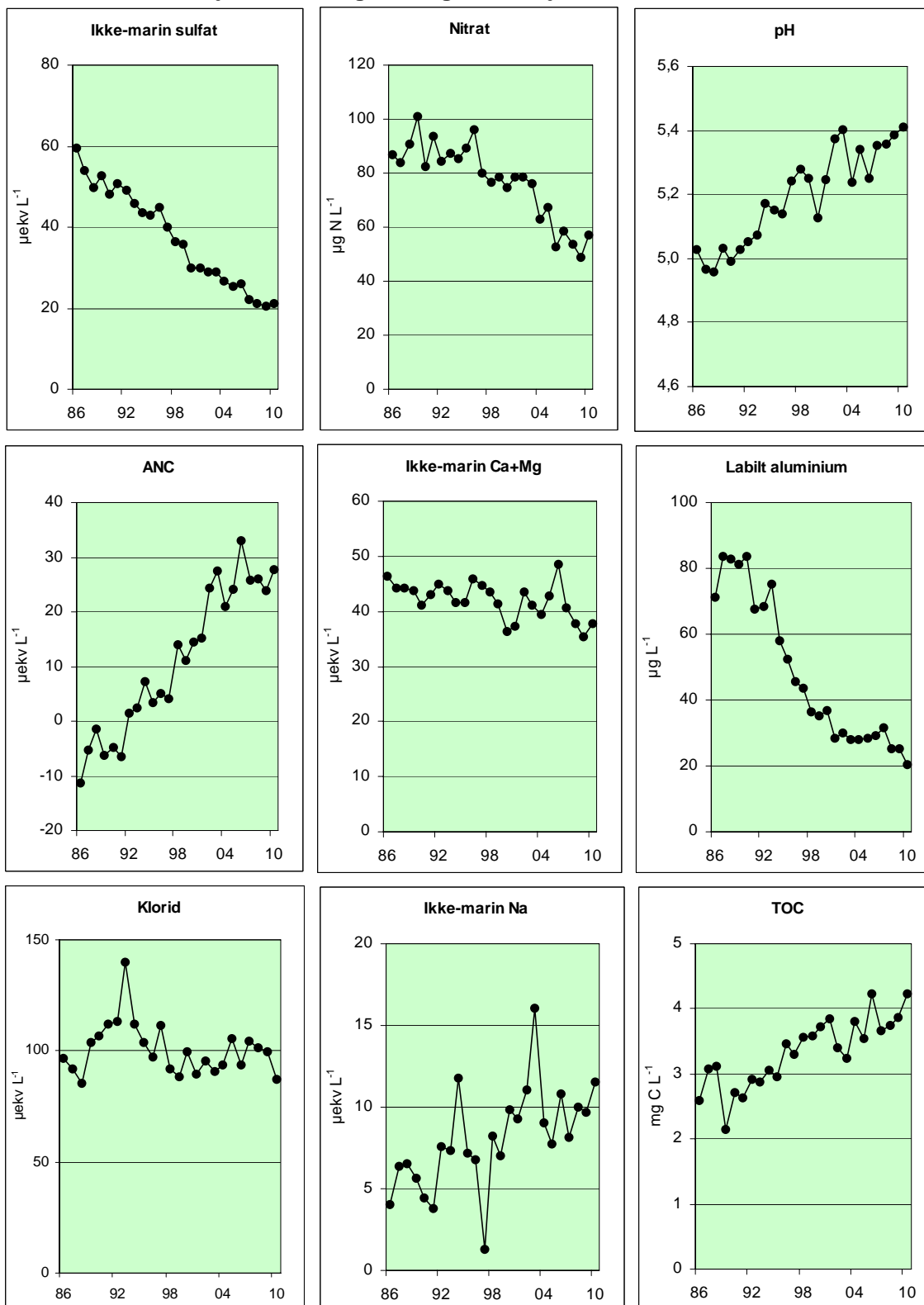
Nedgangen i sulfat og nitrat gjennom overvåkingsperioden har hatt en tydelig positiv innvirkning på forsuringkjemien i alle lokalitetene innen overvåkingsprogrammet. Hele landet sett under ett (*Figur 16, Figur 17*) viser en klar økning i pH, selv om år til år variasjonene er relativt store. Gjennomsnittlig pH i 2010 er den høyeste som er registrert så langt innen overvåkingen. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og alkalitet viser også jevn økning. ANC i 2010 er den nest høyeste som er registrert så langt innen overvåkingen. Samtidig viser også verdien for labilt aluminium (uorganisk ”giftig” aluminium) den laveste verdien som er registrert hittil i overvåkingen.

Trender for perioden fra 1986 til 2010 for de 10 ulike regionene er framstilt i *Figur 18-Figur 23*. Hvert punkt på disse kurvene representerer gjennomsnittsverdier for et antall innsjøer (se *Tabell 6* for antall innsjøer). Det er de samme lokalitetene som har inngått i programmet hvert år siden 1986.

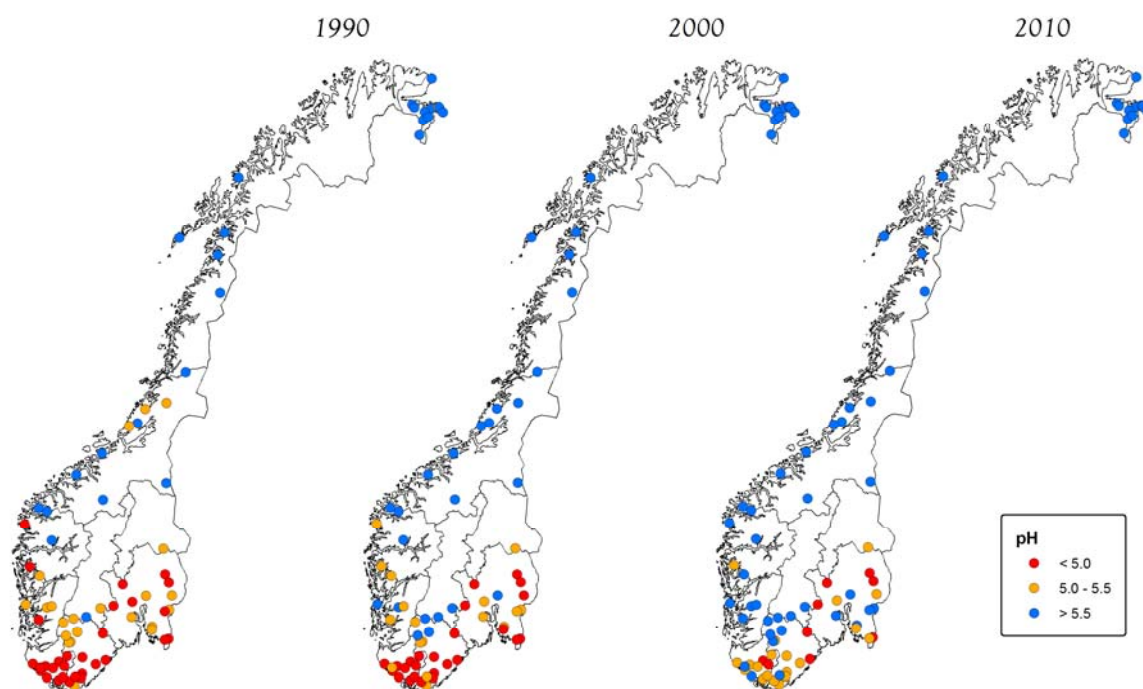
*Tabell 6. Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1986 til 2010 for innsjøene. Tallene er basert på lineær regresjon.*

Innsjøer Region	Antall innsjøer	1986 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	2010 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% nedgang fra 1986-2010
I. Østlandet - Nord	1	56	19	-65
II. Østlandet - Sør	15	99	21	-79
III. Fjellregion - Sør-Norge	3	36	9	-74
IV. Sørlandet - Øst	14	62	16	-73
V. Sørlandet - Vest	11	58	15	-74
VI. Vestlandet - Sør	3	33	9	-74
VII. Vestlandet - Nord	5	19	6	-67
VIII. Midt-Norge	10	18	9	-51
IX. Nord-Norge	5	19	8	-58
X. Øst-Finnmark	11	73	42	-43

**Gjennomsnittlig endring i 78 innsjøer fra hele landet**



Figur 16. Endring i gjennomsnittlige konsentrasjoner for et utvalg av komponenter fra 1986-2010 i 78 innsjøer fordelt over hele landet (se Figur 9).



Figur 17. pH i overvåkingsinnsjøene i 1990, 2000 og 2010. Figuren illustrerer tydelig forbedringen i forurensingssituasjonen, ved at sjøene blir mindre sure (får høyere pH). Enkelte sjøer på Østlandet er fortsatt røde og dette er forårsaket av høyt humusinnhold som gir naturlig lav pH.

Statistisk beregning av trender for viktige forurensningsparametere fordelt på regioner (Tabell 7) viser at endringene vi observerer er signifikante. Sulfat og ANC har store årlige endringer, mens nitrat,  $H^+$  og alkalitet viser små årlige endringer. Basekationene (kalsium og magnesium) viser ingen systematiske trender (øker, avtar, ingen trend). Organisk karbon (TOC) som er fulgt med interesse de siste årene pga økende trend, viser statistisk signifikant økning i 7 av 10 regioner, med årlig økning fra 0,007 - 0,206 mg C  $L^{-1}$  per år fra 1990 til 2010.

Tabell 7. Tosidig regional Kendall test og estimert trend for perioden 1990-2010. Verdiene angir estimert trend for de enkelte regioner. Signifikante resultater ( $p < 0,05$ ) vises i gult (avtagende) og blått (økende). Enheter for  $SO_4^*$ ,  $NO_3$ ,  $H^+$ , ikke-marine basekationer, alkalitet og ANC er  $\mu\text{ekv } L^{-1} \text{ år}^{-1}$ , labilt Al  $\mu\text{g } L^{-1} \text{ år}^{-1}$ , TOC mg C  $L^{-1} \text{ år}^{-1}$ . n er totalt antall observasjoner i innsjøene i perioden (bare høstprøver).

Region	n	$SO_4^*$	$NO_3$	$H^+$	Ca+Mg*	Alkalitet	ANC	Labilt Al	TOC
I. Østlandet - Nord	21	-1,65	-0,02	-0,14	0,25	0,49	2,23	-0,25	0,206
II. Østlandet - Sør	312	-3,01	-0,08	-0,15	-1,10	0,00	2,22	-2,20	0,175
III. Fjellr. - Sør-Norge	60	-1,02	-0,21	-0,08	0,08	0,36	1,65	-1,00	0,015
IV. Sørlandet - Øst	291	-1,49	-0,21	-0,32	-0,23	0,00	1,73	-3,00	0,049
V. Sørlandet - Vest	226	-1,73	-0,33	-0,71	-0,16	0,00	2,54	-6,92	0,050
VI. Vestlandet - Sør	62	-0,79	-0,16	-0,23	0,26	0,17	1,32	-1,25	0,014
VII. Vestlandet - Nord	104	-0,49	-0,11	-0,15	0,12	0,00	0,85	-0,67	0,000
VIII. Midt-Norge	208	-0,33	-0,04	-0,03	0,34	0,42	0,92	0,00	0,007
IX. Nord-Norge	104	-0,44	-0,02	-0,03	0,31	0,63	1,18	0,00	0,013
X. Øst-Finnmark	226	-1,13	-0,01	-0,02	-0,03	0,64	1,57	0,00	0,000



Figurene for klorid og ikke-marin natrium (*Figur 16*) illustrerer påvirkningen fra store sjøsaltepisoder som kan gi forsuringsepisoder. Som vi ser er 1993 det eneste sjøsaltåret som ga en regional innvirkning på sjøsaltinnholdet og forsuringssituasjonen i norske innsjøer.

### Østlandet – Nord (region I)

Regionen Østlandet – Nord strekker seg fra skogkledde områder i sør til trebare og alpine områder i nord. Forurensningsbelastningen er lav, likevel ser vi en stabil årlig nedgang i sulfat, samtidig med en klar bedring i vannkvalitet mhp forsuring. I denne regionen har vi bare én lokalitet, men den er typisk for forsuringfølsomme sjøer i denne regionen. Fra 2001 til 2007 flatet konsentrasjonen av ikke-marin sulfat ut på et nivå mellom 25-28  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , mens 2010 viser den hittil laveste konsentrasjonen av sulfat med 20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . pH viser økende trend fra pH < 5,3 før 1993 til > 5,5 etter 2002. Både 2006, 2009 og 2010 viser lave pH-verdier på hhv 4,89, 5,20 og 5,33. For disse tre årene er dette sammenfallende med svært høye konsentrasjoner av TOC. I denne innsjøen er TOC vanligvis i konsentrasjonsintervallet 4-6 mg C L<sup>-1</sup>, men steg til 13,5 mg C L<sup>-1</sup> i 2006, 10,0 mg C L<sup>-1</sup> i 2009 og 9 mg C L<sup>-1</sup> i 2010. ANC, som er et mål på vannets syrenøytraliserende kapasitet, har relativt høye verdier i denne lokaliteten. Fram til 1992 var ANC < 20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Fra 2002 til 2010 (med unntak av 2008) har verdien vært > 50  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Labilt Al (den formen som er giftig for fisk) var i perioden frem til 1990 opp til 37  $\mu\text{g L}^{-1}$ , men har siden 1991 (med unntak av 2005) vært < 10  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Nitrat viser nedgang i perioden. I 2009 var gjennomsnittskonsentrasjonen 1  $\mu\text{g N L}^{-1}$ , som er identisk med deteksjonsgrensen for analysemetoden vi bruker. I 2010 økte konsentrasjonen igjen til 8  $\mu\text{g N L}^{-1}$ . Nitrat kan som nevnt tidligere, variere en del fra år-til-år. Organisk karbon (TOC) viser en signifikant økning i denne lokaliteten.

### Østlandet – Sør (region II)

Region Østlandet – Sør er hovedsakelig skogdekket og har det høyeste TOC-nivået av alle regionene. Flere av sjøene har TOC fra 15 til 20 mg C L<sup>-1</sup>. I denne regionen finner vi også det høyeste sulfatnivået. Dette skyldes en kombinasjon av høy belastning/mobilisering, relativt lite nedbør og dermed lengre kontakttid mellom jord og vann i nedbørfeltet sammenlignet med innsjøer i mer nedbørrike deler av Norge. Innsjøene i denne regionen har vist en kraftig forbedring i forsuringssituasjonen gjennom overvåkingsperioden. Ikke-marin sulfat er redusert med gjennomsnittlig 79 % fra 1986 til 2010 i de 15 sjøene som representerer denne regionen. Sulfatkonsentrasjonene i 2010 (26  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ) er den laveste som er registrert. Gjennomsnittsverdien for pH var < 5,0 fram til 1993 og økte til 5,0 - 5,2 i perioden 1994 til 2010, med unntak av høsten 2000 (pH 4,87) som var preget av flom. ANC viser en jevnt økende trend. Fra 1986 til 1991 var gjennomsnittlig ANC ca 0  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , men siden 2003 har alle ANC-verdiene vært > 40  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Innsjøene som representerer denne regionen hadde ikke alkalitet fram til 1993 (< 1  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Siden da har bikarbonatsystemet sakte bygget seg opp, og nivået er nå omkring 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Gjennomsnittsverdien av labilt Al var i perioden fram til 1994 > 90  $\mu\text{g L}^{-1}$ , men har siden avtatt markert. Fra 2001 til 2007 har labilt Al vært < 65  $\mu\text{g L}^{-1}$ , og fra 2008 < 50  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Det er nedgang i nitrat (signifikant for perioden 1990-2009), mens TOC har vist en jevn økning gjennom hele 90-tallet; fra < 9 mg C L<sup>-1</sup> fram til 1997, til foreløpig høyeste registrerte gjennomsnittsverdi på 11 mg C L<sup>-1</sup> i 2006 og 2010.

### Fjellregion – Sør-Norge (region III)

Alle de tre lokalitetene i fjellregionen i Sør-Norge ligger over tregrensa. Regionen er dominert av fjellområder med skrinn jord og lite vegetasjon. Dette reflekteres blant annet i lave nivåer av TOC i innsjøene (< 1 mg C L<sup>-1</sup>) og generelt lavt innhold av basekationer (Ca < 0,6 mg L<sup>-1</sup>). Forurensningsbelastningen er relativt lav, og sulfatnivået i innsjøene er i dag på nivå med det en finner i de minst belastede regionene i Norge. Likevel finner vi også her en markert nedgang i sulfat på 74 % fra 1986 til 2010. I årene 2000-2006 var gjennomsnittsnivået for sulfat tilnærmet uforandret (15-17  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ), mens årene 2008-2010 viser et nytt og lavere nivå (12  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ). ANC har vist en jevn økning hele perioden fra < 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  fram til 1998 og > 20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  siden 2004. ANC vil sannsynligvis aldri bli særlig høy i dette området pga det generelt ionefattige vannet. pH har vist en jevn økning og pH i 2010 er den høyeste som er registrert så langt (pH 6,07). Labilt Al viser nedgang fra et gjennomsnittsnivå på > 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1986-1990 til konsentrasjoner < 10  $\mu\text{g L}^{-1}$  siden

2009. Nitrat viser nedgang fra nivåer  $> 80 \mu\text{g N L}^{-1}$  før 1999 og  $< 50 \mu\text{g N L}^{-1}$  siden 2006. TOC viser en svak økning også i denne regionen.

#### **Sørlandet – Øst (region IV)**

Regionen Sørlandet – Øst strekker seg fra kysten, gjennom skogbeltet til høyereliggende heiområder. Forurensningsbelastningen er høy, og sulfatnivået i innsjøene i denne regionen er også høyt. Nedgangen i sulfat i de 14 innsjøene som representerer denne regionen har vært 73 % fra 1986 til 2010. Nedgangen i sulfat flatet noe ut fra 2000-2006, men har de tre siste årene (2007-2010) ligget på et konsentrasjonsnivå fra 19-22  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Regionen har vært sterkt forsuret, men det er nå klare tegn til bedring. Gjennomsnittlig pH var  $< 5$  fram til 1993 og  $> 5,1$  siden 2001. GjennomsnittspH i 2010 var 5,36, som er den høyeste verdien som er registrert. ANC har vært sterkt negativ med konsentrasjoner  $< -20 \mu\text{ekv L}^{-1}$  fram til 1991. Siden 2002 har gjennomsnittsnivået vært  $> 10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Tilsvarende gjelder for alkalitet som fram til 1993 var  $< 0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Siden 2002 har alkalitet med ett unntak vært  $> 5 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Labilt Al har avtatt fra nivåer  $> 100 \mu\text{g L}^{-1}$  fra 1986 til 1993 til  $< 45 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Verdien for Labilt Al i 2010 ( $33 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er den laveste som er registrert så langt. Det er en avtagende trend i nitrat fra konsentrasjoner  $> 130 \mu\text{g N L}^{-1}$  fram til 1996 til  $< 100 \mu\text{g N L}^{-1}$  siden 2003. TOC viser en klar tendens til økning fra et gjennomsnittlig konsentrasjonsnivå  $< 3 \text{mg C L}^{-1}$  i perioden 1986 til 1995 til  $> 3 \text{mg C L}^{-1}$  siden 1996.

#### **Sørlandet – Vest (region V)**

Regionen Sørlandet – Vest er dominert av heiområder med lite jordsmonn og lite vegetasjon. Denne regionen har den høyeste forurensningsbelastningen, og inntil i år har dette vært den regionen med de mest forsurede innsjøene. I 2010 har forsuringssituasjonen i denne regionen bedret seg slik at det nå er region II Østlandet – Sør som har den tvilsomme æren av å være den mest forsurede regionen (basert på innsjøene som inngår i dette overvåkingsprogrammet). De 11 innsjøene som representerer denne regionen har lav gjennomsnittlig verdi for pH (5,18) og alkalitet ( $2 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Sørlandet - Vest har også den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjon av nitrat som en konsekvens av høy N-deposisjon i dette området av landet. Regionen må fremdeles karakteriseres som betydelig forsuret, men situasjonen er i ferd med å bedres. På samme måte som i de andre regionene, ser vi en kraftig nedgang i sulfat, 74 % fra 1986 til 2010, en økning i pH og ANC og nedgang i labilt Al. Siden 2007 viser pH gjennomsnittsverdier  $> 5,0$ . ANC har økt fra konsentrasjonsnivåer  $< -50 \mu\text{ekv L}^{-1}$  til nivåer opp mot  $0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , og var i 2003 for første gang positiv ( $4 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Labilt Al viser nedgang fra konsentrasjoner  $> 165 \mu\text{g L}^{-1}$  i perioden fram til 1994 til  $< 75 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2002. Den laveste gjennomsnittsverdien av labilt Al ( $29 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er registrert i 2010. Nitrat viser nedgang, fra gjennomsnittskonsentrasjonen  $> 200 \text{N L}^{-1}$  før 2002 til  $< 190 \text{N L}^{-1}$  siden 2003. TOC viser en svakt økende trend med lavere konsentrasjoner før 1994 ( $< 2,3 \text{mg C L}^{-1}$ ) enn perioden 1995-2010 ( $2,3-3,4 \text{mg C L}^{-1}$ ).

#### **Vestlandet – Sør (region VI)**

Regionen Vestlandet – Sør er preget av lite skog og mye åpne heiområder med til dels lite vegetasjon og skrint jordsmonn. Forurensningsbelastningen er moderat. Nedbørsmengdene er store (1500-3000 mm) og dette medfører fortykning av overflatevannet slik at ionestyrken er lav, med lave konsentrasjoner av basekationer (gjennomsnittlig  $\text{Ca } 0,4-0,5 \text{mg L}^{-1}$ ) og TOC ( $1,5 - 2 \text{mg C L}^{-1}$ ). Sulfatnivået i innsjøene i regionen er lavt, og innsjøene er moderat forsuret. Nedgangen i sulfat i de tre innsjøene som representerer denne regionen er 74 % fra 1986 til 2010. Gjennomsnittsverdien for sulfat i 2007-2010 har vært  $10-12 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Denne regionen viste for første gang i 1996 en gjennomsnittlig positiv verdi for ANC. Verdiene for ANC varierer imidlertid en del fra år til år på grunn av variasjon i ikke-marine basekationer (kalsium). I 2010 var gjennomsnitt ANC  $18 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Siden 1996 har pH vært  $> 5,4$ . 2008 hadde den høyeste registrerte gjennomsnittsverdien så langt (pH 5,88). I 2009 og 2010 var gjennomsnittlig pH 5,78. Sammenfallende med dette viser labilt Al en nedadgående trend. Gjennomsnittsverdien for labilt Al var  $> 30 \mu\text{g L}^{-1}$  før 1993 og  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2008. Nitratnivået er relativt høyt (gjennomsnittlig  $74 \mu\text{g N L}^{-1}$  i 2010) av samme grunn som i regionen Sørlandet-Vest (høy N-deposisjon og lite kapasitet for retensjon av nitrogen i jorda). Det er en svak nedgang i nitrat, og TOC viser en svak økning i denne regionen.

### **Vestlandet – Nord (region VII)**

Region Vestlandet-Nord har mange likhetstrekk med Vestlandet-Sør, men forurensningsbelastningen er lavere og nedbørmengdene større. Dette medfører at ionestyrken i innsjøene i denne regionen er den laveste av alle regionene ( $\text{Ca} < 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ ). Region VII har det laveste gjennomsnittlige konsentrasjonsnivået av sulfat av alle de 10 regionene. Nedgangen i sulfat har vært markert i overvåkingsperioden (67 %), og gjennomsnittskonsentrasjonen av ikke-marin sulfat i de 5 sjøene som representerer denne regionen, var  $8 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2010. Dette har resultert i endringer i forsuringskjemien. ANC har økt fra  $< -10 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  før 1991 til  $> 4 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  siden 2001. pH har økt fra  $< 5,2$  før 1991 til  $> 5,4$  etter 2002 og  $> 5,60$  siden 2008. Labilt Al har avtatt fra nivåer  $> 25 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  til  $< 10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Nitrat viser en svak nedadgående signifikant trend, mens TOC ikke viser noen trend i denne regionen.

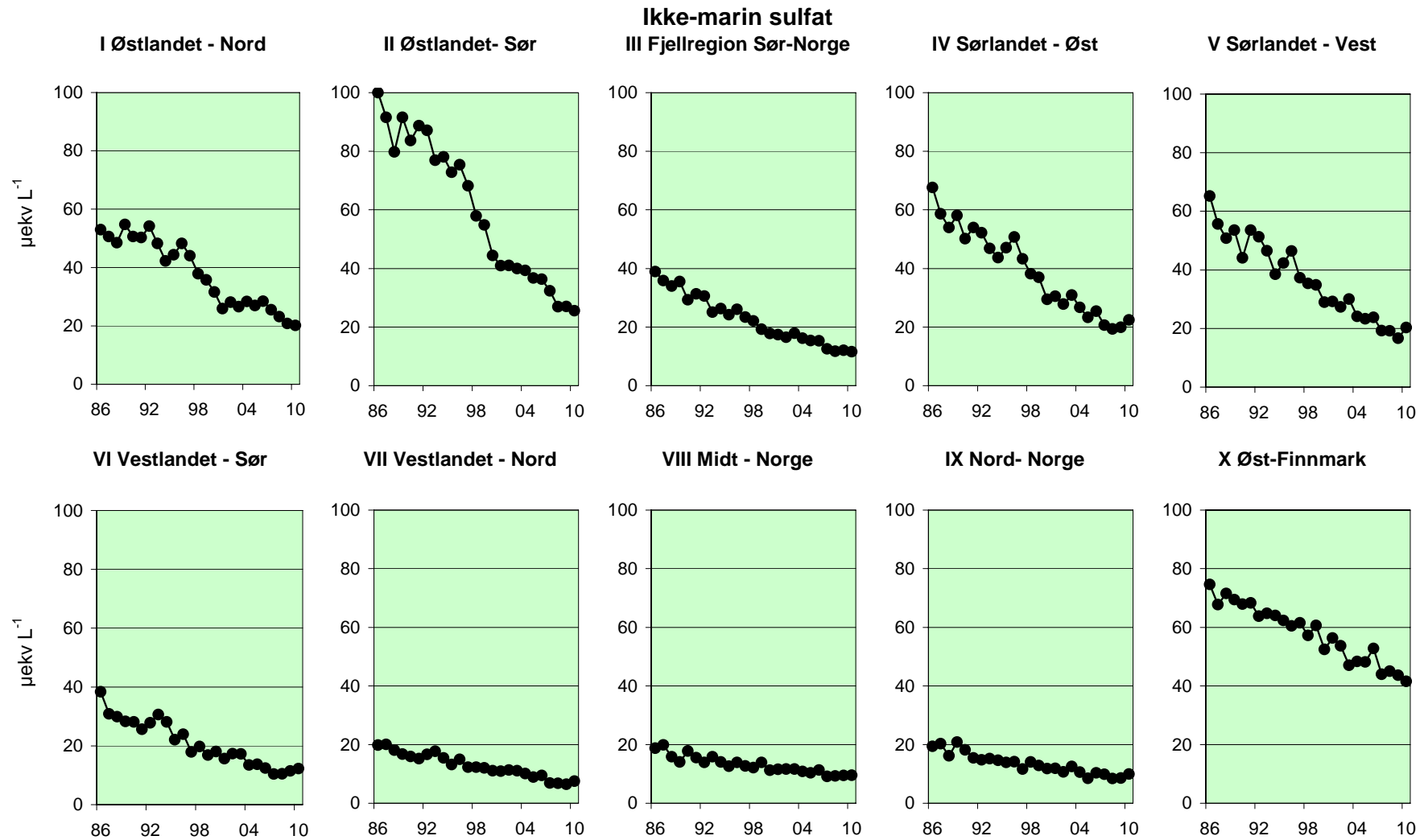
### **Midt-Norge (region VIII) og Nord-Norge (region IX)**

Disse to regionene spenner over store områder med svært variert natur fra vegetasjonsfattig kystlandskap til høyfjell og skogkledde innlandsområder. Forurensningsbelastningen er lav i hele området. Sulfatnivået i innsjøene i disse regionene er nå  $8\text{-}10 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Region VI, VII, VIII og IX har nå omtrent samme konsentrasjonsnivå av sulfat. Nivået begynner å nærme seg antatt naturlig bakgrunnsnivå for ikke-marin sulfat. De 15 innsjøene, som representerer disse to regionene, må likevel karakteriseres som svakt sure. Selv i disse regionene med svært lav forurensningsbelastning, ser vi en nedgang i sulfat (hhv. 51 % og 58 % fra 1986 - 2010), økning i alkalitet, ANC og pH og nedgang i labilt Al. Gjennomsnittsverdien av ANC har vært i intervallet  $25\text{-}40 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  siden ca 2001. Begge regionene har vist en svak økning i pH fra starten av overvåkingen, og gjennomsnittsverdien for pH er i 2010 hhv. 6,07 og 6,30 i region VIII og IX. Nitrat viser en svak nedgang selv i disse regionene som i utgangspunktet har veldig lave konsentrasjoner. Gjennomsnittlig konsentrasjonsnivå av nitrat er i 2010 hhv.  $12$  og  $16 \text{ } \mu\text{g N L}^{-1}$  i region VIII og IX. TOC viser en svak økning i begge regionene.

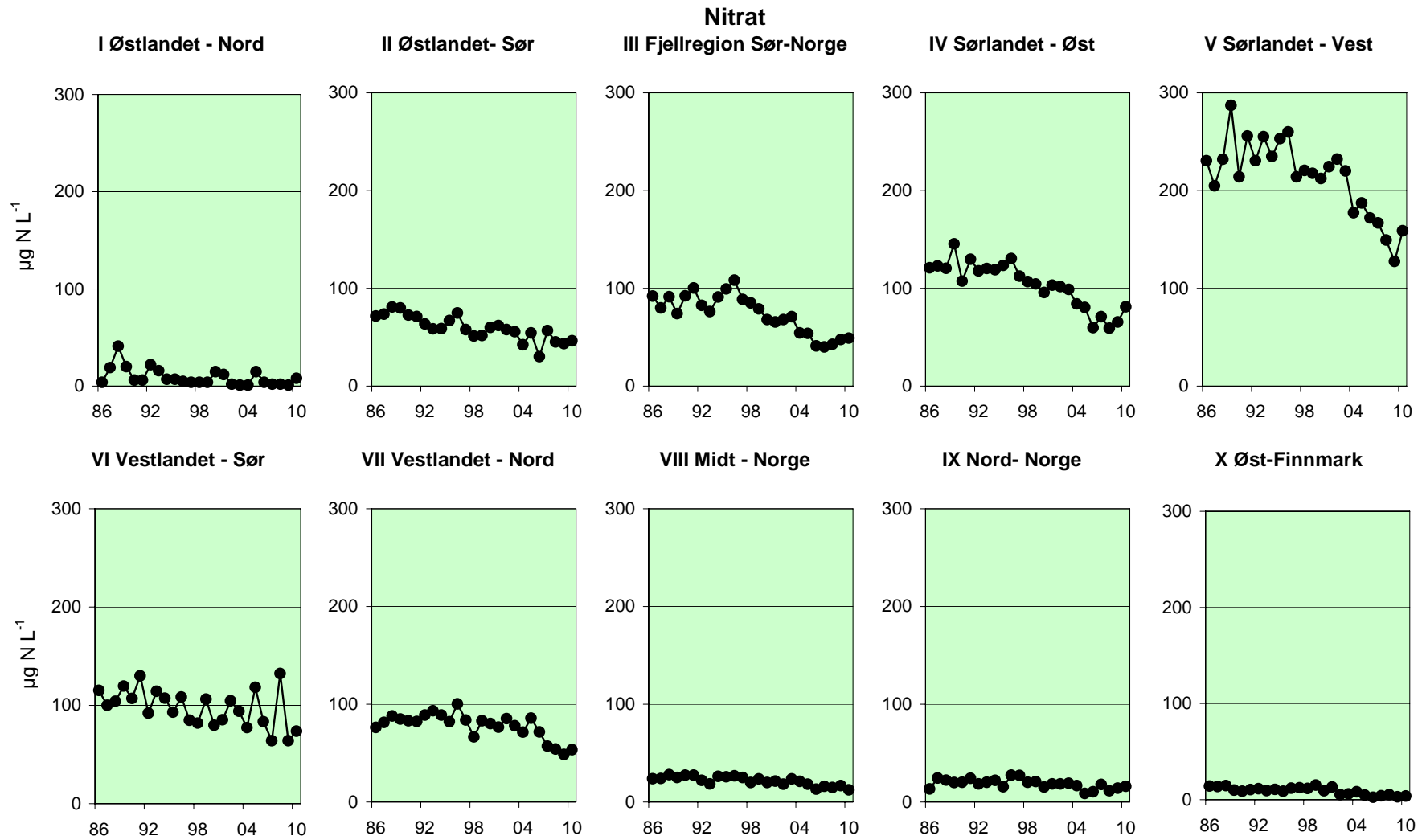
### **Øst-Finnmark (region X)**

Region Øst-Finnmark dekker områdene inn mot Kolahalvøya og er påvirket av svovel, kobber og nikkel fra utslipp fra smelteverksindustrien. Forurensningsbelastningen av svovel er relativt stor, mens N-deposisjonen er lav. Utslippene av  $\text{SO}_2$  fra Ni-verket er redusert med 75 % fra 400.000 tonn i 1979 til 100.000 tonn i 2006. Siden 2004 har NILU målt økte konsentrasjoner av tungmetaller i nedbør, særlig nikkel og kobber, men også andre komponenter som kobolt.

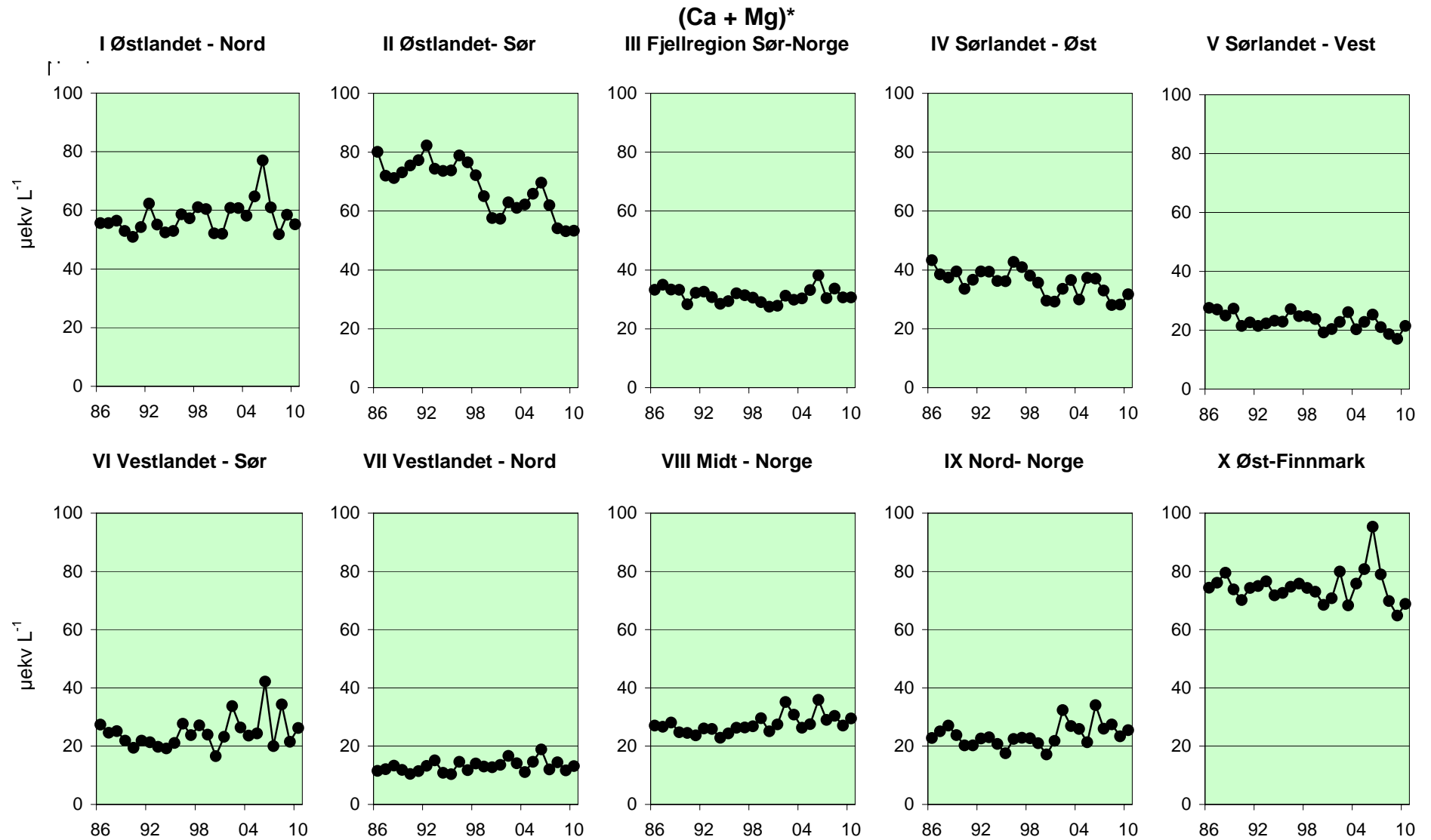
Undersøkelser i 1986 viste at konsentrasjonene av sulfat i innsjøene i Øst-Finnmark var mer enn fordoblet siden 1966 og var på samme nivå som de mest utsatte innsjøene på Sørlandet. Selv større innsjøer hadde lite igjen av sin opprinnelige motstandskraft mot forsurening. Undersøkelser i 1987-1989 viste at store områder i Sør-Varanger ville få omfattende skader og tap av fiskebestander hvis belastningen med sur nedbør fra smelteverkene på Kolahalvøya økte ytterligere. Innsjøovervåkingen frem til 1991 tydet på at den negative forsuringsutviklingen hadde stoppet opp og stabilisert seg på 1986-nivået. I 1992 var pH-verdiene gjennomgående høyere enn tidligere. Siden 1993 har gjennomsnittlig pH for disse sjøene vært  $> 6$ . I 2009 var gjennomsnittlig pH 6,42, som er den høyeste verdien som er registrert så langt innen overvåkingen. Samtidig ser vi en økende trend i alkalitet og ANC. Sulfat har vist nedgang på 43 % fra 1986 til 2010, og gjennomsnittskonsentrasjonen for 2007-2010 har vært mellom  $42 - 45 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  med den laveste verdien i 2010. Konsentrasjonen av labilt Al har i hele overvåkingsperioden vært  $< 10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ .



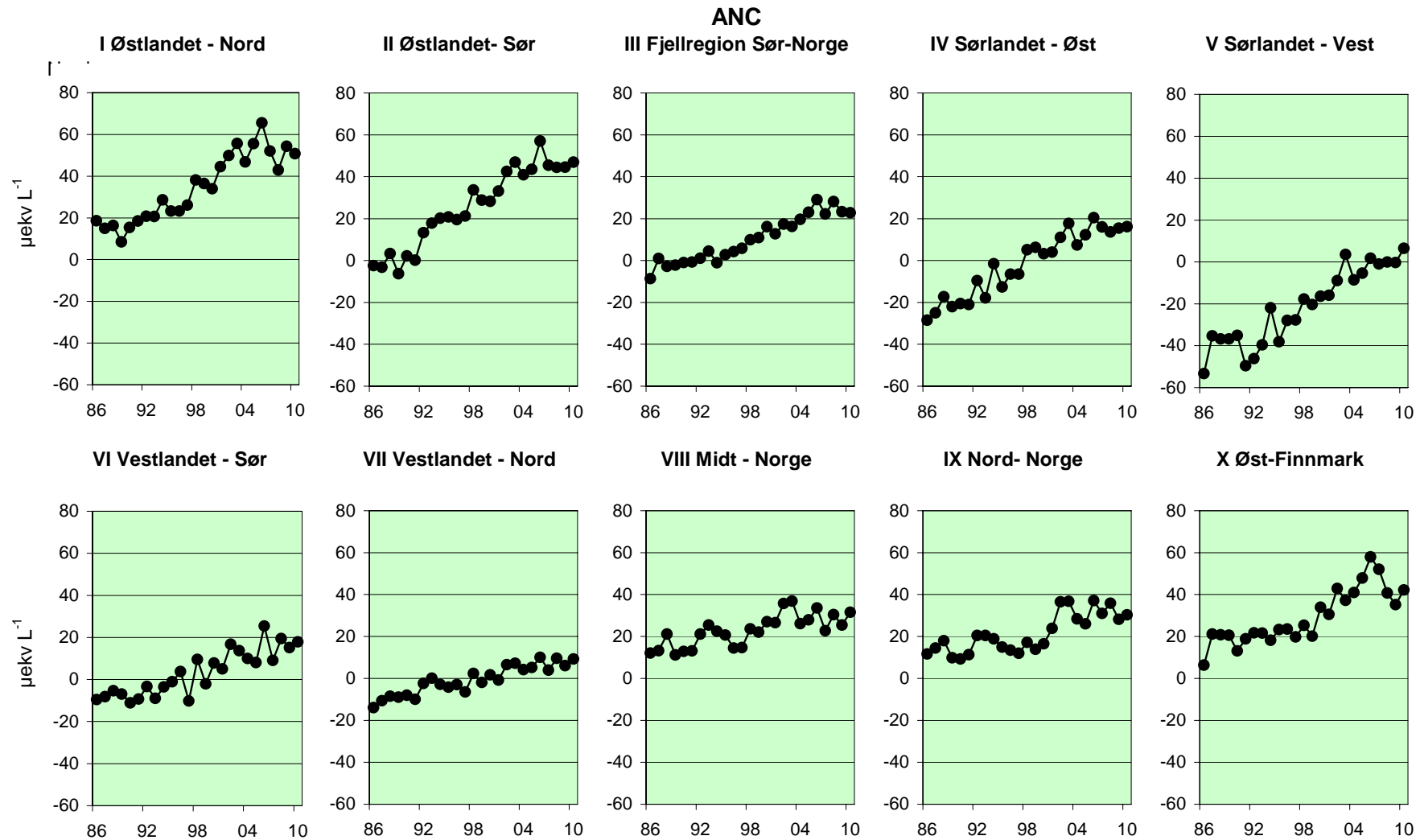
Figur 18. Trender for perioden 1986-2010 for ikke-marin sulfat for innsjøer i de 10 regionene.



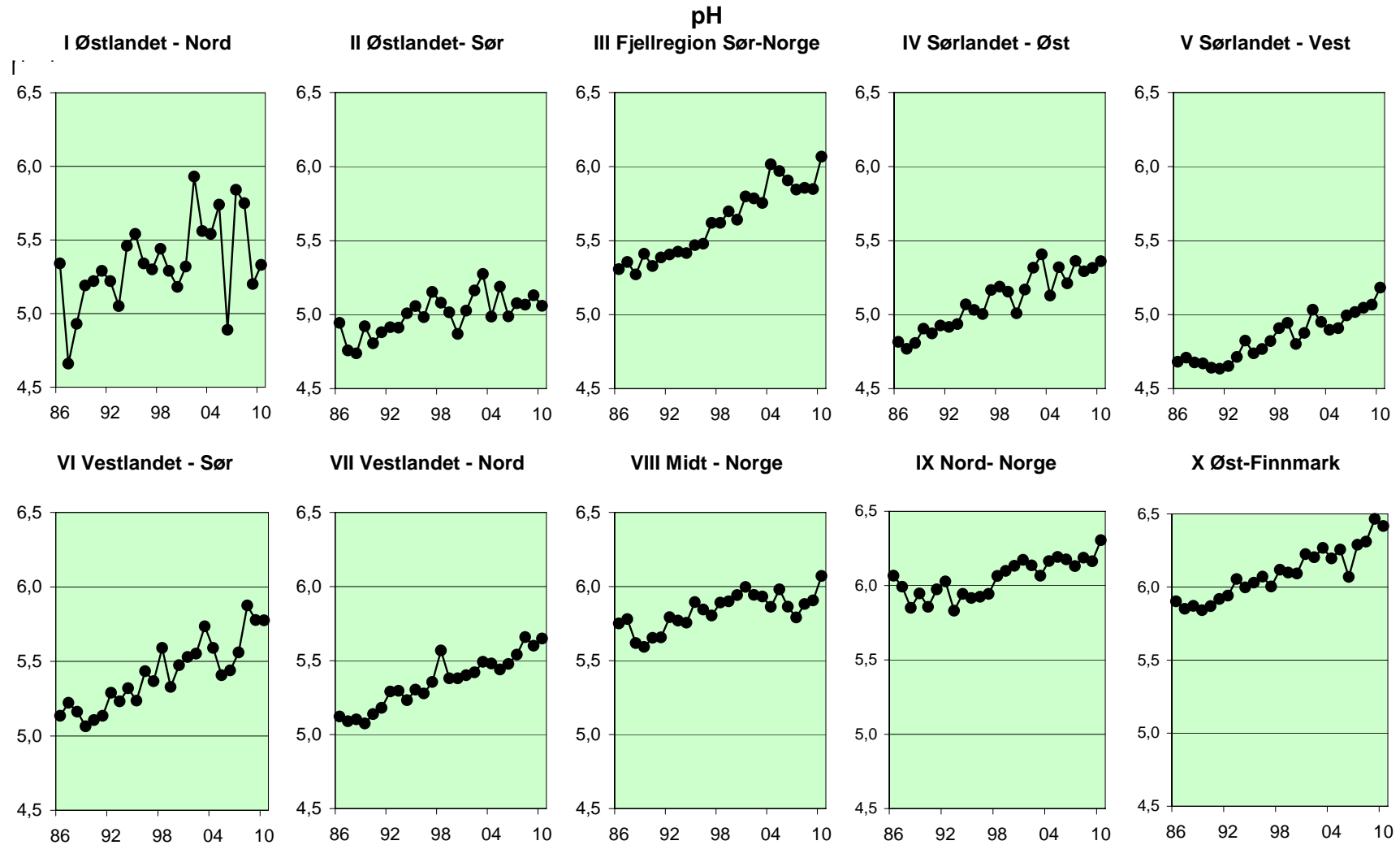
Figur 19. Trender for perioden 1986-2010 for nitrat for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 15. Trender for perioden 1986-2010 for basekationer for innsjøer i de 10 regionene.

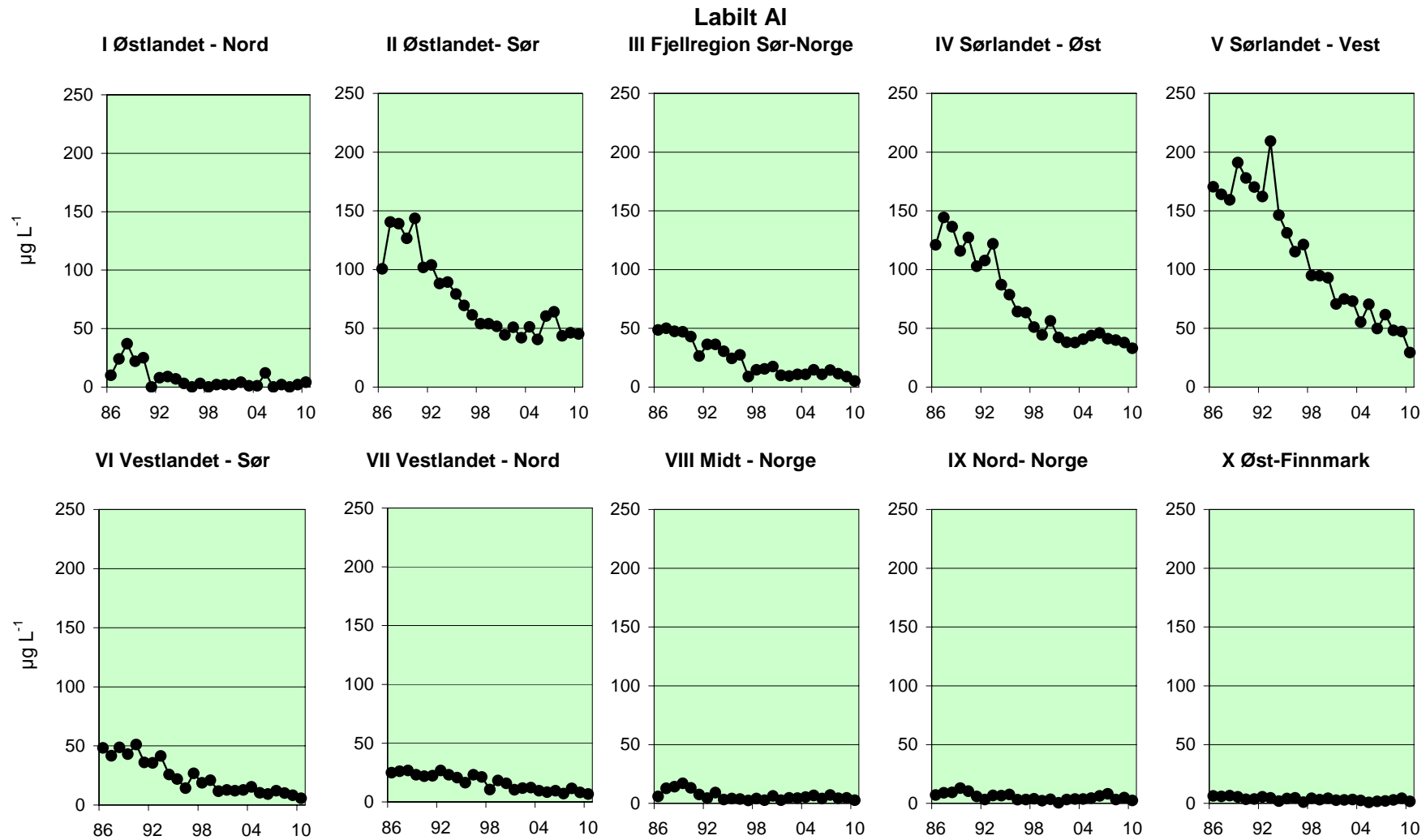


Figur 20. Trender for perioden 1986-2010 for ANC (syrenøytraliserende kapasitet) for innsjøer i de 10 regionene.

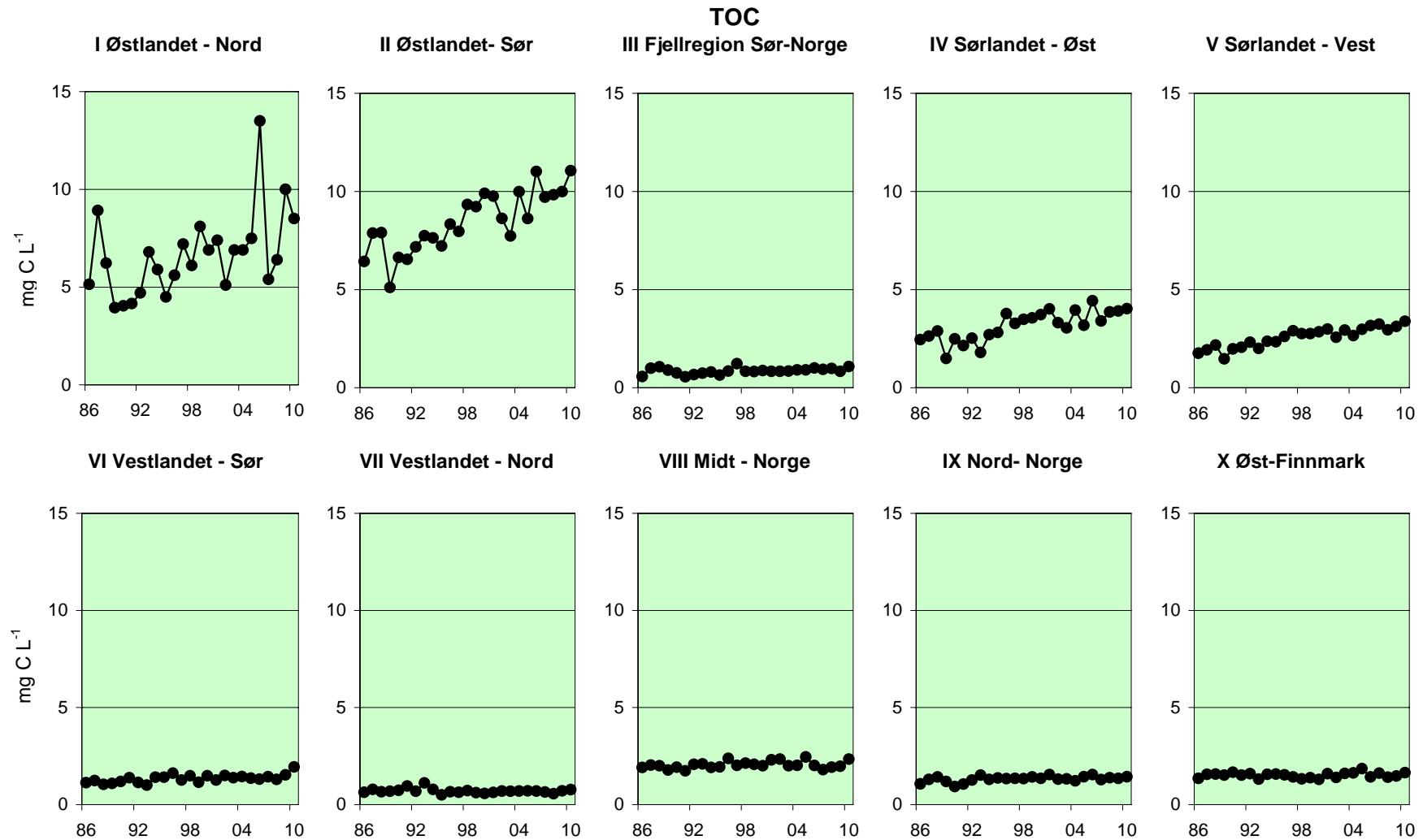


Figur 21. Trender for perioden 1986-2010 for pH for innsjøer i de 10 regionene.





Figur 22. Trender i LAI (labilt uorganisk aluminium) for perioden 1986-2010 for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 23. Trender i TOC (total organisk karbon) for perioden 1986-2010 for innsjøer i de 10 regionene.

### 3.4 Vannkjemiske trender i små vann på Jarfjordfjellet i Øst-Finnmark

*Innsjøene på Jarfjordfjellet har vist en stabil og positiv vannkjemisk utvikling mht forsuring siden overvåkingen startet i 1987. De fire siste årene (2006-2010) har det hvert år blitt registrert nedgang i gjennomsnittlig konsentrasjon av ikke-marin sulfat og økning i pH, og verdiene for 2010 er henholdsvis den laveste og høyeste som er registrert i overvåkingstidsrommet. Gjennomsnittlig konsentrasjon av labilt aluminium har vært stabilt lav de siste seks årene. Konsentrasjonen av basekationer har falt litt siden 2006, noe som medførte et lite fall i ANC i 2008 og 2009, men trenden i ANC er likevel klart økende sett over flere år. Konsentrasjonene av nikkel og kobber i innsjøene på Jarfjordfjellet har vist et høyere konsentrasjonsnivå i årene 2004 til 2010 enn i årene før 2004.*

Det var tidligere et eget overvåkingsprogram for Øst-Finnmark: Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Fra 1996 har resultatene fra Øst-Finnmark blitt rapportert sammen med det nasjonale programmet for *Overvåking av langtransporterte luftforurensninger*. Seks små vann på Jarfjordfjellet helt mot grensen til Russland (*Figur 24*) er i tillegg til forsuringsparametere også blitt analysert for tungmetaller (Cu og Ni) siden 1990 (med unntak av 1996 og 1997). Fra 2000 har vi også analysert mht Pb, Zn, Cd, Cr, Co og As.

Undersøkelsene i 1986 (Traaen 1987) viste at innsjøene i Sør-Varanger var betydelig forsuret. Innsjøene i området mellom Kirkenes og Grense-Jakobselv var sterkest påvirket. Konsentrasjonene av sulfat i innsjøene var mer enn fordoblet siden 1966 og var på samme nivå som de mest utsatte innsjøene på Sørlandet. Selv større innsjøer hadde lite igjen av sin opprinnelige motstandskraft mot forsuring. De fleste større innsjøene hadde likevel en gjenværende bufferkapasitet som medførte at fisk fremdeles kunne overleve. Undersøkelser i 1987-1989 viste at det var en rekke små innsjøer, spesielt i Jarfjord-området som var svært sure. Konklusjonen på undersøkelsene var at store områder i Sør-Varanger ville få omfattende skader og tap av fiskebestander hvis belastningen med sur nedbør fra smelteverkene på Kola-halvøya økte ytterligere.

De seks undersøkte innsjøene på Jarfjordfjellet er typiske forsuringfølsomme sjøer med konsentrasjoner av Ca < 1 mg L<sup>-1</sup> og alkalitet (Alk) < 20 µekv L<sup>-1</sup>. Innsjøene er noe påvirket av sjøsalter med klorid-konsentrasjoner omkring 5 mg L<sup>-1</sup>, mens innholdet av organisk karbon (TOC) er lavt, < 1 mg L<sup>-1</sup>. Sjøene er forsuret, med pH omkring 5,5 og ANC < 10 µekv L<sup>-1</sup>.

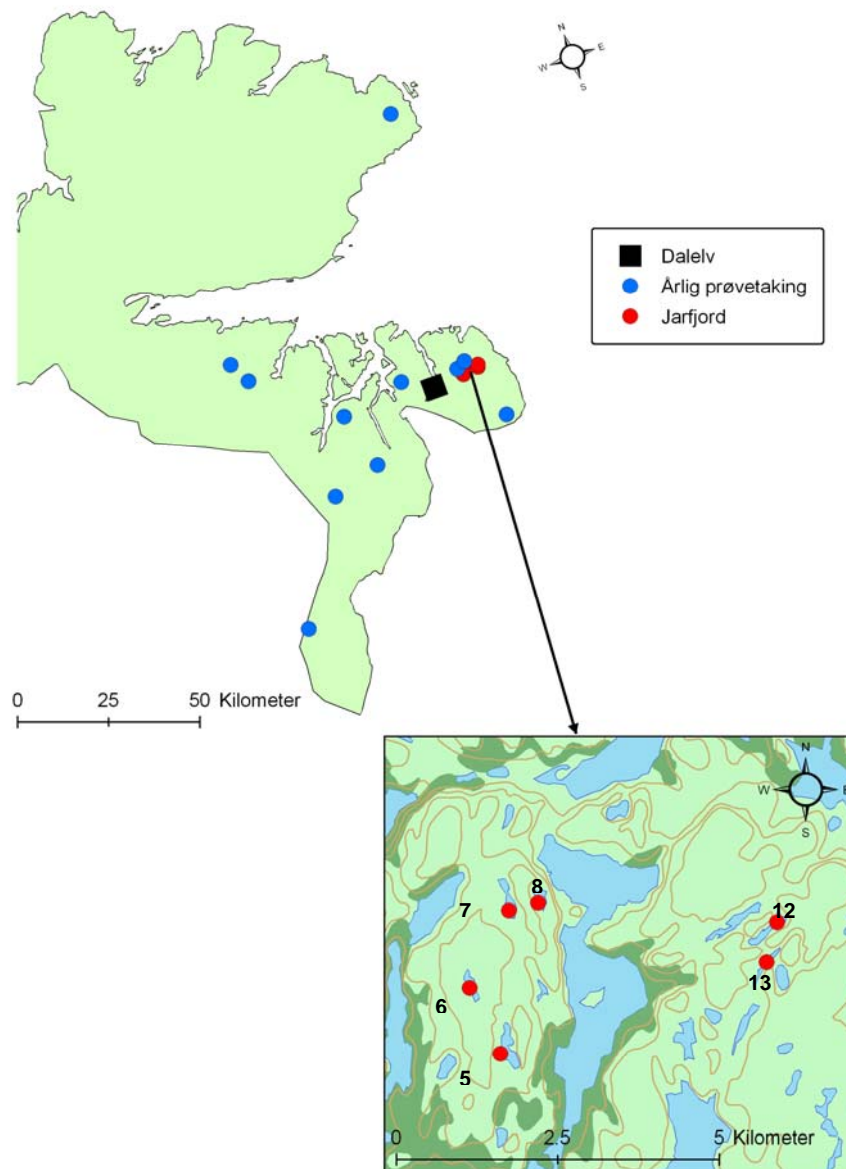
#### 3.4.1 Forsuring

Innsjøene på Jarfjordfjellet har vist en stabil og positiv vannkjemisk utvikling siden overvåkingen startet i 1987 (*Figur 25*). Sulfat har vist en markert nedgang gjennom overvåkingsperioden. Gjennomsnittlig konsentrasjon av ikke-marin sulfat i de seks sjøene har falt fra 113 µekv L<sup>-1</sup> i 1988 til 56 µekv L<sup>-1</sup> i 2010, det laveste gjennomsnittet som hittil er registrert.

Mellom 1989 og 2010 har gjennomsnittlig pH i de seks sjøene økt jevnt fra 4,94 til 5,71. Sistnevnte verdi er den høyeste som hittil er registrert i løpet av de 24 årene som overvåkingen har vart. Alkalitet viste positive verdier første gang i 1992, mens ANC viste positive verdier første gang i 2000. Siden den gang har gjennomsnittlig ANC variert fra 0 µekv L<sup>-1</sup> i 2001 til 15 µekv L<sup>-1</sup> i 2007 og 2010. Alkalitet viser nedgang i 2010 i forhold til årene før. Årsaken er at flere av innsjøene ikke har alkalitet i 2010. Det er litt vanskelig å peke på en konkret årsak, annet enn at dette kan være en naturlig svigning, forårsaket av for eksempel nedbørsforholdene i tiden før prøvetaking. Labilt aluminium har stabilisert seg på et lavt nivå siden 2005.

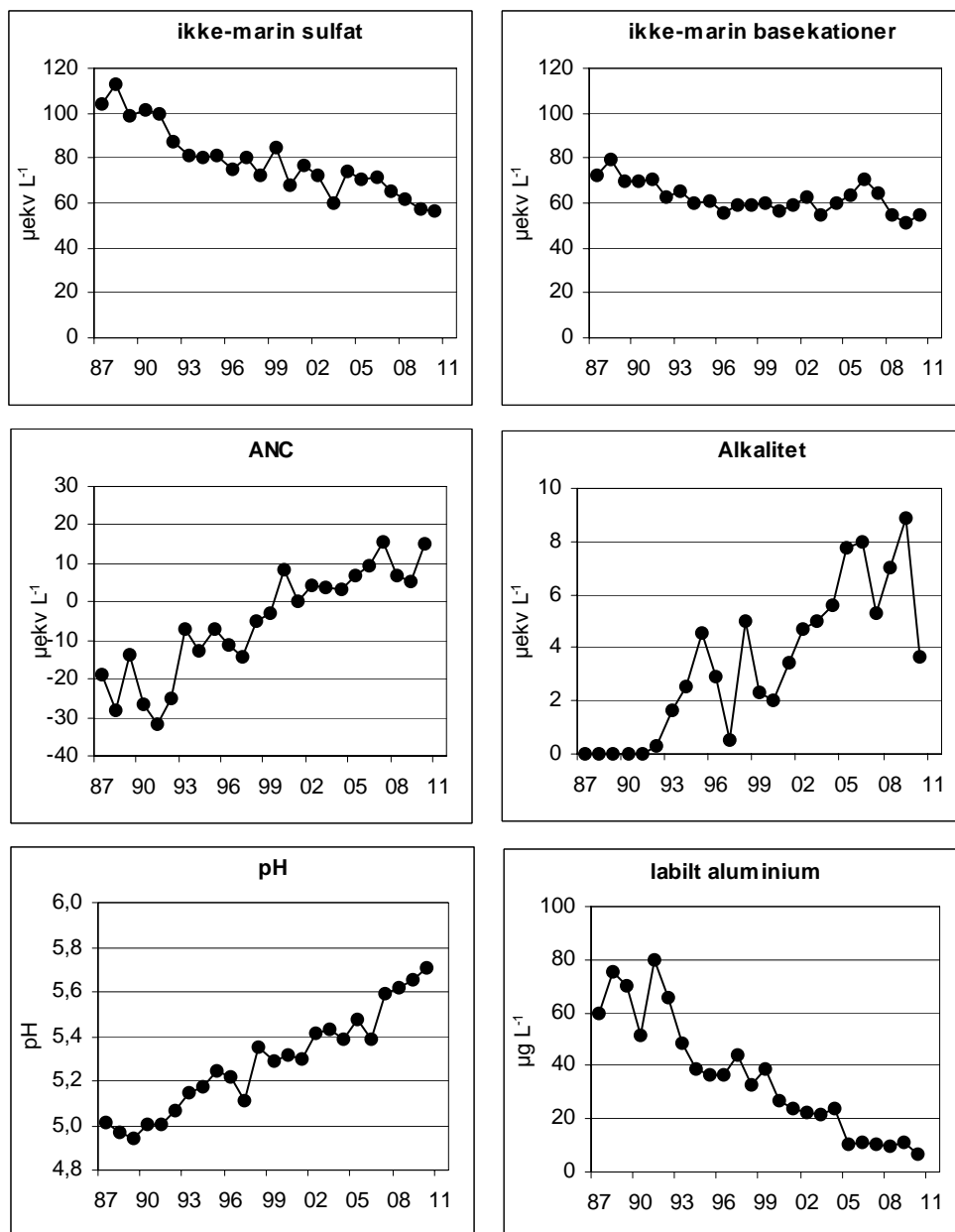
Basekationer (sum ikke-marin Ca+Mg) viser nedgang fra 80 til 60 µekv L<sup>-1</sup> fra 1987 til 1994, og har siden fluktuert rundt 60 µekv L<sup>-1</sup>. Etter fire påfølgende år med økning i konsentrasjonen av ikke-marine basekationer mellom år 2003 og 2006, har de siste årene vist en tilsvarende nedgang. Slike år til år variasjoner i basekationer kan tilskrives naturlige forhold.

Innsjøene er ikke påvirket av N-deposisjon utover vanlige bakgrunnskonsentrasjoner. Gjennomsnittsverdiene for NO<sub>3</sub>-N og NH<sub>4</sub>-N var henholdsvis 1 µg L<sup>-1</sup> og 6 µg L<sup>-1</sup> i 2010.



Figur 24. Lokalisering av overvåkingslokaliteter i Øst-Finnmark, i Sør-Varanger kommune. Både Jarfjordfjell-sjøene, tidstrendsjøene (årlig prøvetaking) og feltforskningsstasjonen Dalelv er vist på kartet. Tallene er en forkortelse av identifikasjonen på lokalitetene (5 er JAR-05, 6 er JAR-06 osv.).

Innsjøene på Jarfjordfjellet er følsomme for endringer i utslipp og påfølgende nedfall fra industrien på Kola-halvøya. Nedgangen i sulfatkonsentrasjonen og bedringen av vannkvaliteten i innsjøene sammenfalt med en signifikant (Mann Kendall  $p < 0,05$ ) reduksjon i svovelavsetning i tidsrommet 1987-2002 ved NILUS stasjon på Svanvik. Tørrdeposisjon var dominerende og stod i alle årene for mellom 60 og 85 prosent av den totale svovelavsetningen på Svanvik. Denne målestasjonen ble nedlagt i 2003, og næmeste stasjon er nå Karpbukkt med målinger fra 1999 (som en oppfølger til stasjonen i Karpdalen 1991-1997, gjenåpnet i 2008). Ved Karpbukkt måles imidlertid bare våtdeposisjonen av svovel, og den har vært tilnærmet konstant siden målingene startet i 1999.



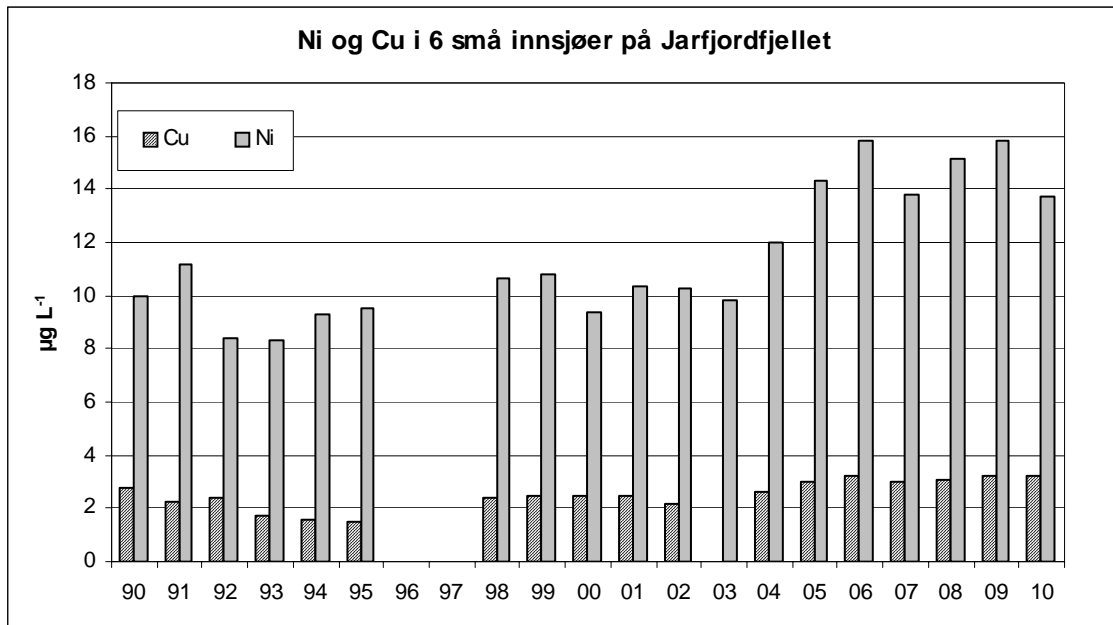
Figur 25. Forsuringsparametre for seks små vann på Jarfjordfjellet i 1987-2010. Middelerverdier for ikke-marine basekationer (BC\*), ikke-marin sulfat (SO<sub>4</sub>\*), ANC, alkalitet, pH og labilt aluminium.

### 3.4.2 Tungmetaller

Detaljerte undersøkelser av metaller i innsjøer i Øst-Finnmark (Traaen og Rognerud 1996) viste at den geografiske utbredelsen av forhøyede Ni- og Cu-konsentrasjoner i store trekk fulgte det samme mønsteret som sulfat, men at konsentrasjonene av Ni og Cu avtok raskere fra utslippskilden. Konsentrasjonene var på antatt bakgrunnsnivå ca 50 km fra utslippene. De høyeste konsentrasjonene ble funnet mellom Kirkenes og Grense-Jakobselv, der det i enkelte vann ble registrert konsentrasjoner av Ni opp til 20 µg L<sup>-1</sup>. Seks små sjøer på Jarfjordfjellet har siden 1990 blitt overvåket for tungmetaller på årlig basis.

Konsentrasjonene av nikkell og kobber viste ingen endringer fra 1990 fram til 2003 (Figur 26, Tabell 8). Resultater fra undersøkelsene av vann og sedimenter i 1995 (Traaen and Rognerud 1996) viste at konsentrasjonen av tungmetaller i sedimenterende materiale i innsjøer i området hadde økt på 90-

tallet, og at anrikningen av nikkell og kobber i nedbørfeltene fortsatte. Utvaskingen av tungmetaller fra nedbørfeltene var betydelig lavere enn de luftbårne tilførslene (for nikkell ca 50 % og for kobber ca 10 % av tilførslene). Man kan trolig ikke forvente noen markert nedgang i konsentrasjonene av tungmetaller i vann dersom konsentrasjonene i jordsmonn og sedimenter stadig øker. Smelteverket i Nikell har de siste årene brukt lokal malm med et lavere svovelinnhold enn malmen fra Norilsk som ble brukt tidligere. Dette ser imidlertid ikke ut til å ha redusert metallutslippene. Fra 2004 til 2010 viser både Cu og Ni høyere konsentrasjoner i innsjøene på Jarfjordfjellet enn i årene før (*Figur 26, Tabell 8*). I samme periode har det også vært en markert økning i nedfallet av Cu og Ni (Klif 2011). De regionale innsjøundersøkelsene fra 2004-2006 viste også en kraftig økning i Ni og Cu i den øverste delen av sedimentprofilen (Christensen m.fl. 2008, Rognerud m.fl. 2008).



Figur 26. Årlige middelerdier for nikkell og kobber i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet fra 1990 til 2010.

I 1998 ble analyseprogrammet utvidet til å omfatte flere sporelementer enn kobber og nikkell (*Tabell 8*). Av disse er det spesielt kobolt som har markert høyere konsentrasjoner enn det som er vanlig i norsk overflatevann (Skjelkvåle m.fl.1996). Det er små endringer i metallkonsentrasjonene fra 2010 sammenlignet med foregående år (med unntak av for sink der en høy enkeltmåling gav betydelig høyere middelerdi).

Tabell 8. Sporelementer i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet, september 2010, og middelveidier av de samme elementene for perioden 2000-2010. Middelveidiane for Norge fra 1995 er vist for sammenligning (Skjelkvåle m.fl. 1999).

VANN	Ni µg L <sup>-1</sup>	Cu µg L <sup>-1</sup>	Pb µg L <sup>-1</sup>	Zn µg L <sup>-1</sup>	Cd µg L <sup>-1</sup>	Cr µg L <sup>-1</sup>	Co µg L <sup>-1</sup>	As µg L <sup>-1</sup>
JAR-05	11,4	2,7	0,05	1,6	0,020	0,2	0,46	0,10
JAR-06	16,3	4,4	0,14	3,5	0,038	0,2	0,87	0,20
JAR-07	8,95	2,1	0,03	1,2	0,010	<0,1	0,16	0,10
JAR-08	14,5	4,0	0,19	11,5	0,036	0,1	0,26	0,10
JAR-12	18,8	3,7	0,09	1,8	0,029	0,1	1,07	0,23
JAR-13	12,4	2,9	0,04	1,0	0,010	0,2	0,31	0,21
<b>Middelveidi 2010</b>	<b>13,7</b>	<b>3,3</b>	<b>0,09</b>	<b>3,4</b>	<b>0,024</b>	<b>0,2</b>	<b>0,52</b>	<b>0,16</b>
Middelveidi for Norge 1995 n=998	0,05	0,3	0,17	1,5	<0,02	<0,1	0,05	<0,1
Middelveidi 2009	15,8	3,2	0,06	1,9	0,024	0,17	0,61	0,22
Middelveidi 2008	15,1	3,1	0,03	2,2	0,041	0,20	0,62	0,21
Middelveidi 2007	13,8	3,0	0,08	2,0	0,041	0,11	0,59	0,12
Middelveidi 2006	15,9	3,2	0,08	2,2	0,062	0,22	0,69	0,20
Middelveidi 2005	14,3	3,0	0,14	2,2	0,038	0,12	0,65	0,32
Middelveidi 2004	12,0	2,6	0,07	2,5	0,025	0,10	0,68	
Middelveidi 2003	9,8				0,024	<0,1	0,59	0,17
Middelveidi 2002	10,3	2,2	0,07	2,2	0,022	<0,1	0,63	0,13
Middelveidi 2001	10,3	2,5	0,12	2,8	0,023	0,10	0,63	0,21
Middelveidi 2000	9,4	2,5	0,10	1,8	0,016	<0,1	0,59	0,22

### 3.5 Vannkjemiske trender i elver

I elveovervåkingen inngår nå kun to elver. Disse elvene har en del kalkingsaktiviteter i nedbørfeltet som man antar kan påvirke vannkjemien i hovedelva. Begge elvene viser det samme mønsteret som i andre deler av den vannkjemiske overvåkingen. Sulfat avtar, men nedgangen har vært mindre markant på 2000-tallet enn på 1990-tallet. I 2010 er årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat blant de laveste som har blitt registrert og på tilnærmet samme nivå som i de fire foregående årene. Gjerstadelva viser klar nedgang i nitrat, men ikke Årdalselva. I sistnevnte har det ikke vært registrert høyere årsmiddelverdi siden 2001. Hvis elvene skulle være påvirket av kalking ville vi først og fremst sett dette på nivået av basekationer. I Gjerstadelva er det ingen målbar økning i basekationer. I Årdalselva ble det observert en svak økning av konsentrasjonen av basekationer fram til år 2002, men den har siden sunket noe igjen. Dette viser at disse to elvene er lite påvirket av kalkingsaktivitetene i nedbørfeltet. Den kraftige nedgangen i sulfat sammen med små endringer i nivået av basekationer har medført en økning i ANC i begge elvene. pH i elvene er høyere i dag enn ved starten av overvåkingen, men det er ingen tydelig trend og økningen ser ut til å ha foregått over noen få år på begynnelsen av 90-tallet. Labilt (uorganisk) aluminium hadde mye høyere konsentrasjoner i starten av overvåkingen enn det vi observerer i dag. Nivået har vært nokså stabilt siden midten av 90-tallet. Konsentrasjonen av TOC har økt i Gjerstadelva siden slutten av 80-tallet, men ser nå ut til å ha stabilisert seg. Årdalselva har lave konsentrasjoner av TOC og ingen trend over tid.

De to elvene som inngår i overvåkingen, er lokalisert på Sørlandet og sørlige deler av Vestlandet. Disse to elvene er ikke fullkalket, men det foregår en del kalkingsaktiviteter i nedbørfeltet som man kan anta påvirker vannkjemien i hovedelva. Vi har satt starttidspunkt for ”kalking” til 1984-86 for Gjerstadelva og 1995-97 for Årdalselva. Dette baserer seg på at de generelle kalkingsaktiviteten i vassdraget startet omtrent da, men det sier ingenting om intensiteten av kalkingen. Middelverdier for utvalgte nøkkelparametre i 2010 i de to elvene er gitt i Tabell 9.

Tabell 9. Middelverdier for utvalgte parametre i 2010. ANC=syrenøytraliserende kapasitet, TOC=total organisk karbon. LAl=labilt aluminium.

Region	Fylke	Elv	Ikke-marin SO <sub>4</sub> µekv L <sup>-1</sup>	pH	Ikke-marin (Ca+Mg) µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>
IV	Aust-Agder	Gjerstadelva	42	6,14	92	60	5,2	9
VI	Rogaland	Årdalselva	17	6,44	57	44	1,4	2

Tidstrender for et utvalg av parametre er vist som enkeltobservasjoner i Figur 27 til Figur 34, og som årsmiddelverdier i Figur 35. I det følgende vil disse trendene bli diskutert og kommentert.

#### Sulfat

Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat er høyere i Gjerstadelva (42 µekv L<sup>-1</sup> i 2010) enn i Årdalselva (17 µekv L<sup>-1</sup> i 2010). Dette skyldes både den sterke øst/vest-gradienten i nedbørsmengde og avrenning, og forskjeller i svovelavsetning. Begge elvene har hatt en sterk prosentvis nedgang i konsentrasjonene av ikke-marin sulfat siden 1980. Basert på lineær regresjon har nedgangen fra 1980 til 2010 for Årdalselva og Gjerstadelva vært hhv 59 % og 67 % (Tabell 10). En stor del av reduksjonen skjedde fram til 2000. I Gjerstadelva er verdiene registrert etter 2006 betydelig lavere enn de fra før 2006. Tilsvarende brå endringer er ikke registrert i Årdalselva.



Tabell 10 Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1980 til 2010. Tallene er basert på lineær regresjon.

	Region	1980 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	2010 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	Endring per år $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% endring 1980-2010
Gjerstad	IV	111	36	-2,5	-67
Årdalselva	VI	35	14	-0,7	-59

### Nitrogen

Konsentrasjonene av nitrat er relativt lav i begge elvene. Årsmiddelkonsentrasjonene i Gjerstadelva har de siste 30 årene vært noe høyere enn i Årdalselva, men i 2010 var de tilnærmet like (Tabell 11). Gjerstadelva har vist en avtagende trend siden overvåkingen startet, mens nitratkonsentrasjonen i Årdalselva har vært stabil.

Fra 2005 har det blitt analysert mhp ammonium i elvene. Middelkonsentrasjonene er generelt lave,  $\leq 20 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2010, og prøvetakingen i 2010 avdekket ingen episoder med høye konsentrasjoner. Ved å analysere på ammonium, lar det seg også gjøre å beregne konsentrasjonen av totalt organisk nitrogen (TON), ved å trekke konsentrasjonen av nitrat og ammonium fra konsentrasjonen av totalt nitrogen. TON henger sammen med TOC. Masseforholdet mellom TOC og TON ligger på 27 i Gjerstad, og noe lavere i Årdalselva (17).

Tabell 11. Årsmiddelkonsentrasjon av ulike nitrogenforbindelser i overvåkingselvene i 2010. Totalt organisk nitrogen (TON) er beregnet som differansen mellom total nitrogen (Tot-N), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

Elv	$\text{NO}_3^-$ $\mu\text{g N L}^{-1}$	$\text{NH}_4^+$ $\mu\text{g N L}^{-1}$	TON $\mu\text{g N L}^{-1}$	TOC/TON $\mu\text{g } \mu\text{g}^{-1}$
Gjerstadelva	163	20	194	27
Årdalselva	166	5	80	17

### ANC og basekationer

I denne rapporten uttrykker vi basekationene ved hjelp av den ikke-marine delen (dvs at bidraget som skyldes tilførsel av sjøsalter, trekkes fra). Det har vært kalkingsaktivitet (innsjøkalking) i nedbørsfeltene til Gjerstadelva og Årdalselva. Det er først og fremst endringer i nivået av kalsium som viser om en lokalitet er kalket. I Gjerstadelva er det ingen klare trender i basekationer som antyder at kalkingsaktiviteten på noe tidspunkt kan ha vært så omfattende og intens at den har målbart påvirket vannkjemien i hovedelva. I Årdalselva viste konsentrasjonen av basekationer en økende trend i tidsrommet 1990-2002, men har siden sunket noe. Dette mønsteret kan være forårsaket av kalking, men kan også være et resultat av den kjemiske gjenhentingsprosessen som observeres i mange andre overvåkingslokaliteter i Sør-Norge. Den kraftige nedgangen i sulfat sammen med en uendret, eller svak økning i basekationer, medfører en markert økning i ANC i begge elvene. Middelverdiene for ANC i de to elvene i 2010 var  $44 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Årdalselva og  $60 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Gjerstadelva. Begge elvene ser nå ut til å ha vannkvaliteter som er gode nok for overlevelse og reproduksjon av både ørret og laks. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det enkelte år fortsatt kan forekomme episoder som kan være problematiske for fisk.

### pH

Langtidstrender i pH i Gjerstadelva (fra 1965) og Årdalselva (fra 1972) viser begge omtrent det samme mønsteret, men med litt tidsforskyvning. I Gjerstadelva fluktuerte alle pH-observasjonene mellom 5 og 6 fram til omkring 1990, deretter steg pH inntil 1995. Fra 1995 og fram til i dag har hovedtyngden av alle målinger av pH vært mellom 5,5 og 6,5. I Årdalselva var pH mellom 5,5 - 6,2 fram til midten av 80-tallet, etter 1995 har pH variert mellom 6 og 6,6. Middel-pH i de to elvene var hhv 6,44

(Årdalselva) og 6,14 (Gjerstadelva) i 2010. De laveste pH-verdiene som ble registrert i Gjerstadelva og Årdalselva i 2010 var henholdsvis 5,95 (mai) og 6,19 (november).

Kalkingsaktiviteter i elvas nedbørsfelt har mest sannsynlig bidratt lite til økningen i pH som observeres i disse to elvene (jfr. diskusjonen om kalsium i avsnittet over).

### **Klorid og ikke-marin natrium**

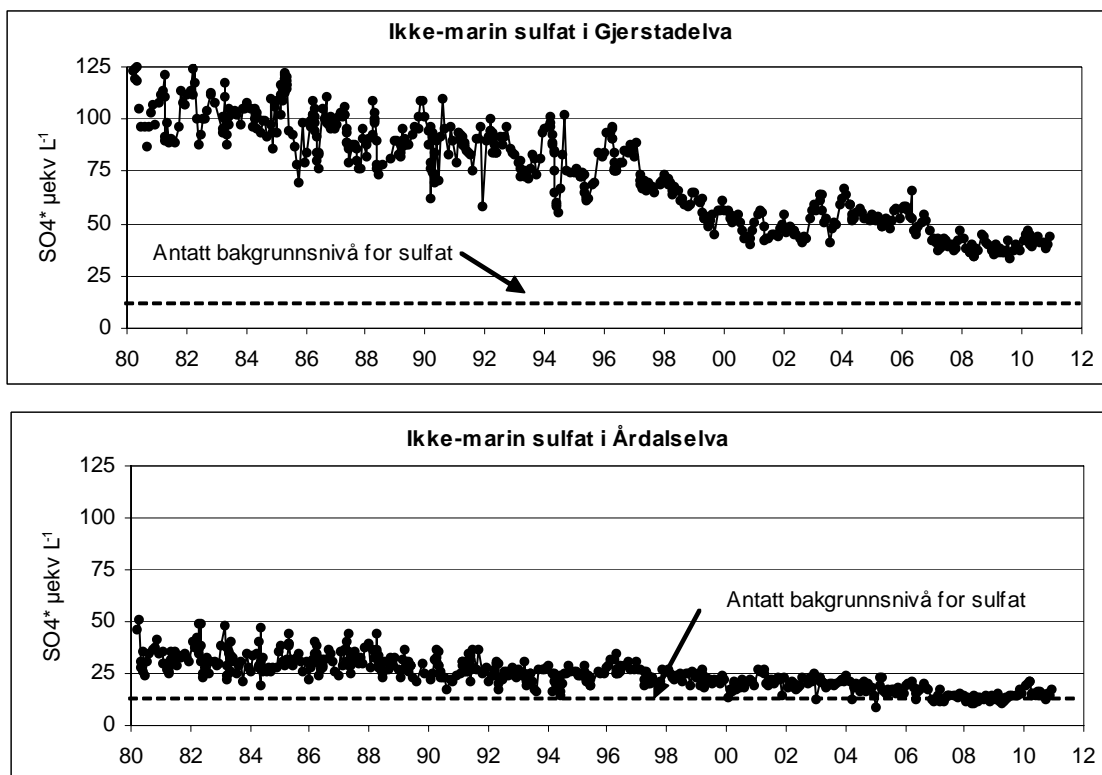
De to elvene har ganske like nivåer av klorid. Dette skyldes at de har omtrent samme vindeksponering og nærhet til kysten til tross for at de ligger i to forskjellige landsdeler. Langtidstrendene viser at det med ujevne mellomrom inntreffer sjøsaltepisoder som fanges opp av overvåkingen. De betydeligste av disse inntraff i 1987 i Gjerstadelva og i 1993 og 1994 i Årdalselva. I 2010 fanger ikke overvåkingen opp sjøsaltepisoder i noen av de to elvene. De høyeste kloridkonsentrasjonene i 2010 ble registrert 1. april og 16. mars for hhv. Gjerstadelva og Årdalselva.

### **TOC**

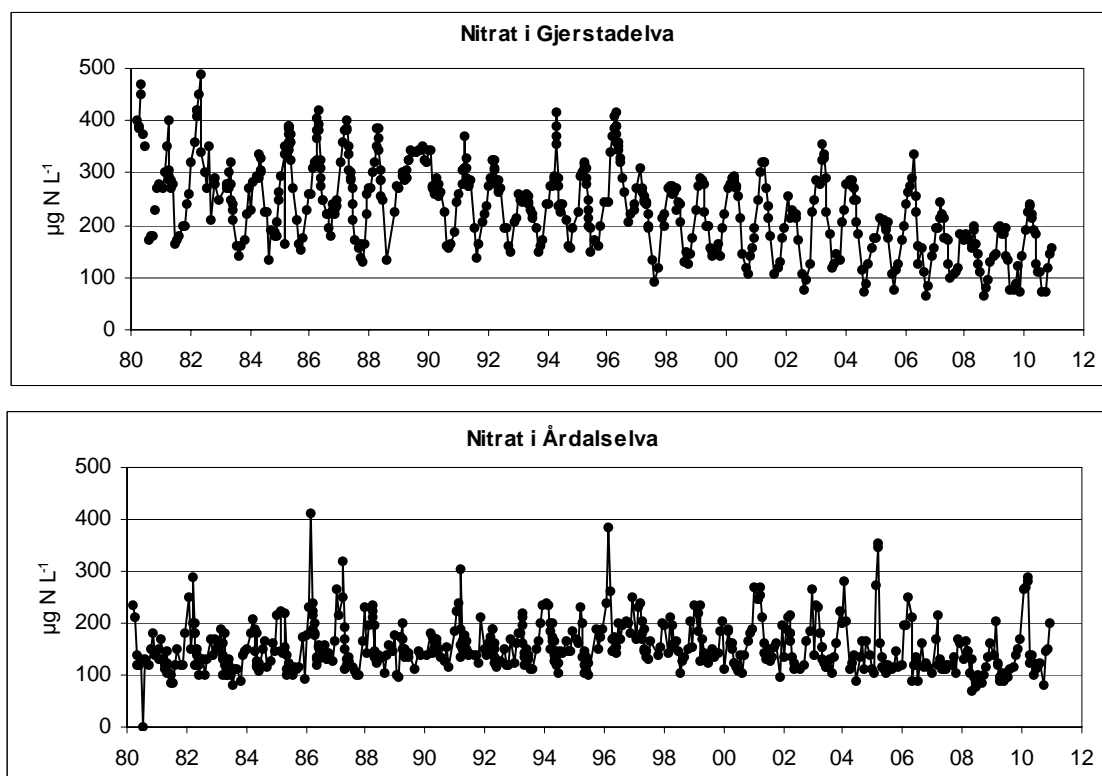
Gjerstadelva og Årdalselva hadde middelkonsentrasjon av TOC på hhv 5,2 mg C L<sup>-1</sup> og 1,4 mg C L<sup>-1</sup> i 2010. Etter et relativt høyt TOC-nivå i Gjerstadelva på midten av 1980-tallet (årsmiddelkonsentrasjon 5,3 mg C L<sup>-1</sup>), sank årsmiddelkonsentrasjonene gradvis fram til 1989 (3,2 mg C L<sup>-1</sup>). Deretter steg verdiene kraftig gjennom 1990-tallet. I 2000 ble det registrert et midlertidig avtak trolig som følge av ekstremt mye avrenning om høsten og fortykning av TOC-konsentrasjonen i elvene. Etter dette økte verdiene gradvis igjen, og i 2006 hadde Gjerstadelva den høyeste middelkonsentrasjonen av TOC som er registrert i løpet av hele overvåkingsperioden (5,8 mg C L<sup>-1</sup>). Konsentrasjonen av TOC i Gjerstadelva varierer mye både mellom enkeltmålinger og fra år til år. De siste åtte årene har årsmiddelkonsentrasjonen ligget på 5-6 mg C L<sup>-1</sup> uten å vise noen systematisk trend. Årdalselva har lavt nivå av TOC og liten år til år variasjon. Det er ikke mulig å spore noen endringer i TOC over tid i Årdalselva.

### **Aluminium**

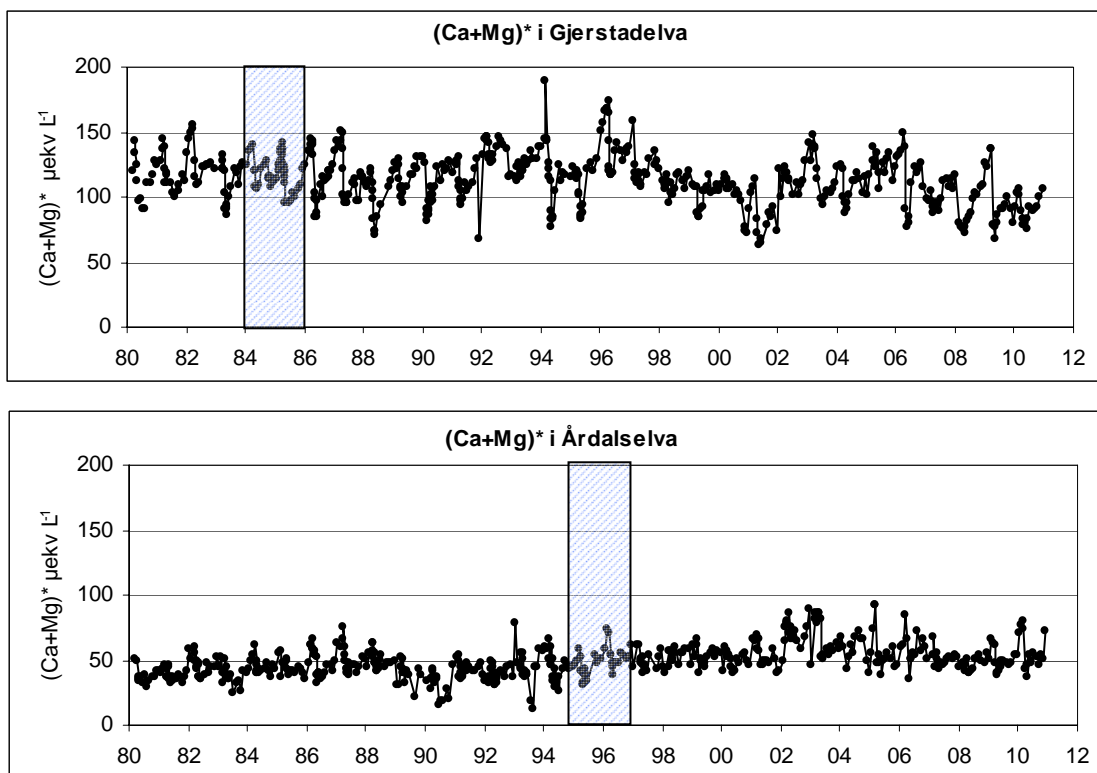
Begge elvene viser en markert nedgang i labilt aluminium (LAl) gjennom overvåkingstidsrommet. Det høyeste årsmidlet av labilt Al var på 90 µg L<sup>-1</sup> i 1988 i Gjerstadelva og 21 µg L<sup>-1</sup> i Årdalselva i 1990. I 2010 var årsmiddelverdiene av labilt Al på hhv. 9 og 2 µg L<sup>-1</sup>. I Gjerstadelva har årsmiddelkonsentrasjonene av LAl, i likhet med pH, holdt seg tilnærmet konstant siden midten av 90-tallet. Det er bare registrert én enkeltmåling av LAl-konsentrasjon over 30 µg L<sup>-1</sup> de siste 3 årene (38 µg L<sup>-1</sup> i april 2009). Dette er et nivå hvor det kan oppstå skader på laks i vassdragene. Mest sannsynlig er vannkvaliteten i Gjerstadelva marginal, dvs at vannkvaliteten er bra nok mesteparten av tiden, men suboptimal under spesielle episoder (flom, tørke, sjøsaltepisoder, evt også episoder med mer forurenset luft). I Årdalselva har middelkonsentrasjonen av LAl vært lav (< 5 µg L<sup>-1</sup>) siden 90-tallet. Det har heller ikke blitt målt konsentrasjoner over 10 µg L<sup>-1</sup> siden år 2000, så episoder spiller nå en mindre rolle i dette vassdraget.



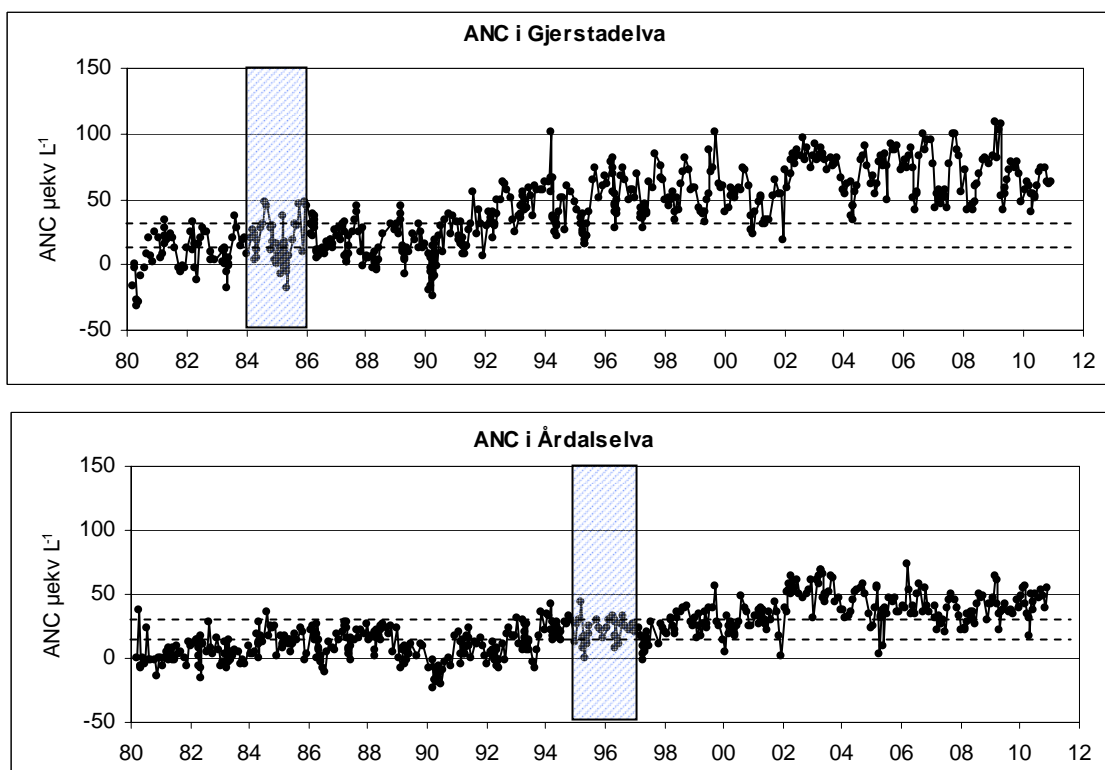
Figur 27. Ikke-marin sulfat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2010. Enhet µekv L<sup>-1</sup>. Den stiplede linjen antyder antatt bakgrunnsnivå for sulfat, ca. 10 µekv L<sup>-1</sup>.



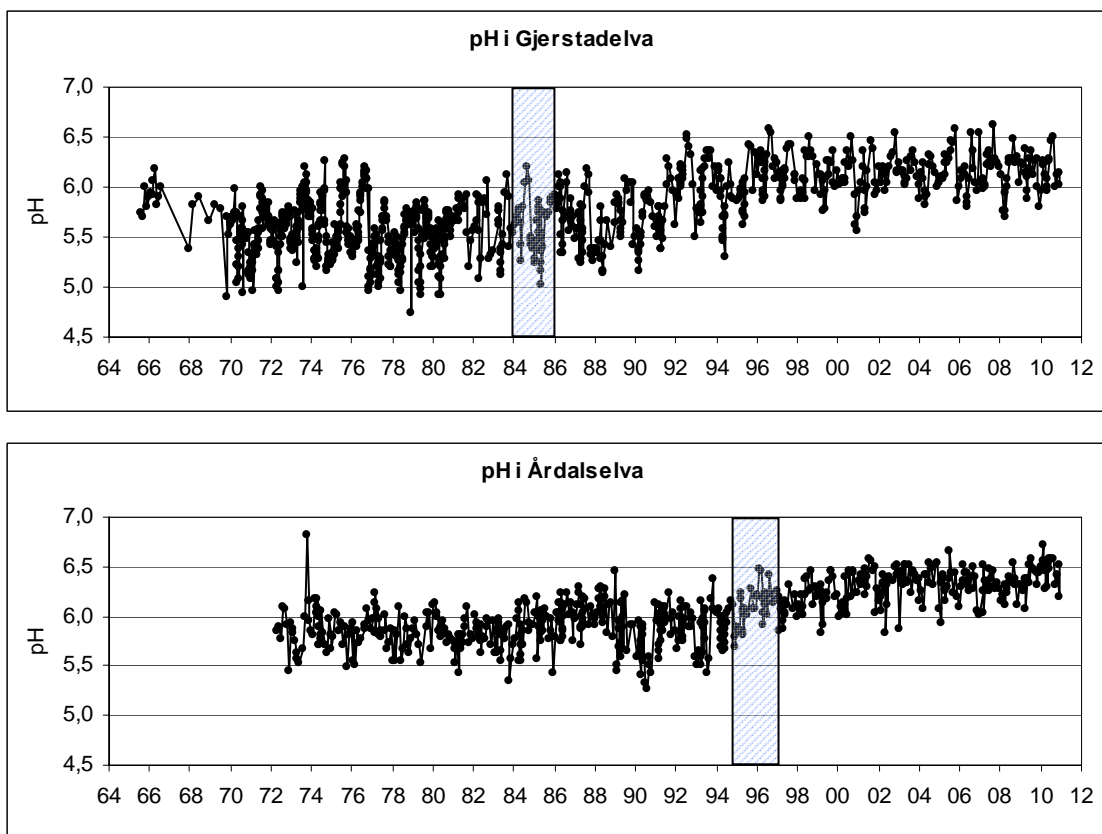
Figur 28. Nitrat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2010. Enhet µg N L<sup>-1</sup>.



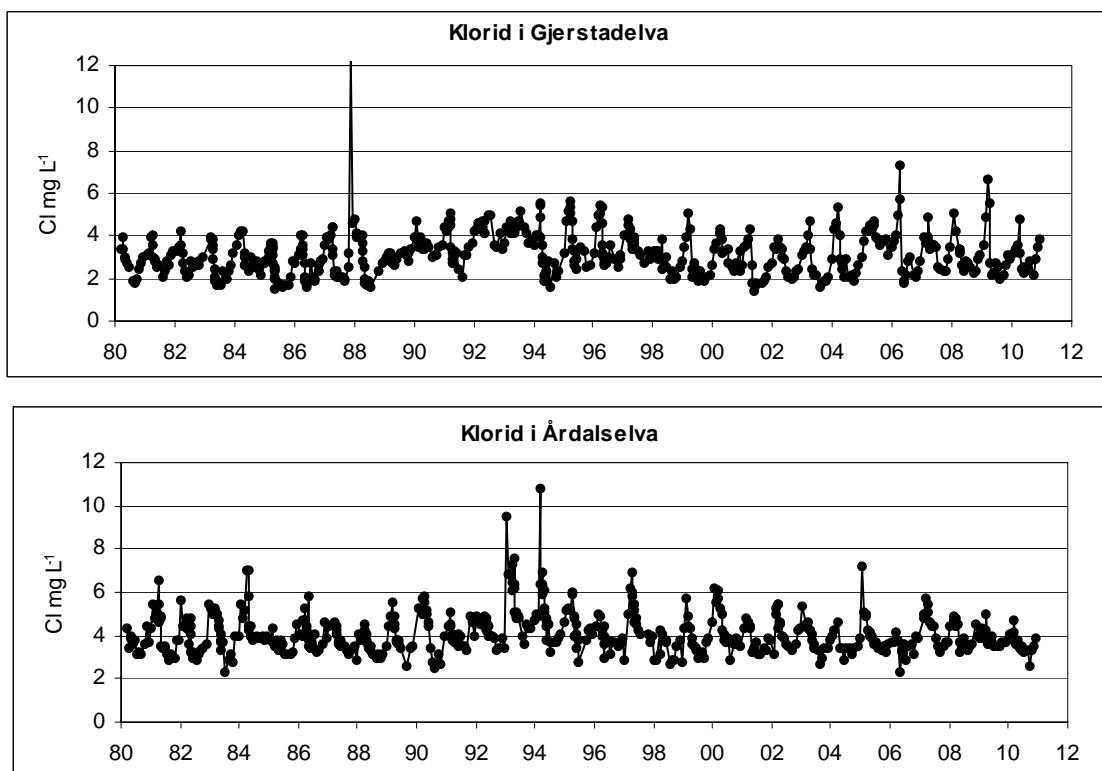
Figur 29. Ikke-marin kalsium + magnesium i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2010. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørfeltet til elvene.



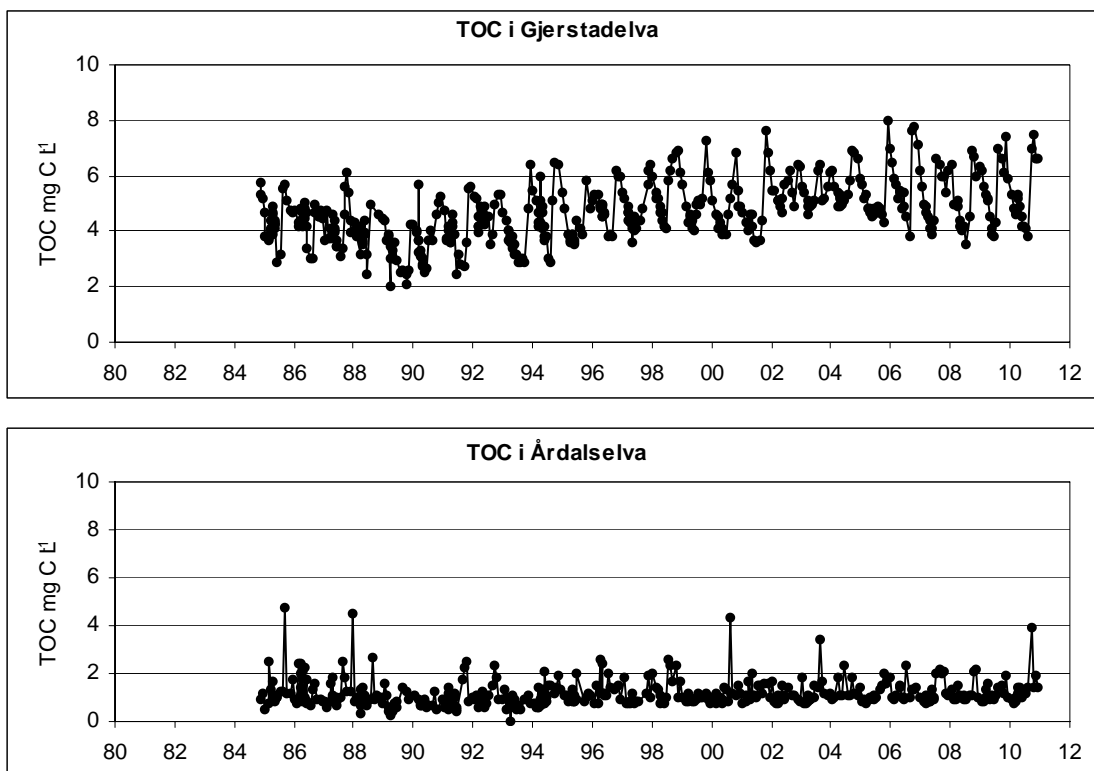
Figur 30. ANC i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2010. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørfeltet til elvene. De stiplede linjene antyder antatte grenseverdier for laks ( $30 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og innlandsørret ( $15 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) (Henriksen m.fl. 1995, Kroglund m.fl. 2002).



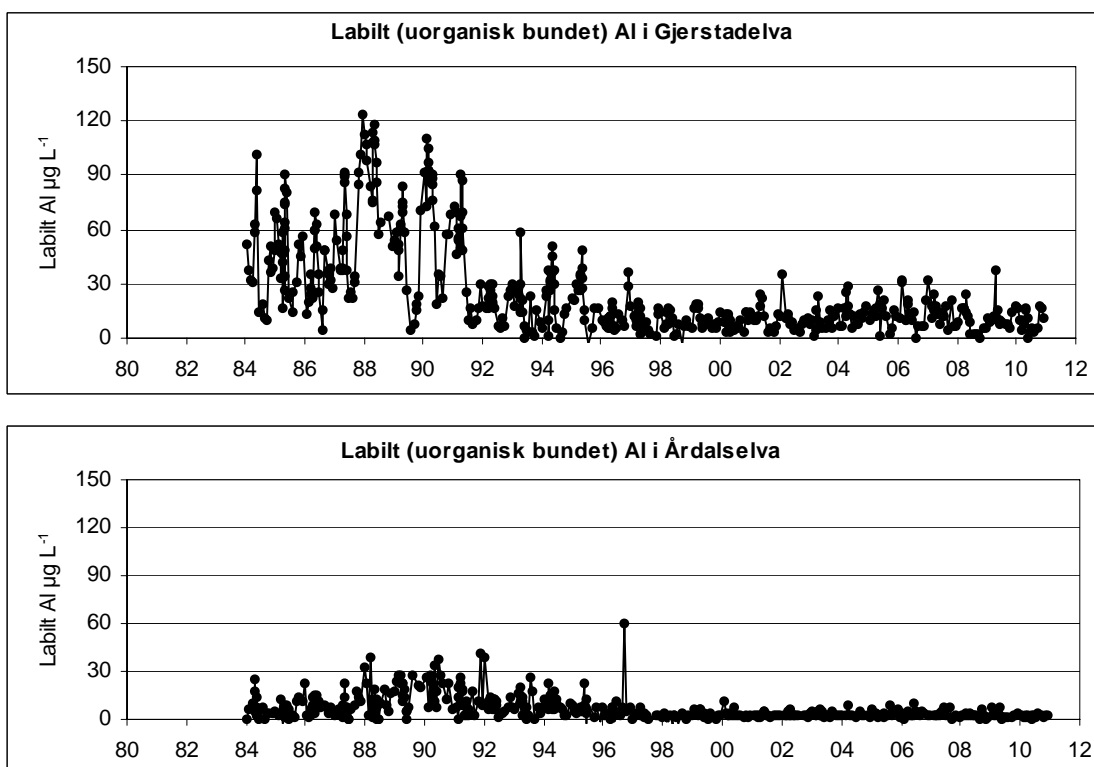
Figur 31. pH i Gjerstadelva og Årdalselva fra hhv 1965 og 1972 til og med 2010. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltene.



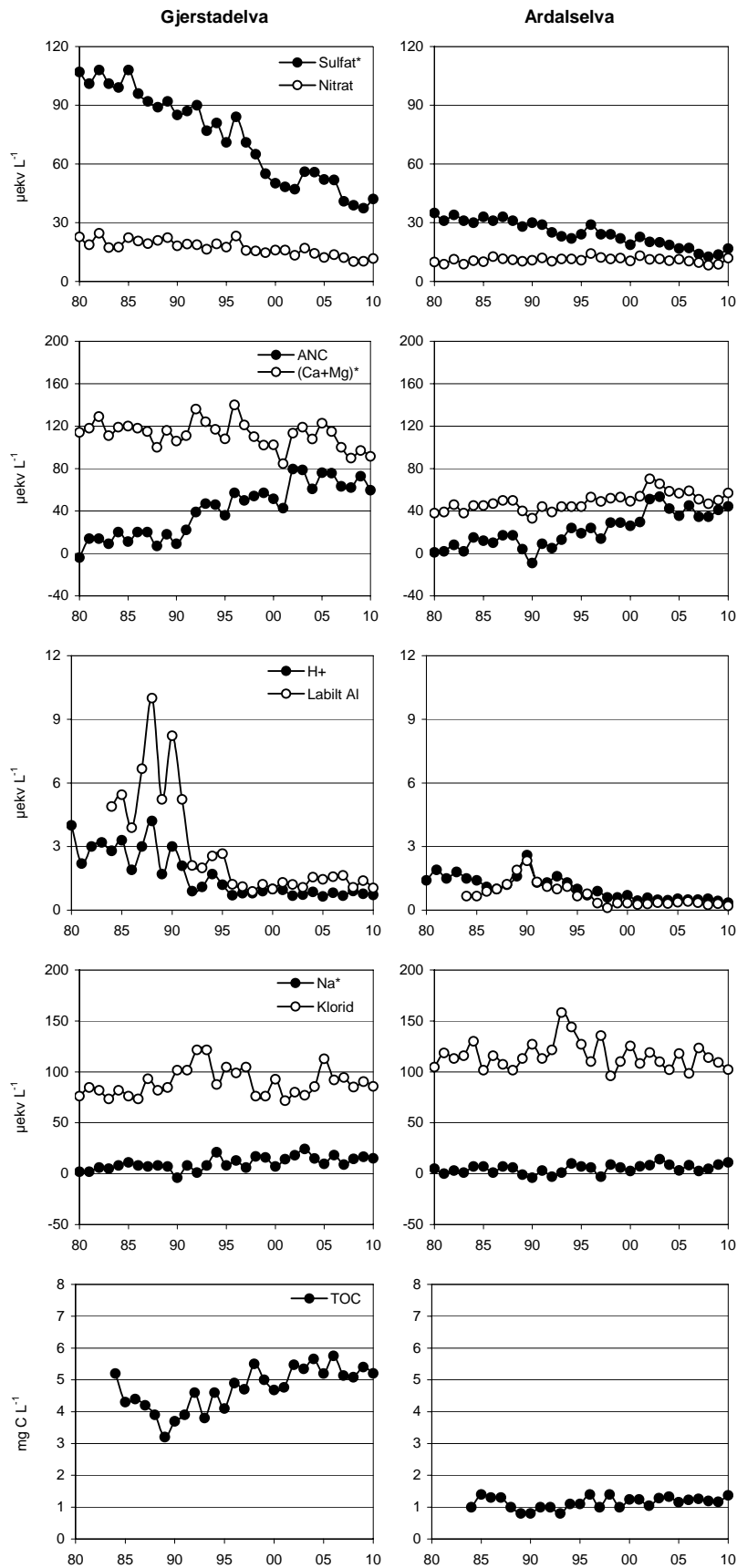
Figur 32. Klorid i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2010. Enhet mg L<sup>-1</sup>.



Figur 33. Total organisk karbon (TOC) i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2010. Enhet  $\text{mg C L}^{-1}$ .



Figur 34. Labilt (uorganisk bundet) Al i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1984 - 2010. Enhet  $\mu\text{g L}^{-1}$ .



Figur 35. Årsmiddelverdier av utvalgte parametre i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980-2010.

### 3.6 Vannkjemiske trender i feltforskningsområdene

Tidsrommet 1980 til 2000 var preget av en sterk nedadgående trend i konsentrasjonen av ikke-marin sulfat i alle feltforskningsområdene. Etter 2000 fortsatte nedgangen, om enn saktere enn før. Vi kan derfor ikke forvente like store årlige vannkvalitetsforbedringer nå som på 1990-tallet. Sees hele overvåkingsperioden under ett, har sulfat-konsentrasjonene avtatt med 74-86 % i Birkenes, Storgama og Langtjern og med 50-54 % i de andre feltforskningsområdene. Den kraftige reduksjonen av ikke-marin sulfat siden 1980 har medført store forbedringer mht. ANC, pH og labilt Al i de mest forsurede områdene. Trendanalyser viser at Storgama, Langtjern og Dalelva har hatt en signifikant nedgang i nitratkonsentrasjon i tidsrommet 1990-2010. I samme periode har alle feltforskningsområdene unntatt Kårvatn vist signifikant oppadgående trender i TOC-konsentrasjon. Utviklingen er en del av en større, regional trend i Nord-Europa og Nord-Amerika, som settes i sammenheng med redusert sur nedbør og klimatiske forhold.

Årsmiddelkonsentrasjoner for feltforskningsstasjonene beregnes som årlige volumveide middelkonsentrasjoner, definert som årstransport delt med årsavrenning.

#### Sulfat

Perioden 1980 til 2000 var preget av en sterk nedadgående trend i konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i alle feltforskningsområdene (Figur 36). Den største endringen skjedde på 1990-tallet, da konsentrasjonene ble redusert med 37-56 % i Birkenes, Storgama og Langtjern (Tabell 12). Den gjennomsnittlige nedgangen ved disse stasjonene samt i Dalelva i Øst-Finnmark i for denne 10-årsperioden var fra 2,9 til 3,6  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ . Også i Kårvatn på Nord-Vestlandet har det vært signifikant nedgang, men i mye mindre skala (0,2  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ ) siden lokaliteten er lite påvirket av svoveldeposisjon. I Øygardsbekken ble konsentrasjonen av ikke-marin sulfat redusert med 46 % mellom 1993 og 2000.

Tabell 12 Endringer pr. år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for ikke-marin sulfat ( $\text{SO}_4^*$ ) i feltforskningsstasjonene for periodene 1980-1990, 1990-2000, 2000-2010 og 1980-2010. Beregningene er gjort ved enkel regresjon av årlig aritmetisk middelerverdi for hver enkelt stasjon. Øygardsbekken og Dalelva har ikke full måleserie siden 1980 og årstallene i parentes angir start-år.

	1980-1990		1990-2000		2000-2010		1980-2010	
	årlig endring	%-vis endring	årlig endring	%-vis endring	årlig endring	%-vis endring	årlig endring	%-vis endring
	$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$		$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$		$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$		$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$	
Birkenes	-2.8	-22	-3.6	-37	-1.6	-29.2	-3.1	-74
Storgama	-1.2	-16	-3.6	-56	-1.1	-40.2	-2.3	-86
Langtjern	-1.3	-19	-3.4	-52	-1.2	-43.1	-2.0	-83
Kårvatn	-0.2	-13	-0.2	-18	-0.3	-34.1	-0.3	-54
Dalelva (89)			-2.9	-27	-1.6	-21.5	-1.8	-50
Øygardsbekken (93)			-4.0	-46	-1.2	-40.2	-0.7	-52

Siden 2000 har det vært en utflating i trenden for ikke-marin sulfat ved alle stasjoner unntatt Kårvatn. Ved Birkenes, Storgama, Langtjern og Øygardsbekken er gjennomsnittlig endring per år mer enn halvert sammenlignet med tidsrommet 1990-2000. Trenden for tidsrommet 2000-2010 er imidlertid fortsatt synkende ved alle seks lokaliteter.

Ser en hele overvåkingsperioden (1980-2010) under ett, har konsentrasjonene avtatt med 74-86 % i Birkenes, Storgama og Langtjern, og 50-54 % i de andre feltforskningsområdene. Birkenes har hatt den største årlige nedgangen i ikke-marin sulfatkonsentrasjon i tidsrommet 1980-2010 med -3,1  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ , etterfulgt av Storgama og Langtjern med hhv. -2,3 og -2,0  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ . Dalelva har siden 1989 hatt en gjennomsnittlig nedgang på -1,8  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ .



## Nitrat

Nitratkonsentrasjonene i feltforskningsområdene gjenspeiler i stor grad depositionsnivået. De høyeste konsentrasjonene finner man i Øygardsbekken, Birkenes og Storgama (*Figur 36*). Tre av feltene (Storgama, Langtjern og Dalelva) viser en signifikant ( $p < 0,01$ ) nedadgående trend i nitratkonsentrasjon (Mann-Kendall test av årsmidler) fra 1990. Nitratverdiene i Birkenes gjorde et sprang i perioden 1983 til 1985, men gikk deretter tilbake til nivåene som ble målt tidligere på 1980-tallet. Dette spranget var sannsynligvis forårsaket av at et lite delfelt øverst i nedbørfeltet ble hugget i samme periode.

Det er analysert for ammonium i overvåkingsprogrammet siden 2005. Dette gir mulighet til å beregne konsentrasjonen av totalt organisk nitrogen (TON), ved å trekke konsentrasjonen av nitrat og ammonium fra konsentrasjonen av totalt nitrogen. I *Figur 41* er det vist hvordan konsentrasjonen av de ulike nitrogenfraksjonene varierer gjennom året 2010 i feltforskningsfeltene. Forholdet mellom de ulike fraksjonene påvirkes av biologisk aktivitet. I vekstsesongen tas ammonium og nitrat opp i biomasse noe som gjør at konsentrasjonen av organisk nitrogen bygger seg opp. Forholdet mellom uorganisk og organisk nitrogen viser stor regional variasjon, på samme måte som TOC.

## ANC

Birkenes er nå det eneste av feltforskningsområdene som fremdeles har negativ årsmiddel-ANC hvert år ( $-14 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2010). Storgama og Øygardsbekken passerte for første gang grensen for positiv årsmiddelverdi i hhv. 2001 og 2003 (*Figur 37*). Årsmiddel-ANC har deretter holdt seg positiv i Storgama, og det virker som om den økende trenden fortsetter, om enn i noe langsommere tempo. I Øygardsbekken har årsmiddel-ANC vekslet mellom positive og negative verdier siden 2003. I Dalelva har reduksjon av svovelavsetningen på 1990-tallet ført til en klar økning av ANC i løpet av samme periode. Bedringen ser imidlertid ut til å ha stagnert etter 2002. Utflating av tidskurvene for ANC på 2000-tallet ser ut til gjelde for alle feltforskningsstasjonene. I Langtjern, hvor organiske anioner gjør at ANC, beregnet som ionedifferanse, er høyere enn ved de andre feltforskningsstasjonene, forekommer det fortsatt perioder hvor vannkvaliteten er giftig for fisk i bekkene (Hindar og Larssen 2005). Dette til tross for at midlere ANC-verdi har stabilisert seg rundt  $40 \mu\text{ekv L}^{-1}$  de ti siste årene.

## Ikke-marine basekationer (Ca+Mg)\*

Konsentrasjonen av ikke-marin kalsium og magnesium styres av forvittringshastighet og avrenningsmengde (fortynning). I 2010 lå summen av konsentrasjonen av ikke-marin kalsium og magnesium mellom 20 og  $30 \mu\text{ekv L}^{-1}$  ved alle feltforskningsstasjoner unntatt ved Langtjern ( $49 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og Dalelv ( $84 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Birkenes, Storgama, Langtjern og Dalelv har alle vist signifikant ( $p < 0,01$ ) nedadgående tidstrender i ikke-marin kalsium og magnesium fram til i dag (Mann-Kendall test, årsverdier 1990-2010). Nedgangen i basekationer gjør at økningen av ANC ikke tilsvarende reduksjonen av sulfatkonsentrasjonen. Økningen i ANC i Birkenesfeltet er for eksempel liten sammenlignet med nedgangen i sulfat. Mindre sur nedbør vil over tid medføre en gjenoppbygging av basemetningen i jorda. Dette er imidlertid en langsom prosess, og det vil trolig ta tid før en økning av konsentrasjonene av basekationer i avrenningsvannet blir tydelig (Larssen m.fl. 2002), og vannkvaliteten stabiliserer seg på et nivå som bidrar til gode livsvilkår for ørret og andre følsomme organismer (Larssen m.fl. 2010)

## pH

På 1980-tallet var Birkenes og Storgama de sureste av feltforskningsstasjonene, med midlere pH-verdier omkring 4,4-4,6 (vist som  $\text{H}^+$  i *Figur 38*). I 2010 er Birkenes fortsatt surest (pH 4,63), mens Storgama og Langtjern nå har omtrent samme årsmiddel for pH (hhv. 4,90 og 4,96) fordi Storgama har vist en større forbedring enn alle de andre feltforskningsstasjonene. Den største pH-forbedringen i disse tre feltene skjedde i perioden 1990-2002. Etter dette har tidskurvene blitt flatere. I Øygardsbekken har imidlertid pH økt betydelig i de siste fire årene. Sjøsaltpåvirkning og forskjellige nedbørmengder kan gi en del år-til-år variasjon.

### Aluminium

Blant de mest forsurede feltene, dvs. Birkenes, Storgama, Langtjern og Øygardsbekken, har det vært en signifikant ( $p < 0,01$ ) reduksjon i konsentrasjonene av labilt Al (Mann-Kendall test, årsverdier) i perioden 1990-2010 (*Figur 38*). Birkenes har hatt spesielt stor nedgang totalt sett, men middelkonsentrasjonen i 2010 ( $170 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er fortsatt langt over kritisk grenseverdi for skader på fisk. Det er også langt over hva man finner ved alle de andre feltforskningsstasjonene hvor middelverdiene for 2010 spenner fra  $< 5 \mu\text{g L}^{-1}$  (Dalelv og Kårvatn) til mellom 15 og  $29 \mu\text{g L}^{-1}$  (Storgama, Langtjern og Øygardsbekken). Det er verdt å merke seg at det mobiliseres betydelig mer uorganisk aluminium per  $\text{H}^+$  ekvivalent i Birkenes enn i Storgama, på tross av at TOC-konsentrasjonen i de to feltene er om lag på samme nivå.

### Klorid og ikke-marin natrium

Birkenes, Dalelva og Øygardsbekken er mest påvirket av sjøsalter, og årsmiddelkonsentrasjonene av klorid ligger gjennomgående over over  $100 \mu\text{ekv L}^{-1}$  (*Figur 39*). Året 1993 utmerker seg som et ekstremt sjøsaltår, særlig i Birkenes og Øygardsbekken. Sjøsaltepisoden i 1993 påvirket de fleste andre kjemiske komponenter, og gav særlig lave ANC- og pH-verdier i feltforskningsområdene. Årene 1997, 2000, 2005, 2007, 2008 og 2009 var også karakterisert ved betydelige sjøsaltepisoder, om enn ikke så sterke som i 1993. Sjøsaltepisodene i januar 2005 gav størst effekt i Birkenes og i Øygardsbekken. Feltene Langtjern, Storgama og til dels Kårvatn har vesentlig lavere kloridkonsentrasjoner, fordi de ligger lenger vekk fra kysten. Her er sjøsaltpåvirkningen beskjedent, noe som gjenspeiles i mer stabil vannkjemi fra år til år og jevnere langtidstrender.

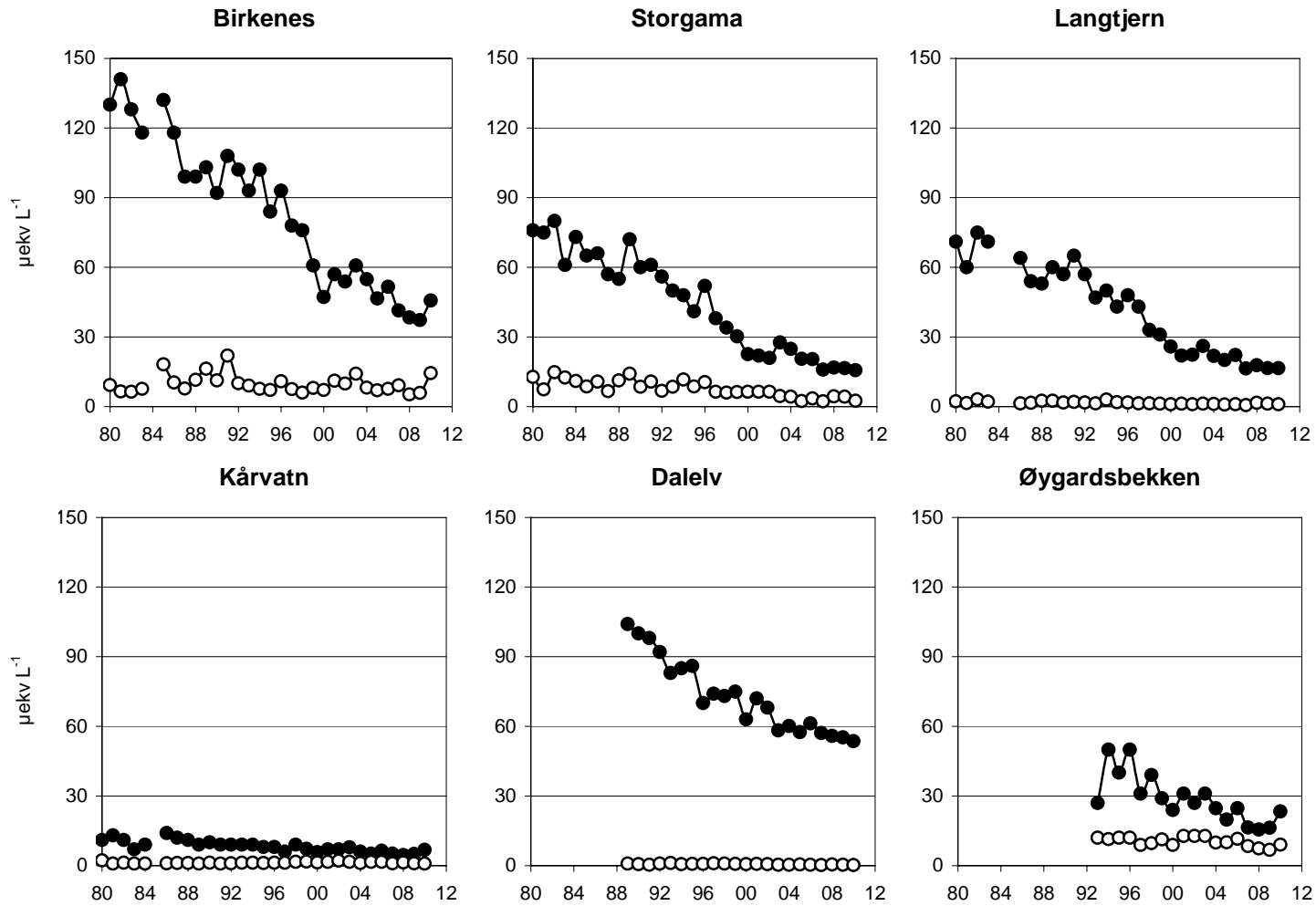
Sjøsaltepisoder vises også tydelig når man ser på veide årsmidler av ikke-marin natrium (*Figur 39*). Negative verdier indikerer år med sterke sjøsaltepisoder. Episoder med spesielt høye konsentrasjoner av sjøsalter i nedbøren kan forårsake at en del av natriumionene byttes ut med  $\text{H}^+$ -ioner og aluminium i jorda slik at avrenningen blir forsuret. Negative verdier av ikke-marin natrium medfølger ofte nedgang av pH og ANC, og økning av labilt aluminium i avrenningsvannet i forsurede felter.

### TOC

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon (TOC) er høyest i Langtjern ( $12,2 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2010) og lavest i Kårvatn ( $1,2 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2010) og Øygardsbekken ( $2,1 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2010) (*Figur 40*). Langtjern er karakterisert av lite nedbør, samt høy andel myr og barskog. Disse faktorene er vanligvis positivt korrelert med TOC. I kontrast til dette har Kårvatn og Øygardsbekken mye nedbør og et typisk høyfjellsterreng med skrint jordsmonn og lite vegetasjon.

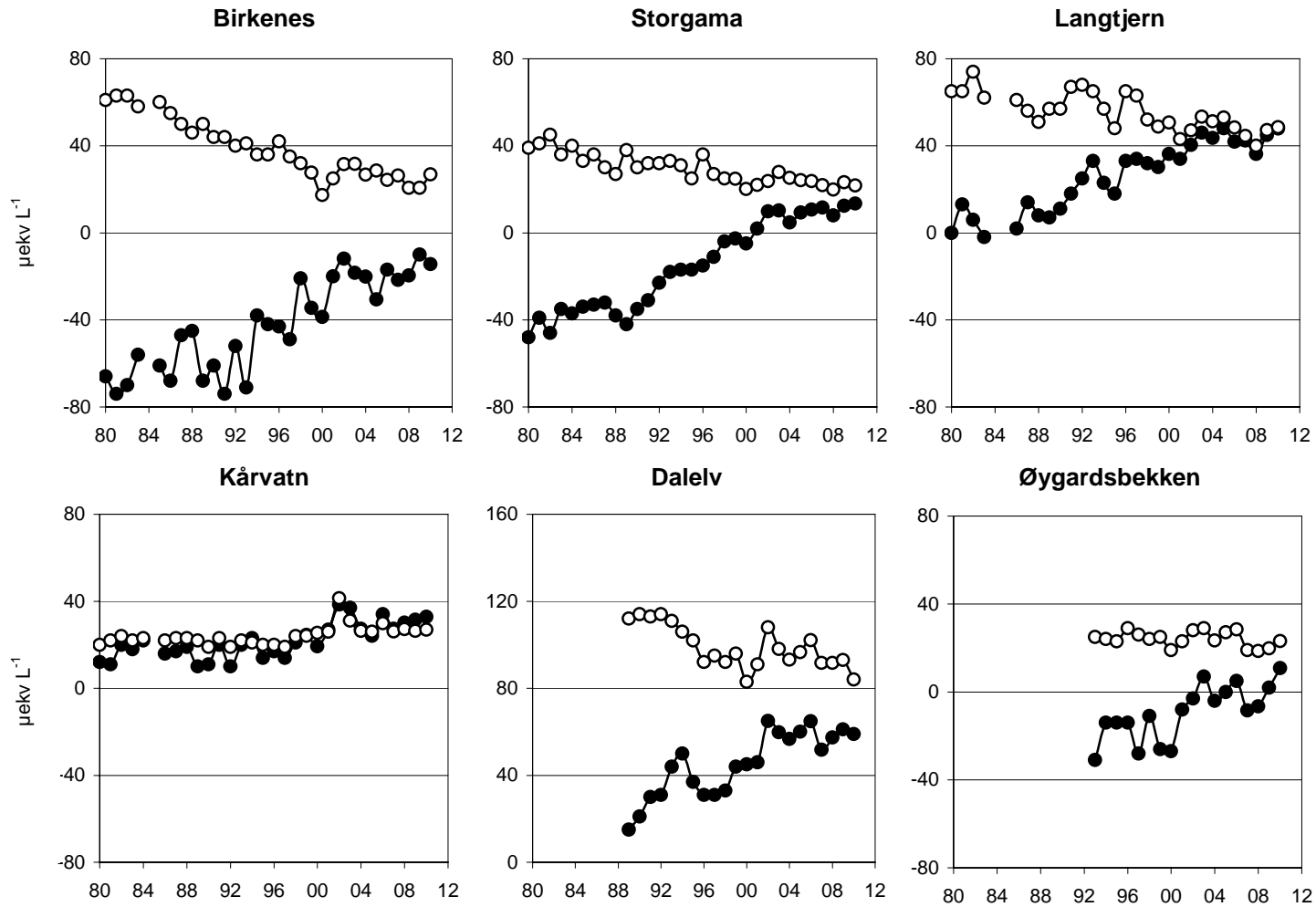
Alle felter unntatt Kårvatn viser signifikant ( $p < 0,05$ ) økende trend i årsmiddelkonsentrasjon av TOC i tidsrommet 1990-2010 (Mann-Kendall test). Tilsvarende økning er registrert i andre deler av Nord-Europa og Nord-Amerika. Avtakende sulfatavsetning ser ut til å være en viktig årsak i forsurede områder (de Wit m.fl. 2007, Monteith m.fl. 2007) samtidig som det er kjent at blant annet klimaendringer også kan påvirke TOC (Clark m.fl. 2010). Økte nivåer av TOC bidrar til å bremse økning av pH ved redusert sur nedbør (Erlandsson m.fl. 2010).

## Ikke-marin sulfat og nitrat



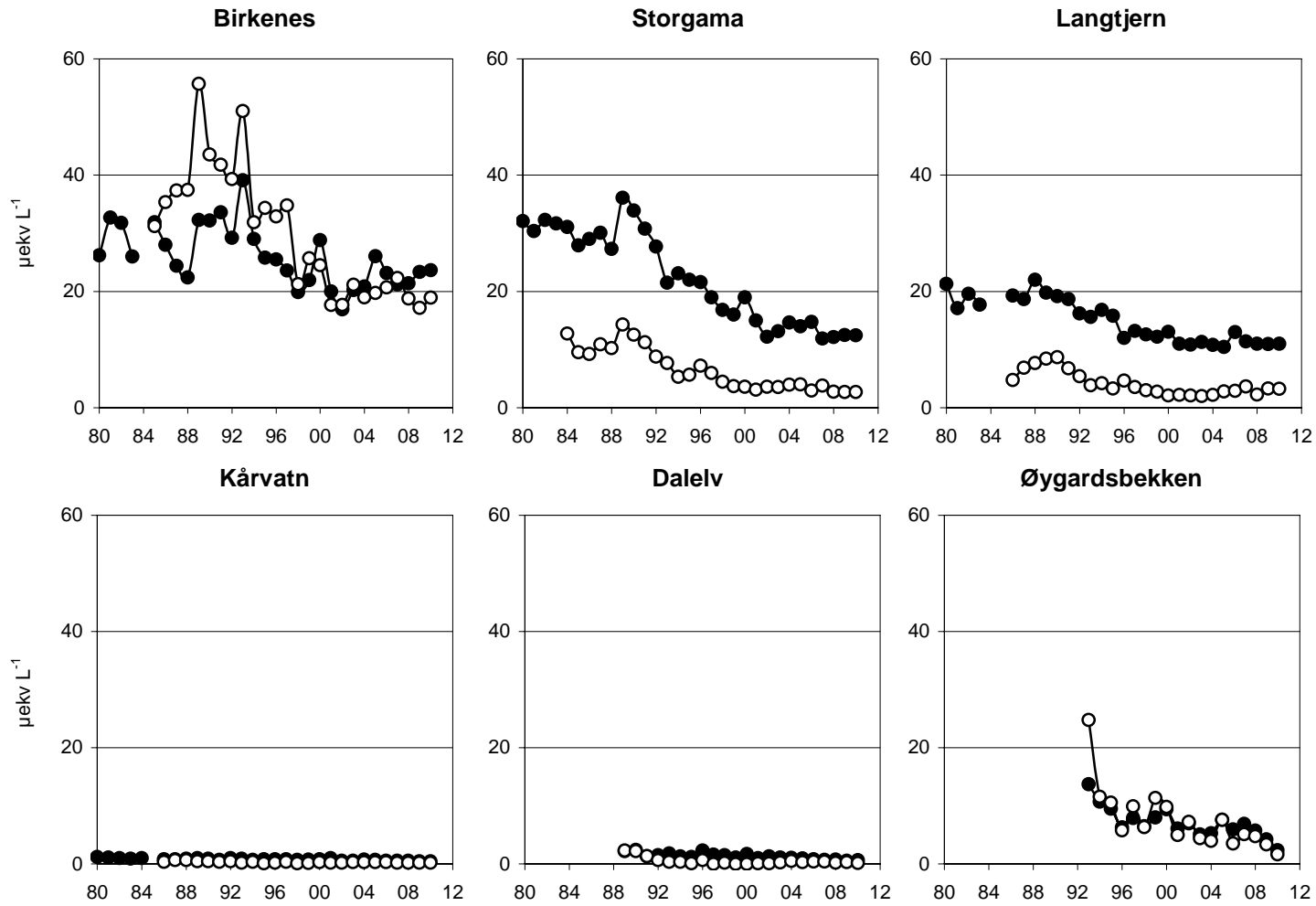
Figur 36. Ikke-marin sulfat og nitrat i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin sulfat ● og nitrat ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

### ANC og ikke-marine basekationer



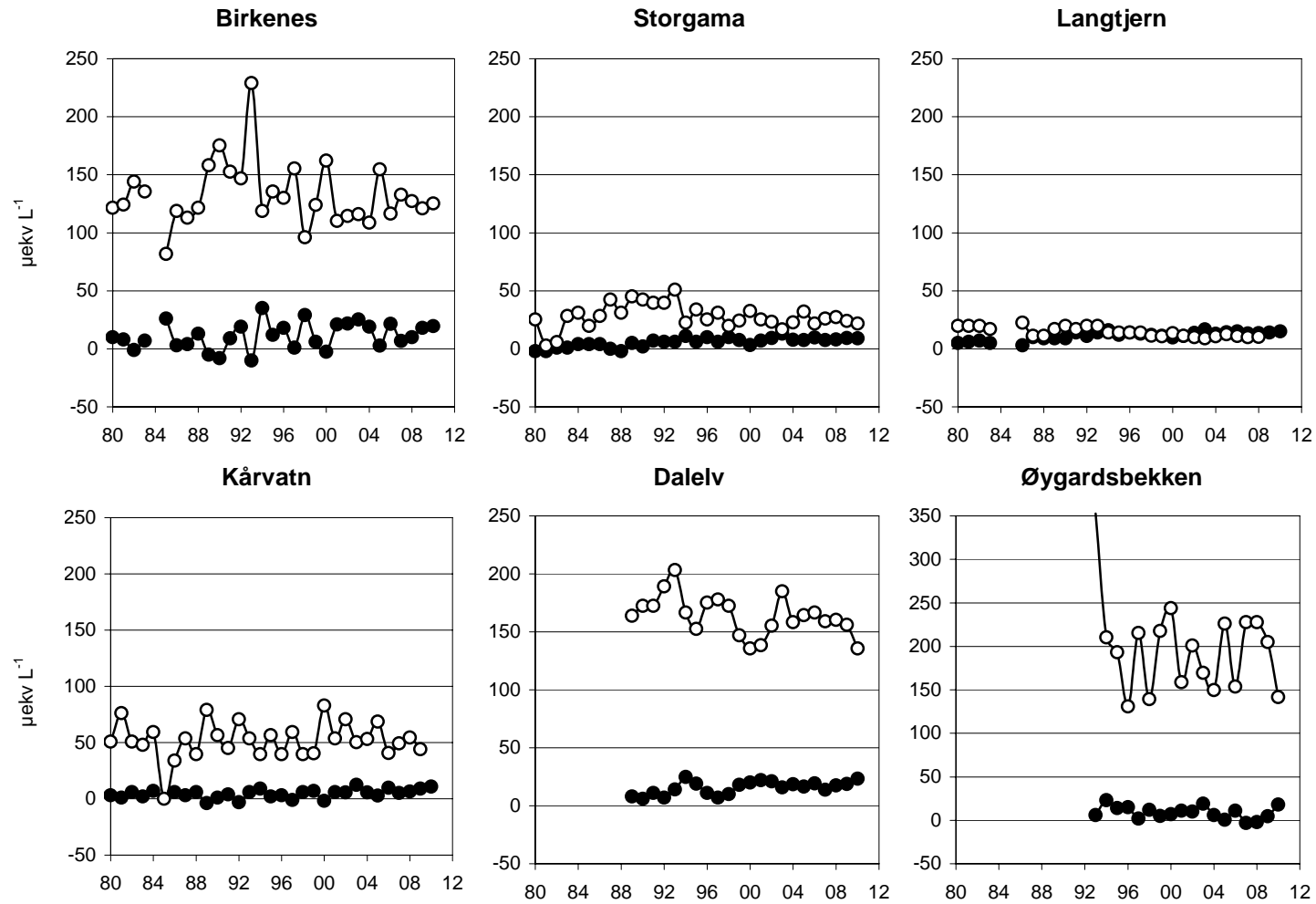
Figur 37. ANC og ikke-marine basekationer (Ca+Mg) i feltforskningsstasjonene. ANC ● og ikke-marine basekationer (Ca+Mg) ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Dalelva.

## H<sup>+</sup> og LAL



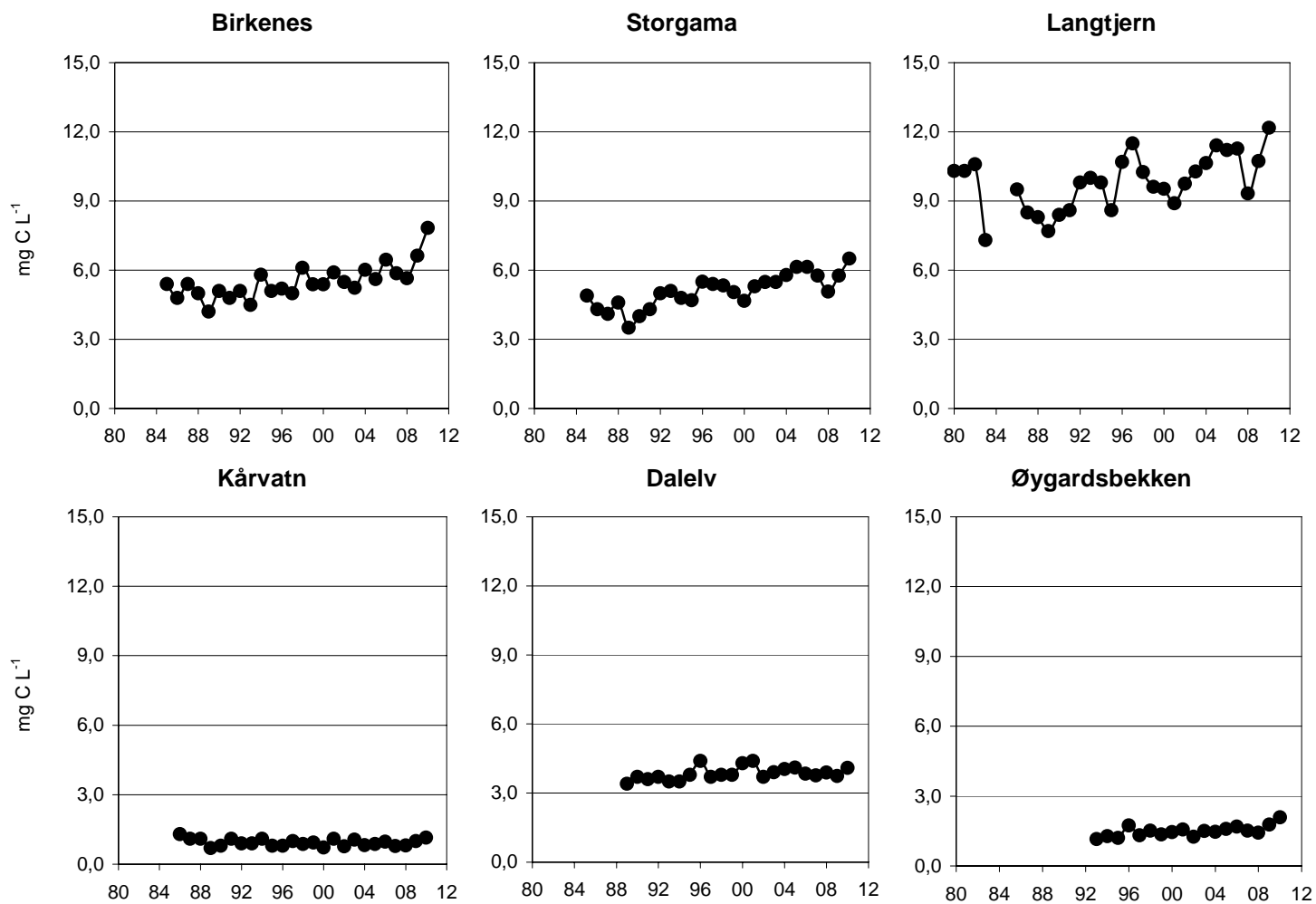
Figur 38.  $\text{H}^+$  og labilt Al i feltforskningsstasjonene.  $\text{H}^+$  ● og labilt Al ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

### Klorid + ikke-marin Na



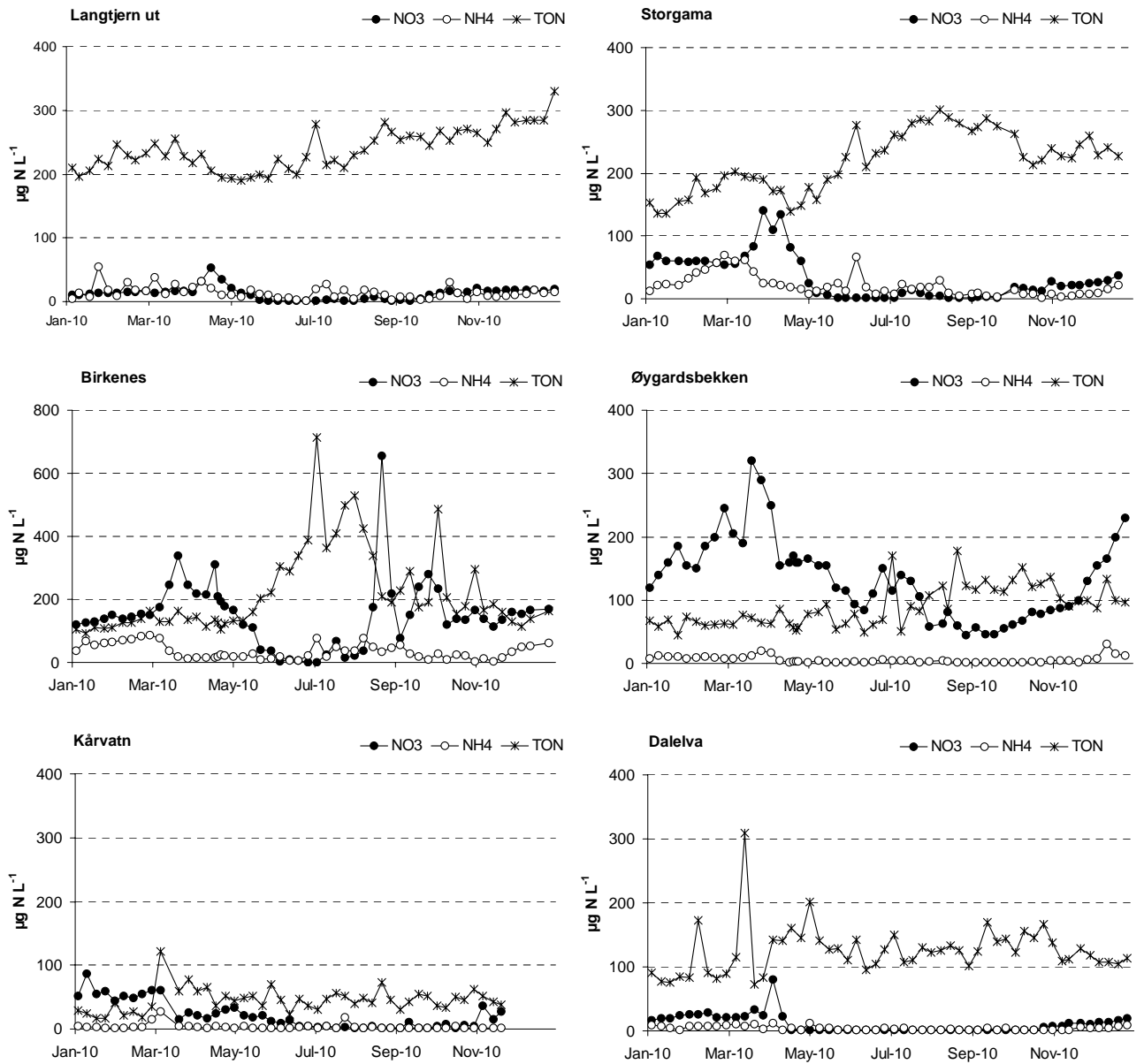
Figur 39. Klorid og ikke-marin natrium i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin natrium ● og klorid ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Øygardsbekken.

## TOC



Figur 40. Totalt organisk karbon (TOC) i feltforskningsstasjonene. Enhet: mg C L<sup>-1</sup>.

## Feltforskningsstasjoner – Nitrogenkomponenter



Figur 41. Sesongmessig fordeling av nitrat (NO<sub>3</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>) og totalt organisk nitrogen (TON) i feltforskningsområdene i 2010. TON = total nitrogen – NO<sub>3</sub> – NH<sub>4</sub>. Enhet:  $\mu\text{g N L}^{-1}$ .



## 4. Vannbiologisk overvåking

### 4.1 Presentasjon av det biologiske overvåkingsprogrammet

Det biologiske overvåkingsprogrammet omfatter:

- Bunndyr i innsjøer og elver
- Planktoniske og litorale krepsdyr (småkreps) i innsjøer
- Fiskebestander i innsjøer og elver

Den biologiske overvåkingen gir informasjon om korttidseffekter og akkumulerte effekter av forsurening på vannlevende organismer, og er dessuten nødvendig for å kunne evaluere effekten av forsuringssreduserende tiltak over tid. Utvalget av overvåkingslokaliteter for biologiske undersøkelser er mindre egnet for å studere regionale forskjeller i forsuringsskader og -utvikling.

Innsjøprogrammet omfatter opprinnelig omkring 100 innsjøer (BIOLOK-sjøer), hvorav 10 lokaliteter undersøkes hvert år mht. bunndyr, krepsdyr og eventuelt fisk der dette finnes (Gruppe 1-sjøer), 10 lokaliteter undersøkes hvert år mht. bunndyr og krepsdyr (Gruppe 2-sjøer), mens de øvrige innsjøene undersøkes hvert 4-5 år (Gruppe 3-sjøer). Aktiviteten ble gradvis redusert fra 2002 og antall Gruppe 3-sjøer er nå mer enn halvert. I 2010 ble totalt 25 innsjøer undersøkt. Hovedvekt ble lagt på region I (Østlandet – Nord) og II (Østlandet – Sør) i tillegg til årlige innsjøer fordelt på de øvrige åtte regionene. Vurdering av forsuringstilstanden i region II er også basert på undersøkelser finansiert over Basisovervåkingsprogrammet i 2009-2010 (fire tidligere BIOLOK-sjøer), slik at resultater fra totalt 29 innsjøer inngår i rapporteringen (*Tabell 13, Figur 42*). Fiskeundersøkelser ble utført i totalt 14 innsjøer (*Tabell 13*). To av disse var ikke inkludert i annen overvåking. En mer omfattende rapportering av resultatene fra basisovervåkingssjøene finnes i Schartau m.fl. (2010, 2011).

Innsjøovervåkingen har pågått siden 1996, og for noen få av innsjøene foreligger det data på bunndyr og krepsdyr fra alle 15 årene. Det gjennomføres dessuten bunndyrundersøkelser i fem vassdrag fordelt på regionene V-VII (to av disse overvåkes hvert andre år). Tidligere ble fiskebestandene i disse også undersøkt, men fra 2008 gjennomføres fiskeundersøkelser kun i Vikedalsvassdraget.

For bunndyr, krepsdyr og fisk er det gjort en vurdering av tilstand mht. forsuring/ forsuringsskader. Forsuringstilstanden er inndelt i fem klasser basert på avvik fra forventet biologisk mangfold i ikke-forsurede lokaliteter: ingen/ubetydelig endring (klasse 1), liten endring (klasse 2), moderat endring (klasse 3), stor endring (klasse 4), svært stor endring (klasse 5). Disse betegnelsene er endret i 2004 i forhold til tidligere år og er nå mer tilpasset terminologien i vanddirektivet (VD)/vannforskriften slik at klasse 1-5 tilsvarer VDs fem klasser for økologisk tilstand. For å kunne gjøre en vurdering av forsuringstilstanden er kunnskap om naturgitte kjemiske og biologiske forhold (naturlig tilstand) nødvendig. Slike kunnskaper er i mange tilfeller mangelfulle og vår klassifisering vil derfor kun i begrenset grad kunne skille mellom naturlig sure og forsurede lokaliteter. For å kunne gjøre en vurdering av forsuringsskader (biologi) må man i tillegg kjenne til og ta høyde for eventuelt andre skadeårsaker (reguleringer, overfiske, andre forurensninger med mer). Andre skadeårsaker enn forsuring er forsøkt begrenset gjennom utvalget av overvåkingslokaliteter. Det arbeides kontinuerlig med å forbedre grunnlaget for vurdering av forsuringstilstanden i Norge og dessuten tilpasse en slik klassifisering til kriteriene gitt for vurdering av økologisk tilstand i hht. vannforskriften (se Klassifiseringsveilederen; Direktoratgruppen Vanddirektivet 2009).

For bunndyr bestemmes forsuringstilstand ut fra den registrerte artssammensetningen. Basert på forekomst/fravær av forsuringfølsomme arter beregnes en forsuringssindeks (verdi: 0-1) for hver lokalitet. Når det gjelder krepsdyrene er det en total vurdering av samfunnene, basert på artsrikdom, forekomst av indikatorarter og mengdefordelinger (dominansforhold) som ligger til grunn for fastsettelse av forsuringstilstanden. Den totale invertebratfaunaen (bunndyr og krepsdyr samlet) gir i

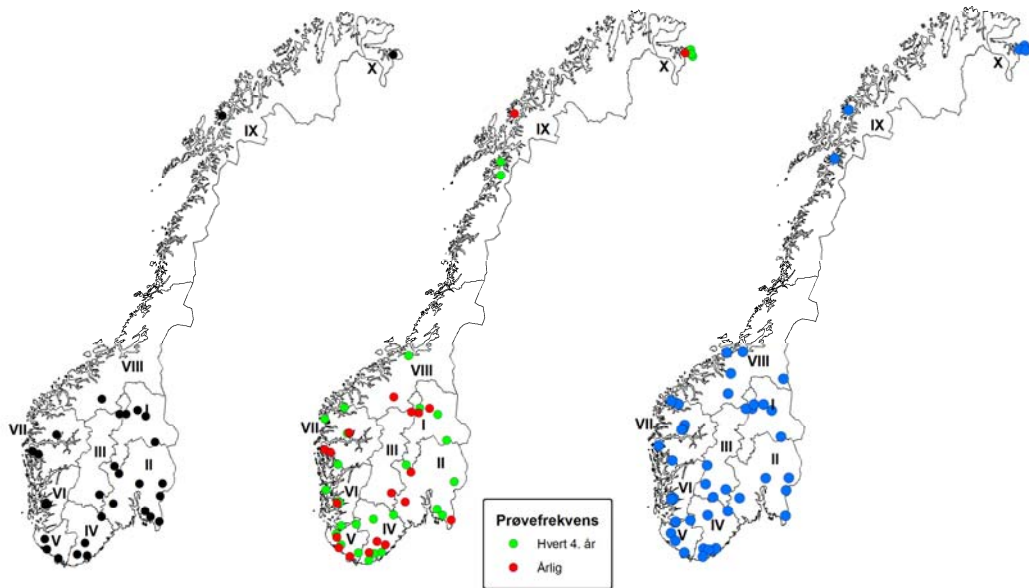
mange tilfeller et bedre grunnlag for å vurdere forsuringsskadene enn en vurdering basert på bunndyrene eller krepsdyrene alene. Innsjøenes forsuringstilstand basert på invertebratfaunaen er presentert i *Figur 43*.

Forsuring påvirker bl.a. aldersstruktur og tetthet hos fiskebestandene. Det jobbes med en indeks som skal angi økologisk tilstand for fisk - i første omgang for rene aurebestander. Denne vil basere seg på kunnskap om ulike bestandsparametere, og hvordan disse varierer naturlig og med ulike påvirkninger. I denne rapporten vil vi imidlertid kun presentere tetthet for de ulike fiskebestandene.

Eventuelle forsuringsskader vil være avhengig av en kombinasjon av ulike kjemiske, fysiske og biologiske forhold. Den kjemiske overvåkingen kan derfor kun gi indikasjoner om biologiske skader. En tidsforskyvning mellom kjemisk gjenhenting ("recovery") og biologisk gjenhenting i tidligere forsurete lokaliteter må dessuten forventes.

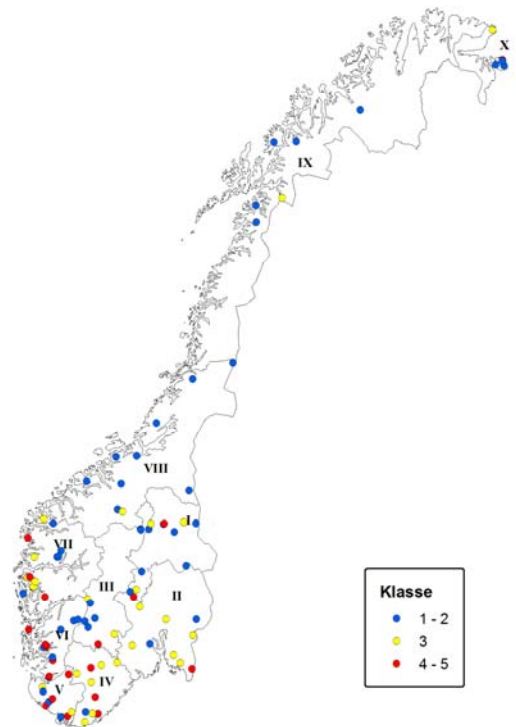
*Tabell 13. Innsjøer som inngår i undersøkelse av vannkjemi, bunndyr, planktoniske- og litorale krepsdyr samt fisk i 2010. Årlige intensivsjøer (Gruppe 1-sjøer) er angitt med uthevet skrift mens øvrige innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 2-sjøer) er merket med \*. <sup>1</sup>Basisovervåkingssjø undersøkt i 2009, <sup>2</sup>Basisovervåkingssjø undersøkt i 2010. Merk: Holmsjøen (lok nr II-7) er i rapportering av de vannkjemiske forholdene inkludert i region I.*

Lok.nr	Region	Fylke	Kommune	Innsjø	NVE-vannr.	Vannkjemi	Bunndyr	Krepsdyr	Fisk
I-1	I	He	Stor-Elvdal	<b>Atnsjøen</b>	126	X	X	X	X
I-3	I	He	Rendalen	Måsabutjørna	33329	X	X	X	
I-5	I	He	Engerdal	Stortjørna*	32130	X	X	X	X
I-10	I	Op	Sør-Aurdal	Fjellvatn	7128	X	X	X	
II-1	II	ØF	Sarpsborg	Tvetervatn <sup>1</sup>	3497	X	X	X	X
II-2	II	ØF	Aremark	Bredtjenn*/Breitjern	3555	X	X	X	X
II-3	II	ØF	Våler	Ravnsjøen <sup>2</sup>	5828	X	X	X	X
II-4	II	Ak/ØF	Aurskog-H/Rømskog	Store Lysern <sup>1</sup>	3238	X	X	X	X
II-5	II	Os	Oslo	Langvatn <sup>1</sup>	5114	X	X	X	X
II-6	II	He	Kongsvinger/S-Odal	Storbørja	368	X	X	X	X
II-7	II	He	Åmot	Holmsjøen	282	X	X	X	
II-10	II	Te	Notodden	<b>Ø. Jerpetjern</b>	6247	X	X	X	X
II-11	II	Te	Nome	N. Furuvatn	14367	X	X	X	X
II-12	II	Bu	Flå	Langtjern*	7272	X	X	X	
III-1	III	Op	Sel	Rondvatn*	231	X	X	X	
III-5	III	Te	Hjartdal	Heddersvatn*	69	X	X	X	
IV-3	IV	AA	Birkenes	<b>Bjorvatn</b>	10482	X	X	X	
IV-5	IV	AA	Birkenes	<b>Lille Hovvatn</b>	10069	X	X	X	
IV-9	IV	VA	Vennesla/Songdalen	Sognevatn*	11 078	X	X	X	
V-1	V	VA	Farsund	<b>Saudlandsvatn</b>	21894	X	X	X	
V-4	V	Ro	Sokndal	<b>Ljosvatn</b>	21438	X	X	X	
V-8	V	Ro	Bjerkreim	Lomstjørne*	20451	X	X	X	
VI-3	VI	Ro	Vindafjord	<b>Rørvavatn</b>	22548	X	X	X	X
VI-4	VI	Ro	Vindafjord	Risvatn	22508				X
VI-5	VI	Ro	Vindafjord	Flotavatn	22439				X
VII-4	VII	Ho	Masfjorden	<b>Markhusdalsvatn</b>	26000	X	X	X	X
VII-6	VII	Ho	Masfjorden	Svartetjern*	26133	X	X	X	
VII-8	VII	SF	Gaular	<b>Nystølsvatn</b>	1651	X	X	X	
VIII-1	VIII	Op	Lesja	<b>Svartdalsvatn</b>	34660	X	X	X	
IX-5	IX	Tr	Tranøy	N. Kaperdalsvatn*	2380	X	X	X	
X-5	X	Fi	Sør-Varanger	Dalvatn*	64282	X	X	X	



Figur 42. Lokalteter som inngår i det biologiske overvåkingsprogrammet for innsjøer i 2010. Figuren lengst til venstre angir regioninndeling (I-X) av Norge med romertall. Se for øvrig Tabell 13 for nærmere angivelse av lokalitetene og hvilke type prøver som er tatt i den enkelte lokalitet. De to andre figurene viser alle innsjølokalitetene som er med i det biologiske overvåkingsprogrammet. Den midterste figuren viser innsjøer med invertebratundersøkelser, mens figuren til høyre viser alle innsjølokalitetene der det foregår fiskeundersøkelser.

Figur 43. Kart med angivelse av forurensningskader basert på bunndyr og planktoniske- og litorale krepsdyr (innsjøer) fra siste år med data i perioden 1997-2010. Klasse 1-2: ikke-forsuret/ubetydelig til litt forurensningskadet, klasse 3: moderat forurensningskadet, klasse 4-5: sterkt til svært sterkt forurensningskadet.



### 4.1.1 Bunndyr

I 2010 ble det undersøkt bunndyr fra totalt 29 innsjøer fordelt på ti regioner i Norge - inklusive fire basisovervåkingssjøer i region I og II undersøkt i 2009-2010, se *Tabell 13* og *Figur 42*. Overvåkingen av innsjøer har nå pågått i fjorten år og i de intensive og halvintensive sjøene foreligger det årlig materiale fra denne perioden. Tilstanden til en innsjø basert på bunnfaunaen, vurderes med basis i prøver fra litoralsonen og fra innsjøens utløpselv. Disse to habitatene brukes for å beskrive vannets samlede surhetstilstand i nedbørfeltet og i innsjøen.

Fra og med 2002 blir to av vassdragene i elveovervåkingen prøvetatt annet hvert år. I 2010 ble det samlet inn prøver fra fire vassdrag (*Figur 66*). Nausta ble ikke prøvetatt. Ved kartleggingen av forsuringssituasjonen benyttes forsuringstoleransen hos de ulike bunndyrgrupper- og arter som basis slik at en kan karakterisere vassdraget i en forsuringssammenheng. Det benyttes en skala fra 0 (sterkt forsuringsskadet) til 1 (ubetydelig/lite påvirket). Eksempler på følsomme taksa er vist i *Tabell 14* og resultater vist i kapittel 4.4.1.

*Tabell 14. Eksempler på arter/grupper med forskjellig toleranse for surt vann. Listen bygger på en oversikt gitt av Raddum & Fjellheim (1985). En mer utfyllende liste er gitt av Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Forsuringsverdi 1 = lavest toleranse, 0 = høyest toleranse mot surt vann. \*Sjeldne arter på Vestlandet. Vassdragets forsuringsverdi beregnes som middelverdien av enkeltlokalitetene.*

Art/gruppe	Forsuringsverdi	Kommentarer
Snegl (Gastropoda) Marflo ( <i>Gammarus lacustris</i> )* Skjoldkreps ( <i>Lepidurus arcticus</i> )* Døgnfluer: <i>Baetis</i> spp. <i>Caenis horaria</i> <i>Ephemerella aurivilli</i> Vårfluer: <i>Glossosoma</i> sp.	1	Dersom en lokalitet inneholder rimelige mengder av en eller flere av de artene som gir verdien 1, vil vi karakterisere området som ubetydelig/lite påvirket, uavhengig av andre registreringer. Ved sporadiske forekomster, karakteriseres lokaliteten markert forsuringsskadet.
Vannlopper: <i>Daphnia</i> spp. Døgnfluer: <i>Siphonurus</i> spp. <i>Ameletus inopinatus</i> Steinfluer: <i>Isoperla</i> spp. <i>Diura</i> spp. <i>Capnia</i> spp. Vårfluer: <i>Apatania</i> spp. <i>Hydropsyche</i> spp. <i>Philopotamus montanus</i> <i>Tinodes waeneri</i> <i>Potamophylax cingulatus</i> <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Itytrichia lamellaris</i>	0,5	Mangler ovenfor nevnte grupper helt i prøven, trer registreringer av arter/grupper med verdi 0,5 i funksjon. Dersom en eller flere av disse blir registrert i nødvendig omfang, vil vi karakterisere lokaliteten som markert forsuringsskadet.
Ertemuslinger ( <i>Pisidium</i> )	0,25	I mange tilfeller blir det også undersøkt lokaliteter som egner seg for ertemuslinger ( <i>Pisidium</i> ). En eller to av disse artene kan tåle surhet ned mot pH 4,8. Dersom småmuslinger blir registrert i slike tilfeller, karakteriseres området fortsatt som sterkt skadet.
Ingen registrering av ovenfor-nevnte arter/grupper eller andre forsuringsomfintlige bunndyr	0	Mangler småmuslinger i lokaliteter som biotopmessig skulle være gode for dem og man ellers bare har registrert dyr med høy pH-toleranse, karakteriseres området som meget sterkt forsuringsskadet, verdi 0.

#### 4.1.2 Planktoniske og litorale krepsdyr

Undersøkelsene av krepsdyr (vannlopper og hoppekreps) er basert på kvalitative håvtrekk, både fra pelagialen og fra litoralsonen. Kvalitative prøver er tatt med planktonhåv med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm. Prøvene fra pelagialen er tatt over innsjøens dypeste punkt ved at håven er blitt trukket fra bunn og opp til overflaten i et rolig tempo (se NS-EN 15110 for ytterligere beskrivelse). De litorale prøvene er tatt like over bunnen, og det foreligger prøver fra dominerende bunnsstrat og fra forskjellige typer vannvegetasjon. Det er tatt prøver av både planktoniske og litorale krepsdyr i juni/juli og i september. I tillegg er det tatt planktonprøver i juli/august i alle Gruppe 1-sjøene.

Vannloppene (cladocerene) er bestemt ved hjelp 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 små copepoditter er ikke bestemt til art.

Det foreligger i dag informasjon om krepsdyrfaunaen fra ca. 3100 lokaliteter i Norge. Både planktoniske og litorale krepsdyr er undersøkt, og det er vist at gruppen er egnet for overvåking av miljøltilstanden i limnisk systemer. Til denne gruppen hører mange forsuringsfølsomme arter, samtidig som det også finnes arter med vid toleranse mht. forsurening. Endringer i vannkvalitet vil kunne gjenspeile seg både gjennom endringer i artsantall og artsinventar og i endrete dominansforhold. Respons i krepsdyrfaunaen på bedringer i vannkvaliteten kan imidlertid forventes å ta fra få år til flere tiår avhengig av bl.a. omfanget av forsureningsskadene og avstand til nærmeste restbestander.

Erfaringen fra planktonundersøkelser i forsurete områder viser at lav pH fører til økende dominans av små vannlopper som *Bosmina longispina* og *Chydorus sphaericus* på bekostning av den calanoide hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* og den cyclopoide hoppekrepsen *Cyclops scutifer* (Spikkeland 1980a, Halvorsen 1981, Halvorsen 1985). Det er også vist eksperimentelt (Arvola m.fl. 1986) og ved kalkingsforsøk (Sandøy & Nilssen 1987) at de sistnevnte artene har redusert fekunditet i surt vann. Forekomst i Norge viser at *E. gracilis* er vanlig ned mot pH 4,5 der den kan dominere planktonet helt, mens den nesten aldri er funnet ved pH under 4,5. Selv om *C. scutifer* er påvist i lokaliteter med pH 4,5 er den sjelden eller aldri dominerende i pH-intervallet 4,5-4,8. Forholdet mellom de tre gruppene av krepsdyr i planktonet (vannlopper, cyclopoide hoppekreps, calanoide hoppekreps) vil dermed endres med endringer i forsureningssituasjonen. Totale tettheter vil imidlertid først og fremst være bestemt av næringstilgang (vanligvis små mengder dyreplankton i næringsfattige innsjøer) og nedbeiting fra andre invertebrater og fisk.

*Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* er arter som kan regnes som survannsindikatorer, dvs. at de forekommer hyppigst i sure lokaliteter (Walseng 1994, Walseng upubl.). Eksperimentelt er det også vist at *Acantholeberis curvirostris* er meget tolerant mot lav pH (Locke 1991). Det finnes dessuten mange andre arter, heriblant mange chydorider, som synes tolerante mot forsurening, men som forekommer med høyere frekvens ved noe gunstigere pH. Arter innen vannloppeslekten *Daphnia* og hoppekrepslekten *Eucyclops*, for eksempel *Eucyclops speratus*, *Eucyclops macruroides* og *Eucyclops macrurus* (Walseng 1998), er alle karakterisert som forsuringsfølsomme. Arter innen slekten *Daphnia* har en sentral funksjon som indikatorer, både for dagens innsjøer og i historisk sammenheng. Allerede ved pH 6,0 begynner artene å opptre med avtagende frekvens og de mangler med få unntak i lokaliteter med pH lavere enn 5,4. Det er imidlertid vist at kalsium kan være begrensende faktor for *Daphnia* spp. (Hessen m.fl. 1995, Hessen m.fl. 2000) og de kan derfor mangle ved lave kalsiumkonsentrasjoner, selv om innsjøen har en god vannkvalitet for øvrig.

Av totalt 131 arter småkreps (81 vannlopper og 50 hoppekreps) i norsk fauna er forsureningstoleranse angitt for 49 arter (for de øvrige artene er datagrunnlaget enten for mangelfullt eller for variabelt til at

deres forsuringstoleranse kan angis). Forsuringstoleransen er målt som forekomst i forhold til pH, og angitt til fire kategorier: svært tolerante, moderat tolerante, moderat følsomme og svært følsomme. Svært forsuringstolerante arter er i denne rapporten angitt som forsuringsindikatorer (se over). Andel forsuringfølsomme arter i en ikke-forsuret innsjø vil imidlertid avhenge av en rekke forhold, blant annet med klima, innsjøens produktivitet og innholdet av kalsium. For forsuringfølsomme vanntyper forventes andel forsuringfølsomme arter å være 20 - 40 % dersom innsjøen ikke er forsuret (typespesifikk naturtilstand). Andelen er lavest for svært kalkfattige, klare fjellsjøer på Vestlandet og høyest for lavlandssjøer på Østlandet med noe høyere kalsiuminnhold og produktivitet. Humøse innsjøer forventes generelt å ha en høyere andel forsuringfølsomme småkreps enn klare innsjøer dersom forholdene for øvrig er like.

Av de 20 innsjøene som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2-sjøer), er en innsjø undersøkt for første gang i 1999, mens tre lokaliteter er undersøkt siden 1998, tolv siden 1997 og fire siden 1996. Fra flere av innsjøene finnes det i tillegg data på planktoniske og/eller litorale krepsdyr fra tidligere undersøkelser. Lokaliteter som inngår i krepsdyrundersøkelsene i 2010, inklusive enkelte basisovervåkingssjøer i region I og II undersøkt i 2009-2010, er angitt i *Tabell 13* og *Figur 42*.

#### 4.1.3 Fisk

I overvåkingsprogrammet for fisk inngår registreringer av aure i rennende vann basert på elfiske, og i innsjøer basert på prøvofiske med standard garnserier. Hensikten med undersøkelsene i innsjøer er å dokumentere bestandeffekter forårsaket av forsuring. Endringer i fangstutbytte, rekruttering og alderssammensetning ligger til grunn for vurderingen av fiskepopulasjoner i innsjøer i de utvalgte områdene.

Registrering av forsuringsskader på fisk i innsjøer har i de siste åra vesentlig vært foretatt blant såkalte ”100-sjøers lokaliteter”. En stor del av disse lokalitetene ble i 1996 inkludert i et revidert biologisk overvåkingsprogram. I perioden 1996-2010 har et utvalg på 8-19 innsjøer fra ulike regioner blitt prøvofisket hvert år.

Da den biologiske overvåkingen ble satt i gang tidlig på 1980-tallet, ble prøvofisket gjennomført med SNSF-garnserier. En slik serie består av åtte enkeltgarn (27,0 x 1,5 m), med maskeviddene 10-45 mm. Disse garna ble satt enkeltvis fra land, og dekte i de fleste tilfeller dybdeintervallet 0-6 m. Siden tidlig på 1990-tallet har Nordiske oversiktsgarn (30,0 x 1,5 m) sammensatt av 12 maskevidder fra 5 til 55 mm vært benyttet. Disse garna blir satt på standard dyp: 0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-35, 35-50 og 50-75 m, avhengig av dybdeforholdene i den enkelte innsjø. Fangstutbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt, dvs ca. 12 timers fiske (Cpue).

I 2010 ble totalt ni lokaliteter prøvofisket fordelt på region I (n=1), II (n=4), VI (n=3) og VII (n=1) (*Tabell 13*). Atnsjøen (Lok I-1) blir prøvofisket hvert år som en del av *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*, og inngår i en egen rapportserie. Ravnsjøen (Lok II-3) inngikk i 2010 som en del av Basisovervåkingsprosjektet, og blir også rapportert i forbindelse med det.

Vi benytter en forsuringssindeks (FI) for å sammenlikne fangstutbyttet hos aure og abbor i en lokalitet eller region over tid ut fra en bestemt forventning. Indeksen varierer mellom 0 og 1, og fangstutbyttet i ikke-skadde bestander av aure og abbor er satt ut fra en ekspertvurdering (*Tabell 15*). Dette er satt til henholdsvis > 15 og 30 individ pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal på Nordiske oversiktsgarn. For begge arter gir det en forsuringssindeks på 1,0. FI er inndelt i fem klasser etter graden av skader.

Indeksverdier blir bare beregnet for bestander i lokaliteter som har vært prøvofisket. Innsjøer med tapte bestander, og som ikke blir prøvofisket, er ekskludert fordi en reetablering ofte er avhengig av en aktiv introduksjon (utsettinger). Sjøen om vannkvaliteten har blitt tilfredsstillende for fisk i en innsjø, kan fysiske barrierer hindre en naturlig reetablering. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle regionale

forskjeller i naturtilstanden mht bestandsstørrelsen (tetthet) hos ulike fiskebestander. En forsøringsindeks (FI) under 1,0 trenger ikke å bety at den er påvirket av forsuring. Dette skyldes at f. eks en innsjølevende aurebestand kan være rekrutteringsbegrenset pga av begrenset gyteareal i tilløpsbakkene, har uegnet gytesubstrat, er påvirket av ugunstig klimatiske forhold (tørke eller flom), eller er utsatt for konkurranse fra andre arter. Vi har derfor ekskludert aurebestander i lokaliteter med f. eks abbor eller gjedde.

*Tabell 15. Klassifisering av aure- og abborbestander ut fra fangstutbytte på garn (pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal=Cpue), fordelt på fem klasser på basis av en forsøringsindeks (FI), der verdier på < 0,25 og ≥ 1,0 representerer henholdsvis meget tynne eller tapte bestander som gir svært dårlig tilstand (Klasse 5), og meget tette bestander som gir svært god tilstand (Klasse 1). For aure er grenseverdiene for fangstutbyttet fastsatt ut fra at rekrutteringsbegrensninger ikke forekommer. For bestander som er rekrutteringsbegrenset, definert ut fra at de lever i innsjøer med en oppvekstratio på < 50, er det fastsatt andre grenser mellom tilstandsklassene (jfr. Klassifiseringsveileder 01:2009).*

Klasse	Indeksverdi	Bestandstetthet	Aure	Abbor	Tilstand
1	≥1,0	Meget tett bestand	>20,0	>40	Svært god
2	0,75-0,99	Middels tett bestand	15,0-19,9	30,0-39,9	God
3	0,50-0,74	Relativ tynn bestand	10,0-14,9	20,0-29,9	Moderat
4	0,25-0,49	Tynn bestand	5,0-9,9	10,0-19,9	Dårlig
5	<0,25	Meget tynn eller tapt bestand	<4,9	<9,9	Svært dårlig

Registreringer av aureunger i elver og bekker har som mål å påvise eventuelle endringer i rekrutteringen i ulike regioner, samt analysere utviklingen i forhold til ulike vannkjemiske parametre. Disse undersøkelsene vil kunne avdekke endringer i rekrutteringen på et tidlig tidspunkt. Innsjølevende aure gyter vanligvis i tilløpselver og bekker hvor yngelen oppholder seg i en periode før utvandringen til tilstøtende innsjø. Reproduksjonssvikt med høy dødelighet på egg- og yngelstadiet er den vanligste årsaken til reduksjon og tap av aurebestander i forsøringsområder. Denne responsen gir en dominans av eldre individ i bestanden. I et utvalg innsjøer blir faste bekkestrekninger avfisket tre ganger. Disse undersøkelsene kan deles inn i to kategorier: (i) Bekker til noen av Gruppe 1 innsjøene: Saudlandsvatn, Atnsjøen (Atna), Røyravatn, Markhusdalsvatn og Nystølsvatn. De siste to lokalitetene er ikke undersøkt hvert år. (ii) Tilløpsbekker til innsjøer i Vikedal, - Bjerkreim- (Rogaland) og Gaularvassdraget (Sogn og Fjordane). Her har de samme lokalitetene vært undersøkt hvert år siden 1987/88. Disse tre vassdragene har en forsøringsfølsom vannkvalitet, med skader på fiskebestander i flere innsjøer. I Vikedalsvassdraget blir bekker undersøkt hvert år, mens det siden 2002 til og med 2007 har vært undersøkelser annet hvert år i Bjerkreim – og Gaularvassdraget. I 2010 ble det foretatt elfiske i 23 bekker i Vikedalsvassdraget. All fisk blir lengdemålt, og på basis av lengdefordelingen blir det skilt mellom årsyngel (alder 0+) og eldre individ (alder ≥ 1+). Fisketettheten i de to aldersgruppene blir beregnet på bakgrunn av avtakende fangster, basert på samlet utbytte i hvert vassdrag. I perioden 1987-92 ble hver bekk bare avfisket én gang, mens det i seinere år har vært fisket tre omganger. I 2006 ble lokalitetene i Bjerkreimsvassdraget fisket to omganger. For å kunne sammenlikne resultatene fra hele forsøksperioden, er fisketettheten for perioden 1987-92 beregnet på basis av fangstsannsynligheten etter tre omgangers elfiske fra perioden 1993-2009. Tetthetene justeres i forhold til vannføringen under elfisket hvert år, da dette påvirker fangsteffektiviteten.

## 4.2 Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene i 2010

### 4.2.1 Region I – Østlandet-Nord

#### Bunndyr

To innsjøer i region I undersøkes årlig: Atnsjøen og Stortjøna. I 2010 ble det registrert seks arter døgnfluer i prøvene fra Atnsjøen. Tettheten av den sterkt følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* var høy

i utløpselva. Dette indikerer en uskadet fauna. Videre ble det registrert ni arter av steinfluer. Blant disse var det tre moderat følsomme taksa; *Isoperla grammatica*, *Diura nanseni* og *Capnia* sp. Det ble påvist ni arter/slekter av vårfluer. Tre av disse er kjent for å være sensitive for surt vann. I 2010 ble det funnet to arter ferskvannssnegl; *Radix balthica* og *Gyraulus acronicus*. Det biologiske mangfoldet i Atnsjøen varierer litt fra år til år med hensyn på antall arter og mengden av sensitive taksa. Forskjellene tolkes som naturlige variasjoner og ikke at samfunnene endrer seg grunnet endret forsuringsbelastning.

Stortjørna har vist moderat til liten forsuringssskade tidligere. *B. rhodani*, som har hatt sporadisk forekomst i de seneste år, ble registrert i 2010. Variasjon i forekomst indikerer ustabile forhold og varierende surhetstilstand fra år til år. Blant vårfluene ble det bare påvist tolerante arter. Lokaliteten må på basis av faunaen i 2010 karakteriseres som lite skadet av forsurening, men sett over tid er tilstanden ustabil.

I tillegg til disse to innsjøene ble Fjellvatn og Måsabutjørna undersøkt i 2010. Det ble ikke registrert forsuringsfølsomme bunndyr i Fjellvatnet. Måsabutjørna fremstår som moderat skadet. Tilstanden i disse to vatna har ikke endret seg siden forrige undersøkelse, i 2006.

### Krepsdyr

Totalt er det registrert 57 arter i region I (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1997-2010. Det ble ikke registrert noen nye arter i 2010.

Et utvalg av innsjøene i region I ble undersøkt i 1998 og det ble registrert 47 arter av planktoniske og litorale krepsdyr i til sammen 11 innsjøer (SFT 1999). Artsantallet for enkeltlokaliteter varierte mellom 12 og 31. De fleste artene er indifferente i forhold til pH, eller kun moderat forsureningstolerante/følsomme. En eller flere av de vanlige survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble funnet i enkelte lokaliteter men da i små mengder. Forsuringsfølsomme arter som *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina*, *Alona rectangula* og *Eucyclops macrurus* ble funnet i fem av innsjøene, i flere av disse var dafniene vanlig forekommende.

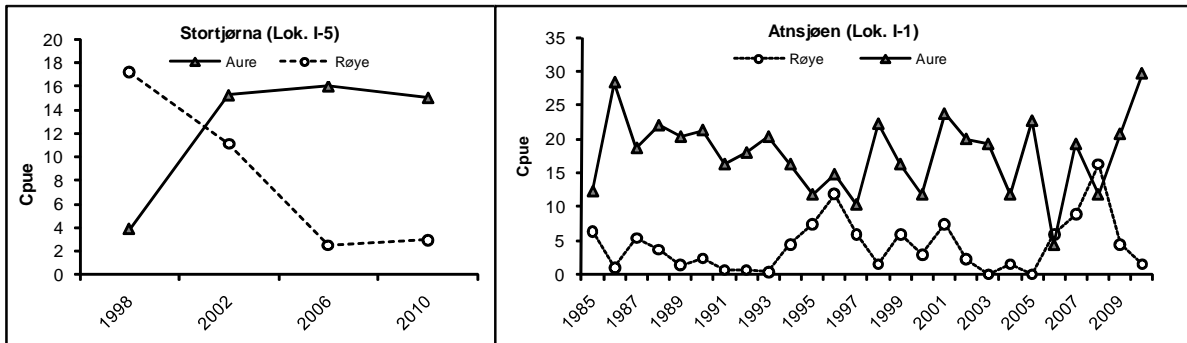
To av innsjøene i region I undersøkes årlig (Vedlegg F1-F2). Atnsjøen (Stor-Elvdal) er en referansesjø med ingen eller kun ubetydelige forsureningsskader. Andelen forsuringsfølsomme krepsdyr, målt som arter og som individer, har imidlertid økt noe over tid. Atnsjøen inngår i *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*, og en grundigere presentasjon av småkrepsfaunaen er gitt i forbindelse med rapporteringen av dette programmet (Sandlund m.fl. 2010). Stortjørna (Engerdal) er moderat forsuret og viser relativt store mellom-år variasjoner i krepsdyrfaunaen. Survannsindikatorerne *Alona rustica* og *Acanthocyclops vernalis* er registrert i tillegg til moderat tolerante og moderat følsomme arter. Hoppekrepsen *Eucyclops speratus*, som regnes som moderat forsuringsfølsom, ble registrert for første gang i 2008 og ble også funnet i 2009, men ikke i 2010. Andelen forsuringsfølsomme småkreps er imidlertid relativt lav, vanligvis i underkant av 20 %. Arter innen slekten *Daphnia* er ikke registrert. En god bestand av røye i Stortjørna kan ha en negativ effekt på tilstedeværelsen av dafnier. Krepsdyrundersøkelsene bekrefter imidlertid konklusjonene fra bunndyrundersøkelsene om at Stortjørna er noe ustabil mhp. forsureningstilstand. Ytterligere to innsjøer i region I er undersøkt hvert fjerde år (1998, 2002, 2006, 2010). I den ene av disse, Måsabutjørna (Rendalen), er *Daphnia longispina* funnet i alle år med undersøkelser. For øvrig er andelen forsuringsfølsomme arter lav både i denne innsjøen og i Fjellvatn (Sør-Aurdal). Ytterligere to innsjøer i region I er undersøkt både i 1998, 2002 og 2006. For disse er det ingen entydige endringer i forsureningstilstanden over overvåkingsperioden.

Basert på krepsdyrundersøkelsene i 1998 ble enkeltsjøer i regionen den gang vurdert å være ubetydelig/lite til sterkt forsureningsskadet (svært god/god – dårlig økologisk tilstand). Undersøkelsene gir så langt ingen, eller kun svake tegn på en positiv utvikling i forsureningssituasjonen i region I.

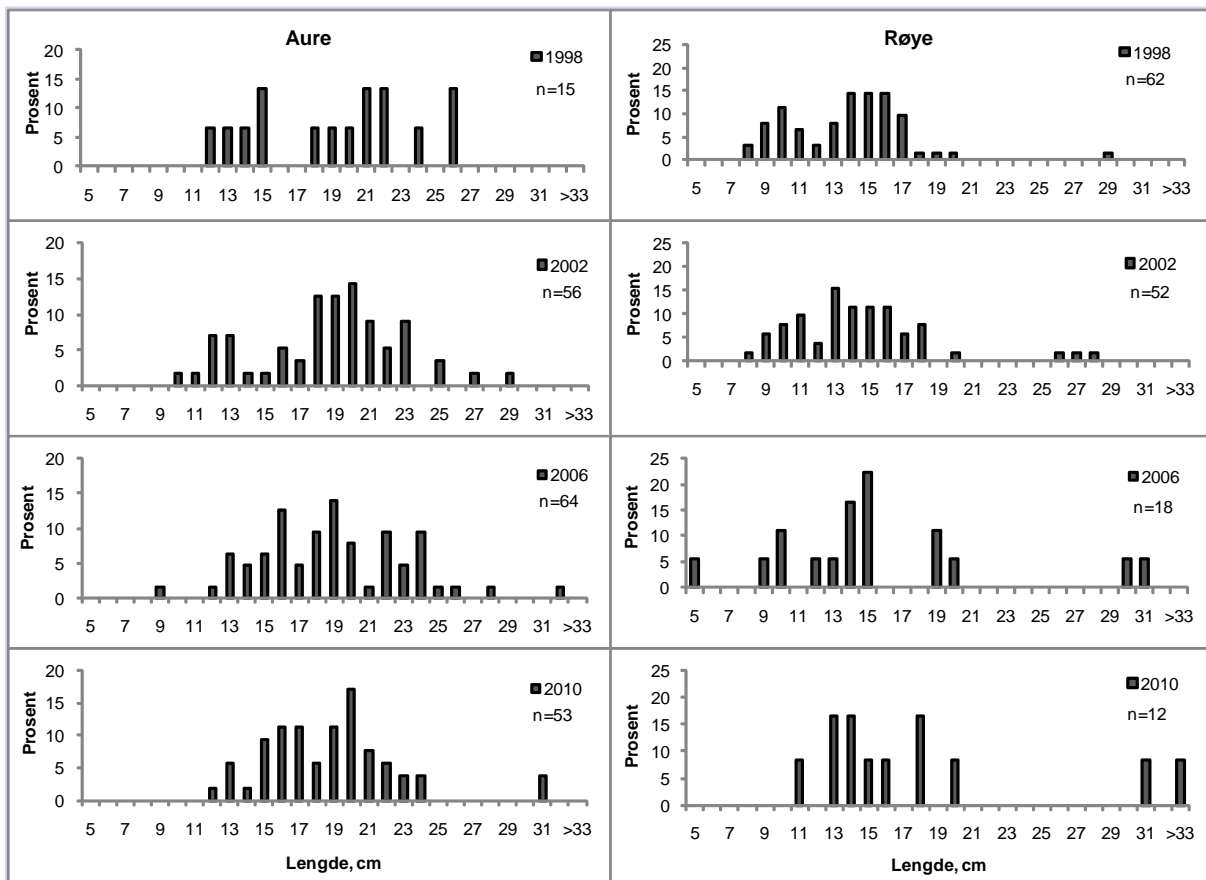


## Fisk

I 2010 ble det i region I prøvefisket i Stortjørna (Lok I-5), samt Atnsjøen som er inkludert i *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*. Generelt sett har fiskebestandene i regionen hatt en positiv utvikling i løpet av siste 15 års periode. Spesielt har aurebestanden i Stortjørna økt kraftig, fra en tynn til en middels tett bestand fra 1998 til 2010 (Figur 44). Fangstutbyttet av røye i Stortjørna har imidlertid gått sterkt tilbake i samme periode. Fangstene av røye i dypere områder (12-20 m dyp) gir ingen indikasjoner på noen tetthetsøkning som følge av at aurebestanden har økt i grunnere områder. Lengdefordelingen hos aure tyder på en god og jevn rekruttering i siste tiårs periode (Figur 45). Røye har en irregulær lengdefordeling i både 2006 og 2010, noe som tyder på en dårligere og mer ujevn rekruttering i siste femårs periode.



Figur 44. Fangst av aure og røye pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) på 0-12 m dyp av Stortjørna (Lok I-5) og Atnsjøen (Lok I-1) fra henholdsvis periodene 1998 til 2010 og 1985 til 2010.



Figur 45. Lengdefordeling hos aure og røye fanget i Stortjørna (Lok I-5), i perioden 1998-2010. n= antall individ.

En lokalitet har fortsatt en tynn aurebestand (Måsåbutjern, Lok I-3), til tross for at vannkvaliteten er god. Manglende bestandsøkning hos aure i denne lokaliteten har trolig sammenheng med svært dårlige gytebekker. De fleste innsjøene i regionen har eller har hatt bestander av aure, mens røye, ørekyt og steinsmett er registrert i én eller flere lokaliteter. Atnsjøen har gode bestander av både aure og røye. Fangstutbyttet for de to artene i bunnære områder (0-12 m dyp) har i perioden 1985-2010 variert mellom henholdsvis 4-30 og 0-16 individ (*Figur 44*). Tettheten av røye er imidlertid størst på 12-35 m dyp, med 2-40 individ pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal.

#### 4.2.2 Region II – Østlandet-Sør

##### Bunndyr

Tre innsjøer i region II undersøkes årlig; Ø. Jerpetjern, Langtjern og Bredtjern. I tillegg ble innsjøene Storbørja, Holmsjøen og Nedre Furuvatn prøvetatt. Resultatene fra gruppe I og II sjøene viser små endringer i tilstand sammenlignet med foregående år. I Øvre Jerpetjern ble den moderat sensitive døgnfluearten *Siphonurus lacustris* registrert i strandsonen om høsten. Den økologiske tilstanden i Ø. Jerpetjern ble samlet vurdert som moderat til sterkt forursuringsskadet. I Langtjern ble det påvist småmuslinger. Bredtjern hadde en sterkt skadet fauna. I Holmsjøen og Nedre Furuvatn ble det påvist moderat forursuringssensitive bunndyrarter, mens småmuslinger var de eneste sensitive arter som ble registrert i Storbørja.

Vi har i tillegg data fra fire innsjøer som er undersøkt i forbindelse med et annet program: Langvatn, Tvetervatn og Store Lysern (undersøkt i 2009) og Ravnsjøen (2010). Disse innsjøene er tidligere undersøkt i forbindelse med Statlig program for forureningsovervåking (2002 og 2006). Langvatnet hadde en fauna bestående utelukkende av forursuringstolerante arter, mens det i de tre sistnevnte ble registrert noen få arter av moderat sensitive bunndyr. Den vanligste av disse var krepsdyret gråsugge (*Asellus aquaticus*). Tilstanden i disse fire innsjøene har ikke endret seg nevneverdig fra de forrige undersøkelsene. Samlet viser faunaen i innsjøene i region II at området bærer preg av forursuringsskade, en situasjon som har vært stabil siden overvåkingen startet.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 69 arter i region II (12 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2010. Det ble registrert en ny art i undersøkelsene gjennomført i 2009/2010.

Et utvalg av innsjøene i region II ble undersøkt i 1998 (SFT 1999), 2002 (SFT 2003), 2006 (SFT 2007) og på nytt i 2009/2010 (se kapittel 4.1). Antall arter var hhv. 50 (12 sjøer), 60 (11 sjøer), 51 (8 sjøer) og 58 (10 innsjøer). Artsantallet i 2009/2010 varierte mellom 24 og 39 for den enkelte innsjø. Survannsindikatorer (*Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica*, og *Diacyclops nanus*) sammen med moderat tolerante arter ble registrert i de fleste innsjøene og da ofte i større mengder. Dafnier er funnet i fem av totalt 12 undersøkte innsjøer i regionen, og i fire av disse ble det også registrert dafnier i 2009/2010.

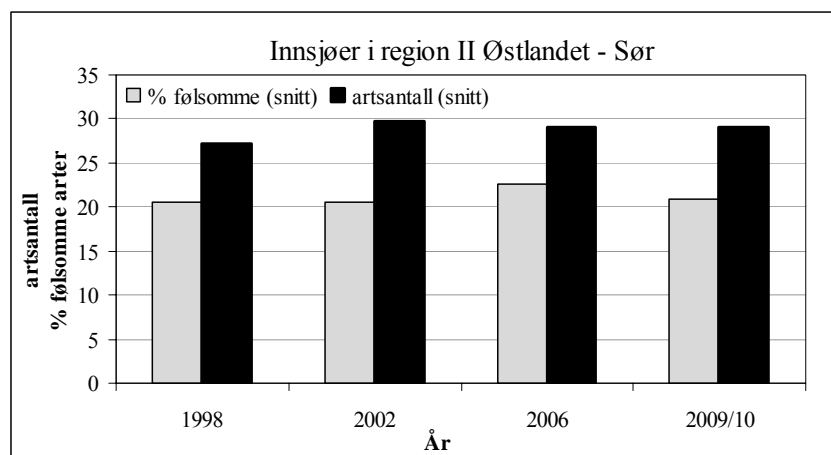
Totalt 8 innsjøer er undersøkt hvert fjerde år eller oftere. For den enkelte innsjø varierer artsantall og andel forursuringfølsomme arter mellom år, men samlet sett har det ikke vært noen endringer etter 2002 (*Figur 46*).

For tre av lokalitetene i region II fins det årlige krepsdyrdata fra 13-15 år i perioden 1996-2010 (Vedlegg F1-F2). Bredtjenn (Aremark) er en av de mest forursuringsskadete innsjøene i denne regionen. Sammensetningen i planktonet, med dominans av hoppekrepsen *Eudiatomus gracilis* og den svært forursuringstolerante vannloppen *Bosmina longispina* og ellers få arter, indikerer at innsjøen er sterkt forursuringsskadet. En ny forursuringfølsom vannloppe, *Alona karelica*, ble registrert i 2008. I 2010 var imidlertid krepsdyrfaunaen i Bredtjenn helt dominert av forursuringstolerante arter. Fra Langtjern (Flå) fins det, i tillegg til nyere krepsdyrundersøkelser, planktondata fra 1977. Prosentvis forekomst av den forursuringfølsomme arten *Daphnia longispina* i planktonet har i alle år vært lav. Andelen har

imidlertid vært noe høyere etter 2003, men på samme nivå som i 1977. Mengden av den moderat følsomme hoppekrepsen *Acanthodiatomus denticornis* har økt i løpet av overvåkingsperioden, men var svært lav i 2009-2010. Andel forsuringfølsomme arter har variert mellom 12 og 20 %. I Øvre Jerpetjern (Notodden) var andelen forsuringfølsomme arter relativt høy i årene 2005-2008 (18-21 %), mens den var lav i 2009 og 2010 (13-14 %). Forsuringstolerante arter dominerer både mht antall arter og individer og krepsdyrfaunane i innsjøen vurderes som sterkt forsuringsskadet.

Fra de øvrige overvåkingssjøene i regionen finnes det nå data fra tre år eller mer (de fleste undersøkes med et omdrev på fire år). I Langvatn (Oslo), som er undersøkt årlig i perioden 1996-1999 og siden hvert fjerde år, er det registrert relativt høy andel forsuringfølsomme arter. Blant annet ble den svært forsuringfølsomme hoppekrepsen, *Eucyclops macrurus*, registrert som ny art i 2009. Vannkvaliteten synes imidlertid å være ustabil, og *Daphnia longispina* er kun registrert i 1997 og i 2006. Ravnsjøen (Våler) og Store Lysern (Aurskog-Høland/Rømskog) har en krepsdyrfauna som er dominert av forsuringstolerante arter, med små mengder moderat følsomme arter (om lag 20 % av totalt artsantall). Forsuringsskadene vurderes som store, og det er kun små endringer over overvåkingsperioden. Storbørja (Kongsvinger) og Holmsjøen (Åmot) hører til de mindre forurete innsjøene i regionen; andel forsuringfølsomme arter utgjør om lag 30 %. En dafnie, *Daphnia longiremis*, er funnet i store mengder i alle år innsjøene er undersøkt. I Storbørja er i tillegg *Daphnia cristata* registrert i de to siste undersøkelsene, dvs. i 2006 og 2010. Denne siste arten er ikke funnet i noen av de øvrige overvåkingssjøene i regionen. Nedre Furuvatn (Nome) har en tynn bestand av *Daphnia longispina*. Andelen forsuringfølsomme arter er relativt lav (< 20 %), og innsjøen vurderes som moderat foruretet. Også Tvetervatn (Sarpsborg) vurderes som moderat forsuringsskadet. Andelen forsuringfølsomme arter er relativt høy (om lag 30 %), men det er ikke registrert verken dafnier eller andre svært forsuringfølsomme arter i innsjøen.

For enkeltlokaliteter i region II vurderes forsuringsskadene som liten til meget stor (god - svært dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunane. Resultatene fra region II gir så langt ingen eller kun svake tegn på en positiv utvikling i forsuringssituasjonen i regionen. Relativt store år til år variasjoner tyder på at vannkvaliteten er marginal i forhold til de krav som stilles for reetablering av forsuringfølsomme arter av småkreps.

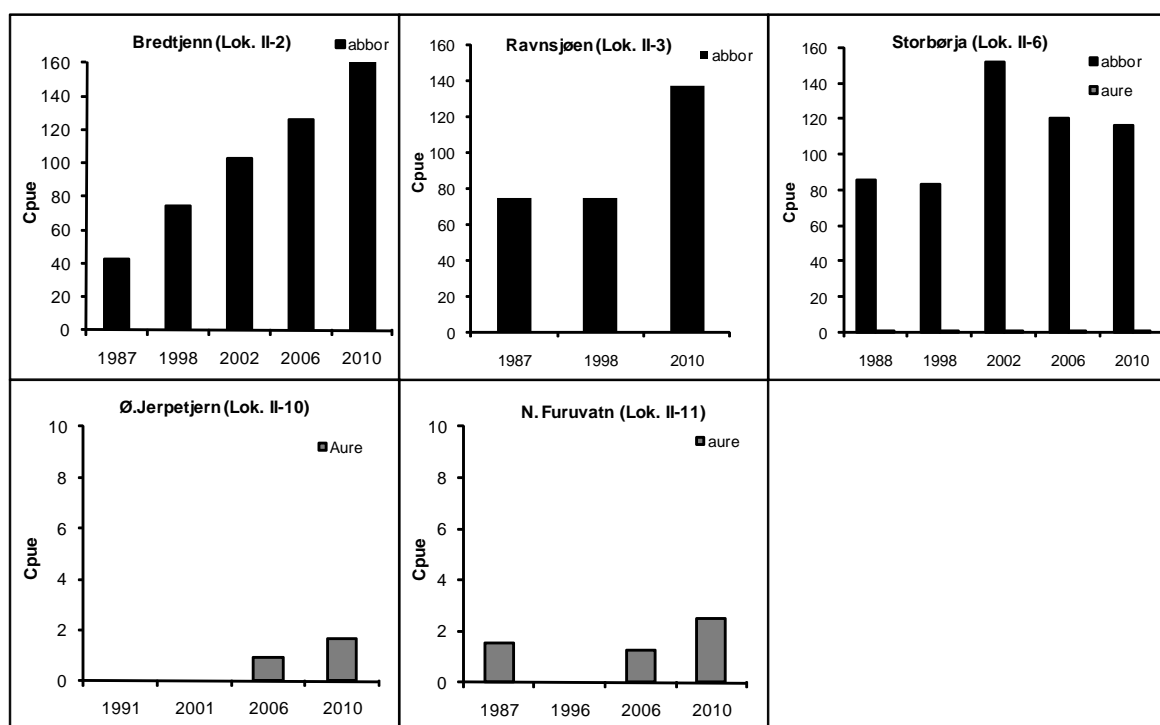


Figur 46. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsuringfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 8 innsjøer i region II (Østlandet – Sør) undersøkt i 1998, 2002, 2006 og 2009/2010.

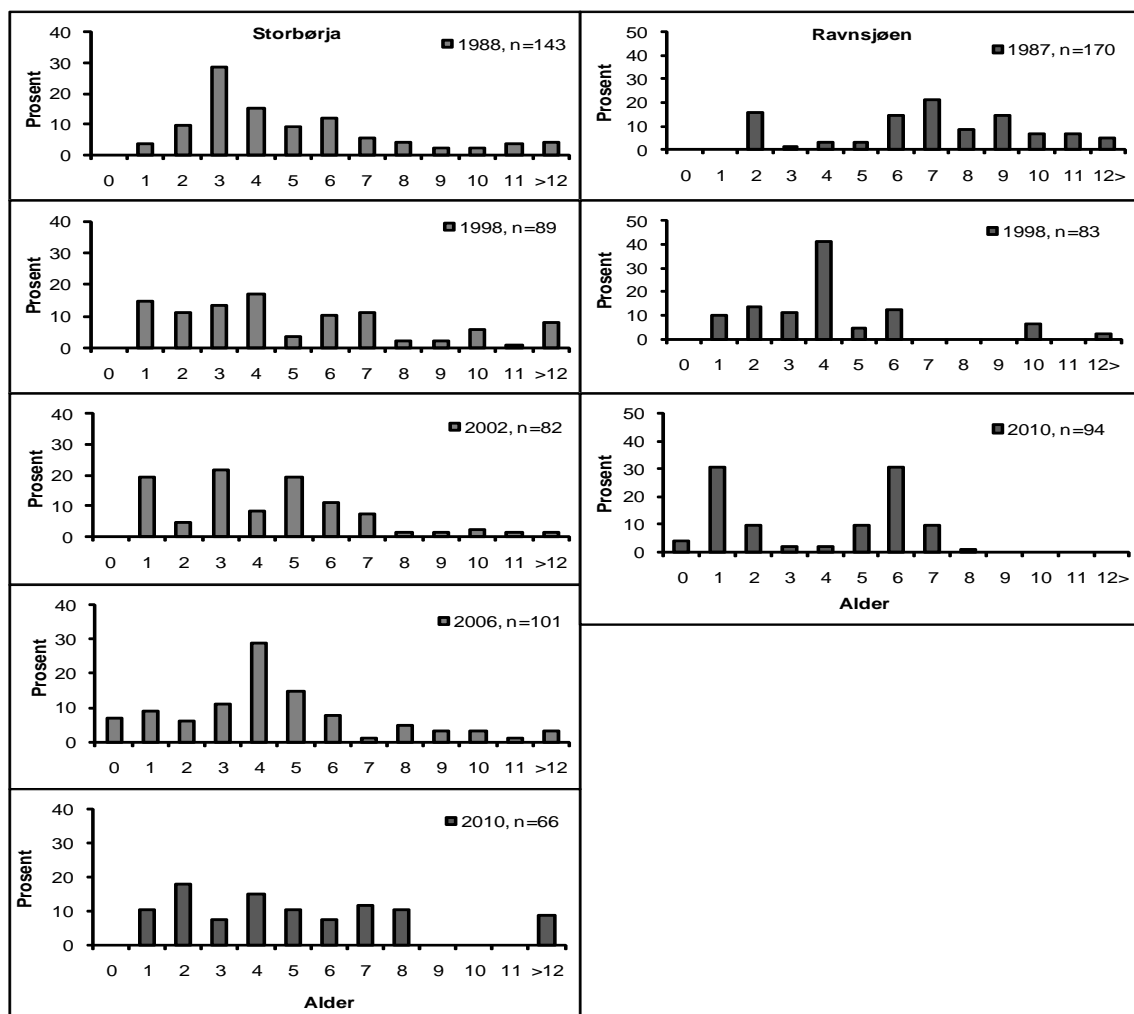
## Fisk

I region II ble fire innsjøer prøvefisket i 2010. I forbindelse med prosjektet *Basisovervåking i ferskvann* ble det i 2010 også foretatt prøvefiske i Ravnsjøen (Lok II-3), mens Tvetervatn, Store Lyseren og Langvatn var en del av dette prosjektet i 2009. Alle de undersøkte lokalitetene i denne regionen har tynne bestander av aure. Alle de undersøkte abborbestandene (n=7) har nå blitt svært tette, og de vurderes ikke lenger som skadde (*Figur 47 og Figur 65*). Alder- og lengdefordeling hos abbor i Storbørja, Ravnsjøen og Bredtjenn viser en god rekruttering (*Figur 48 og Figur 49*).

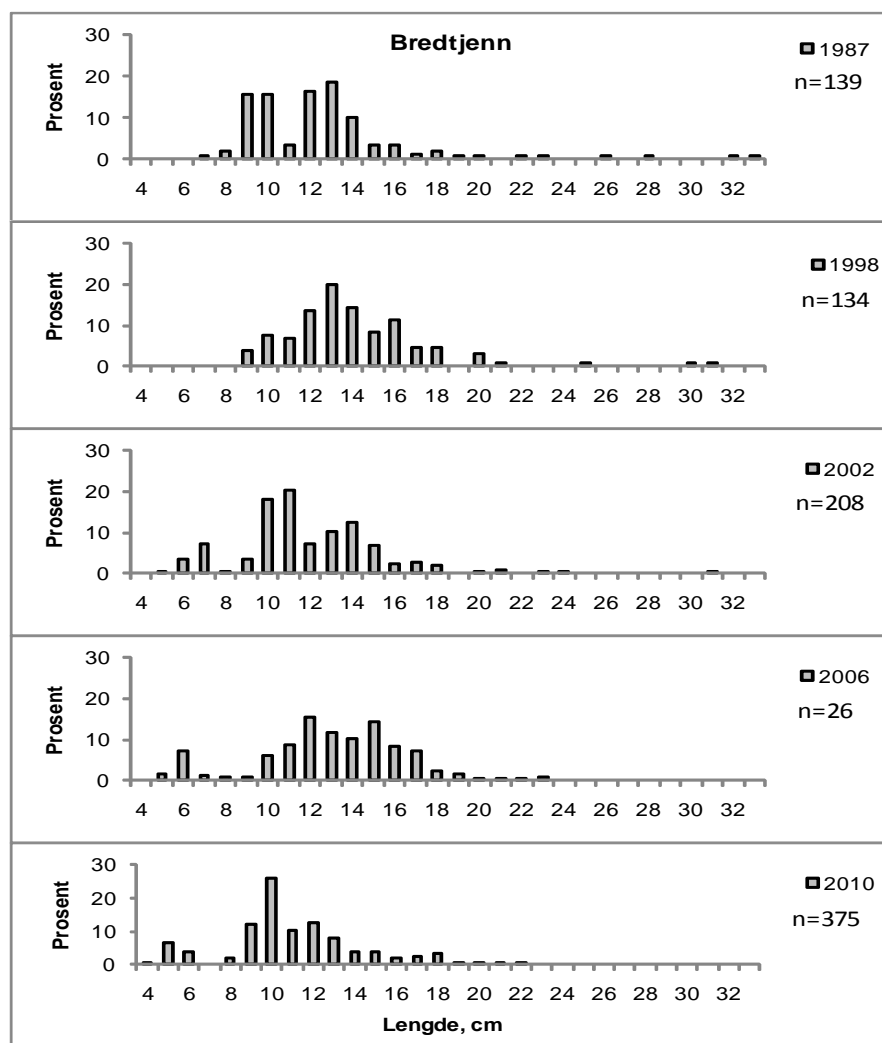
Bestandene av aure og røye har vært små gjennom hele undersøkelsesperioden, noe som trolig skyldes sterk konkurranse fra abbor. I Øvre Jerpetjern og i Nedre Furuvatn er det satt ut aure, men undersøkelsene i 2010 viste at det ennå ikke forekommer naturlig rekruttering. Begge bestandene må derfor fortsatt betegnes som meget tynne (*Figur 47*). Forsuringsskadene på fiskebestander i region II er avtakende, sjøl om fisketettheten fortsatt er lav i noen lokaliteter.



Figur 47. Fangst av abbor pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal på 0-6 m dyp (Cpue) i Bredtjenn (Lok II-2), Ravnsjøen (Lok II-3), abbor og aure i Storbørja (Lok II-6) og aure i Øvre Jerpetjern (Lok II-10,) og Nedre Furuvatn (Lok II-11) i ulike perioder fra 1987 til 2010.



Figur 48. Aldersfordeling hos abbor i Storbørja (Lok II-6) og Ravnsjøen (Lok II-3) i ulike år. n= antall fisk som er aldersbestemt.



Figur 49. Lengdefordeling hos abbor fanget i Bredtjenn (Lok II-2) i perioden 1987-2010. n= antall individ.

#### 4.2.3 Region III – Fjellregion Sør-Norge

##### Bunndyr

I region III ble det samlet inn prøver fra Heddersvatn og Rondvatn. I Heddersvatnet ble det, som tidligere år, registrert moderat sensitive bunndyrarter. I Rondvatnet ble døgnfluen *Baetis rhodani* registrert i utløpselva. I tillegg ble den moderat sensitive steinfluen *Capnia sp.* registrert i strandsonen.

##### Krepsdyr

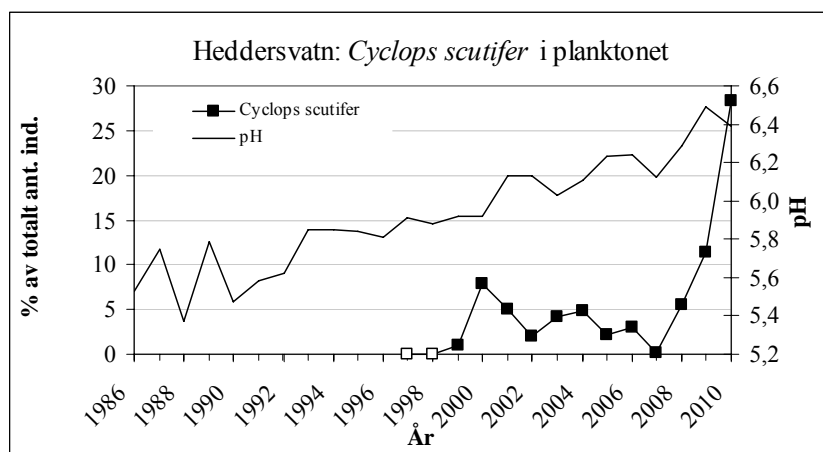
Totalt er det registrert 42 arter i region III (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1998-2010. Det ble registrert en ny art i forbindelse med overvåkingen i 2010.

Et utvalg av innsjøene i region III ble undersøkt i 2000 (SFT 2001) og på nytt i 2005 (SFT 2006). Antall arter var hhv. 33 (11 sjøer) og 29 (6 sjøer). Artsantallet i 2005 varierte mellom 8 og 19 for den enkelte innsjø. De fleste av artene er indifferente i forhold til pH. De vanlige survannsindikatorene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* er funnet i kun et fåtall av lokalitetene og da i små mengder, mens den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* er funnet i totalt åtte av innsjøene. Både artsantall og artssammensetning er typisk for høyfjellslokaliteter i Sør-Norge.

Andel forsuringfølsomme arter varierer omkring 20 %. Lave konsentrasjoner av kalsium og andre ioner kan være en medvirkende årsak til manglende funn av dafnier og andre forsuringfølsomme arter i enkelte av lokalitetene.

Fra to av lokalitetene fins det årlige krepsdyrdata for perioden 1997-2010 (Vedlegg F2). I Heddersvatn (Hjartdal), som i tillegg også ble undersøkt i 1978, ble *Cyclops scutifer* registrert for første gang i 1999 og er funnet i små mengder i alle de påfølgende årene (Figur 50). I 2009 og 2010 utgjorde arten hele 10-30 % av planktonet. Det ser ut til at arten har erstattet den mer forsuringstolerante *Acanthocyclops vernalis*. Dette tolkes som en respons på bedring i vannkvaliteten. I Rondvatn (Otta) ble det i 2010 registrert tre nye forsuringfølsomme arter, blant annet hoppekrepsen *Arctodiaptomus laticeps* og vannloppen *Daphnia longispina*. Dafnier er ikke tidligere registrert i innsjøen, verken i undersøkelser gjennomført i 1940 eller i 1986. Både Rondvatn og Heddersvatn har en artsfattig krepsdyrfauna; totalt er det kun registrert hhv 22 og 26 arter i løpet av overvåkingsperioden. I Heddersvatn er andelen forsuringfølsomme arter lav og variabel (0-20 %), mens denne er relativt høy i Rondvatn (20-42 %). I enkelte av fjellsjøene er det sannsynlig at det er andre forhold enn forsuring, for eksempel dårlig utviklet litoralsone, ugunstig klima og marginal vannkvalitet med lave ionekonsentrasjoner, som er begrensende faktorer for diversiteten av småkreps.

Innsjøene i region III er vurdert som ubetydelig/lite til sterkt forsuringsskadet (svært god/god - dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Resultatene fra region III indikerer at en gradvis bedring av vannkvaliteten nå følges av en svak, men positiv utvikling i krepsdyrfaunaen i innsjøer som tidligere har vært forsuringsskadet.



Figur 50. Andel (% av totalt individantall) av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* i Heddersvatn (region III, Fjellregionen Sør-Norge) i 1997-2010. Åpne symboler: ingen funn av arten i planktonprøver. pH er fra høstprøver.

### Fisk

Det ble ikke prøvofisket i noen innsjøer i region III i 2010. Alle de undersøkte lokalitetene ligger mer enn 1000 m o.h., og de fleste har forholdsvis tynne eller middels tette bestander av aure- og/eller røye. I Rondvatn gikk røyebestanden tapt på 1980-talet. I årene 1998-2000 ble det satt ut røye i innsjøen, og den har nå reprodusert og gitt opphav til en tett bestand. Regionen har en forholdsvis lav forurensningsbelastning, med lavt innhold av labilt aluminium (Vedlegg E). pH lå i 2010 rundt 5,9 og labilt aluminium var  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$ . Vi antar at spesielt aurebestandene i disse høyfjellsjøene i stor grad er rekrutteringsbegrenset.

#### 4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst

##### Bunndyr

I region IV ble Lille Hovvatn, Sognevatn og Bjorvatn undersøkt. I førstnevnte lokalitet ble det ikke registrert forsuringfølsomme bunndyr. Den moderat sensitive døgnfluen *Siphonurus sp.* er tidligere påvist i strandsonen, senest i 2009. Samlet viser de siste års registreringer at lokaliteten ennå er for sur til en permanent kolonisering av sensitive bunndyr. Prøvene fra Sognevatn viste et variert biologisk mangfold. Det ble registrert to arter av den sterkt sensitive døgnflueslekten *Baetis* i utløpselva. Til sammen ble det registrert fire steinfluearter og tretten arter vårfluer i prøvene fra Sognevatnet. Blant disse var det tre moderat forsuringfølsomme arter. Sognevatnet fremstår nå som upåvirket av forsuring. Bjorvatnet må karakteriseres som sterkt forsuringsskadd.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 66 krepsdyrarter i region IV (10 innsjøer) i perioden 1997-2010. Det ble registrert to nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2010.

Et utvalg av innsjøene i regionen ble undersøkt i 1999 (SFT 2000), 2003 (SFT 2004) og i 2007 (SFT 2008). Antall arter var hhv. 55 (10 sjøer), 53 (9 sjøer) og 51 (6 sjøer). Artsantallet for den enkelte lokalitet varierte i 2007 mellom 15 og 40. De fleste av artene er indifferente i forhold til pH, men en eller flere arter av de vanlige survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble funnet i alle vann. Også mer forsuringfølsomme arter som *Daphnia longispina* ble påvist, men kun i et fåtall av lokalitetene.

Tre av innsjøene overvåkes årlig (Vedlegg F1-F2). Bjorvatn (Birkenes) er moderat forsuringsskadet. De siste årene, særlig fra 2003, er det kommet inn flere moderat forsuringfølsomme arter av småkreps som tidligere ikke er registrert i innsjøen. Andelen forsuringfølsomme arter er imidlertid lav (varierer omkring 20 %), men generelt noe høyere de siste tre årene. Dersom de vannkjemiske forbedringene fortsetter, vil vi kunne forvente en positiv utvikling i forsuringstilstanden i Bjorvatn i løpet av få år. Lille Hovvatn (Birkenes) hører til de mest forsuringsskadede av overvåkingssjøene våre. I perioden 2005-2010 er det kun registrert forsuringstolerante arter. I 1998 og i 2009 ble det funnet noen få individer av hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. Etablering av denne vanlig forekommende arten er ofte et første tegn på en bedring i vannkvaliteten, men lave tettheter og kun sporadiske funn underbygger vurderingen av at Lille Hovvatn fremdeles er svært forsuringsskadet. I 2010 ble det funnet en ny art i Lille Hovvatn; vannloppen *Drepanothrix dentata*, men denne er ikke vurdert som relativt tolerant for forsuring. I Songevatn (Songdalen/Vennesla) er andelen forsuringfølsomme krepsdyrarter mer enn fordoblet etter 1997 sammenlignet med situasjonen på slutten av 1980-tallet, men datagrunnlaget fra de tidlige undersøkelsene er noe mangelfullt. Andelen *Daphnia longispina* i planktonet økte gradvis fra kun sporadiske funn og svært lave tettheter i 1997 til ca 5 % i 2003. Deretter har andelen av *Daphnia longispina* variert mellom <1 og 5 %. Predasjon fra fisk kan være en forklaring på at dafniene ikke utgjør en større andel av planktonet. Vi mangler imidlertid fiskedata for å kunne underbygge dette. I 2010 ble det funnet en ny svært forsuringfølsom art i Songevatn, hoppekrepsen *Cryptocyclops bicolor*. Denne har en begrenset utbredelse med de fleste funnene på Østlandet. Den er funnet i kun tre lokaliteter i Aust-Agder tidligere.

Krepsdyrsamfunnene viser stor variasjon og forsuringsskadene er vurdert som liten til meget stor (god – svært dårlig økologisk tilstand) for enkeltsjøene i region IV. Enkelte innsjøer viser små, men ustabile, positive endringer, men de fleste innsjøene viser ingen indikasjoner på endringer i forsuringstilstanden over overvåkingsperioden.

##### Fisk

Det ble ikke foretatt prøvefiske i noen innsjøer i region IV i 2010. Karakteristisk for forsøkslokalitetene i denne regionen er forholdsvis tynne aurebestander, mens bestandene av abbor er tette. Aurebestanden i én lokalitet har imidlertid hatt en positiv utvikling, Tussetjørn (Lok IV-1). Etter



2007 har det også vært en positiv utvikling hos abborbestanden i Kleivsetvatn. Denne bestanden ble tidligere vurdert til å ha svært dårlig tilstand (Klasse 5), men kan nå klassifiseres som moderat skadet (Figur 65). Denne lokaliteten ble imidlertid tatt ut av programmet fra 2008. Forsuringssituasjonen i regionen vurderes fortsatt som alvorlig, med mange tapte aure- og abborbestander (Klif 2011).

#### 4.2.5 Region V - Sørlandet-Vest

##### Bunndyr

Tre innsjøer i region V undersøkes årlig; Saudlandsvatn, Ljosvatn og Lomstjørne. Prøvene fra Saudlandsvatnet inneholdt flere moderat følsomme taksa. De seneste års resultater viser at forekomstene av de mest følsomme bunndyrene fortsatt er meget ustabile og at små vannkjemiske endringer kan slå disse ut igjen. En økende andel av sensitive organismer viser at det biologiske mangfoldet utvikler seg i positiv retning. Av arter som har etablert stabile bestander i Saudlandsvatnet i de seneste årene kan nevnes døgnfluene *Cloeon* sp. og *Siphonurus* sp. samt vårfluene *Tinodes waeneri*, *Oecetis testacea* og *Wormaldia* sp. Alle artene som har kommet tilbake er forventet, men fortsatt mangler det mange som finnes i uforsurete lokaliteter. I Ljosvatn ble det registrert moderat sensitive steinfluer i utløpet. Lokaliteten vurderes fortsatt som meget sterkt forsuringsskadet, men sporadiske funn av sensitive bunndyr kan tyde på at vatnet er inne i en fase av begynnende gjenhenting. I Lomstjørne ble det funnet flere meget følsomme og moderat følsomme arter. Døgnfluen *Baetis rhodani* var meget tallrik i utløpsbekken. Antall følsomme individ er økende, og Lomstjørne fremstår nå som lite forsuringsskadet.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 59 arter i region V (14 sjøer) i overvåkingsperioden 1996-2010. Det ble registrert en ny art i forbindelse med overvåkingen i 2010.

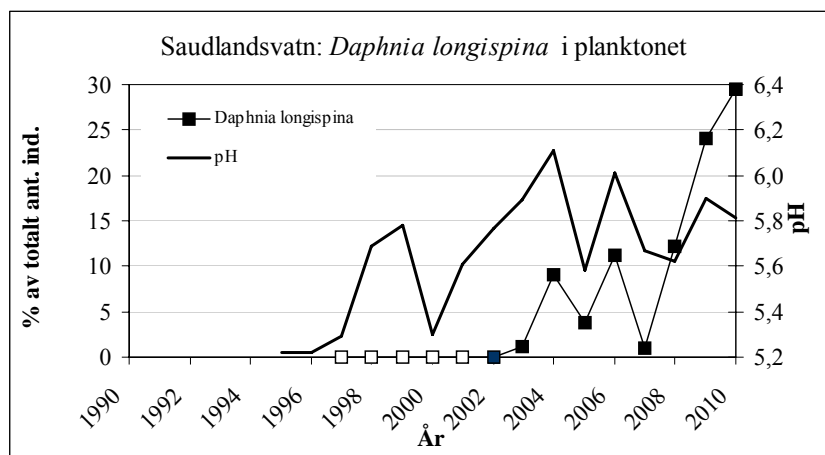
Et utvalg innsjøene i region V ble undersøkt i 1997 (SFT 1998), 2001 (SFT 2002), 2005 (SFT 2006) og i 2009 (se vedlegg F1-F3). Utvalget av sjøer er endret i løpet av overvåkingsperioden og mange innsjøer er kun undersøkt ett år. Artsantallet for den enkelte lokalitet varierte i 2009 mellom 11 og 30. Et flertall av innsjøene er ionesvake med lave kalsiumkonsentrasjoner, og de fleste innsjøene er karakterisert ved svært lave andeler av forsuringfølsomme arter. Survannsindikatorer som *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble funnet i flertallet av innsjøene, mens *dafnier* er registrert i kun fem av de totalt 14 undersøkte innsjøene.

Fra seks av sjøene foreligger det krepsdyrdata fra 1997, 2001, 2005 og 2009. Ytterligere fire innsjøer er undersøkt to eller tre av årene i denne perioden. Samlet sett er det en liten økning i relativ forekomst av forsuringfølsomme arter i perioden 1997 til 2009 (Klif 2010). Med få unntak gjelder den positive utviklingen alle overvåkingssjøene i denne regionen. Resultatene samsvarer også med den positive utviklingen som blant annet er registrert for fiskebestandene i denne regionen (Hesthagen & Østborg 2008).

Tre innsjøer blir undersøkt årlig (Vedlegg F1-F2). I Saudlandsvatn (Farsund) ble det i 2002, for første gang, funnet individer av *Daphnia longispina* i planktonet. Andelen av *D. longispina* har siden økt og denne har enkelte år, som i 2009 og 2010, vært en av de dominerende planktonartene (Figur 51). Andelen forsuringfølsomme arter har også økt de siste årene, men var likevel relativt lav i 2010 (20 %). Samlet indikerer resultatene en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen i innsjøen. Lomstjørne (Bjerkreim) vurderes som svakt til moderat forsuringsskadet med høye andeler forsuringfølsomme arter. Andelen *Daphnia longispina* i planktonet varierer imidlertid mellom år, og er sjelden større enn 5 %. Ljosvatn (Sokndal) hører til de mest forsuringsskadete av overvåkingssjøene våre. I perioden 2005-2007 har det imidlertid blitt registrert totalt fire nye moderat forsuringfølsomme arter i Ljosvatn; kun en av disse er funnet i påfølgende år. Andelen forsuringfølsomme arter er generelt lav og varierer dessuten mellom år. I 2009 ble det for eksempel

kun registrert en forsuringfølsom art mens det i 2010 ble funnet tre slike arter. Forholdene i Ljosvatn er foreløpig for ustabile og ugunstige til at forsuringfølsomme arter etablerer seg med gode bestander.

Innsjøene i region V er klassifisert som litt/moderat til sterkt forsuringsskadet (god – svært dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Resultatene fra region V indikerer at en gradvis bedring av vannkvaliteten følges av en svak, men positiv utvikling i krepsdyrfaunaen i de minst forsuringsskadete av innsjøene i denne regionen.

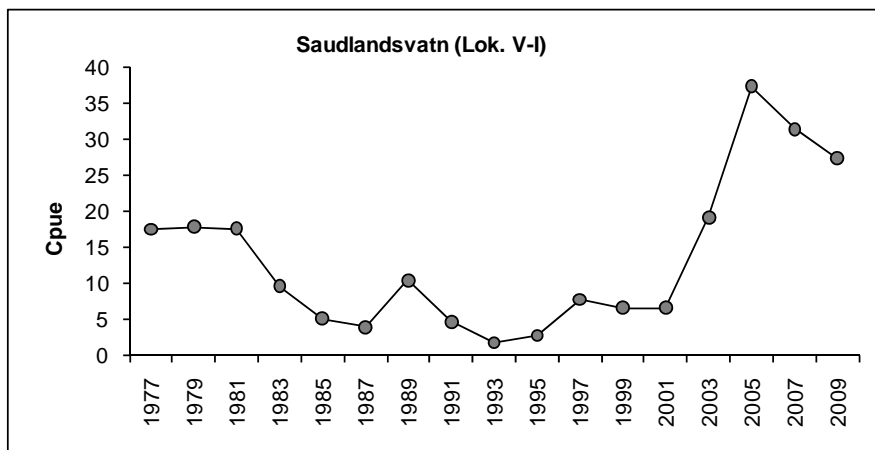


Figur 51. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* i Saudlandsvatn (region V, Sørlandet - Vest) i 1997-2010. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH er fra høstprøver (unntak 2004: gjennomsnitt av prøver tatt vår og sommer).

### Fisk

Ingen lokaliteter ble prøvofisket i region V i 2010. Sørlandet har flest tapte og skadde fiskebestander pga forsuring her i landet (Klif 2011). Av de fem aurebestandene som inngår i programmet, vurderes nå bare to som skadde. Dette gjelder Rundavatn og Vestre Flogevatn. Rundavatn ble sist prøvofisket i 1997, og bestandsforholdene kan derfor ha endret seg i positiv retning. Fangstutbyttet av aure i Vestre Flogevatn har økt noe fram til 2009, men bestanden må fremdeles karakteriseres som tynn.

Aurebestanden i Saudlandsvatn ble kraftig redusert på begynnelsen av 1980-tallet, og den holdt seg lav fram til 2001 (Figur 52). Men i løpet av de siste åra har bestanden økt kraftig, med en rekordhøy fangst i 2005. Også utbyttet i 2007 og 2009 var nesten på samme nivå, og bestanden har nå en svært god tilstand (Klasse 1). Elfisket på inn- og utløpet viser at rekrutteringen til bestanden også er god (Figur 72).



Figur 52. Fangstutbyttet av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnære områder (0-12 m dyp) av Saudlandsvatn i perioden 1977-2009.

#### 4.2.6 Region VI - Vestlandet-Sør

##### Bunndyr

I region VI ble Røyrvatnet undersøkt i 2010. Etter mange år med sterk foruringskade har Røyrvatnet vist tegn til gjenhenting av bunndyrfaunaen i de siste fire årene. I 2010 ble det registrert fem sensitive bunndyrtaksa i lokaliteten; døgnfluen *Baetis rhodani*, steinfluen *Diura nanseni* samt vårfluene *Hydropsyche siltalai*, *H. pellucidula* og *Lepidostoma hirtum*. Røyrvatn synes nå å føye seg til en generell positiv utvikling for regionen, se elveundersøkelsene.

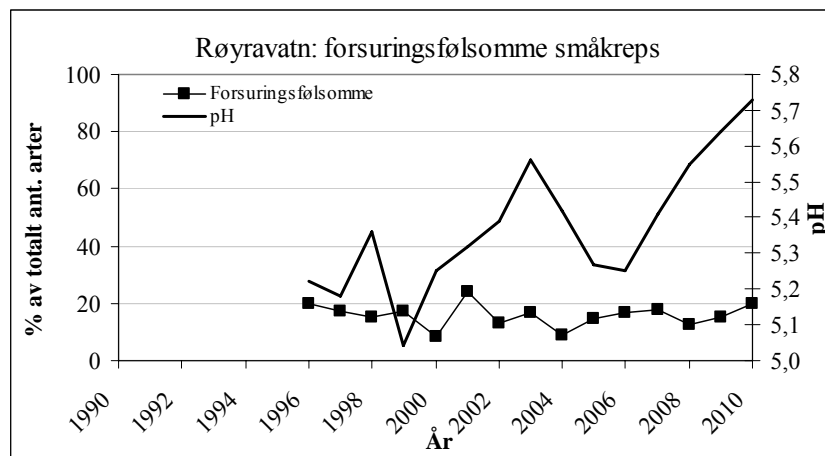
##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 45 krepsdyrarter i region VI (7 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2010. Det ble registrert en ny art i forbindelse med overvåkingen i 2010.

Et utvalg av innsjøene i region VI ble undersøkt i 2000 (SFT 2001) og fire av disse ble undersøkt på nytt i 2004 (SFT 2005) og i 2008 (SFT 2009). Antall krepsdyrarter var hhv. 32 (7 sjøer), 29 (4 sjøer) og 31 (4 sjøer). Typiske survannsindikatorer, representert ved en eller flere av artene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*, er funnet i alle innsjøene mens dafnier kun er registrert i tre av innsjøene, og da med svært lave tettheter. For øvrig var innsjøene dominert av moderat tolerante eller moderat foruringsfølsomme arter. Alle innsjøene i region VI er ionesvake og med lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3-0,9 mg Ca L<sup>-1</sup>). Ved slike marginale vannkvaliteter mangler ofte de mest foruringsfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forurettet.

Kun en av lokalitetene (Røyrvatn i Vindafjord) blir undersøkt årlig (Vedlegg F1). Her ble det i forbindelse med bunndyrundersøkelsene i 2000 registrert individer av *Daphnia* sp. i utløpselva. Først i 2009 ble *Daphnia galeata* funnet i planktonet, og da kun med ett individ i en prøve fra strandsonen. Arten ble ikke funnet i 2010. Likevel er det sannsynlig at dafnier finnes i svært lave tettheter i innsjøen. En ny moderat foruringsfølsom art, *Paracyclops affinis*, ble registrert i 2010. Krepsdyrundersøkelsene gir ellers ingen tegn på endringer i forurings situasjonen i Røyrvatn (Figur 53). Dette står i kontrast til den positive utviklingen som er registrert i fiskesamfunnene i denne regionen. Utsetting av røye, som nå reproducerer i innsjøen (Arne Fjellheim, pers. medd.), kan imidlertid forklare manglende gjenhenting av krepsdyrsamfunnet, og da spesielt de lave tetthetene av dafnier. De øvrige innsjøene som ble undersøkt både i 2000, 2004 og 2008 er også svært foruringskadede med lave andeler av foruringsfølsomme krepsdyr og kun mindre år til år variasjoner.

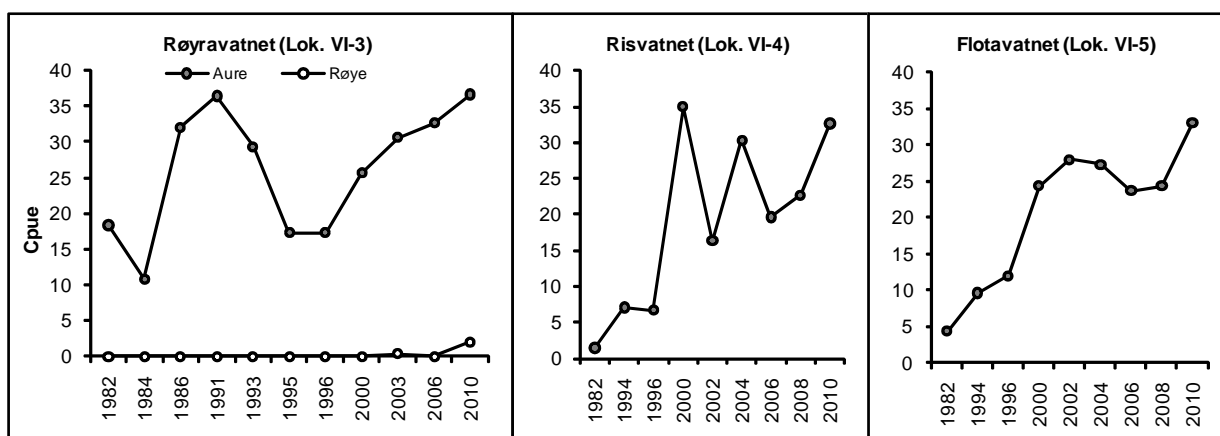
Forsuringsskadene basert på krepsdyrfaunaen er vurdert som moderat til stor (moderat-dårlig økologisk tilstand) for enkeltsjøene i region VI. Det er sannsynlig at forsuringssituasjonen er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor). Samlet sett vurderes imidlertid forsuringstilstanden for region VI å være uforandret basert på krepsdyrundersøkelsene.



Figur 53. Andel (% arter) av forsuringfølsomme småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) i Røyrvatn (region VI, Vestlandet - Sør) i 1996-2010. pH er fra høstprøver.

### Fisk

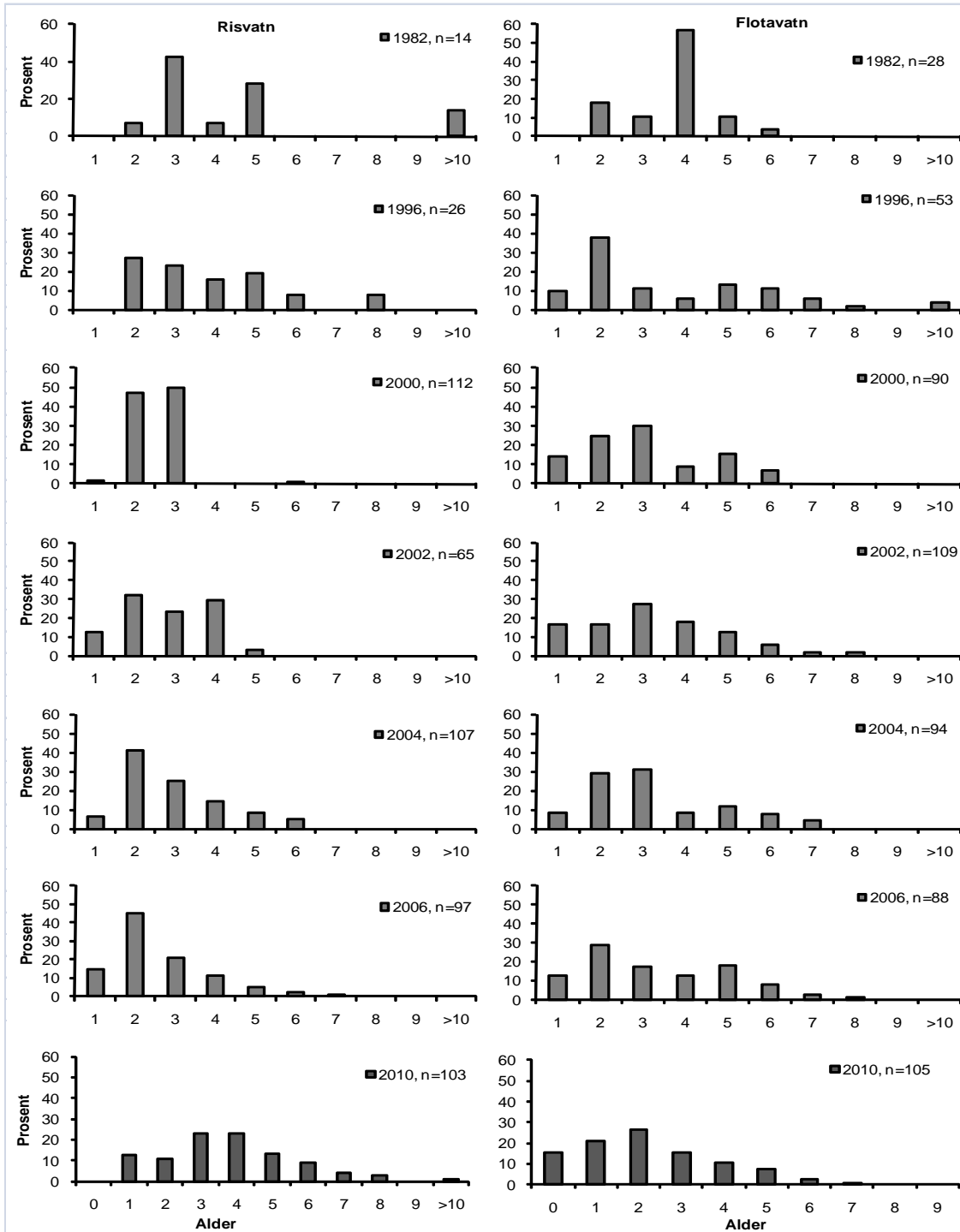
I region VI ble det prøvofisket i alle de tre innsjøene som inngår i overvåkingsprogrammet i 2010; Røyrvatn, Risvatn og Flotavatn. I løpet av de siste 10-15 åra har det vært en positiv utvikling i alle disse aurebestandene, som er eneste fiskeart (Figur 54). Dette har medført en endring av forsuringindeksen fra svært dårlig/dårlig tilstand for 1990 (Klasse 4-5), til god eller svært god tilstand i seinere år (Klasse 1-2). Risvatn og Flotavatn hadde begge tynne aurebestander fram til slutten av 1990-tallet, men seinere har de økt kraftig (Figur 54).



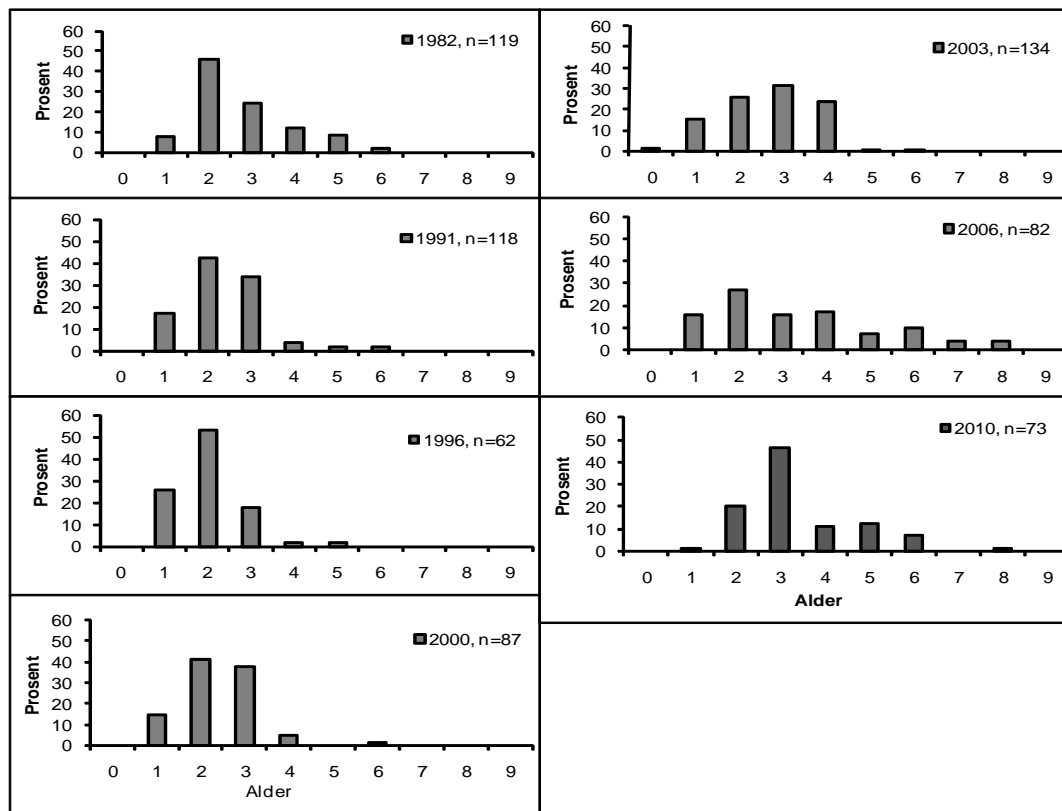
Figur 54. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnære områder (0-6 m dyp) av Røyrvatn (Lok VI-3), Risvatn (Lok VI-4) og Flotavatn (Lok VI-5) i Vikedalsvassdraget i perioden 1982-2010.

I Risvatn har aurebestanden variert noe i størrelse i siste tiår. Den vurderes nå som ikke-skadet med forsuringindeks > 1,0, dvs svært god tilstand (Klasse 1). Aldersfordelingen tyder på at rekrutteringen også har vært jevnere og mer stabil i de siste åra (Figur 55). I Flotavatn er det registrert en økning i

antall årsklasser i seinere år, og sterke og svake årsklasser er mindre dominerende enn i Risvatn. I Røyrvatn inntraff den positive utviklingen hos aure noe tidligere enn i Risvatn og Flotavatn, med en klar bestandsøkning allerede fra 1982/84 til 1986. Derimot skjedde det en bestandsreduksjon på midten av 1990-tallet, men i seinere år har den igjen økt. Aurebestanden i Røyrvatn domineres stort sett av to- og treåringer (*Figur 56*). Røyrvatn har også en liten bestand av røye etter at den ble reintrodusert på midten av 1990-tallet, med individ fra Fjellgardsvatn.



Figur 55. Aldersfordeling hos aure i Risvatn (Lok VI-4) og Flotavatn (Lok VI-5) i perioden 1982-2010. *n* = antall aldersbestemte individ.



Figur 56. Aldersfordeling hos aure i Røyrvatn (Lok VI-3) i perioden 1982-2010. n = antall aldersbestemte individ.

#### 4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord

##### Bunndyr

I region VII ble de årlige innsjøene Markhusdalsvatn, Nystølsvatn og Svartetjern undersøkt. Bunnfaunaen i Markhusdalsvatn var meget sterkt forsuret fram til 1999. Fra dette året er det sporadisk registrert moderat sensitive bunndyrarter i lokaliteten. I 2010 ble den moderat forsuringstolerante vårfluen *Lepidostoma hirtum* registrert i utløpsbekken. I Svartetjern ble det kun påvist tolerante arter. Nystølsvatn hadde en periode med sterkt forsuret bunnfauna i årene 2000 og 2001. Etter dette har vatnet vist sporadiske tegn til forbedring, med registreringer av moderat sensitive bunndyr. Faunaregistreringene i 2010 viste en forbedring sammenlignet med 2009. Til sammen fem ulike sensitive bunndyrarter ble registrert. I utløpsprøven ble det funnet flere eksemplarer av døgnfluen *Baetis rhodani*. Nystølsvatn er svært ionefattig og følgelig følsom for forsuring.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 52 krepsdyrarter i region VII (12 innsjøer) i perioden 1996-2010. Det ble registrert en ny art i forbindelse med overvåkingen i 2010.

Et utvalg av innsjøene i region VII ble undersøkt i 1999 (SFT 2000), 2003 (SFT 2004) og på nytt i 2007 (SFT 2008). Antall arter var hhv. 35 (12 sjøer), 31 (7 sjøer) og 38 (6 sjøer). Artsantallet for enkeltlokaliteter varierte i 2007 mellom 16 og 28. Samlet artsliste for regionen inkluderer både forsuringfølsomme og forsuringstolerante arter, inklusive survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*. Dafnier er ikke registrert i noen av lokalitetene som ble undersøkt i 2007. Overvåkingsjøene i regionen er alle næringsfattige med lave

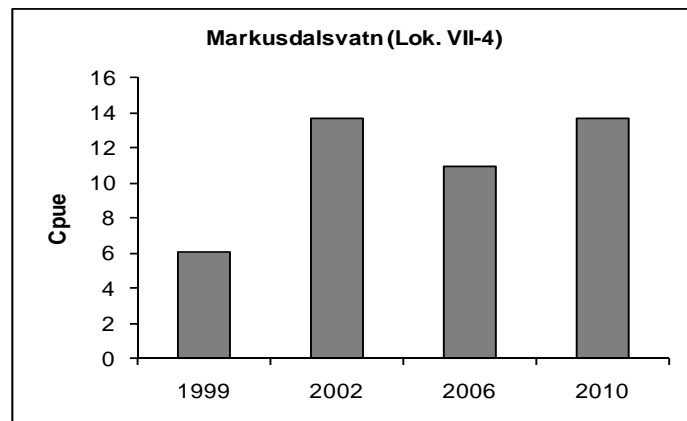
kalsiumkonsentrasjoner (0,1-1,0 mg Ca L<sup>-1</sup>). Ved slike marginale vannkvaliteter mangler ofte de mest forsuringsfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forsuret.

For tre av innsjøene i regionen fins det årlige krepsdyrdata (Vedlegg F1-F2); Markhusdalsvatn og Svartetjern (begge Masfjorden) og Nystølsvatn (Gaular). Andelen forsuringsfølsomme arter er lav i alle innsjøene, som for øvrig viser relativt store år til år variasjoner mhp. krepsdyrfaunaen. I Svartetjern har både antall arter og andelen forsuringsfølsomme arter økt siden 2004. Andel forsuringsfølsomme arter i Markhusdalsvatn er generelt noe høyere i siste fem års periode sammenlignet med årene før 2006. Mengdene av disse er imidlertid svært lave. I Nystølsvatn ble det i 2009 registrert en ny moderat forsuringsfølsom art, vannloppen *Alona intermedia*, men denne ble ikke funnet i 2010. Sett under ett så viser verken Nystølsvatn eller Markhusdalsvatn noen klar trend mhp. krepsdyrfaunaen.

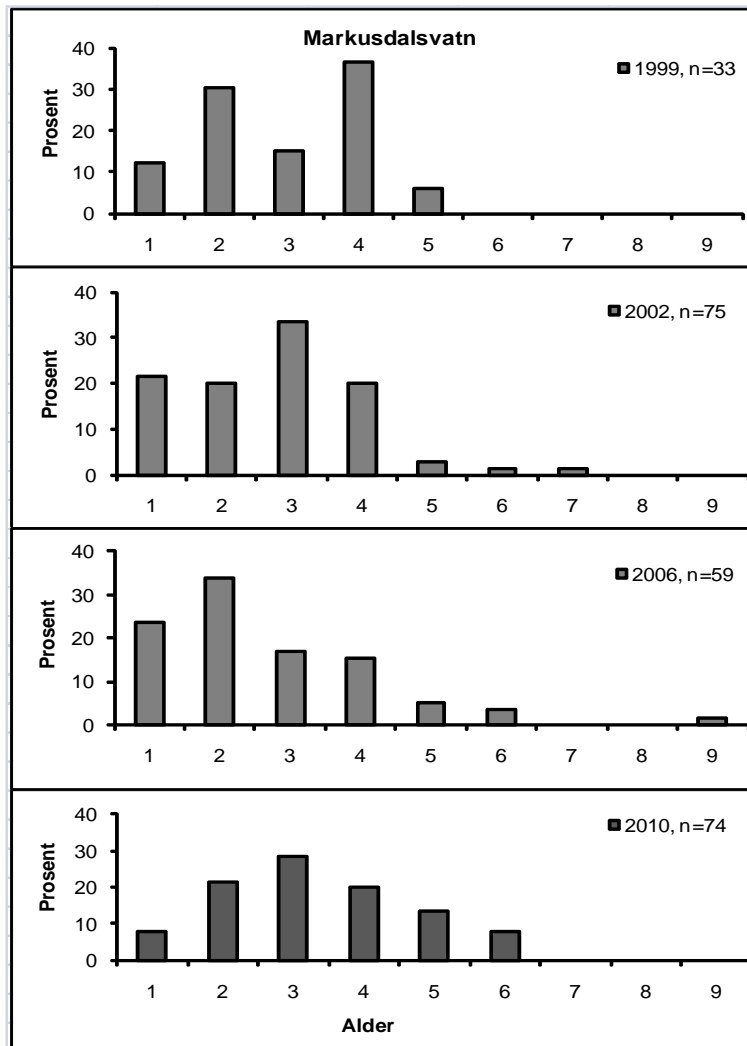
I 1999 ble krepsdyrfaunaen i totalt 12 innsjøer i regionen undersøkt. Innsjøene i region VII ble den gang klassifisert som ubetydelig/litt til sterkt/svært sterkt forsuringssskadet (svært god/god-dårlig/svært dårlig økologisk tilstand). Det er sannsynlig at forsuringsssituasjonen er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor). Datagrunnlaget er dessuten ikke tilstrekkelig til å vurdere om det har vært noen endring i forsuringsstilstanden basert på krepsdyrfaunaen.

### Fisk

I region VII ble det i 2010 prøvefisket i Markhusdalsvatn (Lok VII-4). Forsuringsindeksen for de undersøkte aurebestandene i denne regionen har variert fra tynn/meget tynn (Klasse 4-5) til middels tett/tett (Klasse 1-2). I Markhusdalsvatn ble fangstutbyttet av aure fordoblet fra 1999 til 2002, og har siden holdt seg på samme nivå (Figur 57). Tilstanden for aurebestanden i denne innsjøen karakteriseres nå som moderat (Klasse 3), men svært nær grensen til god (jfr. Tabell 15). Lokaliteten har imidlertid en marginal vannkvalitet, med pH mellom 5,1 og 5,7, kalsium på 0,2 mg L<sup>-1</sup> og labilt Al rundt 22 µg L<sup>-1</sup> (Vedlegg E). Aldersfordelingen hos aure i Markhusdalsvatn tyder imidlertid på en jevn og god rekruttering (Figur 58). Region VII har fortsatt en del tapte og reduserte aurebestander (Klif 2011).



Figur 57. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal (Cpue) på 0-12 m dyp i Markhusdalsvatn (Lok VII-4) i perioden 1999-2010.



Figur 58. Aldersfordelingen hos aure i Markhusdalsvatn (Lok VII-4) i perioden 1999-2010. n = antall aldersbestemte individ.

#### 4.2.8 Region VIII - Midt-Norge

##### Bunndyr

I region VIII undersøkes Svartdalsvatn årlig. I Svartdalsvatn ble det registrert moderat forsuringssensitive bunndyrarter. Situasjonen i dette vatnet har vært stabil i de senere år.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 58 arter i region VIII (10 innsjøer) basert på overvåkingen i 1998-2010. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2010.

Et utvalg av innsjøene i region VIII ble undersøkt i 2001 (SFT 2002, 2003) og på nytt i 2005 (SFT 2006). Antall arter var hhv. 42 (10 sjøer) og 48 (7 sjøer). Antall krepsdyrarter varierte i 2005 mellom 12 og 35 for enkeltlokaliteter. De fleste av artene er indifferente i forhold til forsuring eller kun moderat følsomme. Survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble kun funnet i små mengder mens arter som indikerer en noe bedre vannkvalitet, f.eks. *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina*, *Eucyclops macrurus* og *Eucyclops macruroides*, er påvist i små eller moderate mengder i fem av innsjøene. Sistnevnte art, som er funnet i to av overvåkingssjøene, er



ikke tidligere registrert i Midt-Norge. Andel forsuringfølsomme arter var generelt høy og lå i snitt på 20 % for regionen. Lavest andel forsuringfølsomme arter ble funnet i ionesvake fjellsjøer som Svartdalsvatn, Øvre Neådalsvatn og Skjerivatn. Innsjøene i region VIII er alle næringsfattige med lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3 - 1,1 mg Ca L<sup>-1</sup>). Ved slike marginale vannkvaliteter mangler ofte de mest forsuringfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forsuret. Med bakgrunn i belastningsdata er regionen antatt å være lite påvirket av sur nedbør.

Kun Svartdalsvatn i Lesja overvåkes årlig (Vedlegg F1). Undersøkelser av denne høyfjellslokaliteten viser årlige forekomster av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina*. Med unntak av 1999 og 2000 har andelen imidlertid vært lave, og de siste fem årene < 1 %. Lave tettheter av dafnier er også registrert i andre ionefattige klarvannssjøer (Schartau m.fl. 2006). Songsjøen (Orkdal) ble undersøkt i 2009, som den eneste av innsjøene som overvåkes hvert 4. år. Innsjøen er også undersøkt i 2001 og 2005 og totalt er det registrert 47 arter av krepsdyr i overvåkingsperioden, noe som vurderes som høyt. Innsjøen har også en høy andel forsuringfølsomme arter (i overkant av 30 %). Artsinventaret viser imidlertid store år til år variasjoner. Songsjøen har vært relativt grundig undersøkt i perioden 1991-97 (forskningsprosjekt), og det er her funnet fem arter i tillegg til de registreringene som er gjort i forbindelse med den ordinære overvåkingen (Ann Kristin Schartau, pers.medd.). I de fleste innsjøer vil mange arter opptre i så lave tettheter at de ikke fanges opp ved vanlig overvåkingsmetodikk. Noen arter blir dessuten kun registrert i enkelte år uten at de klarer å etablere en fast bestand i innsjøen. År til år variasjoner i artsantall og -sammensetning forventes dessuten å være større for en ikke-forsuret referansesjø enn for en forsuret innsjø.

Innsjøene i region VIII ble i 1999 vurdert som lite til sterkt forsuringsskadet (svært god-dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Innsjøene i denne regionen er alle næringsfattige med lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3 - 1,1 mg Ca L<sup>-1</sup>). Det er derfor sannsynlig at forsuringssituasjonen i enkelte av lokalitetene er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten.

### **Fisk**

Ingen innsjøer ble prøvefisket i region VIII i 2010. De fleste aurebestandene i regionen har hatt en positiv utvikling i seinere år, men med til dels store variasjoner i forsuringindeksen (Klasse 2-4) (Figur 64). Forurensningsbelastningen for regionen er blant de laveste i landet (Klif 2011).

## **4.2.9 Region IX - Nord-Norge**

### **Bunndyr**

I region IX er Nedre Kaperdalsvatn undersøkt årlig. Antall registrerte taksa og individer har i alle år vært lavt i innsjøen. I 2010 ble døgnfluen *Baetis rhodani* samt steinfluene *Diura nanseni* og *Capnia* sp. registrert. Funnet av *Baetis* viser at lokaliteten har hatt en god vannkvalitet i 2010. Sporadisk fravær av arten i tidligere år tyder på at vannkvaliteten er ustabil over tid.

### **Krepsdyr**

Krepsdyrfaunaen i seks innsjøer i region IX ble undersøkt i 1999 (SFT 2000). Totalt ble det registrert 35 arter av planktoniske og litorale krepsdyr. Artsantallet for enkeltlokaliteter undersøkt i 1999 varierte mellom 11 og 20. De fleste av artene er indifferente i forhold til forsuring, men survannsindikatorene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble registrert i flere av innsjøene. Også arter som indikerer en noe bedre vannkvalitet er påvist, som f.eks. *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina* og *Eucyclops macrurus*. Lavt arts mangfold ble registrert i ionesvake innsjøer med Ca-konsentrasjoner < 0,5 mg L<sup>-1</sup>. Disse innsjøene hadde dessuten en god aurebestand. Både lave Ca-konsentrasjoner og høy predasjon fra fisk kan være begrensende faktorer for forekomsten til enkelte arter som for eksempel dafnier.

Kun en lokalitet er undersøkt årlig siden 1999 (Vedlegg F2). Krepsdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn (Tranøy) er artsfattig med dominans av moderat forsuringstolerante arter. Andelen

forsuringsfølsomme arter per år varierer mellom 15 og 29 %. For øvrig varierer krepsdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn relativt mye, og det er lite som tyder på en generell endring i forsuringstilstanden.

Innsjøene i region IX ble i 1999 vurdert som ubetydelig/litt til moderat forsuringsskadet (svært god/god – moderat økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Det er sannsynlig at forsuringssituasjonen i enkelte av lokalitetene er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor).

### **Fisk**

I region IX ble siste prøvafiske foretatt i 1999. Alle de undersøkte innsjøene har aure, og de med mer enn ett års data viser små endringer i fangstutbytte. Resultatene fra disse innsjøene gir ingen indikasjoner på at det eksisterer fiskeskader. Region IX har også en lav forsuringbelastning (Klif 2011).

## **4.2.10 Region X - Øst-Finnmark**

### **Bunndyr**

I region X undersøkes bunnfaunaen i Dalvatn årlig. I 2010 ble døgnfluen *Baetis rhodani* funnet i utløpselva. I tillegg ble vanlig damsnegl, *Radix balthica* registrert i utløpselva. Resultatet står i kontrast til fjoråret da disse artene ikke ble registrert. Vatnet har foreløpig en ustabil bunndyrfauna.

### **Krepsdyr**

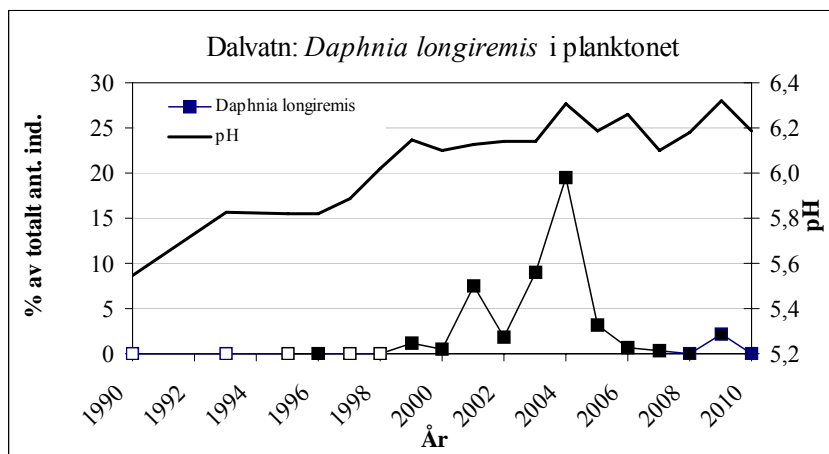
Totalt er det funnet 44 arter av krepsdyr i region X (6 innsjøer) i perioden 1996-2010. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2010.

Et utvalg av innsjøene i region X ble undersøkt i 2000 (SFT 2001) og fire av innsjøene ble undersøkt på nytt i 2004 (SFT 2005) og i 2008. I disse undersøkelsene ble det registrert hhv. 31 (6 sjøer), 24 (4 sjøer) og 27 arter (4 sjøer).

Kun Dalvatn på Jarfjordfjellet i Sør-Varanger blir undersøkt årlig (Vedlegg F2). Fra denne lokaliteten fins det også data fra de fleste år i perioden 1990-1995. Andelen av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longiremis* i planktonet økte fra den første gang ble registrert i 1996 til om lag 20 % i 2004. Mengden av dafnier har imidlertid vært svært lav de siste seks årene til tross for videre forbedringer i vannkvaliteten (Figur 59). Mengden av andre forsuringfølsomme arter varierer også over år, men var spesielt høy i 2004 og noe lavere de siste årene. Fra ytterligere tre innsjøer foreligger det krepsdyrdata fra 2000, 2004 og 2008. Det er også gjennomført planktonundersøkelser i disse lokalitetene i perioden 1990-91. Innsjøene viser relativt store år til år variasjoner i krepsdyrfaunaen, og forholdene i 2008 var generelt dårligere med lavere andel forsuringfølsomme arter og individer enn i tidligere år.

Etter 2000 er det sannsynlig at andre forhold enn forsuring har hatt en betydning for utviklingen i krepsdyrfaunaen. For eksempel kan forekomst av krepsdyrspisende fiskearter (røye og trepigget stingsild) være en forklaring på at dafniene ikke utgjør en større andel av planktonet i Dalvatn og Store Skardvatn. De siste årene har dessuten NILU målt økte konsentrasjoner av tungmetaller, særlig kobber og nikkel, i nedbør på Jarfjordfjellet (se kapittel 3.4.2). Dafnier er følsomme for tungmetaller, men det er imidlertid usikkert om nivåene i innsjøene er så høye at disse kan forklare nedgangen i tettheten av dafnier.

Innsjøene i region X er klassifisert som litt/moderat til sterkt forsuringsskadet (god/moderat - dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen.



Figur 59. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longiremis* i Dalvatn (region X, Øst-Finnmark) i 1990-2010. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH fra høstprøver i samme periode.

### Fisk

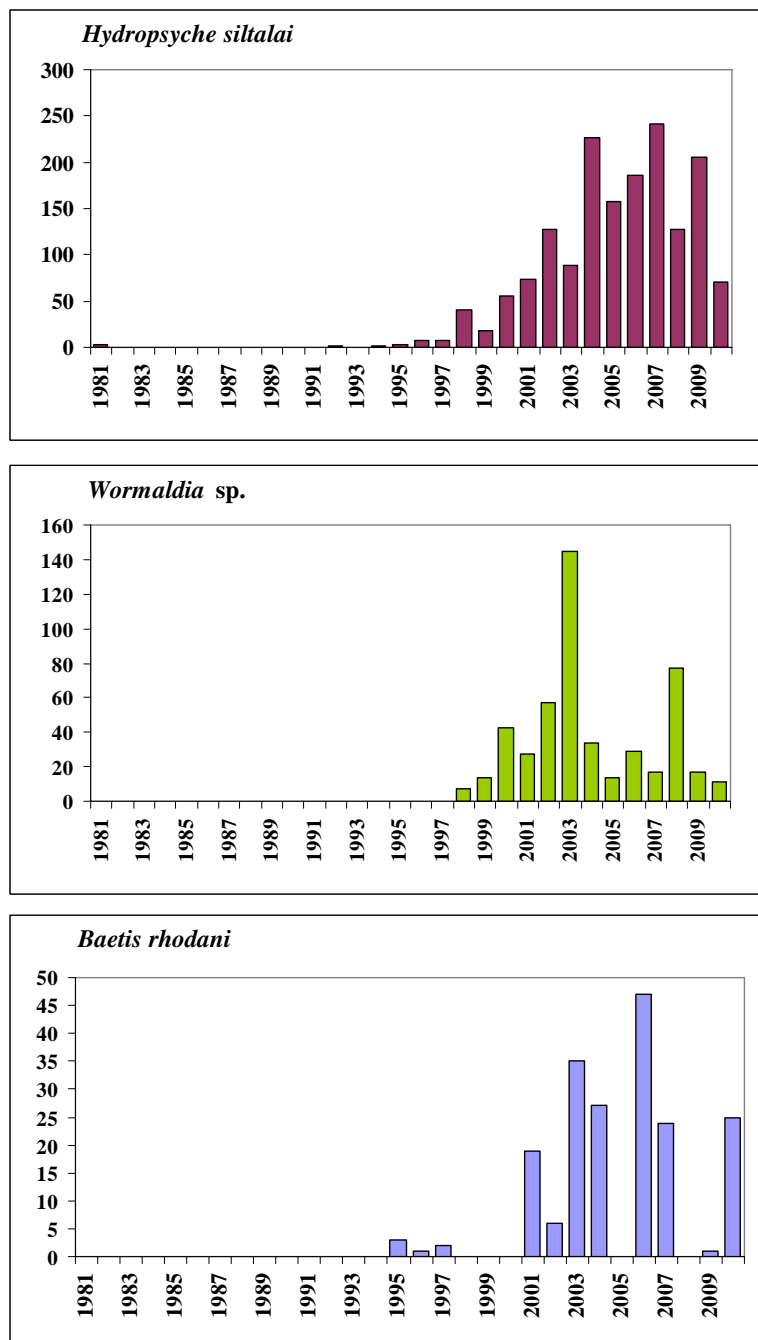
I 2010 ble ingen av de tre innsjøene i region X prøvofisket. Det har vært en økning i fangstutbyttet av aure fra 1990-tallet og fram til 2008 i alle de tre innsjøene (SFT 2009). To av lokalitetene har også en røyebestand. Erfaringstall fra lokaliteter med aure/røyebestander tyder på at disse aurebestandene har gått fra å være dårlige/svært dårlig (Klasse 1-2) på begynnelsen av 1990-tallet, til nå å være svært gode (Klasse 1). Første Høyfjellsvatn har en svært tynn aurebestand pga manglende gytebekker, og er derfor tatt ut av fiskeundersøkelsene. Regionen har store årlige variasjoner i forureningsbelastning, men vannkvaliteten har bedret seg kraftig i løpet av de siste 15 åra (Klif 2011).

## 4.3 Utvikling i forsuringstilstanden

### Bunndyr

Saudlandsvatn (region V) har vært overvåket siden 1981. Utviklingen av følsomme taksa for Saudlandsvatn og nærliggende områder har vært meget positiv fra 1990. I 2010 ble det registrert ni følsomme taksa i Saudlandsvatn, mot tre i 1990. Dette viser at det biologiske mangfold i lokaliteten er økende. Vårfluene *H. siltalai* og *Wormaldia occipitalis* er eksempler på følsomme arter som kom tilbake i siste halvdel av nittitallet i bekkelokaliteter nær Saudlandsvatn (Figur 60). Den sterkt forsuringssensitive døgnfluen *B. rhodani* viser en ustabil gjenhentingsprosess. Det ble registrert 25 individer av arten i 2010 (Figur 60), mot ett eksemplar i 2009 og ingen i 2008. Sporadisk fravær er sannsynligvis forårsaket av sure episoder. Vannkvaliteten er foreløpig for ustabil for en permanent etablering av arten. Moderat følsomme arter viser derimot stabile bestander.

I tidligere rapporter er det påpekt at det er blitt registrert flere igler i lokaliteter på Sørlandet. I region V er kun en igleart, blodigle, oppført som sikker for regionen, mens andre igler er angitt med usikker forekomst i hht. Fauna Norvegica (Aagaard & Dolmen 1996). Dyregruppen har trolig vært sparsomt utbredt i regionen tidligere, noe som kan skyldes forsuring. Vi har indikasjoner på at iglene er moderat følsomme for surt vann, mens noen av deres viktigste næringsorganismer, som f. eks. snegl, er meget følsomme. Overvåkingen har vist at toøyet flatigle (*Helobdella stagnalis*), hundegle (*Erpobdella octoculata*) og andegle (*Theromyzon tessulatum*) har blitt mer vanlige i flere lokaliteter på Sørlandet. I 2010 ble det registrert igler i Sognevatnet og Saudlandsvatnet. Utviklingen tolkes som en positiv effekt av redusert forsuring, både på iglene og på viktige næringsdyr.

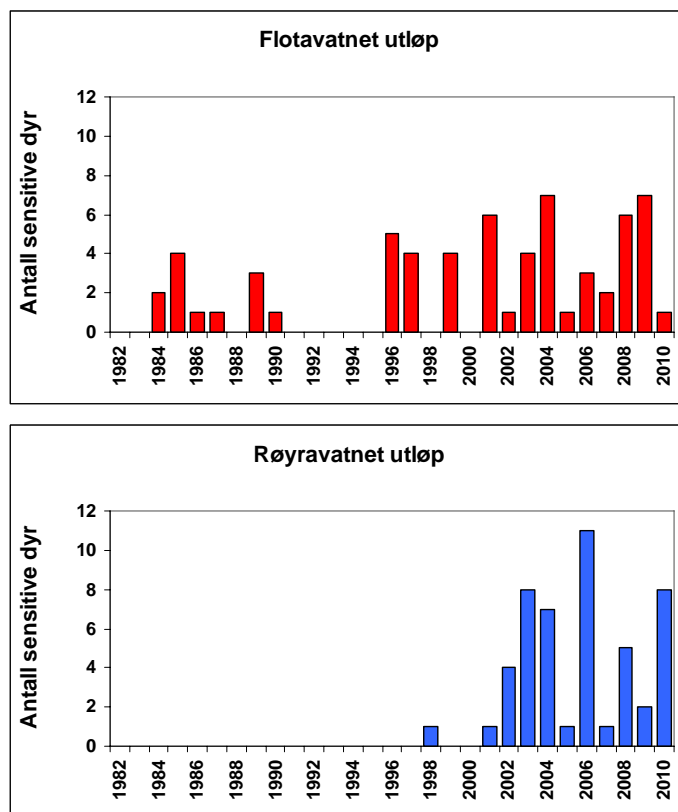


Figur 60. Antall registrerte individer av vårfluen *Hydropsyche siltalai* og *Wormaldia sp.* samt døgnfluen *Baetis rhodani* i Saudlandsområdet (Farsund) i perioden 1981-2010.

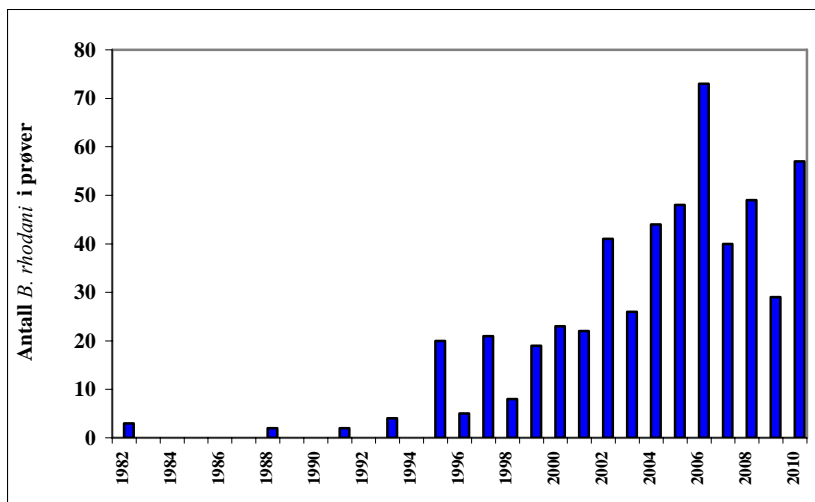
I region VI har den delen av Vikedalsvassdraget som ligger oppstrøms kalkdosereren inngått i overvåkingen siden 1982. Elva fra Flotavatn har gjennom hele perioden hatt sporadiske innslag av den moderat forsuringfølsomme steinfluen *Diura nanseni* (Figur 61). Døgnfluen *B. rhodani* ble påvist i lokaliteten i 2001. Forsuringnivået i lokaliteten er ennå ikke akseptabelt. Det biologiske mangfoldet i lokaliteten vil øke dersom vannkvaliteten bedres. Bunndyrfaunaen i elva fra Røyravatn har vist at lokaliteten var sterkt forsuret i perioden 1982-1997. Situasjonen i de senere årene viser en endring i positiv retning (Figur 61), med en redusert forsuringsskade og økning i biologisk mangfold. Det observeres årlig ulike moderat sensitive arter her. I 2006 ble *Baetis rhodani* registrert for første gang i

lokaliteten da det ble funnet ett individ av arten i utløpselva. Arten ble registrert på nytt i 2008 og i 2010. Vi regner med at det ennå vil ta tid å etablere en stabil bestand av arten i denne lokaliteten. I tillegg til *B. rhodani* ble det registrert flere moderat sensitive bunndyr i lokaliteten: steinfluene *Diura nanseni* og *Isoperla grammatica* samt vårfluene *Lepidostoma hirtum*, *Hydropsyche silatalai* og *H. pellucidula*.

Den nedre, ukalkete delen av Vikedalsvassdraget har vist en markert gjenhenting av bunndyrfaunaen i de senere år. Utviklingen til døgnfluen *B. rhodani* i en lokalitet som ligger nedstrøms Fjellgardsvatnet, men oppstrøms kalkdosereren, er et eksempel på dette (Figur 62). Her ble arten bare registrert sporadisk i tidsrommet 1982 til 1994. Etter 1995, viser arten stabile forekomster.



Figur 61. Forekomst av forsureningsensitive bunndyr i utløpselvene fra Flotavatnet og Røyrvatnet (Vikedal) i perioden 1982-2010.



Figur 62. Forekomst av døgnfluen *Baetis rhodani* i en ukalket elvelokalitet nedstrøms Fjellgardsvatnet (Vikedal) i perioden 1982-2010.

I region VII har vi overvåket utløpselva fra Ø. Botnatjønn og Markhusdalsvatn siden 1991 og innløp og utløpselv fra Nystølsvatn siden 1984. De to førstnevnte lokalitetene har vært meget sterkt forsuringsskadet i mesteparten av perioden, men i 1999 ble det funnet moderat forsuringfølsomme taksa. Prøvene fra de siste årene indikerer ustabil vannkjemi, til tross for en positiv tendens i utviklingen av følsom fauna og biologisk mangfold. Bunndyrfaunaen i Nystølsvatn, har vist tendenser til en positiv utvikling. I 2010 ble det registrert forsuringssensitive bunndyr i utløpselva.

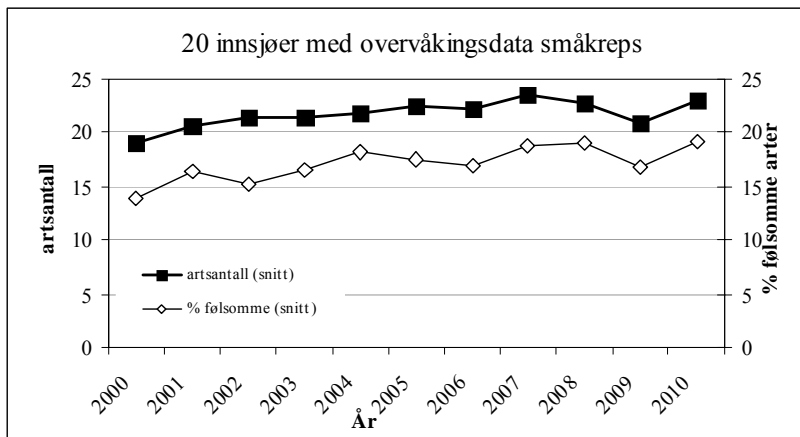
### Krepsdyr

Totalt 20 av lokalitetene som ble undersøkt i 2010, var innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2 sjøer) inkludert tre referansesjøer. 17 av innsjøene er undersøkt siden 1997 eller tidligere. Fra og med 2000 finnes det årlige krepsdyrdata fra alle de 20 innsjøene. Basert på snittverdier har det vært en liten økning i andel forsuringfølsomme småkreps og antall arter fram til 2007 (Figur 63). Deretter er resultatene mindre entydige. Av de forsurete innsjøene har i underkant av halvparten vist enkelte indikasjoner på endringer i positiv retning, særlig fra og med 2001. For tre av innsjøene (Langtjern i Østlandet - Sør, Saudlandsvatn i Sørlandet - Vest og Svartetjern i Vestlandet - Nord) er endringen så entydige at vi nå kan snakke om en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen. Songevatn i Sørlandet - Øst og Dalvatn i Øst-Finnmark viste tidligere en positiv utvikling med økte tettheter av dafnier og økte andeler av forsuringfølsomme krepsdyr. Situasjonen har imidlertid stagnert eller vært mindre positiv de siste seks-syv årene. Artssammensetningen av krepsdyrfaunaen indikerer at miljøforholdene er ustabile med relativt store år til år variasjoner. Disse variasjonene kan også ha andre årsaker enn forsuring, for eksempel variasjoner i beitetrykket fra fisk. For flertallet av innsjøene er mengden av forsuringfølsomme invertebrater fremdeles lave og ustabile.

Sørlandet - Vest (region V) er den av regionene som viser den klareste positive utviklingen, spesielt mhp. andel forsuringfølsomme arter. Resultatene samsvarer også med den positive utviklingen som er registrert for annen fauna i denne regionen. Flertallet av overvåkingssjøene i region V er kun litt til moderat forsurete, og det er blant disse vi forventer den raskeste responsen på forbedringer i vannkvaliteten. For de øvrige regionene er endringene i krepsdyrfaunaen så små at forsuringstilstanden samlet sett vurderes som uforandret basert på utvalget av overvåkingssjøer.

Når enkelte innsjøer viser en biologisk respons som indikerer dårligere forhold enn den generelle vannkemiske utviklingen tilsier, så kan dette også skyldes sure episoder, for eksempel på våren i

forbindelse med snøsmeltingen. Disse episodene fanges ikke nødvendigvis opp av den vannkjemiske overvåkingen. En entydig positiv utvikling i biologien vil ikke kunne forventes før de vannkjemiske forholdene er tilfredsstillende og sure episoder ikke lenger opptrer. Videre er det dessuten vist at selv når vannkvaliteten har blitt tilfredsstillende kan det i enkelte tilfeller ta flere år før en klar biologisk respons observeres.



Figur 63. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsurningsfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 20 innsjøer med årlige undersøkelser i perioden 2000-2010.

### Fisk

Det har vært en positiv utvikling i fiskebestander i de fleste regioner i løpet av de siste 10-15 åra. Men situasjonen er fortsatt noe ustabil i enkelte lokaliteter på Sørlandet og Vestlandet (Figur 64). I tillegg har mange overvåkingslokalitetene i disse to regionene fortsatt tapte fiskebestander (Klif 2011). I Midt-Norge og nordover er situasjonen stort sett god og uendret. I enkelte lokaliteter har det vært en viss økning i mengden fisk. I de fleste lokaliteter i Sør-Norge har det vært økte fangster for aure, røye og abbor i løpet av 1990-tallet. Fire av regionene (region III, IV, V og VII) har fremdeles noen aurebestander med en forsurningsindeks under 0,5 (Klasse 4 og 5). I tillegg er det noen lokaliteter med tynne aurebestander der den lever sammen med andre fiskearter som abbor og/eller røye. Disse aurebestandene har en forsurningsindeks som tilsvarende Klasse  $\leq 3$ . Utviklingen i fangstutbyttet hos røye viser en forholdsvis sterk nedgang i to lokaliteter, men generelt har tilstanden endret seg lite i løpet av 1990-tallet. Hos abbor har fangstene (Cpue) vært nærmest eksplosive sammenlignet med de fleste aure- og røyebestandene. I ett tilfelle økte utbyttet med 158 individ i løpet av en tiårsperiode (1988-1998). I de fleste tilfellene har økningen vært på over 30 individ. Til sammenligning har økningen i Cpue for aure og røye i de fleste tilfellene vært under 10 individ.

De fleste lokalitetene i region I har eller har hatt bestander av aure, mens røye, ørekyt og steinsmett er registrert i én eller flere innsjøer. De fleste undersøkte fiskebestandene i denne regionen har en god eller svært god tilstand (Figur 64). Én av lokalitetene har fortsatt en tynn aurebestand, til tross for en god vannkvalitet (Måsabuttjern, Lok I-3). Her skyldes manglende bestandsøkning mest sannsynlig svært dårlige gytebekker. Denne aurebestanden er derfor utelatt ved vurderingen av forsurningskader for regionen.

I region II har de fleste lokalitetene svært tette abborbestander, og tilstanden er nå svært god i all de undersøkte innsjøene (Figur 65). Det er imidlertid fortsatt tynne bestander av aure og røye. Årsaken til lavt fangstutbytte av disse to artene kan blant annet skyldes konkurranse fra økende abborbestander,

eller fortsatt noe marginal vannkvalitet. Forsuringssituasjonen for fisk i denne regionen vurderes fortsatt som noe alvorlig, idet flere bestander av både abbor og aure er redusert eller tapt (Klif 2011).

I region III ligger alle de undersøkte innsjøene i høyfjellet, dvs. > 1000 m o.h., og de fleste har forholdsvis tynne eller middels tette bestander av aure og/eller røye. Dette gir en lav forsuringssindeks, tilstandsklasse moderat (*Figur 64*). Røyebestandene i to lokaliteter har hatt en positiv utvikling. Regionen har forholdsvis lav forurensningsbelastning, og vannkvaliteten er nå i stor grad tilfredsstillende, med høy pH og lavt innhold av labilt aluminium (jfr. Kapittel 3). Vi antar derfor at mengden fisk i disse høyfjellssjøene i stor grad er rekrutteringsbegrenset, og ikke lenger er påvirket av forsuring.

I region IV karakteriseres fiskesamfunnene av forholdsvis tynne aurebestander og tette abborbestander. Én lokalitet med bare aure har hatt en økende forsuringssindeks i undersøkelsesperioden (*Figur 64*). Fire av innsjøene har nå tette abborbestander, og alle er i tilstandsklasse god eller svært god (*Figur 65*). Forsuringssituasjonen er imidlertid fremdeles alvorlig, da region IV og V har flest tapte aure- og abborbestander her i landet.

I region V har de fleste aurebestandene hatt en økt forsuringssindeks i løpet av de siste 10-15 åra, med ingen eller små skader (*Figur 64*). Av de sju aurebestandene som inngår i overvåkingsprogrammet, vurderes nå bare én bestand som spesielt forsuringsskadet. Fortsatt er én lokalitet fisketom. Denne regionen har den høyeste forurensningsbelastningen, og de mest forsurede innsjøene i landet (Klif 2010). Regionen må fortsatt karakteriseres som betydelig forsuret, men situasjonen er i ferd med å bedre seg.

I region VI har alle de undersøkte aurebestandene hatt en positiv utvikling i løpet av de siste 10-15 åra. Forsuringssindeksen har gått fra sterkt skadet (Klasse 4) før 1995 til ingen/litt skadet i de to siste periodene (2001-2005 og 2006-2010) (*Figur 64*). Region VI er det området i Sør-Norge med størst positiv utvikling blant aurebestander siden slutten av 1990-tallet. Dette har trolig sammenheng med en kraftig bedring av vannkvaliteten (Klif 2011). Enkelte lokaliteter har imidlertid fortsatt en marginal vannkvalitet, med lav pH og høyt innhold av labilt Al. Det kan derfor forventes at aurebestandene i disse lokalitetene fremdeles er noe ustabile, og viser svingninger.

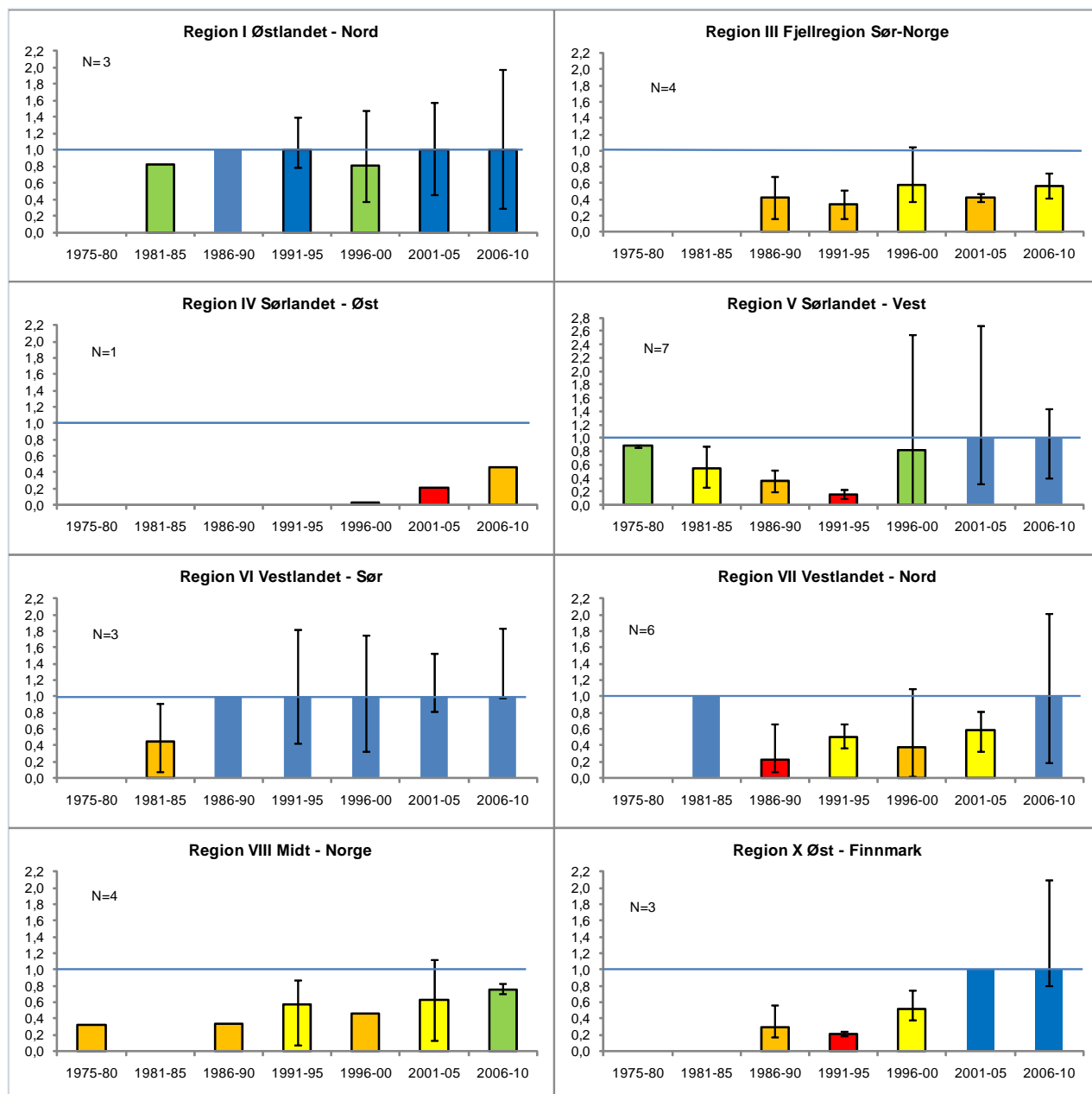
I region VII har det etter 2001 vært en positiv utvikling hos alle undersøkte aurebestander, med unntak av én (*Figur 64*). I tre av lokalitetene har aurebestanden gått fra Klasse 5 i perioden før 1995, til klasse 1-2 etter 2001. Bestanden i én av lokalitetene tilhører fremdeles Klasse 4-5. I denne regionen er det registrert både tapte og reduserte aurebestander.

I region VIII har aurebestandene hatt en varierende utvikling i seinere år, med stor variasjon i forsuringssindeksen mellom lokalitetene (*Figur 64*). Totalt sett er det imidlertid en forbedring i tilstanden, fra dårlig på 1980/1990-tallet til en god tilstand i siste femårs periode. Én av lokalitetene ligger imidlertid over 1000 m o.h., og forventet maksimum fangstutbytte hos aure er trolig ikke særlig høyere enn dagens nivå.

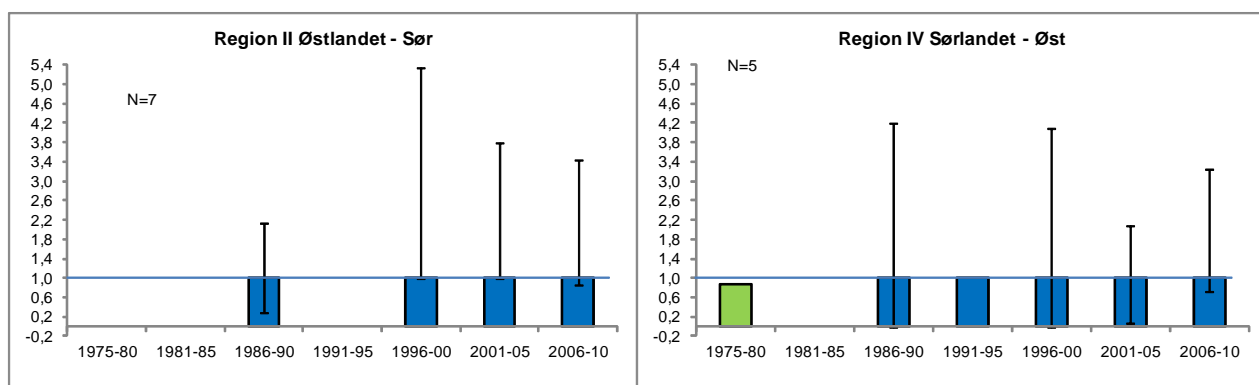
I region IX er det ikke påvist skadde fiskebestander. Aure finnes i alle de undersøkte lokalitetene, og i de to innsjøene med data fra mer enn ett år har fangstutbyttet ikke endret seg særlig.

I region X viser ingen av de undersøkte aurebestandene lenger tegn til forsuringsskader. I en av lokalitetene har aurebestanden økt kraftig fra slutten av 1980-tallet (Klasse 5) til ingen skade i siste periode (2006-2010) (*Figur 64*). I to lokaliteter med både aure og røye har fangstutbyttet av røye i de siste åra gått kraftig tilbake. Dette kan skyldes konkurranse fra økende bestander av aure. Forurensningsbelastningen i regionen viser fortsatt store årlige variasjoner, men i seinere år har både pH og ANC økt klart (Klif 2011).





Figur 64. Utviklingen i tilstandsklasser av mulig forsuringsskade aurebestander i femårs perioder, basert på fem klasser som angitt i Tabell 15. Blå: svært god, Grønn: god, Gul: moderat, Oransje: dårlig og Rød: svært dårlig. Vertikale stolper angir minimum- og maksimumverdi. N = antall innsjøer som omfattes av beregningene.



Figur 65. Utviklingen i tilstandsklasser av mulig forsuringsskadede abborbestander i femårs perioder, basert på fem klasser som angitt i Tabell 15, fordelt på region II og IV. Blå: svært god, Grønn: god. Vertikale stolper angir minimum og maksimumsverdi. N = antall innsjøer som omfattes av beregningene.

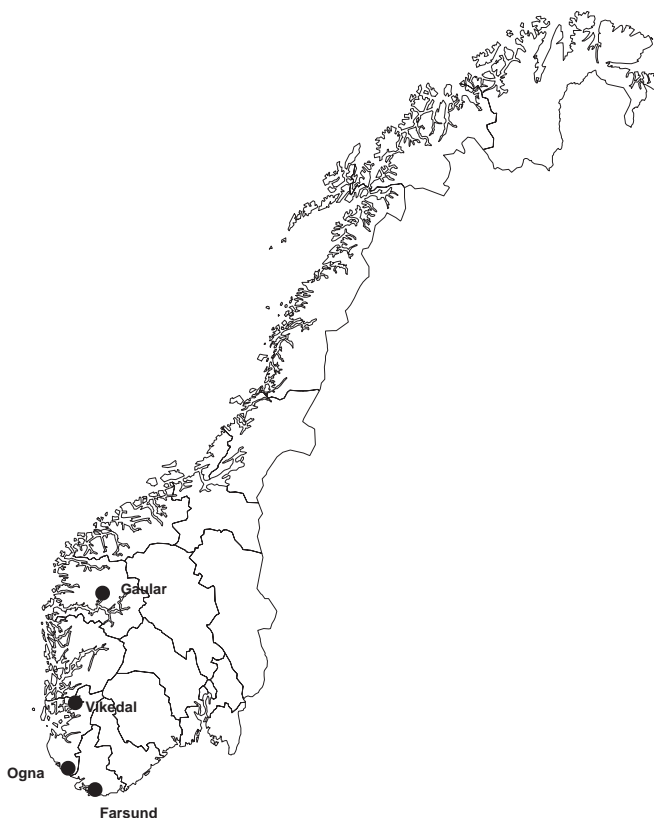
## 4.4 Biologi i rennende vann

### 4.4.1 Bunndyr

De regionale bunndyrundersøkelsene i elver omfatter overvåking av fem vassdrag. I 2010 ble det samlet inn prøver fra fire vassdrag. Resultatene viser at forsureningsbildet var omtrent som året før. Trendanalyser viser en signifikant forbedring i alle undersøkte vassdrag sammenlignet med tilstanden på 1990-tallet. Forskjellene i skadeomfang mellom de undersøkte vassdragene er også blitt mindre i de senere år.

Overvåkingen av bunndyrfaunaen i elver fortsatte i 2010 med prøvetaking av bekker ved Saudlandsvatn og Gjørvollstadvatn i Farsund, Ogna, Vikedalselva og Gaularvassdraget (Figur 66). Ved undersøkelsene ble det tatt prøver fra et fast stasjonsnett i vassdragene. Bunndyrmaterialet er samlet inn vår og høst ved bruk av "kick method" (Frost m.fl. 1971). Forsuringssituasjonen er kartlagt med samme system som i de foregående årsrapporter. Systemet er utarbeidet på basis av forsureningstoleranse hos de ulike bunndyrgrupper- og arter (Fjellheim & Raddum 1990, Lien m.fl. 1991). Metoden går ut på å karakterisere vassdraget i forsureningssammenheng ved hjelp av bunndyrfaunaen. Det brukes en skala fra 0 (svært sterkt forsureningsskadet) til 1 (lite påvirket). For detaljert beskrivelse henvises til Tabell 14, Raddum & Fjellheim (1985), Raddum m.fl. (1988), Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999).

Forsuringssituasjonen i de enkelte lokaliteter er vist på kart som gjennomsnitt av de to undersøkelsestidspunktene. Variasjonen i forsureningsindeks over tid er vist grafisk.



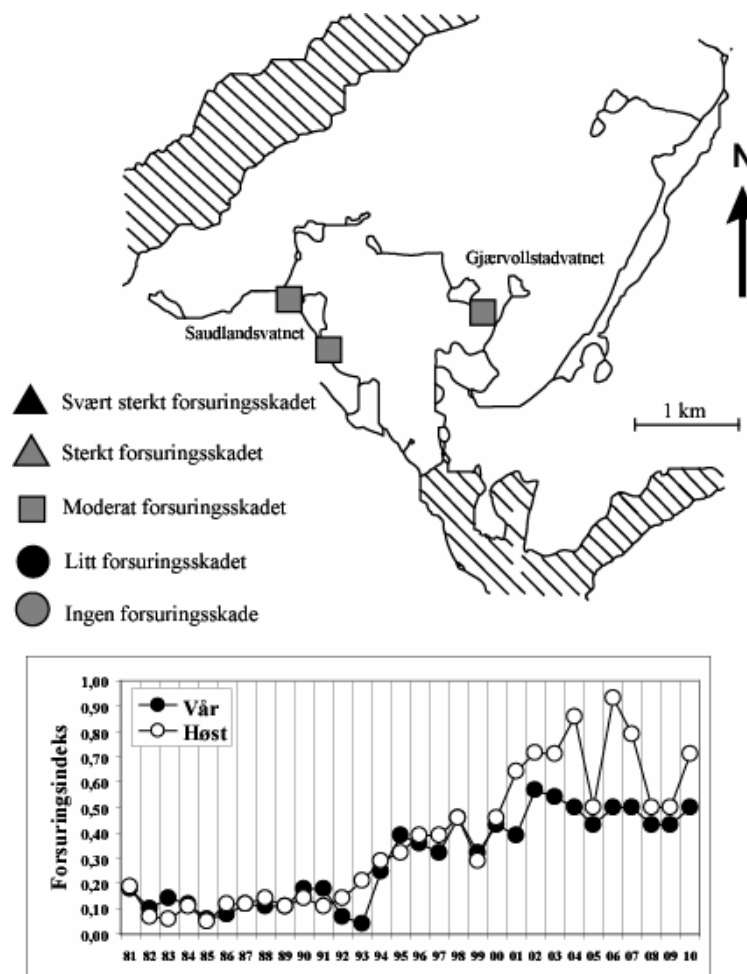
Figur 66. Lokalisering av overvåkingsstasjonene for invertebratundersøkelser i vassdrag i 2010.

## Region V - Sørlandet-Vest

### Farsund i Vest-Agder

Farsundområdet har vist en positiv trend med hensyn til mangfold av forsuringsensitive bunndyr i de senere år. I 2010 viste forsuringindeksen i vårprøvene moderat skade, mens den var bedre om høsten. Årsaken til dette var tilstedeværelse av den meget sensitive døgnfluearten *B. rhodani*. Det ble registrert ti ulike arter forsuringsensitive bunndyr, to flere enn i 2009. Forsuringindeksen har vist en betydelig bedring fra begynnelsen av 1990-årene. Bunndyrfaunaen i Farsund viser fremdeles avvik sammenlignet med forventet økologisk foruringstilstand, og må karakteriseres moderat foruringsskadet.

Lokalitetene ved Farsund var sterkt foruringsskadd i perioden 1981-1993. I de senere år har skadene på bunndyrfaunaen avtatt, men deler av området må fortsatt karakteriseres moderat foruringsskadet. Forsuringindeksen viser store svingninger etter 2001 (Figur 67). Dette skyldes ustabile bestander av den meget følsomme døgnfluen *B. rhodani*. Denne arten blir sannsynligvis periodevis slått ut som følge av dårligere vannkvalitet (Figur 67). I 2010 hadde *B. rhodani* gode tettheter om høsten. Dette gir seg utslag i høyere forsuringindeks enn de to foregående år, da arten var nesten fraværende. Sammenlignet med perioden før 1990 har flere moderat følsomme arter etablert bestander i lokalitetene. Til sammen ti sensitive bunndyrarter ble registrert i rennende vann i området i 2010, mot åtte i 2009. Fire av disse artene hører til gruppen vårfluer. Regresjonsanalyser viser at det har vært en signifikant bedring ( $p < 0,001$ ) av forsuringindeksen i Farsundområdet i de årene overvåkingen har pågått.

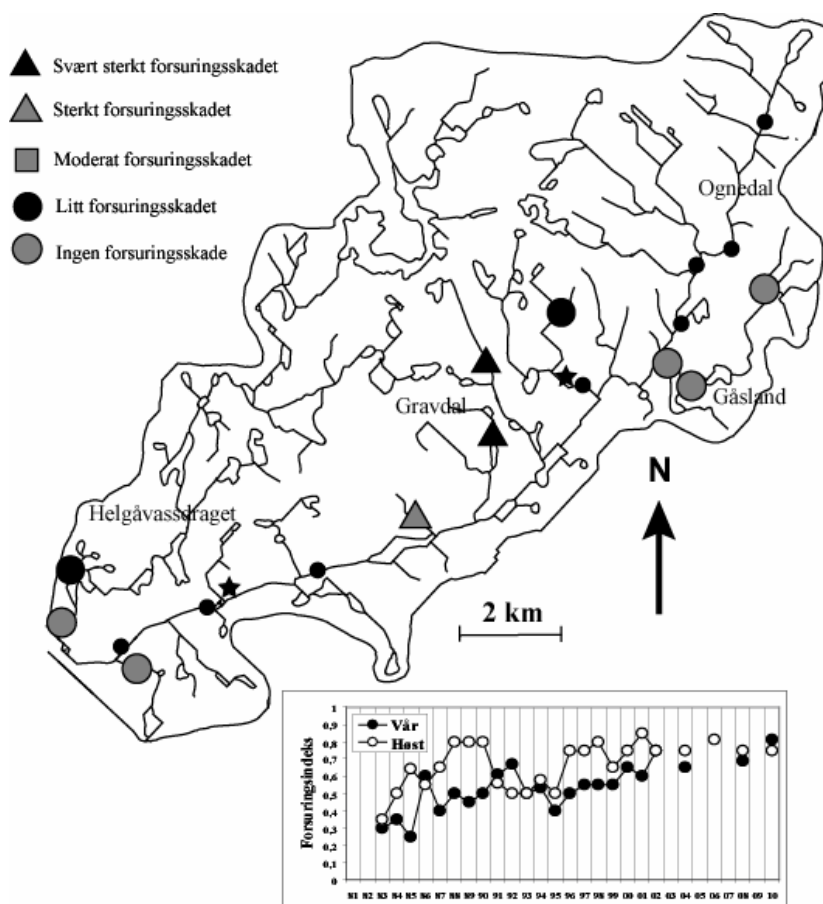


Figur 67. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Farsundområdet i 2010. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1981-2010.

### Ognavassdraget i Rogaland

Undersøkelsene i 2010 viste at forsuring bildet i Ognå er i ferd med å stabilisere seg. Forsuringsindeksene var litt lavere enn det som ble målt i 2006. Vassdraget er svært heterogent med hensyn til forsuringsskade, og inneholder både felter med stabilt god vannkvalitet og sure lokaliteter.

I Ognavassdraget ble det opprettet et nytt stasjonsnett for overvåking i 1991, da deler av det opprinnelige stasjonsnettet ble kalket. Undersøkelsene i 2006 viste at forsuring bildet har stabilisert seg på et betydelig bedre nivå enn tidlig på 1990-tallet. Forsuringsindeks 1 var 0,81 og 0,75 henholdsvis vår og høst (Figur 68). Av figuren fremgår det at vassdraget er svært heterogent med hensyn til forsuring. Vassdraget som helhet kan karakteriseres moderat forsuringsskadet. Gåslandselva og de nedre deler av Helgavassdraget har en stabil og god vannkvalitet. I sistnevnte lokalitet ble det i 2010 registrert flere sterkt forsuringssensitive arter, som snegleartene *L. peregra*, *G. acronicus* og *Potamopyrgus antipodarum*, døgnfluen *Caenis luctuosa* og vårfluen *Lepidostoma hirtum*.



Figur 68. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Ognavassdraget i 2010. De stasjoner som faller bort grunnet kalkingen, er merket •. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1983-2008. Kalkdoserere er merket med stjerne.

De nordvestlige, ukalkete delene av nedslagsfeltet har i de årene overvåkingen har pågått, vært svært sure og i den ukalkete delen har det til og med 1995 bare vært registrert forsuringstolerante bunndyrarter. Disse lokalitetene viser svake tegn til forbedringer i de senere år ved registrering av et sparsomt antall moderat sensitive arter.

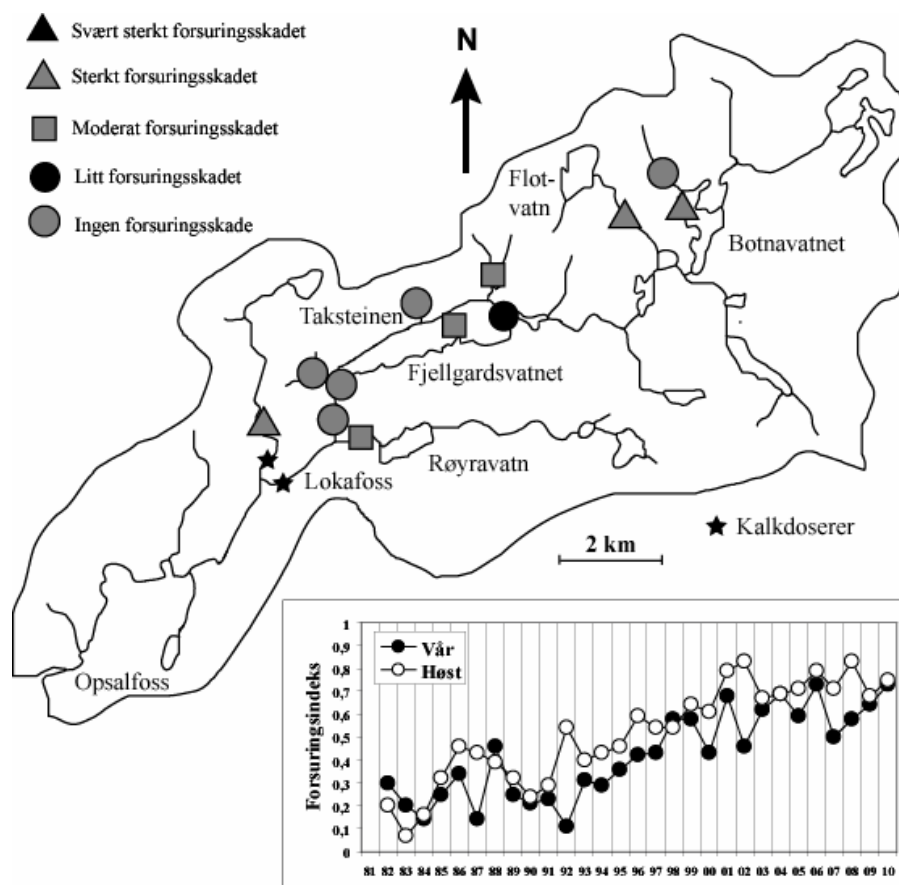
I de senere år har de nedre, kalkete deler av hovedelva hatt en god vannkvalitet, og det er her funnet flere forsuringssømfintlige arter, blant annet døgnfluene *B. rhodani*, *C. horaria* og *Caenis luctuosa*, vårfluene *Itytrichia lamellaris*, *L. hirtum* og *Hydropsyche* spp., steinfluen *Isoperla* sp. og snegleartene *L. peregra*, *G. acronicus* og *Acroloxus lacustris*. Stasjonene i denne delen av elva inngår nå i et overvåkingsprogram innen det Norske kalkingsprosjektet (Fjellheim & Raddum 1994).

## Region VI - Vestlandet-Sør

### Vikedalsvassdraget i Rogaland

Undersøkelsene av Vikedalselva i 2010 viste skader på faunaen i flere lokaliteter. Forsuringsindeksen vår og høst tyder at vassdraget samlet må karakteriseres moderat forsuringsskadet. I Vikedalselva er det registrert forsuringssensitive bunndyr i enkelte lokaliteter som tidligere har vært karakterisert som kronisk sure. Forsuringsindeksen viser en signifikant positiv trend etter 1990. Dette er et tegn på at vassdraget er i bedring, men bunndyrfaunaen i flere av de undersøkte lokaliteter viser fremdeles skader sammenlignet med forventet tilstand for et uforsuret vassdrag i regionen.

Bunndyrundersøkelsene i de ukalkede delene av Vikedalsvassdraget i 2010 viste at det var markerte forsuringsskader i deler av nedbørfeltet (Figur 69). Fra tidligere vet vi at faunaen i dette vassdraget har en god evne til å reetablere seg etter forsuringsskader. Tilstedeværelse av refuger med god vannkvalitet hele året er en viktig årsak til dette (Fjellheim & Raddum, 1993, 2001). I tillegg kalkes den nedre delen av elva (Figur 69), med en økt artsdiversitet som resultat (Fjellheim & Raddum 1995, 1999, Fjellheim m.fl. 2010).



Figur 69. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Vikedalsvassdraget i 2010. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1982-2010. Kalkdoserere er merket med stjerne.

Forsuringssensitive taksa, som døgnfluen *B. rhodani*, steinfluen *D. nanseni* og vårfluene *Tinodes waeneri*, *Hydropsyche* spp. og *L. hirtum*, er blitt vanlige i den kalkete delen av vassdraget (Fjellheim & Raddum 1995). De samme artene har også fått økt tetthet i den ukalkete delen av vassdraget. Resultater fra de senere år viser at forsuringssensitive bunndyrarter har begynt å kolonisere lokaliteter som tidligere var karakterisert kronisk sure. Eksempler er elva fra Flotavatnet og utløpselva fra Røyrvatnet. På tross av en positiv utvikling må deler av Vikedalsvassdraget karakteriseres kronisk forsuret. Mange lokaliteter er ustabile og viser sesongmessige variasjoner som oftest følger det samme mønster: stor forsuringsskade om våren og mindre skade om høsten. I perioden etter 1990 viser vassdraget en positiv trend ( $p < 0,001$ ) med hensyn til forsuringsskade.

*B. rhodani* finnes i mer eller mindre stabile populasjoner på isolerte steder i den ukalkete delen av vassdraget. Taksteinbekken er den eneste lokaliteten der den er funnet til alle innsamlingstidspunkt. Dette er en grunnvannsbekk som rommer en særegen fauna, bl. a. vårfluene *Philopotamus montanus* og *Crunoecia irrorata*.

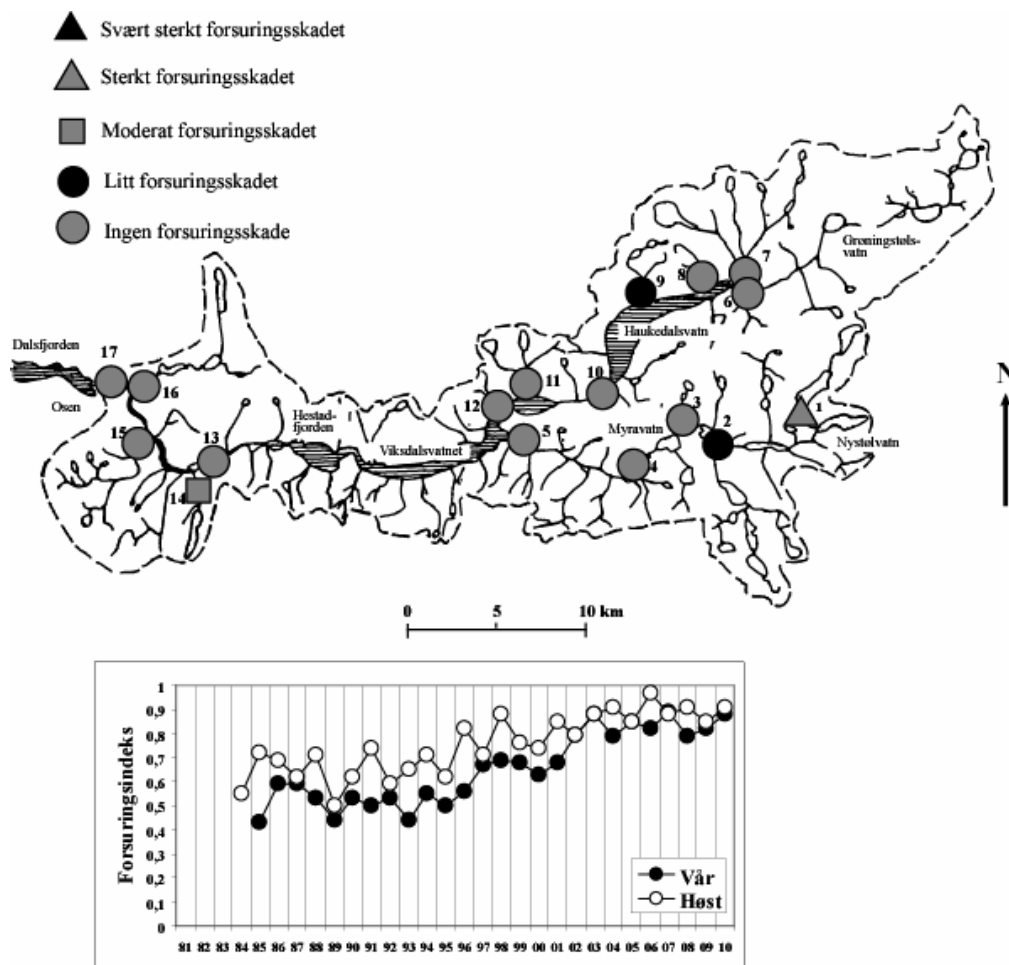
## **Region VII - Vestlandet-Nord**

### **Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane**

Forsuringsskadene på bunndyrsamfunnene i Gaularvassdraget har bedret seg betydelig i løpet av de seneste år. I 2010 viste de to øverste stasjonene i Eldalen og en sidebekk i Haukedalen tendenser til forsuringsskade. De nedre deler av Eldalen har vist en god gjenhenting av faunaen og hadde en god tilstand. Hovedelva nedstrøms Viksdalsvatnet hadde et rikt bunndyrsamfunn, med gode innslag av forsuringssensitive arter.

De regionale bunndyrundersøkelsene i Gaularvassdraget (Figur 70) ble innledet med en intensivundersøkelse høsten 1984 (Raddum & Fjellheim 1986). Denne undersøkelsen viste at store deler av Eldalen var sterkt forsuringsskadet. De nederste delene av vassdraget og den andre hovedgreina mot Haukedalen var mindre skadet. I de senere år har moderat forsuringssensitive bunndyrarter, som døgnfluen *A. inopinatus*, steinfluene *D. nanseni* og *Capnia* sp. og vårfluer av slekten *Apatania* kolonisert de fleste lokalitetene i Eldalen. Døgnfluen *B. rhodani* viser stabile bestander på de tre nederste stasjonene i denne greina av vassdraget. Hovedelva fra Haukedalen hadde akseptabel vannkvalitet. I 2010 ble det registrert 24 ulike forsuringssensitive arter/grupper, mot henholdsvis 25 og 22 de to foregående år. Samlet EPT (antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer) var 41. Vassdragets forsuringssindeks var henholdsvis 0,88 og 0,91 vår og høst.

Nedstrøms Viksdalsvatnet, finner vi en stabil og svært frodig fauna. Her er det registrert mange viktige indikatororganismer. Blant disse kan nevnes sneglen *Radix peregra*, vårfluen *Glossosoma intermedia*, steinfluer av slektene *Isoperla* og *Diura* og flere arter døgnfluer: *B. rhodani*, *N. niger*, *A. inopinatus*, *Ephemerella aurivilli* og *Heptagenis sulphurea*. Karakteristisk er også de store mengdene filtrerende dyr, spesielt vårfluer av slekten *Hydropsyche*. Dette er et resultat av buffervirkning og næringsproduksjon i de store innsjøene lenger oppe i vassdraget.



Figur 70. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Gaularvassdraget i 2010. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1984-2010.

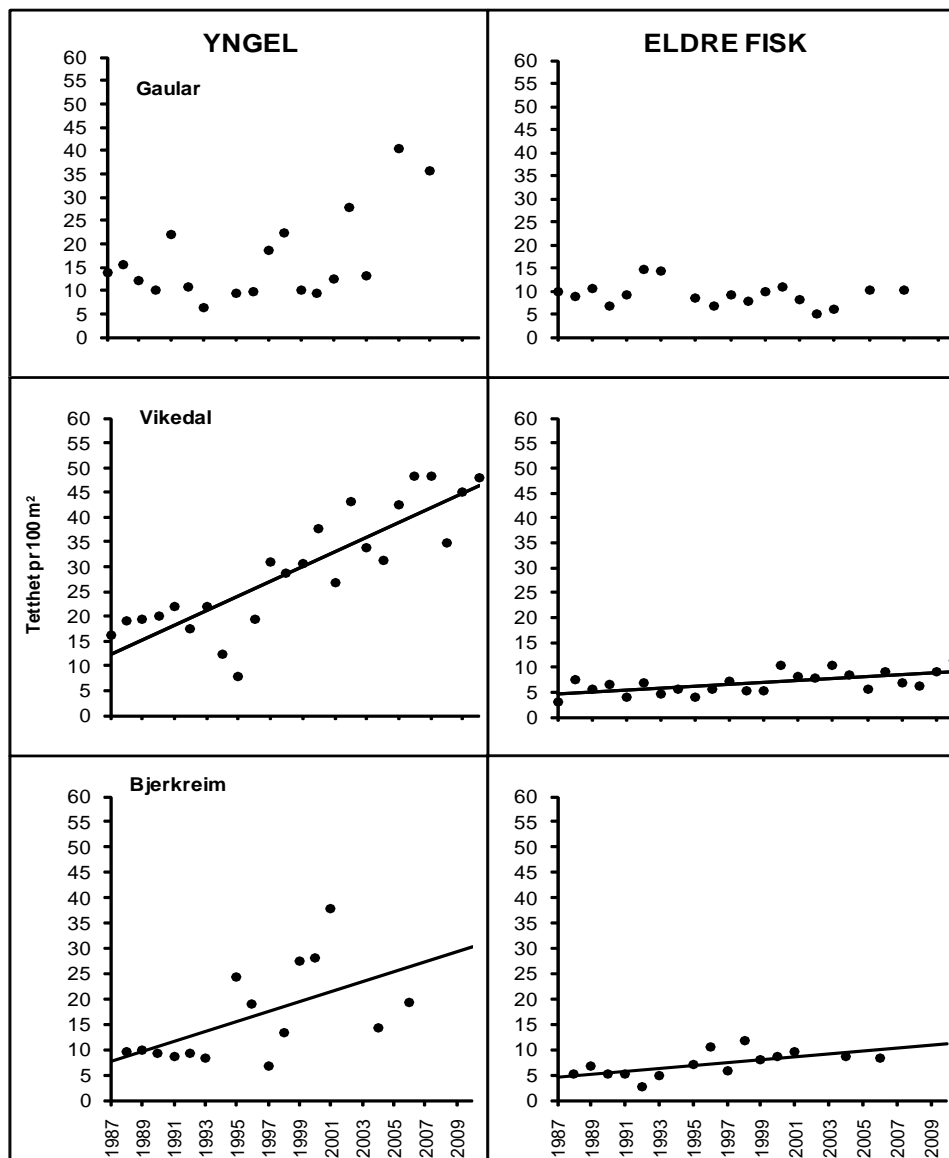
#### 4.4.2 Ungfiskundersøkelser

Disse undersøkelsene ble satt i gang i 1987/88, og har omfattet årlig elfiske på faste stasjoner på inn/utløp og i tilløpsbekker til innsjøer i Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane, og i Vikedal- og Bjerkreimsvassdraget i Rogaland. I Vikedalsvassdraget har det vært årlige undersøkelser i hele forsøksperioden, mot bare annet hvert år i perioden 2002-07 i de to andre vassdragene. I 2010 ble 23 lokaliteter i Vikedalsvassdraget elfisket. All fisk ble lengdemålt og satt tilbake på bekk etter avsluttet elfiske. På basis av lengdefordelingen blir det skilt mellom årsyngel (alder 0+) og eldre individ (alder  $\geq 1+$ ) på hver lokalitet. Tettheten av fisk i de to aldersgruppene har siden 1993 blitt beregnet på bakgrunn av suksessiv avfisking, basert på tre omganger. I perioden 1987-92 ble hver lokalitet bare fisket én gang, og tettheten ble beregnet ut fra fangstsannsynligheten etter tre omgangers fiske for perioden 1993-2010. Tetthetene blir hvert år justert i forhold til vannføringen under elfisket, fordi dette påvirker fangsteffektiviteten. Det blir tatt vannprøver hvert år fra hver lokalitet i forbindelse med elfisket.

Hos aure i Vikedalsvassdraget har rekrutteringen økt kraftig siden undersøkelsene startet for 24 år siden. På 1980-tallet var gjennomsnittlig tetthet for alle stasjoner rundt 20 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Tidlig på 1990-tallet skjedde det en tydelig bestandsnedgang, noe som blant annet skyldtes sjøaltepisoder. Siden midten av 1990-tallet og fram til i dag har imidlertid yngeltettheten økt fra rundt 30 til 50



individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 71). Da er tallene justert for årsvariasjoner i vannføring. Det har også vært en klar økning i tettheten av eldre aureunger i bekker i Vikedalsfjellet. Nivået i de siste 15 åra ligger stabilt på rundt 10 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Bjerkreimsvassdraget har også hatt en økning i tettheten av yngel og eldre aureunger i seinere år. I Gaularvassdraget har det vært en stor variasjon i tettheten av aureunger i løpet av forsøksperioden. Resultatene fra de to siste innsamlingsårene (2005 og 2007) tyder på en positiv utvikling.



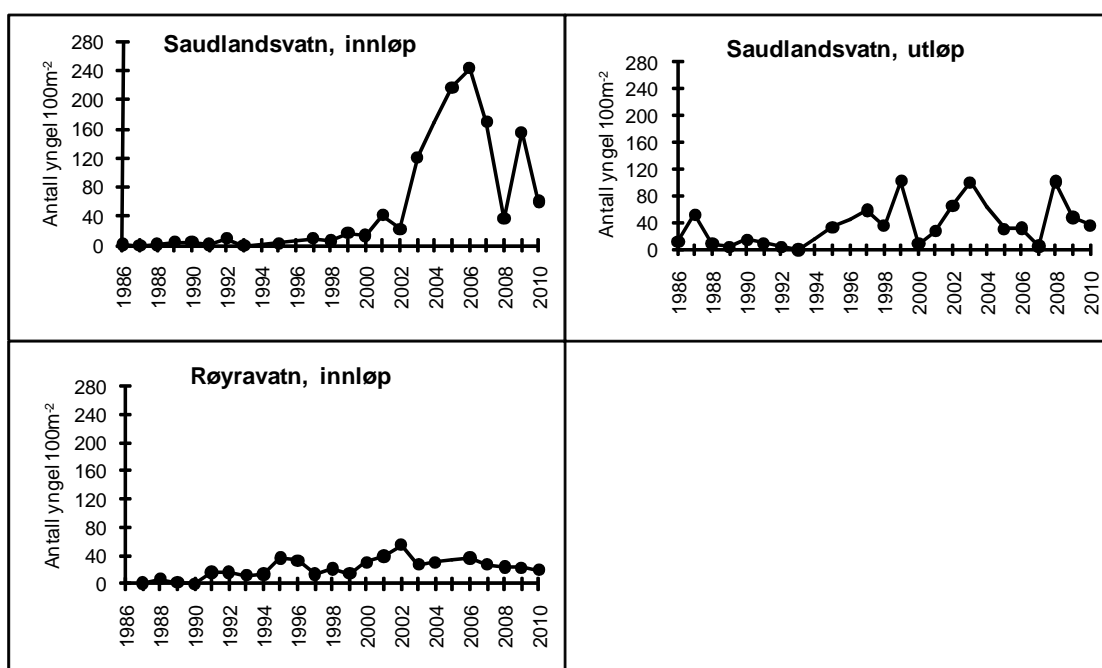
Figur 71. Beregnet gjennomsnittlig tetthet av yngel og eldre aureunger pr. 100 m<sup>2</sup> i bekker i Gaular-, Vikedal- og Bjerkreimsvassdraget i perioden 1987-2010 (minus 2004, 2006 og 2008-10 for Gaular og minus 2002, 2003, 2005, 2007-10 for Bjerkreim). Linjer er trukket der det er en statistisk sammenheng mellom tetthet og tid (år).

Rekrutteringen til aurebestanden i Saudlandsvatn ved Farsund (Vest-Agder) har stort sett vært overvåket hvert år siden 1986 (Figur 72). Økningen i aurebestanden i innsjøen tidlig på 2000-tallet skyldtes først og fremst bedre rekruttering på utløpet. Allerede i 1995 ble det funnet 34 yngel pr. 100 m<sup>2</sup>. Seinere har det vært store årlige variasjoner i mengden yngel på utløpet. Fra 2000 til 2003 skjedde

det en kraftig økning i tettheten av yngel. I perioden 2005-07 gikk mengden yngel kraftig ned. I 2008 var derimot rekrutteringen svært god, mens den har vært en god del lavere i de to siste åra.

På innløpet av Saudlandsvatn var det lave tettheter av yngel fram til 2001, da det ble registrert 42 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Men to år seinere var yngeltettheten nesten tre ganger høyere, med 120 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2005 og 2006 var det en ytterligere bestandsøkning, til rundt 220 og 310 yngel pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2007 avtok tettheten noe, men den var likevel høy med 170 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I de tre siste åra har rekrutteringen på innløpet vært svært varierende, med relativt lave tettheter både i 2008 og 2010 (40-60 individ pr. 100 m<sup>2</sup>).

I innløpselva til Røyrvatn i Vikedalsvassdraget har det vært bra forekomst av yngel siden 1995. Det har imidlertid vært til dels store årlige variasjoner i rekrutteringen. I både 2004 og 2006 var yngeltettheten middels høy, med henholdsvis 31 og 37 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I de fire siste åra har den ligget på 23-27 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 72).

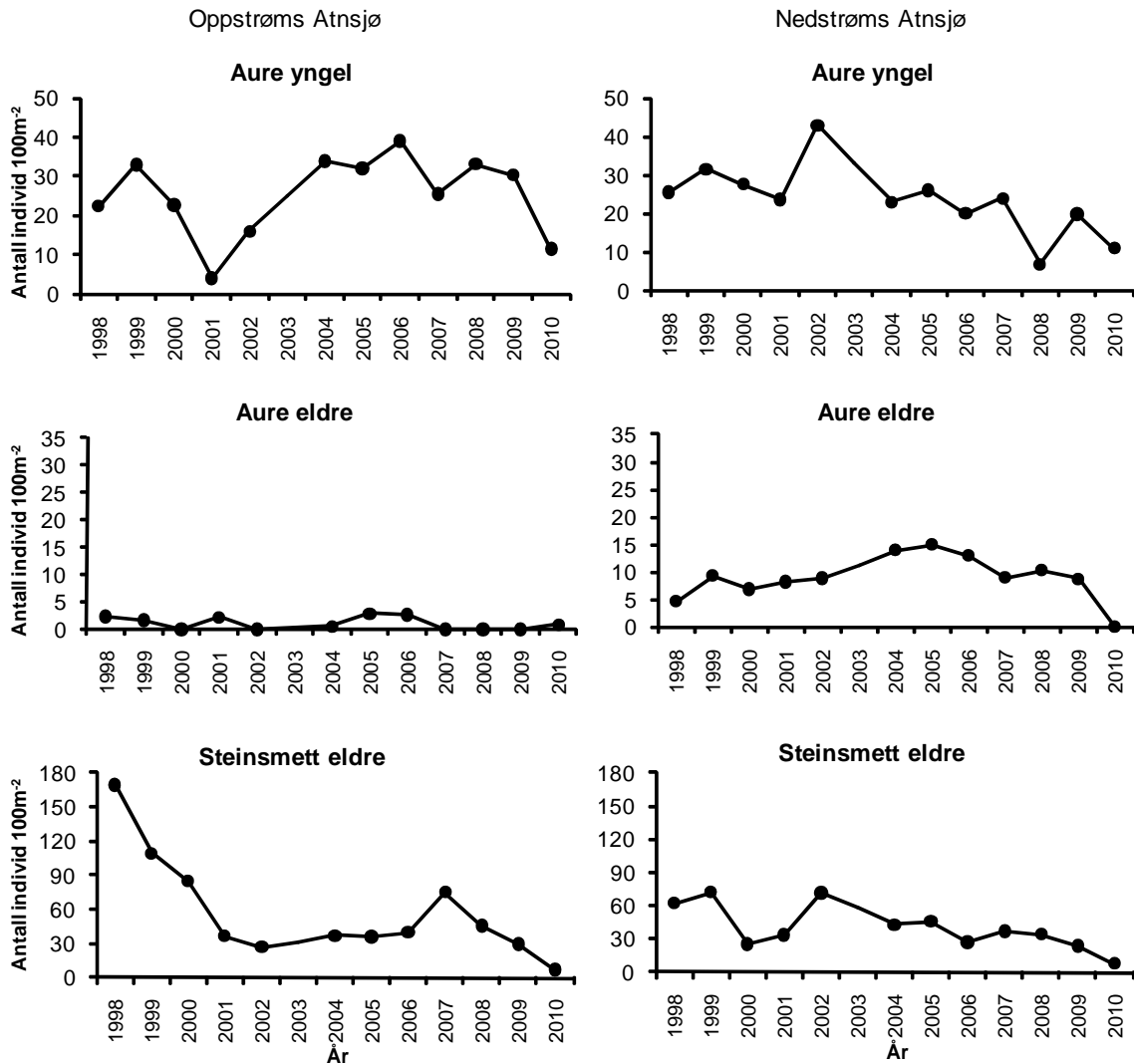


Figur 72. Antall aureyngel pr. 100 m<sup>2</sup> på innløpet og utløpet av Saudlandsvatn (1986-2010) og på innløpet av Røyrvatn (1987-2010). Det ble ikke samlet inn data på innløp/utløp av Saudlandsvatn i 1994, 1996 og 2004, og på innløpet av Røyrvatn i 2005.

Atna i Atnavassdraget i Oppland/Hedmark ble i perioden 1986-1991 elfisket i regi av FORSKREF. I 1998 ble elva inkludert i det biologiske overvåkingsprogrammet, med to stasjoner både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. Det var ingen innsamling av fisk i 2003. Fiskesamfunnet i Atna domineres av aure og steinsmett, med et ubetydelig innslag av ørekyt og harr nedstrøms Atnsjøen. Elva har bra forekomst av aureyngel, med tettheter på 20-35 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i løpet av de siste åra (Figur 73). Tettheten av yngel er vanligvis høyest i øvre deler av vassdraget. I 2008 og 2010 hadde de to stasjonene nedstrøms Atnsjøen uvanlig lave tettheter av aureyngel, og i 2010 gjaldt det samme for stasjonene oppstrøms. Relativt høy vannføring under elfisket var trolig en medvirkende årsak til dette resultatet.

Øvre deler av Atna har lave tettheter av eldre aureunger (alder  $\geq 1+$ ). Aure fra Atnsjøen gyter i dette området, og resultatene tyder på at aureungene i stor grad vandrer tilbake til innsjøen i løpet av første

levetår. De to stasjonene nedstrøms Atnsjøen har hatt betydelig høyere tettheter av eldre aureunger, med 10-15 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er avkom av stedegne individ, da denne elvestrekningen ikke fungerer som rekrutteringsområde for Atnsjøauren. Tettheten av eldre steinsmett (alder ≥ 1+) har variert i betydelig grad både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. Øvre deler har nå betydelig lavere tettheter av steinsmett enn i perioden 1998-2000. I 2010 ble det påvist spesielt lave tettheter, noe som trolig kan forklares med høy vannføring under elfisket. Tettheten av steinsmettyngel blir ikke vurdert pga lav fangsteffektivitet. De har vanligvis lengder på 18-24 mm.



Figur 73. Tettheten av fisk pr.100 m<sup>2</sup> i Atna på stasjoner oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen, fordelt på yngel (0+) og eldre individ (≥ 1+) av aure og eldre individ (≥ 1+) av steinsmett i perioden 1998-2010. I 2003 ble det ikke samlet inn fisk.

## 5. Referanser

- Arvola, L., Salonen, K., Bergström, I., Heinänen, A. & Ojala, A. 1986. Effects of experimental acidification on phyto-, bacterio- and zooplankton in enclosures of a highly humic lake. - *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 71: 737-758.
- Berglen, T.F., Arnesen, K., Rode, A., Tønnesen, D. & Asphom, P.E. 2011. Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2010-mars 2011. Kjeller (NILU OR 31/2011).
- Christensen, G. N., Evensen, A., Rognerud, S., Skjelkvåle, B. L., Palerud, R., Fjeld, E. & Røyset, O. 2008. Coordinated national lake survey 2004 - 2006, Part III: Status of metals and environmental pollutants in lakes and fish from the Norwegian part of the AMAP region. Statlig program for forurensningsovervåking, SPFO-rapport; 1013-2008. SFT-rapport TA 2363-2008. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Clark, J. M., Bottrell, S. H., Evans, C. D., Monteith, D. T., Bartlett, R., Rose, R., Newton, R. J. & Chapman, P. J. 2010. The importance of the relationship between scale and process in understanding long-term DOC dynamics, *Science of The Total Environment* 408, 2768-2775.
- Dervo, B.K. & Halvorsen, G. 1989. Forsknings- og referansevassdrag Atna. Artssammensetning og populasjonsdynamikk hos plankton i Atnsjøen. - MVU rapp. B55, Oslo: 1-14.
- de Wit, H.A., Mulder, J., Hindar, A., & Hole, L. 2007. Long-term increase in dissolved organic carbon in streamwaters in Norway is response to reduced acid deposition. *Environmental Science and Technology* 41, 7706-7713.
- Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljølstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanddirektivet, 181 s.
- ECE 1996. Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded. Geneva, Convention on long-range transboundary air pollution.
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. - *Kontaktutv. vassdragsreg.*, Univ. Oslo, Rapp. 41: 1-76.
- EMEP 2010. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2010.
- Erlandsson, M., Cory, N., Köhler, S. & Bishop, K. 2010. Direct and indirect effects of increasing dissolved organic carbon levels on pH in lakes recovering from acidification, *J. Geophys. Res.* 115, 8 PP.
- EU 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. *Off. J.Eur. Com.*, L 141, 11/06/2008, 1-44
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. - *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Fjellheim, A. & Raddum G. G. 1993. Changes in the mayfly community of Lake Hovvatn during the first 12 years of liming. - In: G.Giussani and C. Callieri (eds), *Strategies for Lake Ecosystems Beyond 2000*, Proceedings, Stresa, 407-410.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1994. Overvåking av bunndyr i Ognå. - *Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1992. DN-Notat 1994-3*, pp. 178-181.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85:931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1999. Overvåking av invertebrater i Vikedalsvassdraget. - *Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat 1999-4*, s.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2001. Acidification and liming of River Vikedal, western Norway. A 20 year study of responses in the benthic invertebrate fauna. *Water Air and Soil Pollution* 130: 1379-1384.
- Fjellheim, A., Halvorsen, G. A. & Walseng, B. 2010. Bunndyr og dyreplankton i Vikedalsvassdraget, 1995 – 2008. I: Sandlund, O.T. (red.), *Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerrapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene - NINA Rapport 598*. 146 s.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. - *Tierwelt Deutschl.* 60: 1-501.
- Frost, S., Huni, A., & Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can.J.Zool.* 49: 167-173.
- Green, N.W., Heldal, H.E., Måge, A., Aas, W., Gäfvert, T., Schrum, C., Boitsov, S., Breivik, K., Iosjpe, M. Yakushev, E., Skogen, M., Høgåsen, T., Eckhardt, S., Christiansen, A.B., Daae, K.L., Durand, D. & Debloskaya, E. 2011. Tilførselsprogrammet 2010. Overvåking av tilførsler og miljølstand i Nordsjøen. Oslo, NIVA. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr 1097/2011. TA-2810/2011 (NIVA-rapport 6187 2011).

- Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 26: 1-89.
- Halvorsen, G. 1985. Hydrografi, plankton og strandlevende krepsdyr i Kilåvassdraget, Fyresdal, sommeren 1984. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 80: 1-48.
- Halvorsen, G. & Papinska, K. 1997. Planktonundersøkelser i Atnsjøen 1985-1995. s. 127-168. - I Fagerlund, K.H. & Grundt, Ø. (red.). Samlerapport for Atnavassdraget i perioden 1985-1995. NVE FORSKREF Rapp. 2/1997: 1-215.
- Henriksen, A. & Hessen, D. O. 1997. Whole catchment studies on Nitrogen Cycling: Nitrogen from Mountains to Fjords. *Ambio* 26: 254-257.
- Henriksen, A. & Snekvik, E. 1979. Kjemisk analyse av elveprøver fra Sørlandet til Øst-Finnmark. Oslo-Ås (SNSF-prosjektet, TN 51/79).
- Henriksen, A., Posch, M., Hultberg, H. & Lien, L. 1995. Critical loads of acidity for surface waters - Can the ANClimit be considered variable? *Water Air Soil Pollut.* 85: 2419-2424.
- Henriksen, A., Hindar, A., Styve, H., Fjeld, E. & Lien, L. 1996. Forsuring av overflatevann - beregningsmetodikk, trender og tiltak. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 81, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 3528, 46 s.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Hessen, D.O., Faafeng, B.A. & Andersen, T. 1995. Competition or niche segregation between *Holopedium* and *Daphnia*; empirical light on abiotic key parameters. - *Hydrobiologia* 307: 253-261.
- Hessen, D.O., Alstad, N.E.W. & Skardal, L. 2000. Calcium limitation in *Daphnia magna*. - *Journal of Plankton Res.* 22: 553-568.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forursingsskadde fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA Rapport 169, 114 s. (Naturens tålegrenser, Rapport nr 123).
- Hesthagen, T., Fiske, P. & Skjelkvåle, B.L. 2008. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations, *Aquatic Ecology* 42: 307-316.
- Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114, 48 s.
- Hindar, A. & Larssen, T. 2005. Modifisering av ANC- og tålegrenseberegninger ved å inkludere sterke organiske syrer. NIVA-rapport 5030, 38 s.
- Hindar, A., de Wit, H. & Hole, L. 2005. Betydning av klimavariasjon for nitrogen i vassdrag og feltforskningsområder. NIVA-rapport 5064, 61 s.
- Hobæk, A. & Raddum, G.G. 1980. Zooplankton communities in acidified lakes in South Norway. - Rapp. IR 75/80, SNSF-prosjektet, 132 s.
- Kaste, Ø. & Skjelkvåle, B.L. 2002. Nitrogen dynamics in runoff from two small heathland catchments representing opposite extremes with respect to climate and N deposition in Norway. *Hydrol. Earth System Sci.* 6: 351-362.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilevende Copepoda. - I Elster, H. J. & Ohle, W. (red.), *Das Zooplankton der Binnengewässer* 26: 1-343.
- Klif. 2010. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2009. Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF). Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1078/2010. TA 2696/2010, 160 s.
- Klif. 2011. Overvåking av langtransporterte forurensninger 2010. Sammendragsrapport. Klif rapport 1093/2011, TA-2792/2011. NIVA-rapport 6183-2011
- Kroglund, F., Wright, R. & Burchart, C. 2002. Acidification and Atlantic salmon critical limits for Norwegian rivers. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). LNO-4501. 61 s.
- Larssen, T., Clarke, N., Tørseth, K., & Skjelkvåle, B.L. 2002. Prognoses for future recovery from acidification of water, soils and forests: Dynamic modelling of Norwegian data from ICP Forests, ICP IM, and ICP Waters. *Naturens Tålegrenser*, Fagrapport nr. 113, NIVA-lnr. 4577-2002, 38 pp.
- Larssen, T., Cosby, B. J., Lund, E. & Wright, R. F. 2010. Modeling future acidification and fish populations in Norwegian surface waters, *Environmental Science & Technology* 44, 5345-5351.
- Lien, L., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og invertebrater II. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo, Norway. Rapport nr. O-89185-2
- Locke, A. 1991. Zooplankton responses to acidification: A review of laboratory bioassays. - *Water, Air, and Soil Pollut.* 60: 135-148.
- Lydersen, E., Larssen, T. & Fjeld, E. 2004. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. *Sci. Tot. Environ.* 326: 63-69.

- Monteith DT, Stoddard J.L., Evans C.D., de Wit H.A., Forsius M., Hogasen T, Wilander A., Skjelkvåle B.L., Jeffries D.S., Vuorenmaa J., Keller B., Kopacek J. & Vesely J. 2007. Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry. *Nature* 450, 437-441.
- NS-EN 15110 2006. Vannundersøkelse – Veiledning i prøvetaking av dyreplankton for stillestående vann.
- Nøst, T., Kashulin, N., Schartau, A.K.L., Lukin, A., Berger, H.M. & Sharov, A. 1997. Impacts of pollution on freshwater communities in the border region between Russia and Norway. III. Monitoring lakes 1990-96. - NINA Fagrapport 29: 1-37.
- Overrein, L., Seip, H. M. & Tollan, A. 1980. Acid precipitation - Effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972-1980. Fagrapport FR 19-80, Oslo-Ås, Norway. 175 pp.
- Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (eds.) Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. ICP-Waters Report 50/99, pp.7-16, NIVA, Oslo
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1985. Regionale Evertebratundersøkelser. - Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1984. SFT rapport nr. 201/85. 190 pp.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1986. Evertebratundersøkelser i Gaularvassdraget. I: Lien, L. (Red.): Gaularvassdraget - Nedbør, vannkjemiske og biologiske undersøkelser. Statlig program for forurensingsovervåking, Rapport 248/86.
- Raddum, G.G., Fjellheim, A. & Hesthagen, T. 1988. Monitoring of acidification through the use of aquatic organisms. *Verh. Int. verein. Limnol.* 23: 2291 - 2297.
- Rognerud, S., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.L., Christensen, G. & Røyset, O. 2008. Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, del 2: Sedimenter. Forurensning av metaller, PAH og PCB. Rapport TA 2362/2008. Statlig program for forurensningsovervåking. SPFO 1012/2008. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Sandlund, O.T. (red), Bongard, T., Brettum, P., Finstad, A.G., Fjellheim, A., Halvorsen, G.A., Halvorsen, G., Hesthagen, T.H., Hindar, A., Papinska, K., Saksgård, R.J., Schartau, A.K., Schneider, S., Skancke, L.B., Skjelbred, B. & Walseng, B. 2010. Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene. NINA Rapport 598, 146 s.
- Sandøy, S. & Nilssen, J.P. 1987. Cyclopoid copepods in marginal habitats: Abiotic control of population densities in anthropogenic acidic lakes. - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 76: 236-255.
- Sars, G.O. 1903. An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda, Calanoida. Bergen, 171 s.
- Sars, G.O. 1918. An account of the Crustacea of Norway. VI Copepoda, Cyclopoida. Bergen, 225 s.
- Schartau, A.K. 1987. Dyreplankton i Rondvatn og øvre deler av Atnavassdraget, 1986. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 115: 1-47.
- Schartau, A.K., Brettum, P., Fiske, P., Hesthagen, T., Johansen, S.W., Mjelde, M., Raddum, G.G., Skjelkvåle, B.L. Saksgård, R. & Skancke, L.B. 2006. Referansevassdrag for effektstudier av sur nedbør. Kjemiske og biologiske forhold I Bondalselva og Visavassdraget, Møre og Romsdal, 2002-2006. NINA Rapport 199, 99 s.
- Schartau, A.K., Haande, S., Berg, M., Deimantovica, I., Eriksen, T.E., Mjelde, M., Petrin, Z., Rustadbakken, A., Saksgård, R., Skjelbred, B. & Lyche Solheim, A. 2010. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2009. Miljøovervåking i vann. 2010-1.
- Schartau, A.K., Haande, S., Eriksen, T.E., Fløystad, L., Jensen, T.C., Mjelde, M., Often, A., Petrin, Z., Rustadbakken, A., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Skjelbred, B. & Lyche Solheim, A. 2011. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2010. Miljøovervåking i vann (i trykk).
- SFT 1989. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. Rapport 375/89. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1996. Rapport 710/97. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. Rapport 748/98. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1998. Rapport 781/99. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1999. Rapport 804/00. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2000. Rapport 834/01. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2001. Rapport 854/02. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.

- SFT 2003. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2002. Rapport 886/2003. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2004. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2003. Rapport 913/2004. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2005. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2004. Rapport 941/2005. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2006. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2005. Rapport 970/2006. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2006. Rapport 1000/2007 Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2008. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007. Rapport 1036/2008 Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2009. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008. Rapport 1057/2009 Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2009. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Atmosfæriske tilførsler 2008. Rapport 1051/2008 Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Sjøeng, A.M.S., Kaste, Ø. & Tørseth, K. 2007. N leaching from small upland headwater catchments in southwestern Norway. *Water Air Soil Pollut.* 179, 323-340.
- Skjelkvåle, B. L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T. S., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A. K. 1996. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statlig program for forureningsovervåking Rapport 677/96, Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway. 73 pp.
- Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A., Johannsson, K., Jensen, J.P., Moiseenko, T., Andersen, T., Fjeld, E. & Røyseth, O. 1999. Heavy metal surveys in Nordic lakes; harmonised data for regional assessment of critical limits. NIVA-report SNO 4039-99. 71 pp.
- Skjelkvåle, B.L., Rognerud, S., Fjeld, E., Christensen, G. & Røyset, O. 2008. Nasjonale innsjøundersøkelse 2004-2006, Del I: Vannkjemi. Status for forurensning, næringsalter og metaller. Rapport TA 2361/2008. Statlig program for forureningsovervåking. SPFO 1011/2008. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Spikkeland, I. 1980a. Hydrografi og evertbratfauna i vassdragene på Lifjell, Telemark 1979. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 19: 1-55.
- Spikkeland, I. 1980b. Hydrografi og evertbrater i vassdragene i Sjøvatnområdet, Telemark. 1979. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 18: 1-49.
- Strøm, K.M. 1944. High mountain limnology. Some observations on stagnant and running waters of the Rondane area. - *Avh. norske Vidensk. Akad. Oslo, I. Mat. nat. Kl.* 1944 (8): 1-24.
- Traaen, T. S. 1987. Forsuring av innsjøer i Finnmark. SFT-Rapport 299/87, SFT., Oslo, Norway.
- Traaen, T. S. & Rognerud, S. 1996. Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Rusland. Årsrapport for 1995. SFT-Rapport 3458-96, SFT, Oslo. 21 s.
- Walseng, B. 1990. Verneplan IV. Ferskvannsbefaringer i 6 vassdrag i Vest-Agder og Aust-Agder. - NINA Utredning 9: 1-46.
- Walseng, B. 1994. Alona spp. in Norway: Distribution and ecology. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 2358-2359.
- Walseng, B. 1998. Occurrence of Eucyclops species in acid and limed water. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2007-2012.
- Walseng, B., Storeid, S.-E. & Halvorsen, G. 2001. Littoral microcrustaceans as indices of recovery of a limed river system. - *Hydrobiologia* 450: 159-172.
- Aagaard, K. & Dolmen, D. 1996. Fauna Norvegica. Tapir forlag, Trondheim, 309 s.

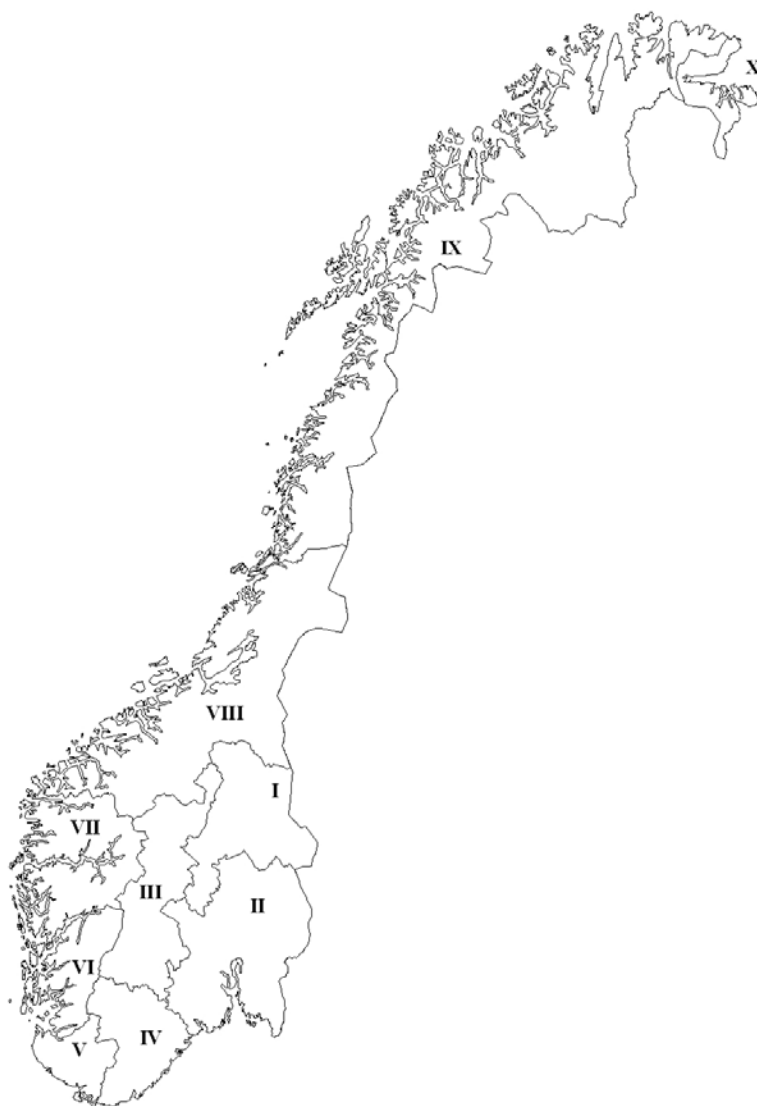
## Vedlegg A. Inndeling av landet i regioner

I overvåkingsprogrammet deles Norge inn i 10 regioner (Figur A1) som er definert som følger:

- I. Østlandet - Nord.**  
Omfatter kommunen Nordre Land samt nordlige deler av Oppland (unntatt kommunene Skjåk, Lesja og Dovre) og Hedmark nord for kommunene Lillehammer, Ringsaker, Hamar og Elverum.
- II. Østlandet - Sør.**  
Omfatter Østfold, Oslo, Akershus, sørlige deler av Hedmark (Ringsaker, Hamar, Elverum og alle kommuner sør for disse), sørlige deler av Oppland (Søndre Land, Lillehammer og alle kommuner sør for disse), Vestfold og lavereliggende deler av fylkene Buskerud (Ringerike, Modum, Krødsherad, Øvre Eiker, Kongsberg og alle kommuner sør for disse) og Telemark (Notodden, Bø, Nome og alle kommuner sør for disse).
- III. Fjellregion - Sør-Norge.**  
Høyereliggende områder (over 1000 m.o.h.) i fylkene Oppland, Buskerud, Telemark og Hordaland (Rondane, Jotunheimen og Hardangervidda).
- IV. Sørlandet - Øst.**  
Omfatter Vest-Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder til Lindesnes.
- V. Sørlandet - Vest.**  
Omfatter resten av Vest-Agder til Boknafjord/Lysefjord i Rogaland (t.o.m. Forsand kommune) og deler av Rogaland (kommuner sør for Hjelmeland).
- VI. Vestlandet - Sør.**  
Omfatter kommuner i Rogaland nord for Boknafjorden og kommuner i Hordaland til Hardangerfjorden.
- VII. Vestlandet - Nord.**  
Omfatter Hordaland nord for Hardangerfjorden og Sogn og Fjordane (nord til Stadt).
- VIII. Midt-Norge**  
Omfatter Møre og Romsdal og Trøndelagsfylkene og kommunene Skjåk, Lesja og Dovre i Oppland.
- IX. Nord-Norge.**  
Omfatter Nordland, Troms og Finnmark (unntatt Øst-Finnmark).
- X. Øst-Finnmark.**  
Kommunene Sør-Varanger, Nesseby, Vadsø og Vardø.

Ved inndelingen er det lagt vekt på at forsøringsbelastningen er relativt lik innen hver region. Inndelingen er dessuten basert på biogeografiske og meteorologiske forhold. Hovedhensikten med denne inndelingen er å kunne vise utviklingen av forsørings situasjonen i ulike deler av Norge. Resultatene vil bli vurdert opp mot de prognosene for forsøringsutviklingen som er satt opp på grunnlag av de internasjonale avtalene om reduksjoner i utslipp av svovel og nitrogen til atmosfæren.





*Figur A1. Inndeling av Norge i 10 regioner basert på forurensningsbelastning (S- og N-deposisjon), meteorologi og biogeografi.*

## Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver

### B1. Analyseprogrammet og analysemetoder

Kode	Variabelnavn	Enhet	Analysemetode	Analyseinstrument	Deteksjonsgrense
pH	pH		Potensiometri	Methrom Titrino E702 SM	-
Kond	Konduktivitet	mS/m 25C	Elektrometri	WTW LF 539 RS	0,2
Ca	Kalsium	mg/L	Ionekromatografi	Dionex DX 320 duo	0,02
Mg	Magnesium	mg/L	"	"	0,02
Na	Natrium	mg/L	"	"	0,02
K	Kalium	mg/L	"	"	0,02
Cl	Klorid	mg/L	"	"	0,03
SO4	Sulfat	mg/L	"	"	0,04
NO3-N	Nitrat	µg N/L	"	"	1
NH4-N	Ammonium	µg N/L	"	"	5
Alk	Alkalitet	mmol/L	Potensiometrisk titrering til pH = 4.5	Methrom Titrino E702 SM	0,01
TOC	Total organisk karbon	mg C/L	Oksidasjon til CO2 med UV/persulfat og måling med IR-detektor	Phoenix 8000	0,10
Al/R, Al/II	Reaktiv og ikke labil	µg/L	Automatisert fotometri	Skalar SAN Plus Autoanalysator	5
LAl	Labil Aluminium	µg/L		Beregnes ved differansen mellom Al/R og Al/II	
Tot-N	Total Nitrogen	µg N/L	Automatisert fotometri	S2O8 oksidasjon i autoklav Skalar SAN Plus Autoanalysator	10
Cu	Kobber	µg/L	ICP-MS	Perkin Elmer Elan 6000	0,01
Ni	Nikkel	µg/L	ICP-MS	Perkin Elmer Elan 6000	0,05

Da overvåkingsprogrammet startet i 1980, ble aluminium analysert som "total" aluminium (TAI). Fra 1984 ble bestemmelse av reaktivt aluminium (RAI) og ikke-labil aluminium (IIAI) inkludert i analyseprogrammet. Total aluminium ble analysert parallelt med den nye metoden i 1984 og 1985. Sammenhengen mellom RAI og TAI er gitt ved likningen:  $RAI = 22 + 0.64 \cdot TAI$  ( $n = 116$ ,  $r = 0.89$ ). Fra og med 1986 ble den gamle metoden kuttet ut, og verdiene for aluminium i tabellene for de etterfølgende år vil derfor være lavere enn tidligere.

Fra 1985 ble total organisk karbon (TOC) tatt med i rutineprogrammet, og i 1987 ble også ammonium (NH<sub>4</sub>) og totalt nitrogeninnhold (Tot-N) bestemt. I 1989 ble NH<sub>4</sub> tatt ut av programmet på grunn av meget lave konsentrasjoner over hele året, men er senere tatt inn igjen og bestemmes nå rutinemessig.

Prøvetakingsfrekvensen er én gang pr. uke for feltforskningsstasjonene. Elvene prøvetas én gang pr. måned med unntak av vårmeltingsperioden da de prøvetas hver 14. dag. Innsjøene prøvetas én gang pr. år med prøvetakingstidspunkt på høsten (etter høstsirkulasjonen i vannene).

## B2. Kvalitetskontroll

Alle analysedata kvalitetskontrolleres ved å beregne balansen mellom negative og positive ioner. Denne balansen kan beregnes på to måter avhengig av tilgjengelige måleparametre samt innholdet av TOC og LAI i vannet. En ionebalansekontroll forutsetter imidlertid analyse av alle hovedkjemiske parametre.

[ ] i ligningene nedenfor betyr at konsentrasjonen er i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

### I. Bare hovedioner

Sum anioner	: SAN =	$[\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{ALK}]$
Sum kationer	: SKAT =	$[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{H}^+]$
Differanse kationer - anioner	: DIFF =	SKAT - SAN
Differanse i prosent	: D-PRO =	DIFF i % of SKAT (DIFF*100/SKAT)

### II. Hovedioner samt LAI, $\text{NH}_4^+$ og TOC

Sum anioner	: SAN2 =	SAN + OAN <sup>-</sup>
Sum kationer	: SKAT2 =	SKAT + [LAI <sup>(*)</sup> ] + [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]
Differanse kationer - anioner	: DIFF2 =	SKAT2 - SAN2
Differanse i prosent	: D-PRO2 =	(DIFF2 * 100/SKAT2)

der:

$$\text{LAI} = \Sigma (\text{Al}^{3+}, \text{Al}(\text{OH})^{2+}, \text{Al}(\text{OH})_2^+)$$

OAN<sup>-</sup> (organiske anioner i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ) er beregnet ved å bruke TOC-konsentrasjoner basert på den følgende empiriske ligningen fra norske innsjøer :

$$\text{OAN}^- = 4.7 - 6.87 * \exp^{(-0.322 * \text{TOC})} * \text{TOC}$$

Alle analyser med D-PRO eller D-PRO2 >10 % blir sjekket og eventuelt reanalysert. For analyser med DIFF eller DIFF2 < 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , men D-PRO eller D-PRO2 > 10% aksepteres analysen.

## B3. Beregning av ANC

ANC (Acid Nutralizing Capacity) er definert som en løsnings evne til å nøytralisere tilførsler av sterke syrer til et gitt nivå. ANC er definert ved:

$$\text{ANC} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{A}^-] - [\text{H}^+] - [\text{Al}^{n+}]$$

For de fleste naturlige systemer i Norge kan vi anta at  $[\text{A}^-]$  og  $[\text{Al}^{n+}] \approx 0$   
Dette gir oss:

$$\text{ANC} = [\text{HCO}_3^-] - [\text{H}^+]$$

Ionebalansen i vann er gitt ved:

$$\Sigma \text{ladning av kationer } [\mu\text{ekv L}^{-1}] = \Sigma \text{ladning av anioner } [\mu\text{ekv L}^{-1}]$$

$$\begin{aligned} \Sigma [\text{H}^+] + [\text{Al}^{n+}] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{NH}_4^+] \\ = \Sigma [\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{A}^-] \end{aligned}$$

vi får da at:

$$\begin{aligned} \text{ANC} &= ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{NH}_4^+]) - ([\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-]) \\ \text{ANC} &= \Sigma \text{basekationer} - \Sigma \text{sterke syrer anioner} \end{aligned}$$

#### B4. Beregning av sjøsaltkorreksjon

Av de sterke syreanionene, er Cl det mest mobile og følger vanligvis vannet gjennom nedbørfeltet slik at  $Cl_{inn} = Cl_{ut}$ . Hovedkilden til klorid er sjøsalter som tilføres nedbørfeltet gjennom våt og tørr deposisjon. Ved å bruke forholdet mellom klorid og de andre ionene i sjøvann, kan man derfor beregne bidraget fra ikke-marine kilder i avrenningsvannet. Det gjøres ved følgende ligninger:

$$[Ca^{2+}]^* = [Ca^{2+}] - 0.037*[Cl^-]$$

$$[Mg^{2+}]^* = [Mg^{2+}] - 0.196*[Cl^-]$$

$$[Na^+]^* = [Na^+] - 0.859*[Cl^-]$$

$$[K^+]^* = [K^+] - 0.018*[Cl^-]$$

$$[SO_4^{2-}]^* = [SO_4^{2-}] - 0.103*[Cl^-]$$

I tabellene er sjøsaltkorrigerte verdier av  $SO_4$  (ikke-marin sulfat i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  ( $ESO_4^*$ )), Ca+Mg (ikke-marine basekationer i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  ( $ECM^*$ )) og Na (ikke-marin natrium i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  ( $ENa^*$ )) inkludert. Sjøsaltkorrigerte verdier er alltid merket med \*.

## Vedlegg C. Vannkjemiske målestasjoner

Tabell C1. Innsjøer.

Region	Antall innsjøer
Østlandet - Nord	1
Østlandet - Sør	15
Fjellregion - Sør-Norge	3
Sørlandet - Øst	14
Sørlandet - Vest	11
Vestlandet - Sør	3
Vestlandet - Nord	5
Midt-Norge	10
Nord-Norge	5
Øst-Finmark	11

Innsjøene er delt inn i 10 regioner. Siden omleggingen fra ca 200 til ca 100 sjøer fra 2003 til 2004 har det blitt noen små omrokninger på innsjøene i hver region, slik at tallene fra 2004 og 2005 ikke er direkte sammenlignbare med tidligere rapporter:

Region 2. Øyvann inn, Ø-Jerpetjern ut  
 Region 3. Steinavatn inn  
 Region 4. Brårvatn inn, Songevatn inn  
 Region 5. Gjuvvatn inn, Stigebottsvatn inn  
 Region 6. Steinavatn ut (flyttet til 3)  
 Region 7. Langevatn inn

**Region 3. Store Krækkja tatt ut i 2007 pga kalkingsaktivitet**

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn	NVE	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø areal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt
						nr	Vassdrag nr						areal km <sup>2</sup>
Hedmark	Åmot	429	1	429-601	Holmsjøen	282	002.JAAA1B	20173	61,15	11,62	559	1,15	5,9
Østfold	Halden	101	2	101-605	Holvatn	331	001.B1D	20133	59,11	11,53	161	1,15	9,35
Østfold	Sarpsborg	105	2	105-501	Isebakkjern	5844	002.A2B	19134	59,34	10,97	60	0,3	6,6
Østfold	Aremark	118	2	118-502	Breitjern	3554	001.C3A	20133	59,12	11,68	190	0,3	4
Østfold	Våler	137	2	137-501	Ravnsjøen	5828	003.B1C	19134	59,41	11,00	82	0,3	2,85
Akershus	Aurskog-Høland	221	2	221-607	Holvatn	3259	001.FB	20143	59,74	11,58	214	0,42	4,95
Akershus	Aurskog-Høland	221	2	221-605	Store Lyseren	3238	314.B	20144	59,78	11,77	229	0,51	3,37
Oslo	Oslo	301	2	301-605	Langvatn	5114	002.CDB	19153	60,11	10,77	342	0,56	3,57
Hedmark	Kongsvinger	402	2	402-604	Storbørja	368	313.3AD	20152	60,09	11,93	301	1,15	29,2
Hedmark	Nord-Odal	418	2	418-603	Skurvsjøen	3838	002.EB3C	20163	60,57	11,65	432	0,43	20,7
Hedmark	Grue	423	2	423-601	Meitsjøen	281	002.EB11B	20154	60,39	11,81	358	1,02	20,35
Buskerud	Flå	615	2	615-604	Langtjern (LAE01)	7272	012.CB5Z	17151	60,37	9,73	0	0	4,8
Buskerud	Modum	623	2	623-603	Breidlivatnet	5269	012.D52	18144	59,98	10,15	632	0,3	1,54
Buskerud	Flesberg	631	2	631-607	Skakkjern	5961	015.FAD	17144	59,89	9,31	547	0,08	4,6
Vestfold	Sande	713	2	713-601	Øyvannet (Store)	5742	013.AZ	18143	59,64	10,10	442	0,33	5,53
Telemark	Nome	819	2	819-501	Nedre Furovatn	14367	016.BBO	16134	59,28	8,84	605	0,1	2,7
Telemark	Hjartdal	827	3	827-601	Heddersvatnet	69	019.F2Z	16144	59,83	8,76	1136	1,83	11,65

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn		Kartblad	Latitude	Longitudo	H.o.h. m	Nedbørfelt	
						nr	NVE Vassdrag nr					Innsjø areal km <sup>2</sup>	areal km <sup>2</sup>
Telemark	Vinje	834	3	834-614	Stavsvatn	13194	016.BG11	15142	59,64	8,11	1053	0,4	2,43
Hordaland	Odda	1228	3	1228-501	Steinavatn	1705	061.B5	13144	59,86	6,58	1047	0,85	4,3
Telemark	Fyresdal	831	4	831-501	Brårvatn	14277	019.DDF	15134	59,29	7,73	902	1,25	4
Telemark	Tokke	833	4	833-603	Skurvevatn	1094	021.M1B	14142	59,59	7,55	1269	1,08	7,75
Aust-Agder	Tvedestrand	914	4	914-501	Sandvatn	9534	019.AD	16122	58,69	8,96	150	0,32	2,75
Aust-Agder	Froland	919	4	919-606	Hundevvatn	10127	019.B2A	16123	58,59	8,54	286	0,32	2,3
Aust-Agder	Iveland	935	4	935-7	Grunnevatn	10926	021.AC	15114	58,39	7,97	250	1	3,3
Aust-Agder	Bygland	938	4	938-66	Grimsdalsvatn	9219	020.BCD	15123	58,75	7,97	463	0,31	8,3
Aust-Agder	Valle	940	4	940-502	Myklevatn	15177	021.EC	14132	59,07	7,38	785	0,6	32,7
Aust-Agder	Valle	940	4	940-527	Skammevatn	14534	025.Q	14133	59,21	7,24	1074	0,68	8,4
Aust-Agder	Valle	940	4	940-501	Tjurrmonvatn	15100	021.ED	14132	59,07	7,46	720	0,75	6,8
Aust-Agder	Bykle	941	4	941-24	Bånevatn	13592	021.HD	14143	59,50	7,11	1115	1,46	16,9
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-25	Drivenesvatn	11147	021.A4Z	15114	58,29	7,93	168	0,22	11,5
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-12	Songevvatn	11078	022.1C7	14111	58,32	7,68	268	0,25	9,3
Vest-Agder	Søgne	1018	4	1018-4	Kleivsetvatn	11592	022.22Z	14112	58,11	7,68	83	0,57	17,2
Vest-Agder	Marnardal	1021	4	1021-14	Homestadvvatn	11373	023.A12Z	14112	58,21	7,45	278	0,62	3
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-15	Botnevatn	21797	026.1B	13114	58,28	6,48	56	0,6	8
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-13	St.Eitlandsvt	1431	026.D1AB	13111	58,49	6,74	392	1,15	6,3
Vest-Agder	Åseral	1026	5	1026-210	Stigebottsvatn	1174	022.F8C	14124	58,76	7,31	814	0,93	7,3
Vest-Agder	Lyngdal	1032	5	1032-14	Troldevatn	11292	024.AD2Z	14113	58,23	6,99	278	0,22	1
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-19	I.Espelandsvatn	11095	024.B22C	14114	58,30	7,16	391	0,28	10
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-8	Trollselvatn	10305	022.CE	14123	58,55	7,21	617	0,25	3,5
Vest-Agder	Kvinesdal	1037	5	1037-17	Heivesdal	1373	025.BD	14123	58,63	6,97	500	0,31	12,5
Rogaland	Eigersund	1101	5	1101-43	Glypstadvvatn	21186	026.4BCB	12111	58,49	6,20	261	0,34	2
Rogaland	Sokndal	1111	5	1111-3	Ljosvatn	21438	026.4BCD	12111	58,42	6,21	150	0,22	1,1
Rogaland	Lund	1112	5	1112-15	Gjuvvvatn	21049	026.4F	13123	58,52	6,41	389	0,35	2,4
Rogaland	Hå	1119	5	1119-602	Homsevatn	1545	027.6AAA	12122	58,56	5,86	142	0,67	8,7
Rogaland	Vindafjord	1154	6	1154-601	Røyrvatn	22548	038.AZ	12142	59,54	6,02	230	0,42	16,3
Hordaland	Etna	1211	6	1211-601	Vaulavatn	23386	042.31Z	13144	59,83	6,37	879	1,12	25,75
Hordaland	Fitjar	1222	6	1222-502	Ø. Steindalsvatn	22101	044.5B	11141	59,87	5,42	262	0,25	3,3
Hordaland	Samnanger	1242	7	1251-601	Oddmundalsvatn	26511	048.F1B	12162	60,53	5,98	760	0,32	5,72
Hordaland	Lindås	1263	7	1263-601	Båtevatn	26267	064.5A	12163	60,73	5,51	451	0,42	2,77
Sogn og Fjordane	Flora	1401	7	1401-501	Langevatn	28197	85.522	11182	61,67	5,18	470	0,67	2,67
Sogn og Fjordane	Balestrand	1418	7	1418-601	Nystølsvatn	1651	083.CC	13174	61,34	6,46	715	1,25	21,45
Sogn og Fjordane	Eid	1443	7	1443-501	Movvatn	1935	094.D	12181	61,98	6,18	422	1,05	20
Oppland	Lesja	512	8	512-601	Svartdalsvatnet	34660	104.D6Z	14191	62,27	8,84	1018	0,6	49,9
Møre og Romsdal	Molde	1502	8	1502-602	Lundalsvatnet	31186	105.4A2	13204	62,82	7,53	254	0,3	5,65
Møre og Romsdal	Vanylven	1511	8	1511-601	Blæjevatnet	31047	093.2B	11192	62,05	5,78	700	0,55	1,93
Møre og Romsdal	Aure	1569	8	1569-601	Skardvatnet	36436	116.2Z	14211	63,30	8,78	346	0,52	3,75
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-601	Grovliovatnet	36780	135.2A	15221	63,91	10,16	180	1,03	10,4
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-603	Skjerivatnet	36727	135.3CD	16224	63,96	10,56	357	0,88	3,25
Sør-Trøndelag	Røros	1640	8	1640-603	Tufsinga	35326	2.53	17202	62,61	11,88	781	1,38	5,15

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn	NVE	Kartblad	Latitude	Longitudo	H.o.h. m	Innsjø areal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt
						nr	Vassdrag nr						areal km <sup>2</sup>
Nord-Trøndelag	Namdalseid	1725	8	1725-3-14	Bjørfarvatnet	40844	138.BA1Z	16231	64,28	10,99	263	1,01	3,8
Nord-Trøndelag	Namsskogan	1740	8	1740-602	Storgåsvatnet	716	139.FCB	18252	65,06	13,17	493	2,77	10,85
Nord-Trøndelag	Grong	1742	8	1742-501	Grytsjøen	40322	139.A5B	17231	64,39	12,09	372	0,45	10
Nordland	Saltdal	1840	9	1840-601	Kjemåvatn	806	163.D1B	21284	66,77	15,41	626	2,6	33
Nordland	Sørfold	1845	9	1845-601	Tennvatn	45724	168.5Z	21301	67,76	15,93	339	2,62	5,18
Nordland	Tysfjord	1850	9	1850-603	Kjerrvatn	1001	170.5DC	12312	68,08	16,03	209	1,4	6,62
Nordland	Flakstad	1859	9	1859-601	Storvatn	48048	181,1	10312	68,05	13,35	25	1,1	6,2
Troms	Tranøy	1927	9	1927-501	Kapervann	50879	194.6C	13332	69,24	17,33	214	0,67	18
Finnmark	Vardø	2002	10	2002-501	Oksevatn	2430	238.5B	25354	70,35	30,88	143	2,73	9,9
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-501	Bårjasjavri	64684	246.C	24343	69,56	29,81	150	0,45	7,25
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-619	Følvatnet	2456	246.FAC	23331	69,25	28,93	177	2,57	11,8
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-625	Holmvatnet	64278	244,5	24343	69,71	29,72	146	0,92	3,07
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-612	L.Djupvatnet	64217	247.4B	24342	69,71	30,59	211	0,4	1,98
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-614	Langvatnet	64193	246.6B	24342	69,73	30,19	90	0,32	3
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-603	Otervatnet	64713	247.CZ	25343	69,55	30,78	293	0,18	1,48
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-504	Råtjern	63664	243,3	23341	69,88	29,19	264	0,7	2,47
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-503	Skaidejavri	2437	244ABZ	23341	69,93	29,11	322	1,85	7,3
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-607	St. Valvatnet	2474	247.7D	25343	69,72	30,66	157	3,6	19,58
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-624	Ulekristajav	64799	246.D	24343	69,53	29,45	242	0,17	1,2

### Jarfjordfjellet, Øst-Finnmark

Finnmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR5	Navnløs			24342	69,69	30,61	270	0,06	
Finnmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR6	Navnløs			24342	69,70	30,61	310	0,06	
Finnmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR7	Navnløs			25343	69,71	30,63	255	0,07	
Finnmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR8	Navnløs			25343	69,71	30,64	263	0,04	
Finnmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR12	Navnløs			25343	69,69	30,73	291	0,08	
Finnmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR13	Navnløs			25343	69,69	30,73	271	0,05	

Tabell C2. Elver

Fylke	Elv nr.	Lok.nr	Navn	Prøvetakingssted	UTM-OV	UTM-NS	UTM-R	Kartblad
Aust-Agder	3	1	Gjerstadelva	Søndeledammen	5047	65141	32	16121
Rogaland	26	1	Årdalselva	Årdal	3402	65599	32	12132

Tabell C3. Feltforskningsstasjoner

Fylke	Nedbørfelt	Kode	UTM-OV	UTM-NS	UTM-R	Kartblad	Laveste/høyeste punkt (m.o.h.)
Aust-Agder	Birkenes	BIE01	4558	64719	32	15111	200-300
Telemark	Storgama	STE01	4800	65463	32	16133	580-690
Buskerud	Langtjern	LAE01 (utløp)	5401	66933	32	17151	510-750
Møre og Romsdal	Kårvatn	KAE01	4946	69615	32	14201	200-1375
Finnmark	Dalelva	DALELV 1	3988	77332	36	24342	0-241
Rogaland	Øygardsbekken	OVLEV 19 23	3321	65016	32	12122	185-544



## Vedlegg D. Observatører for vannprøver

### Innsjøer

For innsjøene bruker vi en kombinasjon av prøvetaking fra helikopter/sjøfly og prøvetaking til fots. Prøvene blir tatt delvis av personell fra NIVA og delvis av folk i kommuner, fylkesmannens miljøvernavdeling, fjelloppsyn og privatpersoner.

### Elver

Elv	Prøvetakers navn og adresse
Gjerstadelva	Nils Olav Sunde, Håsåsv. 45b, 4990 SØNDELED
Årdalselva	Jostein Nørstebø, 4137 ÅRDAL

### Feltforskningsstasjoner

Nedbørfelt	Prøvetakers navn og adresse
Birkenes	Olav Lien, Lien, 4760 BIRKELAND
Storgama	Per Øyvind Stokstad, 3855 TREUNGEN
Langtjern	Tone og Kolbjørn Sønsteby, 3539 FLÅ
Kårvatn	Berit og Erik Kårvatn, 6645 TODALEN
Dalelva	Roy Hallonen, Karpbukta, 9912 HESSENG
Øygardsbekken	May Ann Skårland, Tjødnaråsen, 4389 VIKESÅ

## Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi

### Analyseresultater 2010 Årsmiddelverdier for hele overvåkingsperioden

Tabell E1. Analyseresultater for innsjøer 2010.

#### Tidstrendsjøer

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AlK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			dd.mnd																							
429-601	Holmsjøen	1	11.10	5,33	1,13	0,95	0,13	0,54	0,14	0,44	1,03	8	11	43	39	4	8,5	245	5	7	2	5	51	55	20	13
101-605	Holvatn	2	05.11	5,26	3,84	0,85	0,53	4,12	0,29	6,76	2,92	120	10	170	92	78	6,7	385	26	4	<1	5	13	42	41	15
105-501	Isebakk tjern	2	06.11	5,14	4,22	1,49	0,71	4,51	0,45	6,11	2,68	76	19	380	318	62	21,8	590	41	19	2	7	107	93	38	48
118-502	Breitjern	2	05.11	4,70	3,09	0,51	0,36	2,83	0,16	4,61	1,75	43	0	256	160	96	10,6	375	35	7	<1	20	13	25	23	11
137-501	Ravnsjøen	2	06.11	5,61	3,45	0,95	0,54	3,89	0,29	5,69	2,80	54	21	181	138	43	7,7	360	54	8	1	2	46	54	42	31
221-605	Store Lyseren	2	19.10	5,84	1,92	0,88	0,35	1,66	0,23	2,24	2,32	50	14	106	57	49	4,3	250	24	3	<1	1	36	58	42	18
221-607	Holvatn	2	19.10	5,62	2,12	1,12	0,41	1,77	0,38	2,44	1,63	62	20	151	125	26	10,9	365	19	5	2	2	69	74	27	18
301-605	Langvann	2	12.10	6,02	1,32	0,85	0,20	0,98	0,16	0,96	1,56	57	23	79	55	24	4,4	240	14	3	3	1	42	53	30	19
402-604	Storbørja	2	12.10	5,24	1,68	0,96	0,34	1,18	0,15	1,12	1,22	38	12	138	109	29	14	345	10	6	1	6	71	69	22	24
418-603	Skurvsjøen	2	12.10	4,93	1,53	0,62	0,18	0,81	0,13	0,67	0,90	13	0	163	122	41	15,4	330	<2	9	1	12	46	41	17	19
423-601	Meitsjøen	2	12.10	4,90	1,78	0,89	0,30	0,92	0,22	0,86	0,99	30	0	157	123	34	17,6	395	19	10	1	13	68	63	18	19
LAE01	Langtjern, utløp	2	04.10	4,86	1,41	0,84	0,13	0,51	0,06	0,41	0,75	13	0	164	138	26	14	290	9	4	<1	14	48	50	14	12
623-603	Breidlivatnet	2	20.10	5,01	1,15	0,37	0,11	0,56	0,10	0,49	0,94	48	0	211	100	111	8	360	44	10	1	10	18	24	18	12
631-607	Skakktjern	2	13.10	4,66	1,51	0,58	0,12	0,38	0,07	0,39	0,73	7	0	80	65	15	11,7	255	9	5	1	22	30	36	14	7
713-601	Øyvannet (Store)	2	22.10	5,73	1,52	1,20	0,25	0,95	0,24	1,02	1,19	62	19	119	108	11	9,8	375	33	10	2	2	70	74	22	17
819-501	Nedre Furuvatn	2	06.11	4,86	1,46	0,75	0,17	0,57	0,06	1,01	0,92	22	0	149	116	33	9	265	11	9	<1	14	29	45	16	0
827-601	Heddersvatnet	3	27.09	6,34	0,66	0,59	0,09	0,31	0,11	0,34	0,75	71	21	9	9	0	0,9	134	5	<1	<1	0	23	35	15	5
834-614	Stavsvatn	3	23.10	6,34	0,74	0,87	0,09	0,44	0,05	0,32	0,61	17	29	49	36	13	1,8	146	8	3	<1	0	48	49	12	11
1228-501	Steinavatn	3	21.10	5,78	0,72	0,19	0,08	0,60	0,08	1,11	0,55	59	3	7	<5	2	0,54	140	7	4	<1	2	-3	9	8	-1
831-501	Brårvatn	4	07.10	6,00	0,75	0,43	0,10	0,53	0,07	0,68	0,80	76	13	23	14	9	1	175	14	<1	<1	1	13	25	15	7
833-603	Skurevatn	4	11.10	5,95	0,57	0,35	0,08	0,36	0,04	0,43	0,61	80	10	17	<5	12	0,4	140	3	<1	<1	1	10	21	11	5
914-501	Sandvatn	4	25.10	5,00	2,83	0,77	0,42	2,50	0,22	4,34	2,05	65	0	168	96	72	7,4	370	41	5	<1	10	18	44	30	4
919-606	Hundevatn	4	25.10	5,18	1,99	0,56	0,34	1,67	0,19	2,68	1,76	78	0	97	57	40	5	330	31	<1	<1	7	16	38	29	8
935-7	Grunnevatn	4	17.11	5,17	2,30	0,62	0,33	2,17	0,13	3,47	1,96	70	3	158	93	65	5,3	315	28	4	<1	7	12	35	31	10
938-66	Grimsdalsvatn	4	25.09	5,15	1,20	0,31	0,11	0,83	0,05	1,05	0,91	35	0	118	67	51	4,5	245	14	3	<1	7	11	18	16	11
940-501	Tjurrmovatnet	4	18.10	5,46	0,79	0,31	0,09	0,65	0,05	0,79	0,68	26	3	72	48	24	3,1	170	10	3	<1	3	14	18	12	9
940-502	Myklevatn	4	14.10	5,56	0,79	0,42	0,09	0,53	0,06	0,69	0,71	23	5	53	38	15	3,3	165	7	4	<1	3	17	24	13	6
940-527	Skammevatn	4	12.10	6,23	0,58	0,40	0,06	0,47	0,04	0,51	0,61	33	15	12	8	4	0,61	84	3	2	<1	1	17	22	11	8
941-24	Bånevatn	4	16.10	5,88	0,58	0,24	0,07	0,43	0,06	0,70	0,54	56	4	<5	<5	0	0,3	90	5	1	<1	1	3	13	9	2
1014-12	Songevatn	4	04.11	5,65	2,64	1,09	0,40	2,38	0,65	3,65	2,08	150	24	137	121	16	8,5	530	32	25	9	2	50	63	33	15
1014-25	Drivnesvatn	4	04.11	5,19	2,87	0,94	0,38	2,67	0,31	4,27	2,44	135	3	146	104	42	7,1	485	55	21	8	6	21	50	38	13
1018-4	Kleivsetvannet	4	15.10	5,43	3,46	1,04	0,49	3,68	0,36	5,94	2,69	165	9	162	113	49	6,7	475	27	9	1	4	26	53	39	16
1021-14	Homestadvatnet	4	22.10	5,10	2,83	0,48	0,34	3,06	0,17	4,97	1,98	145	0	102	39	63	3,2	405	49	5	<1	8	-2	19	27	13

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AlK	Al/R	Al/I	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			dd.mnd																							
1004-13	Store Eitlandsvatn	5	08.11	5,22	2,25	0,33	0,29	2,48	0,14	4,12	1,49	135	0	52	22	30	1,6	260	23	4	<1	6	-5	13	19	8
1004-15	Botnevatnet	5	15.10	5,67	4,00	0,72	0,58	5,27	0,29	8,30	2,67	215	5	74	42	32	2	380	19	5	2	2	15	29	31	28
1026-210	Stigebottsvatn	5	05.11	5,08	0,98	0,29	0,10	0,66	0,05	0,98	0,63	54	0	53	36	17	3,1	220	7	6	<1	8	8	16	10	5
1032-14	Troldevatnet	5	21.11	5,07	2,52	0,27	0,28	2,45	0,17	3,86	1,51	215	0	79	37	42	2,9	475	43	6	<1	9	-8	11	20	13
1034-8	Trollselvatn	5	25.09	4,88	1,58	0,36	0,18	1,25	0,06	1,63	0,77	24	0	109	86	23	9,3	310	4	9	<1	13	25	22	11	15
1034-19	Indre Espelandsvatnet	5	25.09	5,16	2,01	0,55	0,22	2,12	0,12	2,95	1,47	58	3	127	89	38	6,5	320	16	9	<1	7	23	26	22	21
1037-17	Heievatn	5	01.11	4,94	1,52	0,25	0,14	1,23	0,09	1,55	0,88	36	0	124	98	26	6,8	295	4	9	<1	11	15	14	14	16
1101-43	Glypstadvatnet	5	15.10	6,05	3,99	1,11	0,73	4,52	0,46	7,88	2,59	415	12	13	12	1	0,94	530	14	2	<1	1	18	64	31	6
1111-3	Ljosvatnet	5	22.11	5,29	3,22	0,39	0,46	3,96	0,21	6,66	1,98	170	2	48	16	32	1,3	365	35	5	1	5	-6	14	22	11
1112-15	Gjuvvatnet	5	11.10	5,27	2,44	0,29	0,33	2,74	0,18	4,54	1,53	165	0	77	22	55	1,3	315	18	2	<1	5	-6	12	19	9
1119-602	Homsevatn	5	31.10	5,35	3,80	0,45	0,46	4,17	0,24	6,81	2,10	260	0	50	23	27	1,5	465	35	4	1	4	-7	16	24	16
1154-601	Røyrvatnet	6	19.11	5,65	1,51	0,43	0,24	1,58	0,14	2,57	1,05	76	11	38	27	11	1,7	215	18	3	<1	2	14	24	14	6
1211-601	Vaulavatn	6	18.10	6,03	0,84	0,40	0,12	0,70	0,13	1,04	0,58	58	12	19	17	2	1,1	155	<2	2	<1	1	18	23	9	5
1222-502	I.Sorlivatn/Ø. Steindalsv.	6	07.11	5,73	2,14	0,64	0,30	2,30	0,16	3,84	1,17	87	12	54	50	4	3	215	9	3	<1	2	22	31	13	7
1251-601	Oddmunddalsvatnet	7	16.10	5,61	0,63	0,16	0,07	0,55	0,05	0,81	0,39	58	2	8	<5	3	0,51	116	5	3	<1	2	4	8	6	4
1263-601	Båtevatn	7	31.10	5,27	1,46	0,16	0,18	1,52	0,10	2,66	0,77	80	0	28	12	16	0,8	170	<2			5	-5	5	8	2
1401-501	Langevatn	7	konst	5,69	1,99	0,39	0,29	2,41	0,08	4,13	0,93	85	2	16	9	7	0,71	149	5	1		2	8	16	7	5
1418-601	Nystølvatn	7	26.10	6,10	0,63	0,30	0,08	0,61	0,07	0,88	0,49	35	10	7	<5	2	0,33	95	2	1	<1	1	12	16	8	5
1443-501	Movatn	7	10.10	6,25	0,95	0,35	0,14	1,08	0,10	1,35	0,60	9	21	24	19	5	1,5	101	5	1	<1	1	27	20	9	14
512-601	Svartdalsvatnet	8	29.09	6,44	0,60	0,56	0,06	0,28	0,17	0,13	0,82	3	24	<5	6	-1	0,5	51	2	1	<1	0	28	32	17	9
1502-602	Lundalsvatnet	8	konst	6,33	2,27	0,65	0,41	2,71	0,17	4,36	0,86	2	34	44	44	0	3,3	125	4	2		0	47	38	5	12
1511-601	Blæjevattet	8	18.10	6,28	1,73	0,58	0,22	1,75	0,13	3,03	1,24	13	21	5	<5	0	0,44	60	4	2	<1	1	14	27	17	3
1569-601	Skardvatnet	8	18.10	6,16	1,96	0,40	0,32	2,33	0,15	3,78	0,86	11	16	26	24	2	2	110	4	2	<1	1	26	21	7	10
1630-601	Grovilvatnet	8	05.10	5,87	3,53	0,51	0,56	4,43	0,17	7,69	1,43	24	11	49	44	5	3,3	147	6	2	<1	1	20	21	7	6
1630-603	Skjerivatnet	8	08.11	6,17	2,64	0,50	0,44	3,27	0,15	5,72	1,26	23	20	12	9	3	1,2	96	4	2	<1	1	18	24	10	4
1640-603	Tufsingen	8	22.10	6,63	1,06	0,74	0,24	0,84	0,24	0,71	0,78	13	49	7	<5	2	1,8	102	6	2	<1	0	62	52	14	19
1725-3-14	Bjørnarvatnet	8	11.10	5,74	3,37	0,50	0,59	4,49	0,15	7,55	1,41	13	11	39	31	8	3,3	144	3	2	<1	2	29	24	7	12
1740-602	Storgåsvatnet	8	18.10	6,21	1,50	0,39	0,22	1,69	0,16	2,83	0,58	15	16	18	16	2	1,9	265	45	3	<1	1	22	19	4	5
1742-501	Grytsjøen	8	28.11	5,76	1,63	0,63	0,28	1,78	0,06	2,51	0,69	6	21	68	63	5	5,7	175	2	5	<1	2	48	38	7	17
1840-601	Kjemåvatnet	9	11.11	6,33	0,95	0,50	0,13	1,02	0,11	1,09	0,70	28	27	13	9	4	0,84	73	3	<1	<1	0	36	28	11	18
1845-601	Tennvatn	9	04.10	6,31	1,72	0,52	0,24	1,86	0,39	3,18	0,70	2	25	18	17	1	2,1	97	<2	3	<1	0	32	25	5	4
1850-603	Kjervvatn	9	14.10	6,35	2,68	0,66	0,38	3,14	0,40	5,13	1,00	9	31	25	24	1	2,1	102	<2	5	<1	0	45	30	6	12
1859-601	Storvatn	9	18.11	6,17	4,90	0,60	0,88	6,31	0,28	11,50	2,25	39	19	14	11	3	1,2	107	4	3	<1	1	10	27	13	-4
1927-501	Kapervatnet (Lille)	9	29.09	6,40	1,26	0,32	0,17	1,65	0,12	1,99	0,93	2	25	11	8	3	0,95	54	<2	1	<1	0	29	17	14	24
2002-501	Oksevatn	10	20.10	6,43	4,16	0,76	0,87	5,20	0,26	9,29	2,31	<1	34	5	<5	0	1	85	2	3	<1	0	32	48	21	1
2030-501	Bårsjavri	10	02.09	6,68	1,90	1,09	0,36	1,64	0,20	2,34	1,75	1	39	8	8	0	2,4	110	<2	3	<1	0	58	69	30	15
2030-503	Skaidejavri	10	02.09	6,31	1,78	0,78	0,31	1,79	0,11	3,00	1,59	9	10	8	6	2	0,75	55	4	2	<1	0	27	45	24	5
2030-504	Råtjern	10	02.09	6,32	1,87	0,73	0,33	1,85	0,14	3,11	1,75	1	12	7	<5	2	0,95	63	<2	5	<1	0	23	43	27	5
2030-603	Otervatnet	10	03.09	6,48	2,59	1,38	0,72	2,00	0,19	2,58	3,88	2	52	6	<5	1	2,5	137	4	4	2	0	66	111	73	24
2030-607	St.Valvatnet	10	03.09	6,51	3,15	1,25	0,64	2,89	0,28	4,77	3,89	9	21	9	7	2	0,95	64	3	1	<1	0	32	84	67	10
2030-612	Little Djupvatnet	10	03.09	6,01	2,80	0,90	0,54	2,73	0,19	4,59	3,47	<1	0	9	9	0	0,74	44	<2	3	<1	1	11	59	59	8
2030-614	Langvatnet	10	03.09	6,44	2,99	1,19	0,60	2,97	0,25	4,75	2,80	7	27	28	24	4	3,4	148	16	3	<1	0	52	78	44	14
2030-619	Følvatnet	10	02.09	6,81	1,76	1,28	0,38	1,19	0,22	1,39	2,08	1	51	6	<5	1	2,1	104	2	3	<1	0	70	86	39	18
2030-624	Ulekristjavri	10	02.09	6,58	1,59	0,99	0,28	1,24	0,20	1,73	1,67	<1	27	10	6	4	1,9	101	6	<1	<1	0	48	61	30	12
2030-625	Holmvatnet	10	02.09	6,57	2,56	1,19	0,48	2,34	0,21	3,80	2,55	7	28	9	7	2	1,4	77	<2	2	<1	0	45	74	42	10

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AlK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
			dd.mnd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
<b>Jarfjordfjellet</b>																											
2030-JAR-05	Navnløst	10	03.09	5,90	2,18	0,71	0,42	2,16	0,15	3,20	2,91	<1	0	9	7	2	1,1	59	<2	<1	<1	<1	1	17	49	51	
2030-JAR-06	Navnløst	10	03.09	5,43	2,18	0,55	0,39	2,15	0,14	3,41	2,64	2	0	15	<5		0,86	58	4	<1	<1	<1	4	5	37	45	
2030-JAR-07	Navnløst	10	03.09	6,15	2,37	0,89	0,45	2,26	0,19	3,52	3,04	<1	8	6	<5		1,1	80	12	2	2	<1	1	22	58	53	
2030-JAR-08	Navnløst	10	03.09	5,87	2,67	0,93	0,49	2,51	0,22	4,13	3,54	<1	0	12	6	6	0,73	58	9	2	2	<1	1	11	60	62	
2030-JAR-12	Navnløst	10	03.09	5,38	2,47	0,65	0,44	2,30	0,17	3,77	3,20	<1	0	28	7	21	0,84	46	<2	2	2	1	4	0	44	56	
2030-JAR-13	Navnløst	10	03.09	6,29	2,47	1,12	0,52	2,18	0,17	3,02	3,76	<1	14	11	12	0	1,5	72	6	3	3	1	1	34	79	70	

Lokaliteter for biologisk overvåking

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AlK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			dd.mnd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
430-I-1	Atnsjøen	I-1	06.07	6,52	0,80	0,76	0,14	0,34	0,28	0,24	0,78	36	42	20	17	3	2,0	205	33	6	0	46	48	16	9
430-I-1	Atnsjøen	I-1	17.08	6,61	1,14	0,73							43								0				
430-I-1	Atnsjøen	I-1	08.09	6,43	0,76	0,77	0,12	0,33	0,21	0,19	0,71	19	39	9	8	1	1,5	95	<2	4	0	47	47	14	10
432-1-26	Måsabuttjørna	I-3	29.06	6,17	0,66	0,38	0,09	0,44	0,34	0,34	1,21	1	14	14	11	3	1,7	126	7	4	1	19	24	24	11
432-1-26	Måsabuttjørna	I-3	07.09	6,05	0,69	0,33	0,08	0,44	0,36	0,36	1,17	2	14	<5	<5		2,4	155	22	3	1	17	21	23	10
438-041	Stortjørna	I-5	30.06	6,38	0,69	0,66	0,08	0,56	0,09	0,22	0,60	3	34	43	35	8	2,4	129	25	7	0	47	38	12	19
438-041	Stortjørna	I-5	27.09	6,54	0,78	0,84	0,07	0,60	0,07	0,15	0,58	1	44	32	27	5	2,1	86	7	2	0	59	47	12	22
540-606	Fjellvatnet	I-10	23.06	5,96	0,48	0,38	0,07	0,33	0,05	0,15	0,46	1	14	31	21	10	2,6	118	4	13	1	26	24	9	11
540-606	Fjellvatnet	I-10	16.09	5,68	0,58	0,34	0,07	0,40	0,05	0,27	0,43	3	13	67	51	16	4,0	225	27	6	2	25	21	8	11
118-502	Bredtjern	II-2	09.06	4,93	2,77	0,48	0,33	2,85	0,15	4,44	1,84	20	0	226	132	94	8,1	350	9	6	12	14	22	25	16
118-502	Bredtjern	II-2	11.08	5,01	2,57	0,42	0,32	2,71	0,12	3,87	1,64	15	0	186	104	82	8,3	295	27	4	10	24	22	23	24
402-604	Storbørja	II-6	22.06	5,26	1,63	0,90	0,32	1,18	0,17	1,21	1,42	27	12	143	118	25	12,3	310	15	7	5	61	63	26	22
402-604	Storbørja	II-6	12.08	4,83	1,94	0,99	0,32	1,16	0,12	1,08	1,07	14	0	142	112	30	20,0	320	5	10	15	76	69	19	24
429-601	Holmsjøen	(II-7)	28.06	5,77	1,01	0,96	0,14	0,55	0,14	0,44	1,10	1	16	42	35	7	6,9	215	6	11	2	52	57	22	13
429-601	Holmsjøen	(II-7)	06.09	5,86	1,04	0,95	0,13	0,55	0,15	0,46	1,04	2	20	27	26	1	6,9	210	<2	8	1	51	55	20	13
604-608	Øvre Jerpetjern	II-10	18.06	5,42	5,68	0,98	0,15	8,55	0,12	13,70	1,09	16	13	226	149	77	6,9	240	15	9	4	26	35	0	40
604-608	Øvre Jerpetjern	II-10	04.08	5,41	5,29	0,94							8								4				
604-608	Øvre Jerpetjern	II-10	02.09	5,28	4,21	0,81	0,14	5,77	0,10	9,16	0,90	15	2	231	131	100	9,9	275	4	8	5	27	31	0	29
819-501	Nedre Furuvatn	II-11	18.06	5,37	0,82	0,48	0,10	0,46	0,08	0,39	0,77	2	6	95	70	25	6,0	195	8	5	4	27	30	15	11
819-501	Nedre Furuvatn	II-11	09.08	5,28	1,00	0,65	0,14	0,45	0,07	0,49	0,69	5	3	100	75	25	8,6	290	17	9	5	37	41	13	8
LAE01	Langtjern, utløp	II-12	20.06	5,27	0,93	0,74	0,10	0,48	0,07	0,28	0,74	2	8	137	105	32	8,8	205	3	5	5	44	43	15	14
LAE01	Langtjern, utløp	II-12	12.09	4,83	1,38	0,83	0,13	0,48	0,03	0,36	0,58	2	0	157	125	32	13,6	270	8	5	15	51	50	11	12
517-041	Rondvatnet	III-1	07.06	5,92	0,43	0,30	0,06	0,13	0,24	0,14	0,49	110	8	13	8	5	0,36	155	4	3	1	10	19	10	2
517-041	Rondvatnet	III-1	09.09	5,91	0,47	0,26	0,04	0,17	0,27	0,20	0,48	105	8	10	<5		0,82	185	16	4	1	7	15	9	3
827-601	Heddersvatnet	III-5	05.07	6,61	0,73	0,64	0,11	0,31	0,10	0,31	0,77	80	29	6	<5		0,74	150	9	4	0	27	39	15	6
827-601	Heddersvatnet	III-5	29.08	6,39	0,68	0,63	0,09	0,31	0,11	0,34	0,72	67	19	12	11	1	0,94	129	<2	2	0	26	37	14	5
919-401	Bjorvatn	IV-3	16.06	5,83	2,16	0,96	0,36	1,91	0,39	3,15	2,28	95	3	79	66	13	3,8	275	12	4	1	27	57	38	7
919-401	Bjorvatn	IV-3	23.07	6,06	2,17	0,94							11				3,5	265			1				
919-401	Bjorvatn	IV-3	06.09	5,93	2,26	0,98	0,37	1,91	0,39	2,97	2,17	58	21	47	36	11	4,1	275	11	5	1	39	60	37	11
928-2-20	Lille Hovvatnet	IV-5	16.06	4,97	1,34	0,29	0,12	1,02	0,06	1,39	1,03	64	0	109	52	57	3,7	240	8	4	11	5	15	17	11
928-2-20	Lille Hovvatnet	IV-5	23.07	5,22	1,35	0,29						0					3,8	305			6				
928-2-20	Lille Hovvatnet	IV-5	07.09	4,97	1,29	0,27	0,11	0,91	0,05	1,23	0,92	44	0	111	64	47	5,8	300	16	8	11	6	14	16	10
1014-12	Songevatn	IV-9	18.06	6,41	3,08	1,68	0,47	2,75	0,88	4,38	2,43	33	73	24	17	7	4,2	335	26	8	0	88	94	38	13
1014-12	Songevatn	IV-9	04.09	6,35	2,90	1,72	0,48	2,50	0,74	3,72	1,87	31	71	47	43	4	8,8	375	9	16	0	107	101	28	19
1003-2-4	Saudlandsvatnet	V-1	08.06	6,23	4,39	0,93	0,73	5,47	0,25	8,96	2,92	105	11	21	16	5	2,0	250	13	3	1	30	48	35	21

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AlK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
			dd.mnd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
1003-2-4	Saudlandsvatnet	V-1	11.08	6,34	4,42	0,90							16													
1003-2-4	Saudlandsvatnet	V-1	13.10	5,81	3,85	0,87	0,66	4,94	0,31	7,58	2,91	98	12	57	31	26	3,5	345	32	8	0	2	39	48	39	31
1111-3	Ljosvatnet	V-4	08.06	6,38	3,77	0,95	0,54	4,71	0,14	8,25	2,23	105	13	22	17	5	0,89	200	12	3	0	14	39	22	5	
1111-3	Ljosvatnet	V-4	11.08	5,25	3,61	0,38							0								6					
1111-3	Ljosvatnet	V-4	13.10	5,30	3,36	0,41	0,47	4,30	0,17	6,97	1,91	155	0	44	13	31	0,92	295	11	2	5	3	13	20	18	
1114-1-34	Lomstjørni	V-8	08.06	6,78	3,72	1,56	0,74	3,90	0,38	6,80	2,32	37	73	24	17	7	2,4	265	32	4	0	75	94	29	5	
1114-1-34	Lomstjørni	V-8	13.10	6,26	1,92	0,74	0,32	1,96	0,40	2,80	1,46	33	38	46	42	4	3,7	265	2	9	1	47	45	22	17	
1154-601	Røyrvatnet	VI-3	22.06	6,02	1,42	0,39	0,21	1,54	0,12	2,47	1,08	83	2	23	17	6	1,2	143	5	2	1	9	21	15	7	
1154-601	Røyrvatnet	VI-3	17.08	6,02	1,28	0,43							10								1					
1154-601	Røyrvatnet	VI-3	22.10	5,73	1,27	0,37	0,20	1,37	0,13	2,04	0,96	64	8	40	31	9	2,0	195	8	4	2	16	22	14	10	
1266-401	Markhusdalsvatnet	VII-4	06.07	5,66	1,65	0,38	0,24	1,98	0,10	2,70	1,42	33	0	81	57	24	3,3	200	14	4	2	19	21	22	21	
1266-401	Markhusdalsvatnet	VII-4	23.09	5,13	1,46	0,17	0,18	1,48	0,08	2,10	0,95	24	0	88	70	18	4,5	205	8	6	7	9	9	14	13	
1266-401	Markhusdalsvatnet	VII-4	19.10	5,26	1,53	0,20	0,19	1,52	0,13	2,14	0,98	28	0	97	74	23	4,3	205	6	4	5	12	12	14	14	
SVART01	Svartetjernet	VII-6	02.07	5,75	1,50	0,27	0,22	1,88	0,13	2,75	0,96	13	0	77	59	18	2,6	138	9	3	2	18	13	12	15	
SVART01	Svartetjernet	VII-6	20.10	5,40	1,37	0,19	0,18	1,59	0,13	1,90	0,83	20	5	124	98	26	5,2	205	6	5	4	24	12	12	23	
1418-601	Nystølsvatn	VII-8	01.07	6,07	0,68	0,30	0,10	0,64	0,06	0,92	0,52	43	11	7	6	1	0,27	75	4	4	1	13	17	8	6	
1418-601	Nystølsvatn	VII-8	12.08	6,06	0,62	0,25							0								1					
1418-601	Nystølsvatn	VII-8	14.10	6,19	0,68	0,40	0,07	0,58	0,08	0,82	0,46	32	15	11	10	1	0,48	104	7	2	1	18	20	7	5	
512-601	Svartdalsvatnet	VIII-1	12.07	6,32	0,46	0,39	0,04	0,20	0,11	0,14	0,47	37	14	<5	<5		0,37	66	<2	2	0	18	22	9	5	
512-601	Svartdalsvatnet	VIII-1	13.08	6,43	0,57	0,45							18								0					
512-601	Svartdalsvatnet	VIII-1	27.09	6,47	0,57	0,53	0,05	0,27	0,17	0,12	0,77	4	27	<5	6		0,42	63	4	2	0	27	30	16	9	
1927-3-1	N. Kaperdalsvatn	IX-5	05.07	6,21	1,88	0,51	0,28	2,23	0,24	3,52	1,35	<1	14	7	6	1	0,70	69	6	3	1	24	25	18	12	
1927-3-1	N. Kaperdalsvatn	IX-5	28.09	6,37	1,59	0,48	0,23	1,92	0,17	2,69	1,35	2	25	11	7	4	0,82	51	<2	2	0	27	25	20	18	
2030-801	Dalvatn	X-5	04.07	6,47	3,04	1,13	0,66	3,05	0,25	4,66	3,11	5	31	22	16	6	2,6	135	24	3	0	53	80	51	20	
2030-801	Dalvatn	X-5	07.09	6,19	2,97	1,34	0,61	2,93	0,24	4,63	3,01	<1	38	12	10	2	2,6	144	8	8	1	57	87	49	15	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

Tabell E2. Analyseresultater for elver 2010.

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
	dd.mnd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
<b>Gjerstadelva</b>																						
3 1	17.01	5,97	2,48	1,62	0,39	2,09	0,30	3,19	2,45	190	25	112	96	16	5,3	370	21	1	57	92	42	14
3 1	16.02	6,27	2,74	1,81	0,43	2,20	0,31	3,40	2,63	225	46	92	82	10	4,8	455	25	1	63	103	45	13
3 1	01.03	6,22	2,69	1,78	0,43	2,15	0,29	3,35	2,62	235	39	93	83	10	4,7	370	23	1	59	102	45	12
3 1	15.03	6,24	2,83	1,85	0,45	2,23	0,29	3,55	2,72	240	40	78	74	4	4,6	470	19	1	60	106	46	11
3 1	01.04	6,12	3,20	1,77	0,40	2,94	0,30	4,77	2,58	215	32	99	91	8	5,2	425	35	1	53	90	40	12
3 1	15.04	6,00	2,48	1,51	0,34	2,05	0,29	3,18	2,62	220	26	108	93	15	5,3	395	23	1	40	82	45	12
3 1	02.05	5,95	2,21	1,35	0,33	1,81	0,29	2,40	2,22	190	21	99	83	16	4,9	380	14	1	53	79	39	21
3 1	15.05	6,08	2,21	1,40	0,33	1,84	0,29	2,51	2,33	185	21	83	72	11	4,5	355	14	1	52	81	41	19
3 1	01.06	6,27	2,05	1,33	0,29	1,72	0,27	2,27	2,28	125	22	62	64	0	4,2	320	10	1	52	75	41	20
3 1	17.06	6,29	2,14	1,47	0,31	1,79	0,30	2,38	2,36	110	32	51	48	3	4,2	310	6	1	60	83	42	20
3 1	17.07	6,47	2,27	1,63	0,34	1,90	0,29	2,49	2,44	110	47	32	26	6	4,1	300	25	0	70	93	44	22
3 1	15.08	6,50	2,43	1,62	0,32	2,06	0,33	2,77	2,34	73	40	22	19	3	3,8	265	29	0	73	89	41	22
3 1	15.09	6,01	2,20	1,57	0,33	1,73	0,26	2,17	2,29	73	40	72	67	5	7,0	370	20	1	73	91	41	23
3 1	16.10	6,11	2,49	1,60	0,38	1,82	0,34	2,87	2,22	120	35	125	107	18	7,5	425	18	1	63	92	38	10
3 1	15.11	6,14	2,77	1,78	0,41	2,08	0,34	3,51	2,41	145	43	111	94	17	6,6	395	14	1	62	99	40	5
3 1	15.12	6,02	2,84	1,92	0,44	2,21	0,35	3,83	2,66	155	37	101	90	11	6,6	430	24	1	63	107	44	3
<b>Årdalselva</b>																						
26.1	18.01	6,49	2,55	1,30	0,39	2,52	0,27	4,09	1,51	265	39	13	10	3	0,90	310	5	0	48	70	20	11
26.1	15.02	6,72	2,66	1,40	0,40	2,53	0,28	4,04	1,54	270	51	9	8	1	0,78	320	2	0	55	76	20	12
26.1	02.03	6,56	2,71	1,47	0,41	2,57	0,30	4,12	1,61	280	51	12	10	2	0,80	350	4	0	57	80	22	12
26.1	16.03	6,46	2,80	1,41	0,42	2,68	0,35	4,69	1,69	290	44	12	11	1	0,98	360	3	0	42	74	22	3
26.1	29.03	6,28	2,12	0,86	0,29	2,27	0,23	3,63	1,22	140	20	24	22	2	1,4	230	6	1	34	43	15	11
26.1	13.04	6,46	2,08	0,93	0,29	2,15	0,21	3,64	1,24	125	30	14	13	1	1,2	200	4	0	32	46	15	5
26.1	30.04	6,30	2,01	0,80	0,27	2,10	0,20	3,75	1,25	138	21	22	21	1	1,4	205	2	1	17	37	15	0
26.1	14.05	6,52	2,16	1,00	0,32	2,24	0,20	3,38	1,16	125	26	15	12	3	0,98	190	3	0	50	54	14	16
26.1	01.06	6,57	2,30	0,91	0,29	2,17	0,21	3,29	1,18	100	38	15	15	0	1,1	195	3	0	45	48	15	15
26.1	15.06	6,48	2,10	0,96	0,30	2,13	0,21	3,49	1,29	110	28	17	14	3	1,2	185	9	0	37	50	17	8
26.1	12.07	6,57	2,08	0,98	0,33	2,16	0,18	3,20	1,24	115	29	12	11	1	1,2	205	5	0	50	55	17	16
26.1	16.08	6,57	2,10	1,02	0,29	2,19	0,20	3,31	1,22	125	30	16	12	4	1,4	220	6	0	47	53	16	15
26.1	14.09	6,32	1,74	0,84	0,25	1,94	0,18	2,58	0,98	80	36	53	51	2	3,9	220	6	0	53	46	13	22
26.1	14.10	6,41	2,09	1,00	0,31	2,20	0,27	3,32	1,22	145	36	17	16	1	1,4	290	7	0	49	54	16	15
26.1	15.11	6,19	2,11	0,95	0,33	2,17	0,20	3,54	1,19	150	30	32	30	2	1,9	230	2	1	39	51	14	9
26.1	13.12	6,51	2,36	1,31	0,39	2,34	0,29	3,88	1,39	200	38	22	20	2	1,4	305	5	0	54	72	18	8

Tabell E3. Analyseresultater for feltforskningsstasjoner 2010.

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
	dd.mnd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
Birkenes																								
BIE01	04.01	5,00	2,97	0,71	0,24	2,94	0,09	4,50	2,67	120	0	226	96	130	3,6	260	36	2	<1	10	-6	31	43	19
BIE01	11.01	5,04	3,06	0,78	0,25	3,07	0,09	4,76	2,77	125	0	217	85	132	3,6	285	69	2	<1	9	-6	34	44	18
BIE01	18.01	5,17	2,87	0,85	0,25	2,93	0,11	4,40	2,60	130	0	189	85	104	3,6	295	54	3	<1	7	6	38	41	21
BIE01	25.01	5,24	2,86	0,84	0,25	2,91	0,12	4,48	2,65	140	0	184	87	97	3,5	310	62	4	<1	6	1	37	42	18
BIE01	31.01	5,30	2,92	0,91	0,26	2,96	0,11	4,58	2,67	150	11	178	89	89	3,6	325	65	6	<1	5	3	41	42	18
BIE01	08.02	5,26	2,88	0,93	0,26	2,96	0,12	4,48	2,55	140	3	167	87	80	3,6	335	70	3	<1	5	10	42	40	20
BIE01	15.02	5,36	2,92	0,93	0,27	2,98	0,12	4,57	2,59	145	8	173	91	82	3,6	345	74	6	<1	4	8	42	41	19
BIE01	22.02	5,35	2,86	1,00	0,26	2,98	0,14	4,57	2,54	155	9	171	95	76	4,0	375	83	4	<1	4	12	45	40	19
BIE01	01.03	5,44	2,88	0,98	0,26	2,99	0,17	4,53	2,46	150	15	173	105	68	4,1	400	87	4	<1	4	15	44	38	20
BIE01	08.03	5,34	2,87	1,00	0,27	2,95	0,14	4,58	2,49	175	6	172	93	79	3,8	380	76	3	<1	5	10	45	39	17
BIE01	15.03	5,20	2,89	0,90	0,28	2,91	0,11	4,33	2,56	245	0	208	113	95	4,1	410	36	3	<1	6	4	40	41	22
BIE01	22.03	4,69	3,29	0,56	0,26	2,87	0,14	4,11	2,74	340	0	363	169	194	5,9	520	17	4	<1	20	-20	24	45	25
BIE01	29.03	4,71	3,11	0,47	0,22	2,75	0,12	3,76	2,84	245	0	337	158	179	5,5	390	11	3	<1	19	-18	20	48	29
BIE01	05.04	4,70	3,00	0,42	0,20	2,66	0,12	3,51	2,83	220	0	319	156	163	5,5	380	16	2	<1	20	-17	17	49	31
BIE01	12.04	4,79	2,80	0,48	0,19	2,49	0,10	3,44	2,90	215	0	288	138	150	5,4	345	16	2	<1	16	-22	20	50	25
BIE01	19.04	4,80	2,76	0,62	0,20	2,41	0,11	3,08	2,53	310	0	293	136	157	5,3	460	14	3	<1	16	-7	28	44	30
BIE01	21.04	4,96	2,75	0,64	0,21	2,58	0,10	3,43	2,72	210	0	246	111	135	4,2	355	20	2	<1	11	-4	28	47	29
BIE01	23.04	5,11	2,75	0,69	0,22	2,65	0,11	3,80	2,99	195	0	230	101	129	4,1	325	25	2	<1	8	-13	30	51	23
BIE01	26.04	5,00	2,72	0,73	0,22	2,65	0,10	3,88	2,88	180	0	203	99	104	4,1	325	23	3	<1	10	-10	32	49	21
BIE01	03.05	5,08	2,60	0,82	0,23	2,67	0,11	3,67	2,66	165	0	187	102	85	4,3	315	18	3	<1	8	8	37	45	27
BIE01	10.05	5,20	2,67	0,94	0,24	2,83	0,12	4,12	2,82	120	0	165	83	82	4,0	270	18	3	<1	6	9	43	47	23
BIE01	17.05	5,19	2,57	0,90	0,23	2,68	0,13	3,83	2,41	110	0	169	105	64	5,3	300	29	10	<1	6	18	41	39	24
BIE01	23.05	5,34	2,57	0,92	0,23	2,80	0,15	3,87	2,29	39	0	179	115	64	6,3	250	9	6	<1	5	31	42	36	28
BIE01	31.05	5,34	2,68	0,95	0,23	2,82	0,17	4,00	2,18	36	0	180	111	69	6,2	270	12	6	<1	5	33	43	34	26
BIE01	07.06	5,32	2,68	1,03	0,25	2,93	0,17	4,62	2,37	3	0	226	153	73	8,3	325	17	12	1	5	24	47	36	16
BIE01	14.06	5,30	2,69	1,12	0,25	2,91	0,19	3,95	1,74	10	16	246	183	63	9,8	305	6	11	<1	5	60	52	25	31
BIE01	21.06	5,26	2,66	1,05	0,25	2,88	0,17	4,35	1,68	5	4	252	194	58	10,8	350	5	13	<1	5	45	48	22	20
BIE01	28.06	5,26	2,68	1,08	0,26	2,96	0,14	4,68	1,72	<1	5	262	183	79	12,9	410	21	19	2	5	40	49	22	15
BIE01	05.07	5,37	3,00	1,18	0,29	2,98	0,17	4,53	1,47	<1	23	306	227	79	17,0	790	76	39	2	4	58	54	17	20
BIE01	12.07	5,20	2,89	1,14	0,30	2,95	0,28	4,25	1,40	24	6	356	230	126	17,7	405	19	24	2	6	66	54	17	25
BIE01	19.07	5,12	3,04	1,24	0,29	2,81	0,20	4,12	2,59	68	2	359	232	127	14,6	525	48	25	2	8	38	59	42	22
BIE01	26.07	5,33	3,05	1,30	0,30	2,93	0,13	4,40	2,34	16	19	359	247	112	16,1	550	36	13	2	5	112	61	36	21
BIE01	02.08	5,24	2,76	1,10	0,26	2,87	0,15	4,23	1,58	21	9	372	291	81	18,0	585	36	25	5	6	51	50	21	22
BIE01	09.08	5,29	2,83	1,24	0,27	2,89	0,18	3,72	1,47	37	15	403	323	80	18,5	540	78	24	3	5	76	60	20	36
BIE01	16.08	5,15	2,98	1,20	0,31	2,89	0,16	3,50	2,38	175	3	275	163	112	11,6	560	48	15	2	7	54	62	39	41
BIE01	23.08	4,78	3,77	1,35	0,41	3,05	0,19	3,90	4,17	655	0	327	133	194	9,0	900	35	4	2	17	-5	75	75	38
BIE01	30.08	4,97	3,24	1,03	0,31	2,96	0,13	3,89	3,39	220	0	238	110	128	6,9	455	45	6	<1	11	13	51	59	35
BIE01	06.09	5,37	2,90	1,07	0,29	2,99	0,12	4,23	2,71	78	15	192	124	68	7,5	360	54	9	1	4	29	49	44	28
BIE01	13.09	4,93	3,10	1,01	0,31	2,76	0,22	4,19	2,63	150	0	251	145	106	10,4	465	27	9	2	12	18	48	43	19
BIE01	20.09	4,75	3,56	0,84	0,29	2,84	0,12	4,43	3,55	240	0	300	100	200	5,7	435	19	3	<1	18	-24	37	61	16
BIE01	27.09	4,55	4,07	0,75	0,32	3,33	0,11	5,05	3,62	280	0	411	137	274	7,4	480	9	3	<1	28	-26	32	61	22
BIE01	04.10	4,33	4,40	0,57	0,30	2,79	0,45	4,91	2,48	235		412	251	161	15,9	750	28	27	6	47	-21	23	37	2
BIE01	11.10	4,67	3,76	0,71	0,27	3,28	0,09	4,89	3,04	120	0	345	141	204	6,7	335	10	3	<1	21	-7	30	49	24
BIE01	18.10	4,78	3,39	0,76	0,28	3,21	0,09	4,91	3,17	140	0	273	106	167	5,0	320	25	3	<1	17	-12	33	52	21

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
	dd.mnd		ms m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
BIE01	25.10	4,87	3,33	0,84	0,29	3,31	0,10	5,06	3,12	135	0	272	102	170	5,1	335	23	2	<1	13	-5	37	50	21	
BIE01	01.11	4,53	3,73	0,53	0,24	3,14	0,08	4,99	2,82	165	0	388	172	216	7,9	465	4	3	<1	30	-26	21	44	16	
BIE01	08.11	4,66	3,44	0,58	0,25	3,17	0,07	4,91	2,97	140	0	327	141	186	6,2	320	13	11	2	22	-21	24	48	19	
BIE01	15.11	4,61	3,44	0,50	0,22	3,02	0,06	4,62	2,65	115	0	353	172	181	7,0	305	4	3	<1	25	-18	20	42	19	
BIE01	22.11	4,79	3,24	0,64	0,25	3,14	0,07	4,70	3,11	135	0	287	112	175	4,9	310	15	1	<1	16	-16	27	51	23	
BIE01	29.11	5,07	3,25	0,83	0,28	3,34	0,08	4,99	3,37	160	0	242	83	159	4,0	325	35	2	<1	9	-11	36	56	24	
BIE01	06.12	5,11	3,21	0,89	0,27	3,24	0,10	4,85	3,25	155	3	214	73	141	3,4	320	50	2	<1	8	-5	39	54	23	
BIE01	13.12	5,18	3,06	0,91	0,28	2,99	0,11	4,64	3,04	165	6	174	72	102	3,6	355	53	2	<1	7	-5	41	50	18	
BIE01	27.12	5,29	3,20	1,00	0,29	3,14	0,11	4,71	3,08	170	10	168	81	87	3,6	395	62	2	<1	5	4	45	50	22	
<b>Storgama</b>																									
STE01	04.01	4,92	1,33	0,41	0,07	0,82	0,02	0,93	1,10	54	0	106	86	20	5,1	220	13	2	<1	12	9	20	20	13	
STE01	10.01	4,97	1,41	0,46	0,08	0,88	0,03	1,03	1,19	68	0	106	80	26	5,4	225	21	2	<1	11	10	23	22	13	
STE01	16.01	4,88	1,38	0,44	0,08	0,84	0,03	1,00	1,17	61	0	106	81	25	5,2	220	23	2	<1	13	9	22	21	12	
STE01	26.01	5,15	1,27	0,43	0,08	0,82	0,04	0,97	1,13	60	0	109	83	26	5,1	235	21	4	<1	7	10	22	21	12	
STE01	02.02	5,15	1,38	0,48	0,08	0,82	0,05	0,93	1,10	59	0	103	81	22	5,1	250	33	3	<1	7	14	24	20	13	
STE01	08.02	5,16	1,23	0,51	0,08	0,82	0,05	0,92	1,07	60	0	111	84	27	5,3	295	42	2	<1	7	16	26	20	13	
STE01	14.02	5,19	1,19	0,53	0,09	0,82	0,05	0,93	1,08	61	0	112	89	23	5,1	275	46	2	<1	6	18	28	20	13	
STE01	23.02	5,35	1,15	0,52	0,09	0,81	0,06	0,91	1,04	57	8	122	97	25	5,3	290	57	3	<1	4	19	27	19	13	
STE01	01.03	5,40	1,14	0,57	0,09	0,81	0,08	0,94	1,03	54	10	127	106	21	5,6	320	70	3	<1	4	21	30	19	12	
STE01	09.03	5,41	1,13	0,61	0,09	0,81	0,07	0,92	1,05	56	8	125	105	20	5,7	320	61	4	<1	4	23	32	19	13	
STE01	16.03	5,38	1,14	0,58	0,09	0,81	0,07	0,88	1,05	68	5	113	93	20	5,7	325	62	3	<1	4	22	31	19	14	
STE01	23.03	5,20	1,32	0,56	0,09	0,89	0,07	0,87	1,20	83	3	138	110	28	6,5	320	44	3	<1	6	20	30	22	18	
STE01	30.03	4,97	1,56	0,51	0,10	1,11	0,07	0,94	1,69	140	0	121	94	27	6,2	355	25	3	<1	11	12	27	32	26	
STE01	06.04	5,00	1,51	0,50	0,10	1,05	0,05	0,87	1,69	110	0	124	94	30	5,8	305	24	1	<1	10	13	27	33	25	
STE01	12.04	4,92	1,55	0,46	0,09	0,96	0,08	0,81	1,47	135	0	109	88	21	5,7	330	22	2	<1	12	11	25	28	22	
STE01	19.04	4,98	1,17	0,29	0,06	0,66	0,06	0,55	0,96	82	0	86	68	18	4,8	240	19	3	<1	10	8	16	18	15	
STE01	27.04	5,00	1,07	0,26	0,05	0,57	0,05	0,56	0,90	61	0	71	60	11	4,4	225	15	3	<1	10	4	13	17	11	
STE01	03.05	5,12	0,77	0,19	0,04	0,46	0,04	0,46	0,67	25	0	62	48	14	3,7	210	8	2	<1	8	5	10	13	9	
STE01	09.05	5,25	0,74	0,25	0,04	0,49	0,03	0,46	0,71	10	0	62	43	19	3,6	180	13	3	<1	6	9	13	13	10	
STE01	17.05	5,06	0,91	0,30	0,06	0,51	0,04	0,47	0,59	6	0	71	56	15	5,1	215	19	5	<1	9	17	17	11	11	
STE01	25.05	5,21	0,80	0,34	0,06	0,55	0,04	0,54	0,66	2	0	72	54	18	5,0	225	25	5	<1	6	18	18	12	11	
STE01	31.05	5,35	0,79	0,34	0,06	0,55	0,04	0,55	0,67	2	0	69	52	17	4,6	240	12	4	<1	4	17	18	12	11	
STE01	08.06	5,66	0,83	0,47	0,06	0,61	0,07	0,60	0,73	2	12	63	49	14	5,0	345	66	17	2	2	24	24	13	12	
STE01	15.06	5,32	0,81	0,34	0,06	0,56	0,04	0,57	0,63	2	2	69	41	28	4,9	230	18	6	<1	5	18	18	11	11	
STE01	22.06	5,40	0,77	0,36	0,06	0,58	0,04	0,62	0,69	1	0	68	39	29	4,9	240	8	5	<1	4	17	19	13	10	
STE01	29.06	5,33	0,78	0,33	0,08	0,59	0,03	0,67	0,74	2	0	60	38	22	4,9	250	12	5	<1	5	15	19	13	9	
STE01	06.07	5,33	0,79	0,32	0,08	0,59	0,03	0,62	0,69	1	4	64	39	25	4,8	270	8	5	<1	5	17	18	13	11	
STE01	12.07	5,33	0,80	0,34	0,08	0,58	0,03	0,67	0,77	9	0	51	30	21	4,9	290	23	6	<1	5	14	19	14	9	
STE01	19.07	5,27	0,86	0,38	0,07	0,56	0,03	0,64	0,79	14	0	57	34	23	5,1	310	16	3	1	5	14	21	15	9	
STE01	26.07	5,40	0,89	0,40	0,07	0,55	0,03	0,63	0,83	10	4	54	33	21	5,0	315	19	6	<1	4	15	22	15	9	
STE01	01.08	5,31	0,82	0,39	0,07	0,54	0,03	0,62	0,84	5	0	61	37	24	5,1	305	18	5	<1	5	14	21	16	8	
STE01	09.08	5,00	1,01	0,42	0,06	0,46	<0,02	0,53	0,66	5	0	102	64	38	7,1	335	29	7	<1	10	17	22	12	7	
STE01	16.08	4,87	1,08	0,42	0,07	0,43	<0,02	0,44	0,55	<1	0	99	70	29	8,9	300	10	5	<1	13	22	24	10	8	
STE01	24.08	4,85	1,06	0,39	0,06	0,39	<0,02	0,33	0,51	2	0	108	82	26	8,9	285	4	1	<1	14	22	22	10	9	
STE01	02.09	4,97	0,93	0,39	0,05	0,39	<0,02	0,33	0,45	<1	0	107	78	29	8,1	275	7	6	3	11	22	21	8	9	
STE01	07.09	5,09	0,86	0,42	0,06	0,41	<0,02	0,35	0,47	3	0	109	79	30	8,4	285	9	6	2	8	24	24	9	9	
STE01	13.09	5,03	0,94	0,42	0,06	0,43	<0,02	0,51	0,44	3	0	107	78	29	7,6	295	5	6	<1	9	21	23	8	6	



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/I	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
	dd.mnd		ms m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
STE01	21.09	5,01	1,05	0,43	0,07	0,48	0,03	0,74	0,46	2	0	112	81	31	7,4	280	3	4	<1	10	18	22	7	3
STE01	04.10	4,66	1,70	0,51	0,10	0,72	0,08	1,43	0,80	18	0	104	83	21	7,7	295	14	2	<1	22	9	24	13	-3
STE01	11.10	4,75	1,69	0,50	0,10	0,80	0,05	1,23	0,99	17	0	107	71	36	6,5	250	8	1	<1	18	13	25	17	5
STE01	18.10	4,77	1,61	0,52	0,10	0,81	0,05	1,41	1,18	14	0	116	80	36	6,2	235	8	3	<1	17	5	25	20	1
STE01	25.10	4,90	1,58	0,64	0,11	0,86	0,05	1,47	1,27	12	0	117	71	46	6,8	235	<2	4	<1	13	11	31	22	2
STE01	01.11	4,80	1,48	0,46	0,09	0,74	0,03	1,18	1,13	28	0	99	73	26	6,3	275	7	5	<1	16	5	23	20	4
STE01	08.11	4,73	1,63	0,58	0,11	0,86	0,03	1,23	1,26	20	0	128	92	36	7,3	250	3	5	<1	19	14	30	23	8
STE01	16.11	4,89	1,51	0,60	0,11	0,85	0,03	1,20	1,30	21	0	131	90	41	6,7	250	5	3	<1	13	14	31	24	8
STE01	22.11	4,90	1,54	0,63	0,10	0,88	0,03	1,23	1,41	22	0	138	98	40	7,1	275	7	5	<1	13	13	32	26	8
STE01	29.11	4,83	1,75	0,71	0,12	1,00	0,04	1,39	1,56	24	0	147	99	48	8,0	290	7	5	3	15	16	36	28	10
STE01	06.12	4,93	1,69	0,69	0,12	1,01	0,04	1,41	1,57	27	0	156	103	53	8,0	265	9	3	<1	12	15	35	29	10
STE01	13.12	4,94	1,60	0,73	0,12	0,95	0,04	1,32	1,51	29	0	146	103	43	7,7	285	15	5	<1	11	18	38	28	9
STE01	21.12	5,02	1,55	0,74	0,12	0,96	0,04	1,30	1,54	37	0	142	101	41	7,2	285	21	3	<1	10	18	38	28	10
<b>Langtjern, utløp</b>																								
LAE01	05.01	5,03	1,25	0,77	0,12	0,55	0,05	0,38	0,99	11	0	163	142	21	11,2	225	4	4	<1	9	41	46	20	15
LAE01	10.01	4,99	1,28	0,77	0,12	0,56	0,07	0,39	1,00	11	0	158	130	28	11,0	220	13	3	<1	10	42	46	20	15
LAE01	18.01	5,04	1,26	0,80	0,12	0,55	0,05	0,39	0,97	12	0	164	135	29	11,1	225	7	4	<1	9	43	47	19	14
LAE01	25.01	5,07	1,29	0,86	0,12	0,59	0,08	0,44	1,02	13	0	169	143	26	11,1	290	54	5	<1	9	46	50	20	15
LAE01	01.02	5,11	1,28	0,84	0,13	0,57	0,09	0,43	0,98	13	0	165	138	27	10,8	245	19	3	<1	8	46	50	19	14
LAE01	07.02	4,99	1,23	0,91	0,13	0,56	0,06	0,40	0,93	14	0	172	144	28	11,0	270	9	4	<1	10	50	53	18	15
LAE01	15.02	5,14	1,28	0,92	0,13	0,58	0,08	0,43	0,95	15	2	174	147	27	10,8	275	30	4	<1	7	51	54	19	15
LAE01	21.02	5,14	1,38	0,92	0,13	0,57	0,06	0,42	0,93	15	5	185	154	31	10,8	255	18	4	<1	7	51	54	18	15
LAE01	01.03	5,28	1,24	1,04	0,13	0,59	0,08	0,44	0,96	16	6	186	157	29	11,2	265	17	4	<1	5	57	60	19	15
LAE01	07.03	5,24	1,21	1,03	0,14	0,59	0,08	0,45	0,92	14	0	186	156	30	11,3	300	38	4	<1	6	58	60	18	15
LAE01	15.03	5,24	1,20	0,99	0,13	0,57	0,07	0,42	0,92	15	8	189	156	33	10,9	255	12	4	<1	6	55	57	18	15
LAE01	22.03	5,25	1,20	1,01	0,14	0,59	0,08	0,44	0,93	16	0	179	150	29	11,5	300	28	4	<1	6	57	59	18	15
LAE01	29.03	5,28	1,21	1,01	0,14	0,58	0,07	0,43	0,93	17	6	187	158	29	11,0	260	15	4	<1	5	56	59	18	15
LAE01	04.04	5,35	1,20	1,00	0,14	0,68	0,10	0,44	0,90	15	16	176	149	27	11,0	255	23	5	<1	4	61	59	17	19
LAE01	11.04	5,06	1,34	0,86	0,13	0,67	0,14	0,36	1,13	32	0	171	142	29	12,5	295	32	4	<1	9	50	51	22	20
LAE01	18.04	4,87	1,48	0,79	0,12	0,63	0,13	0,31	1,29	53	0	147	125	22	12,1	280	22	4	<1	13	41	47	26	20
LAE01	26.04	4,88	1,40	0,72	0,12	0,58	0,12	0,26	1,26	35	0	144	121	23	10,8	240	11	4	<1	13	38	44	25	19
LAE01	03.05	4,92	1,22	0,60	0,10	0,49	0,10	0,23	0,96	22	0	129	112	17	9,5	225	10	3	<1	12	34	37	19	16
LAE01	10.05	5,12	1,04	0,64	0,09	0,45	0,08	0,25	0,79	13	0	130	103	27	8,7	210	7	6	<1	8	37	38	16	14
LAE01	17.05	5,25	1,00	0,71	0,10	0,48	0,08	0,25	0,72	11	2	135	110	25	9,0	225	19	6	<1	6	44	42	14	15
LAE01	24.05	5,07	1,02	0,67	0,10	0,46	0,07	0,24	0,69	3	0	128	103	25	9,2	215	12	5	<1	9	42	40	14	14
LAE01	30.05	5,25	1,01	0,71	0,10	0,48	0,07	0,22	0,63	<1	0	128	101	27	8,8	205	11	4	<1	6	47	42	12	16
LAE01	06.06	5,33	0,93	0,70	0,10	0,48	0,08	0,26	0,77	1	8	126	99	27	8,6	230	6	7	<1	5	43	41	15	15
LAE01	14.06	5,26	0,92	0,69	0,10	0,47	0,07	0,26	0,72	1	8	136	102	34	8,6	215	6	5	<1	5	42	41	14	14
LAE01	20.06	5,27	0,93	0,74	0,10	0,48	0,07	0,28	0,74	2	8	137	105	32	8,8	205	3	5	<1	5	44	43	15	14
LAE01	27.06	5,39	0,91	0,77	0,11	0,49	0,07	0,28	0,71	<1	0	129	95	34	8,8	230	2	5	<1	4	48	46	14	15
LAE01	04.07	5,52	0,88	0,73	0,12	0,51	0,06	0,26	0,66	<1	14	123	92	31	8,4	300	20	7	<1	3	49	45	13	16
LAE01	12.07	5,60	0,90	0,74	0,13	0,50	0,07	0,30	0,73	3	15	98	69	29	8,2	245	27	6	1	3	47	46	14	14
LAE01	18.07	5,41	0,99	0,76	0,11	0,49	0,07	0,33	0,77	5	12	116	81	35	9,0	235	8	4	1	4	44	45	15	13
LAE01	25.07	5,40	0,96	0,79	0,12	0,58	0,09	0,57	0,78	2	3	128	88	40	9,1	230	18	4	<1	4	44	46	15	11
LAE01	01.08	5,48	0,91	0,79	0,11	0,50	0,06	0,35	0,72	<1	12	132	99	33	9,1	235	5	3	<1	3	47	46	14	13
LAE01	09.08	5,34	1,03	0,86	0,12	0,52	0,06	0,29	0,56	4	6	160	123	37	10,0	260	19	6	1	5	57	51	11	16
LAE01	16.08	4,97	1,29	0,89	0,13	0,51	0,05	0,35	0,66	8	0	153	114	39	14,0	275	15	5	<1	11	54	53	13	14

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
	dd.mnd		ms m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
LAE01	24.08	4,95	1,29	0,89	0,13	0,50	0,04	0,37	0,59	4	0	150	116	34	14,7	295	10	6	<1	11	55	53	11	13
LAE01	29.08	4,78	1,45	0,81	0,13	0,48	0,04	0,36	0,57	<1	0	154	125	29	15,5	270	3	7	<1	17	51	49	11	12
LAE01	05.09	4,83	1,36	0,82	0,12	0,49	0,03	0,35	0,60	3	0	157	124	33	14,8	265	8	6	1	15	50	48	11	13
LAE01	12.09	4,83	1,38	0,83	0,13	0,48	0,03	0,36	0,58	2	0	157	125	32	13,6	270	8	5	<1	15	51	50	11	12
LAE01	20.09	4,97	1,29	0,83	0,13	0,49	0,04	0,38	0,59	4	0	176	138	38	14,0	265	3	4	<1	11	51	50	11	12
LAE01	26.09	5,01	1,22	0,85	0,13	0,51	0,04	0,39	0,67	10	0	172	142	30	12,7	260	5	7	<1	10	51	51	13	13
LAE01	04.10	4,86	1,41	0,84	0,13	0,51	0,06	0,41	0,75	13	0	164	138	26	14,0	290	9	4	<1	14	48	50	14	12
LAE01	11.10	4,90	1,42	0,89	0,13	0,50	0,06	0,39	0,90	16	0	151	115	36	13,1	300	31	5	2	13	48	53	18	12
LAE01	17.10	4,88	1,40	0,92	0,13	0,51	0,07	0,40	0,94	13	0	158	125	33	12,7	295	14	6	1	13	49	54	18	12
LAE01	24.10	4,96	1,45	0,93	0,14	0,52	0,07	0,41	0,98	15	0	167	127	40	13,6	290	5	5	<1	11	49	55	19	13
LAE01	31.10	4,81	1,48	0,90	0,14	0,54	0,06	0,43	0,99	21	0	157	127	30	12,9	300	15	7	1	15	47	54	19	13
LAE01	08.11	4,82	1,45	0,89	0,14	0,52	0,06	0,41	1,02	16	0	163	131	32	13,1	275	9	8	<1	15	46	53	20	13
LAE01	15.11	4,85	1,51	0,91	0,15	0,55	0,06	0,43	1,07	17	0	167	133	34	13,4	295	7	6	<1	14	48	55	21	14
LAE01	21.11	4,82	1,56	0,90	0,14	0,55	0,06	0,45	1,16	19	0	177	137	40	13,6	325	9	7	<1	15	44	53	23	13
LAE01	28.11	4,90	1,52	0,96	0,15	0,58	0,07	0,47	1,21	18	0	169	131	38	13,8	310	11	3	<1	13	48	57	24	14
LAE01	06.12	4,91	1,59	1,07	0,15	0,60	0,08	0,49	1,21	19	0	180	144	36	14,1	315	12	5	<1	12	54	63	24	14
LAE01	12.12	4,91	1,52	1,10	0,16	0,62	0,08	0,50	1,24	18	0	186	150	36	14,4	320	18	8	<1	12	56	65	24	15
LAE01	19.12	4,93	1,56	1,03	0,16	0,59	0,08	0,48	1,18	17	0	185	151	34	14,4	315	13	5	<1	12	53	61	23	14
LAE01	28.12	4,91	1,50	1,08	0,15	0,60	0,08	0,52	1,23	20	0	184	151	33	13,9	365	15	4	<1	12	53	63	24	13
Kårvatn	Prøver merket med * er slettet i databasen, og resultatene er ikke benyttet. Se kapittel 3 for mer info.																							
KAE01	03.01	6,64	1,29	0,84	0,19	1,19	0,13	1,41	0,84	51	47	9	6	3	0,55	84	4	<1	<1	0	52	48	13	18
KAE01*	10.01																							
KAE01	17.01	6,76	1,40	0,96	0,19	1,25	0,14	1,44	0,92	55	52	6	<5		0,50	75	3	<1	<1	0	58	54	15	19
KAE01	24.01	6,66	1,45	1,02	0,20	1,26	0,14	1,44	0,97	59	55	8	6	2	0,47	78	<2	<1	<1	0	61	58	16	20
KAE01	31.01	6,68	1,35	0,87	0,18	1,20	0,14	1,43	0,86	44	57	8	6	2	0,66	87	2	2	<1	0	53	49	14	18
KAE01	07.02	6,80	1,37	0,94	0,19	1,23	0,15	1,41	0,89	52	54	5	<5		0,53	75	<2	1	<1	0	58	53	14	19
KAE01	14.02	6,73	1,32	0,90	0,18	1,18	0,14	1,36	0,83	49	51	6	<5		0,52	80	3	1	<1	0	55	51	13	18
KAE01	21.02	6,65	1,41	0,95	0,19	1,23	0,15	1,43	0,92	55	52	8	6	2	0,53	76	3	<1	<1	0	57	54	15	19
KAE01	28.02	6,79	1,49	0,97	0,20	1,30	0,22	1,51	0,98	61	61	9	6	3	0,59	111	15	1	<1	0	60	55	16	20
KAE01	07.03	6,74	1,65	1,02	0,20	1,38	0,28	1,63	0,98	61	59	7	<5		0,65	210	28	3	<1	0	64	57	16	21
KAE01	21.03	6,39	1,32	0,73	0,20	1,21	0,19	1,82	0,65	15	31	27	26	1	2,0	78	4	2	<1	0	44	41	8	9
KAE01	28.03	6,31	1,36	0,73	0,21	1,27	0,23	1,96	0,67	26	26	35	33	2	2,5	107	4	2	<1	0	44	41	8	8
KAE01	04.04	6,61	1,41	0,81	0,21	1,37	0,20	1,90	0,75	22	46	28	25	3	1,7	84	3	1	<1	0	52	45	10	14
KAE01	11.04	6,52	1,41	0,78	0,20	1,26	0,20	1,66	0,64	17	41	32	30	2	2,0	84	2	1	<1	0	54	44	9	15
KAE01	18.04	6,66	1,35	0,78	0,20	1,27	0,19	1,79	0,74	25	42	21	18	3	1,5	66	4	1	<1	0	48	44	10	12
KAE01	25.04	6,60	1,38	0,82	0,20	1,28	0,18	1,74	0,73	30	41	25	23	2	1,5	84	3	1	<1	0	51	46	10	14
KAE01	02.05	6,40	1,20	0,61	0,18	1,17	0,16	1,78	0,53	34	22	15	14	1	1,1	80	<2	1	<1	0	37	34	6	8
KAE01	09.05	6,46	1,22	0,65	0,18	1,19	0,17	1,86	0,61	21	27	18	18	0	1,4	73	4	2	<1	0	37	35	7	7
KAE01	16.05	6,38	1,13	0,58	0,17	1,10	0,16	1,79	0,53	18	20	21	19	2	1,4	71	<2	2	<1	0	32	31	6	4
KAE01	23.05	6,50	0,85	0,36	0,12	0,80	0,11	1,18	0,40	21	18	13	13	0	1,0	60	<2	2	<1	0	22	20	5	6
KAE01	30.05	6,33	0,80	0,37	0,12	0,80	0,12	1,05	0,45	12	12	16	15	1	1,2	84	<2	2	<1	0	26	21	6	9
KAE01	06.06	6,11	0,79	0,37	0,11	0,78	0,10	0,89	0,39	9	24	13	12	1	0,94	56	<2	2	<1	1	30	22	6	12
KAE01	13.06	6,35	0,66	0,29	0,09	0,67	0,08	0,80	0,39	13	12	16	10	6	0,92	38	<2	1	<1	0	21	17	6	10
KAE01	20.06	6,06	0,66	0,32	0,09	0,68	0,08	0,77	0,41	5	21	18	18	0	1,2	55	3	2	<1	1	24	18	6	11
KAE01	27.06	6,20	0,57	0,27	0,08	0,58	0,07	0,62	0,38	4	18	15	12	3	0,79	45	5	1	<1	1	21	16	6	10
KAE01	04.07	6,39	0,57	0,31	0,09	0,59	0,07	0,59	0,36	3	23	6	6	0	0,52	36	2	1	<1	0	26	19	6	11
KAE01	11.07	6,34	0,67	0,31	0,10	0,62	0,07	0,60	0,36	4	26	7	7	0	0,61	55	4	2	<1	0	28	20	6	12

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
	dd.mnd		ms m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
KAE01	18.07	6,29	0,66	0,38	0,09	0,65	0,07	0,61	0,33	2	25	16	14	2	1,2	61	<2	<1	1	1	32	22	5	13	
KAE01	25.07	6,66	0,72	0,38	0,08	0,70	0,08	0,67	0,41	3	26	9	10	0	0,84	74	19	2	<1	0	30	21	7	14	
KAE01	01.08	6,60	0,67	0,39	0,09	0,70	0,07	0,73	0,41	2	23	8	<5		0,87	44	3	2	<1	0	30	22	6	13	
KAE01	08.08	6,42	0,76	0,39	0,10	0,77	0,08	0,69	0,39	2	28	15	12	3	1,0	52	<2	1	2	0	36	23	6	17	
KAE01	15.08	6,60	0,83	0,50	0,12	0,89	0,10	0,81	0,46	4	29	11	7	4	1,0	48	3	1	<1	0	43	29	7	19	
KAE01	22.08	6,75	0,81	0,52	0,11	0,83	0,10	0,72	0,44	<1	34	5	6	0	0,94	76	<2	2	1	0	44	30	7	19	
KAE01	29.08	6,44	0,69	0,43	0,10	0,71	0,07	0,62	0,35	<1	29	14	15	0	1,4	49	<2	<1	<1	0	38	26	5	16	
KAE01	05.09	6,51	0,78	0,47	0,10	0,79	0,09	0,68	0,42	<1	40	11	8	3	0,80	33	<2	3	2	0	40	27	7	18	
KAE01	12.09	6,58	0,95	0,63	0,14	0,92	0,11	0,81	0,56	11	48	<5	<5		0,69	55	2	1	<1	0	50	38	9	20	
KAE01	19.09	6,76	0,84	0,50	0,12	0,81	0,10	0,78	0,38	<1	41	18	17	1	1,4	58	<2	<1	<1	0	43	30	6	16	
KAE01	26.09	6,41	0,74	0,43	0,11	0,77	0,10	0,72	0,38	1	32	14	12	2	1,3	54	2	1	<1	0	38	26	6	16	
KAE01	03.10	6,61	0,92	0,53	0,12	0,81	0,11	0,82	0,54	5	41	6	6	0	0,68	44	<2	1	<1	0	40	31	9	15	
KAE01	10.10	6,62	1,04	0,68	0,16	0,99	0,14	0,90	0,65	8	51	6	<5		0,75	44	<2	<1	1	0	54	41	11	21	
KAE01	17.10	6,48	0,98	0,52	0,15	0,91	0,15	1,17	0,47	2	36	14	13	1	1,2	56	4	1	<1	0	39	31	6	11	
KAE01	24.10	6,54	0,94	0,59	0,14	0,87	0,11	0,97	0,49	6	40	15	11	4	1,0	53	<2	2	<1	0	44	35	7	14	
KAE01	31.10	6,44	0,84	0,49	0,12	0,86	0,10	1,09	0,40	5	25	16	14	2	0,94	69	<2	2	<1	0	35	27	5	11	
KAE01	07.11	6,54	1,18	0,80	0,18	1,05	0,17	1,32	0,85	36	45	16	15	1	1,2	90	<2	2	<1	0	47	46	14	14	
KAE01	15.11	6,53	1,01	0,64	0,16	0,95	0,11	1,06	0,57	15	43	8	8	0	0,94	59	2	1	<1	0	46	38	9	16	
KAE01	21.11	6,75	1,25	0,99	0,18	1,05	0,12	1,14	0,73	27	55	10	6	4	0,80	67	<2	2	<1	0	64	57	12	18	
KAE01*	28.11																								
KAE01*	05.12																								
KAE01*	12.12																								
KAE01*	19.12																								
KAE01*	26.12																								
DALELV																									
DALELV	04.01	6,55	3,68	1,49	0,77	3,61	0,26	5,50	3,74	16	48	24	20	4	2,6	116	9	1	<1	0	67	102	62	24	
DALELV	11.01	6,57	3,68	1,51	0,78	3,65	0,27	5,64	3,84	19	52	22	17	5	2,6	104	8	2	<1	0	65	102	64	22	
DALELV	18.01	6,51	3,68	1,47	0,78	3,59	0,27	5,52	3,78	20	49	26	22	4	2,4	101	5	1	<1	0	65	101	63	22	
DALELV	25.01	6,72	3,91	1,55	0,82	3,63	0,27	5,72	3,89	24	65	21	15	6	2,4	111	<2	5	<1	0	66	107	64	19	
DALELV	01.02	6,64	3,89	1,64	0,84	3,74	0,29	5,74	3,97	26	63	22	18	4	2,4	117	7	2	<1	0	75	113	66	24	
DALELV	08.02	6,57	3,89	1,67	0,85	3,74	0,30	5,70	3,94	26	64	22	18	4	2,3	205	7	1	<1	0	79	116	65	25	
DALELV	15.02	6,66	3,97	1,73	0,87	3,80	0,31	5,76	4,02	29	72	21	18	3	2,4	128	8	1	<1	0	83	120	67	26	
DALELV	22.02	6,56	3,88	1,59	0,79	3,65	0,28	5,70	3,85	21	57	19	18	1	2,4	111	8	1	<1	0	68	107	64	21	
DALELV	01.03	6,60	3,70	1,56	0,79	3,67	0,30	5,72	3,86	21	57	20	18	2	2,4	120	9	1	<1	0	67	105	64	21	
DALELV	08.03	6,51	3,65	1,55	0,78	3,60	0,28	5,73	3,83	21	50	22	21	1	2,4	146	10	1	<1	0	62	104	63	18	
DALELV	15.03	6,48	3,78	1,55	0,79	3,73	0,29	5,84	3,78	23	52	17	14	3	2,4	340	8	2	<1	0	67	104	62	21	
DALELV	22.03	6,47	3,73	1,55	0,79	3,61	0,29	5,58	3,83	34	59	21	20	1	2,4	117	11	2	<1	0	67	106	64	22	
DALELV	29.03	6,58	3,72	1,63	0,79	3,57	0,29	5,55	3,89	24	54	17	15	2	2,4	110	3	2	<1	0	70	110	65	21	
DALELV	05.04	6,53	5,35	2,00	1,08	4,88	0,52	8,49	5,06	80	59	28	25	3	3,1	235	12	3	<1	0	64	133	81	7	
DALELV	12.04	6,57	4,54	1,87	1,00	4,30	0,58	7,19	4,53	22	65	37	35	2	4,0	165	<2	3	<1	0	79	128	73	13	
DALELV	19.04	6,28	4,34	1,55	0,98	4,30	0,54	6,89	4,20	<1	36	54	53	1	5,9	165	4	5	<1	1	77	113	67	20	
DALELV	26.04	6,32	4,09	1,50	0,91	4,12	0,39	7,08	4,37	<1	42	50	50	0	4,6	148	<2	4	<1	0	48	103	70	8	
DALELV	03.05	5,81	4,72	1,58	1,05	4,69	0,61	8,00	4,42	<1	18	76	76	0	7,1	215	12	8	1	2	67	113	69	10	
DALELV	10.05	6,05	3,64	1,33	0,79	3,83	0,39	5,96	3,45	<1	16	52	48	4	4,7	147	5	4	<1	1	68	92	55	22	
DALELV	17.05	6,00	2,72	0,96	0,54	2,82	0,31	4,24	2,87	<1	14	42	42	0	3,8	132	4	4	1	1	43	64	47	20	
DALELV	24.05	6,12	2,87	1,07	0,58	2,90	0,26	4,18	2,84	<1	14	42	45	0	4,2	132	<2	5	<1	1	57	74	47	25	
DALELV	31.05	6,25	3,02	1,13	0,61	3,04	0,25	4,54	3,19	1	18	35	33	2	3,2	114	3	3	<1	1	51	77	53	22	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
	dd.mnd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
DALELV	07.06	6,19	3,06	1,13	0,62	3,11	0,24	4,67	3,36	1	18	47	46	1	4,2	146	<2	4	<1	1	47	77	56	22
DALELV	14.06	6,28	3,10	1,21	0,65	3,19	0,24	4,81	3,43	<1	23	31	28	3	3,3	99	<2	3	<1	1	52	82	57	22
DALELV	21.06	6,36	3,17	1,29	0,68	3,21	0,25	4,56	3,24	<1	31	28	27	1	3,4	107	<2	3	<1	0	70	90	54	29
DALELV	28.06	6,36	3,22	1,36	0,72	3,33	0,21	5,21	3,73	1	35	39	35	4	4,5	134	5	3	<1	0	53	93	63	19
DALELV	05.07	6,16	3,08	1,26	0,73	3,33	0,15	4,59	3,54	2	24	73	68	5	6,2	155	3	3	<1	1	68	93	60	34
DALELV	12.07	6,38	3,11	1,23	0,70	3,14	0,19	4,41	3,14	1	29	32	27	5	3,7	112	4	3	<1	0	71	90	53	30
DALELV	19.07	6,47	3,07	1,27	0,64	3,13	0,22	4,75	3,31	2	31	32	28	4	3,6	114	<2	2	<1	0	55	85	55	21
DALELV	26.07	6,34	2,95	1,19	0,60	3,03	0,18	4,40	3,12	1	29	54	50	4	4,5	133	<2	3	3	0	56	80	52	25
DALELV	02.08	6,49	3,01	1,24	0,61	3,10	0,20	4,44	3,02	2	29	36	31	5	3,9	127	<2	<1	<1	0	64	83	50	27
DALELV	09.08	6,64	3,12	1,33	0,69	3,16	0,22	4,27	2,86	<1	42	36	33	3	3,7	129	<2	3	<1	0	86	95	47	34
DALELV	16.08	6,54	3,18	1,33	0,68	3,34	0,19	4,53	2,81	<1	43	43	40	3	5,2	138	3	2	<1	0	86	93	45	36
DALELV	23.08	6,54	3,15	1,41	0,69	3,34	0,22	4,50	2,88	<1	45	30	28	2	3,9	129	<2	<1	<1	0	91	98	47	36
DALELV	30.08	6,66	3,31	1,38	0,72	3,27	0,25	4,80	3,10	1	52	32	31	1	3,8	105	2	2	<1	0	77	97	51	26
DALELV	06.09	6,40	3,02	1,20	0,65	3,13	0,22	4,59	3,14	1	40	35	33	2	4,3	127	<2	4	<1	0	60	83	52	25
DALELV	13.09	6,42	3,14	1,31	0,69	3,25	0,35	4,69	3,16	<1	42	38	38	0	5,0	175	5	5	1	0	74	91	52	28
DALELV	20.09	6,46	3,27	1,30	0,72	3,24	0,28	4,84	3,16	<1	46	49	48	1	5,2	143	<2	3	<1	0	70	92	52	24
DALELV	27.09	6,25	3,13	1,25	0,69	3,23	0,24	4,72	3,16	<1	34	52	50	2	5,3	149	4	<1	<1	1	67	88	52	26
DALELV	04.10	6,38	3,09	1,22	0,65	3,06	0,22	4,61	3,11	<1	35	38	39	0	3,8	125	<2	2	<1	0	58	84	51	21
DALELV	11.10	6,32	3,26	1,38	0,75	3,49	0,24	4,78	3,25	2	42	60	54	6	5,8	160	<2	2	2	0	86	99	54	36
DALELV	18.10	6,45	3,27	1,31	0,69	3,18	0,22	4,76	3,33	<1	43	44	42	2	4,1	149	<2	3	1	0	62	91	56	23
DALELV	25.10	6,38	3,21	1,40	0,74	3,47	0,24	5,04	3,46	6	37	44	42	2	4,3	175	<2	3	<1	0	73	98	57	29
DALELV	01.11	6,36	3,14	1,19	0,66	3,08	0,21	4,72	3,41	7	39	33	34	0	3,3	147	<2	4	<1	0	48	83	57	20
DALELV	08.11	6,28	3,16	1,23	0,68	3,13	0,21	4,80	3,38	8	35	31	30	1	3,4	119	<2	3	<1	1	53	86	56	20
DALELV	13.11	6,32	3,42	1,35	0,76	3,40	0,23	5,16	3,67	12	44	36	33	3	3,3	126	2	3	<1	0	61	96	61	23
DALELV	22.11	6,37	3,44	1,46	0,78	3,54	0,25	5,31	3,93	12	46	31	30	1	3,4	147	6	2	<1	0	65	102	66	25
DALELV	29.11	6,42	3,37	1,42	0,76	3,41	0,25	5,18	3,79	11	45	20	18	2	3,1	134	5	5	<1	0	62	99	64	23
DALELV	06.12	6,47	3,43	1,42	0,73	3,37	0,25	5,20	3,78	14	48	28	25	3	3,2	126	5	2	<1	0	58	97	64	21
DALELV	13.12	6,39	3,40	1,39	0,71	3,20	0,24	5,08	3,67	14	46	28	24	4	2,9	125	4	2	<1	0	52	94	62	16
DALELV	20.12	6,50	3,43	1,46	0,76	3,47	0,25	5,25	3,82	16	48	24	22	2	3,0	127	7	1	<1	0	64	101	64	24
DALELV	27.12	6,44	3,44	1,42	0,77	3,48	0,26	5,28	3,83	20	40	26	22	4	3,0	142	9	1	<1	0	62	100	64	23
<b>Øygardsbekken</b>																								
19 23	03.01	5,60	3,29	0,55	0,51	4,00	0,12	6,81	1,81	120	0	50	33	17	1,7	195	8	2	<1	3	8	25	18	9
19 23	10.01	5,63	3,47	0,57	0,54	4,25	0,13	7,25	1,93	140	3	53	32	21	1,5	210	12	2	<1	2	6	25	19	9
19 23	17.01	5,64	3,40	0,58	0,54	4,12	0,12	6,99	1,90	160	0	43	29	14	1,2	240	11	2	1	2	7	27	19	10
19 23	24.01	5,71	3,51	0,62	0,56	4,21	0,12	7,39	2,02	185	2	43	28	15	1,2	240	10	4	<1	2	-1	28	21	4
19 23	31.01	5,71	3,55	0,60	0,56	4,31	0,13	7,38	1,96	155	5	41	30	11	1,5	235	7	2	<1	2	7	28	19	9
19 23	07.02	5,55	3,55	0,58	0,55	4,27	0,13	7,34	1,95	150	0	52	34	18	1,4	225	9	1	<1	3	5	26	19	8
19 23	14.02	5,71	3,63	0,62	0,58	4,39	0,14	7,74	2,05	185	4	44	29	15	1,3	255	10	2	<1	2	-1	28	20	3
19 23	21.02	5,68	3,61	0,62	0,57	4,38	0,14	7,63	2,02	200	2	49	31	18	1,3	270	9	1	<1	2	0	28	20	6
19 23	28.02	5,69	3,69	0,69	0,60	4,45	0,14	7,70	2,11	245	4	35	23	12	1,3	315	7	1	<1	2	2	33	22	7
19 23	07.03	5,61	3,64	0,68	0,59	4,41	0,13	7,72	2,06	205	0	40	27	13	1,2	275	8	1	<1	2	2	32	20	5
19 23	14.03	5,49	3,46	0,50	0,52	4,16	0,15	7,12	1,96	190	0	72	40	32	1,5	275	9	2	<1	3	-3	21	20	8
19 23	21.03	5,43	3,32	0,50	0,50	3,82	0,18	6,28	1,92	320	0	72	41	31	1,8	405	13	3	<1	4	-3	25	22	14
19 23	28.03	5,47	3,08	0,47	0,45	3,51	0,16	5,63	1,83	290	0	63	37	26	1,5	375	20	3	<1	3	0	23	22	16
19 23	04.04	5,40	2,73	0,41	0,40	3,23	0,15	5,04	1,82	250	0	67	36	31	1,5	330	17	4	<1	4	0	20	23	18
19 23	11.04	5,52	2,89	0,48	0,42	3,40	0,14	5,29	1,61	155	0	40	27	13	1,5	245	4	2	<1	3	16	24	18	20
19 23	18.04	5,55	2,94	0,43	0,43	3,48	0,13	5,75	1,80	160	0	51	32	19	1,6	225	<2	2	<1	3	0	19	21	12

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

St. kode	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	Al/R	Al/I	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
	dd.mnd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
19 23	21.04	5,56	2,92	0,52	0,44	3,53	0,14	6,09	1,92	170	0	48	29	19	1,4	230	3	2	<1	3	-5	22	22	6
19 23	23.04	5,65	2,91	0,49	0,44	3,52	0,13	6,07	1,92	160	0	41	27	14	1,4	215	3	2	<1	2	-6	21	22	6
19 23	25.04	5,64	2,91	0,47	0,44	3,50	0,13	6,12	1,93	160	0	47	28	19	1,4	220	3	2	<1	2	-9	19	22	4
19 23	02.05	5,50	2,87	0,48	0,44	3,48	0,14	5,48	1,69	165	0	45	29	16	1,4	245	<2	2	<1	3	14	24	19	19
19 23	10.05	5,83	2,87	0,56	0,46	3,54	0,13	5,95	1,93	155	0	27	20	7	1,2	240	4	2	1	1	4	27	23	10
19 23	16.05	5,66	2,86	0,51	0,45	3,49	0,15	5,37	1,89	155	0	51	37	14	1,9	250	<2	2	<1	2	16	27	24	22
19 23	23.05	5,78	2,86	0,52	0,43	3,54	0,13	5,60	1,86	120	0	24	19	5	1,2	175	2	1	<1	2	13	25	22	18
19 23	30.05	5,81	2,84	0,52	0,44	3,50	0,12	5,87	2,04	115	4	22	16	6	1,0	180	<2	2	<1	2	1	24	25	10
19 23	06.06	5,86	2,92	0,49	0,48	3,62	0,12	5,66	2,04	94	0	17	14	3	1,0	175	3	2	<1	1	16	27	26	20
19 23	13.06	5,80	2,91	0,58	0,44	3,61	0,13	5,77	2,06	84	8	14	12	2	1,0	135	<2	1	2	2	14	27	26	17
19 23	20.06	5,76	3,00	0,61	0,47	3,72	0,12	6,22	2,26	110	9	16	13	3	1,0	175	3	3	<1	2	4	28	29	11
19 23	27.06	5,79	3,08	0,65	0,49	3,82	0,15	6,35	2,43	150	2	15	11	4	1,0	225	6	2	<1	2	2	31	32	12
19 23	04.07	5,92	3,21	0,68	0,53	3,89	0,17	6,20	2,22	115	12	15	12	3	0,9	290	5	3	<1	1	22	37	28	19
19 23	11.07	5,81	3,01	0,58	0,51	3,74	0,11	6,09	2,31	140	0	19	13	6	1,0	195	4	3	<1	2	7	31	30	15
19 23	18.07	5,46	2,81	0,48	0,40	3,37	0,10	5,54	1,97	130	0	49	28	21	1,9	225	5	<1	<1	3	-1	20	25	12
19 23	25.07	5,81	2,72	0,50	0,41	3,35	0,10	5,38	1,99	105	0	30	22	8	1,7	190	2	3	<1	2	6	23	26	15
19 23	01.08	5,77	2,54	0,46	0,39	3,27	0,07	4,96	2,12	59	2	62	47	15	2,5	170	3	4	1	2	11	22	30	22
19 23	11.08	6,00	2,54	0,50	0,38	3,24	0,08	4,69	1,93	63	6	43	31	12	2,2	190	4	2	<1	1	22	25	27	27
19 23	15.08	5,77	2,65	0,50	0,40	3,36	0,10	5,45	2,06	81	8	32	23	9	1,9	170	3	2	<1	2	4	22	27	14
19 23	22.08	5,76	2,47	0,45	0,37	3,20	0,08	4,72	1,91	60	3	45	35	10	2,4	240	<2	<1	<1	2	17	22	26	25
19 23	29.08	5,76	2,35	0,43	0,33	2,80	0,07	4,18	1,75	45	0	44	36	8	2,7	170	<2	3	<1	2	15	21	24	21
19 23	05.09	5,86	2,37	0,47	0,34	2,99	0,08	4,33	1,83	56	14	35	29	6	2,3	175	2	3	1	1	19	23	26	25
19 23	12.09	5,65	2,34	0,43	0,35	2,93	0,08	4,25	1,81	46	11	49	43	6	2,6	180	<2	3	<1	2	19	22	25	24
19 23	19.09	5,74	2,33	0,40	0,34	2,85	0,10	4,30	1,66	46	8	56	46	10	2,7	165	<2	3	<1	2	15	20	22	20
19 23	26.09	5,75	2,31	0,41	0,35	2,88	0,09	4,35	1,70	55	10	51	43	8	2,5	170	<2	<1	<1	2	15	21	23	20
19 23	03.10	5,59	2,58	0,38	0,36	3,45	0,23	4,95	1,75	61	3	65	55	10	2,7	195	<2	3	<1	3	24	16	22	30
19 23	10.10	5,67	2,02	0,38	0,29	2,50	0,14	3,49	1,61	67	9	69	49	20	2,7	220	<2	3	2	2	18	20	23	24
19 23	17.10	5,74	2,16	0,46	0,32	2,62	0,13	3,76	1,67	81	10	53	42	11	2,5	205	3	3	<1	2	20	25	24	23
19 23	24.10	5,78	2,17	0,45	0,33	2,75	0,14	3,86	1,71	78	9	59	42	17	2,3	205	<2	3	<1	2	23	24	24	26
19 23	31.10	5,60	2,08	0,40	0,32	2,64	0,16	3,81	1,64	84	4	60	48	12	2,5	225	4	3	2	3	18	21	23	23
19 23	07.11	5,52	2,15	0,39	0,32	2,55	0,14	3,90	1,61	88	6	60	46	14	2,3	195	4	2	<1	3	10	20	22	16
19 23	14.11	5,59	2,19	0,36	0,34	2,58	0,13	4,01	1,62	90	8	56	43	13	2,2	185	4	3	<1	3	8	20	22	15
19 23	21.11	5,62	2,19	0,38	0,35	2,62	0,13	3,97	1,70	100	4	56	39	17	2,2	200	2	3	<1	2	11	22	24	18
19 23	28.11	5,75	2,50	0,49	0,43	3,04	0,15	4,65	1,99	130	8	53	39	14	2,1	235	6	2	<1	2	14	29	28	20
19 23	05.12	5,83	2,77	0,54	0,45	3,29	0,16	5,13	2,12	155	13	48	36	12	2,1	250	8	3	<1	1	11	30	29	19
19 23	12.12	5,65	2,60	0,46	0,42	2,99	0,28	4,95	1,80	165	6	53	39	14	2,3	330	31	7	<1	2	6	25	23	10
19 23	19.12	5,67	2,62	0,49	0,44	3,04	0,25	5,02	1,80	200	8	47	34	13	1,9	315	15	4	<1	2	6	28	23	11
19 23	26.12	5,64	2,83	0,55	0,49	3,28	0,24	5,44	1,96	230	5	43	31	12	1,7	340	13	2	<1	2	6	32	25	11

Tabell E4. Årsmidler - innsjøer for perioden 1986-2010. Verdiene er et gjennomsnitt av høstprøver i den angitte regionen.

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
<b>78 innsjøer fra hele landet</b>																							
1986	5,03	2,55	0,75	0,38	2,00	0,21	3,4	3,3	87	8	107	36	71	2,6			15		9,3	-11	46	60	4
1987	4,96	2,63	0,72	0,36	1,96	0,20	3,3	3,0	84	10	115	31	84	3,1		24	14		10,8	-5	44	54	6
1988	4,96	2,46	0,71	0,35	1,83	0,18	3,0	2,8	91	12	114	31	83	3,1	281	22	13		11,0	-2	44	50	6
1989	5,03	2,76	0,71	0,39	2,18	0,22	3,7	3,0	101	7	102	21	81	2,1	269	21	12		9,3	-6	44	53	6
1990	4,99	2,79	0,68	0,39	2,20	0,19	3,8	2,8	83	7	112	28	84	2,7	215	21	11		10,2	-5	41	48	4
1991	5,03	2,78	0,74	0,39	2,30	0,22	4,0	3,0	94	10	104	36	68	2,6	219	20	11		9,4	-6	43	51	4
1992	5,05	2,65	0,78	0,39	2,41	0,21	4,0	2,9	84	10	115	47	68	2,9	230	20	8		8,8	1	45	49	8
1993	5,07	2,93	0,81	0,43	2,92	0,22	4,9	2,9	87	11	125	50	75	2,9	237	20	6		8,4	2	44	46	7
1994	5,17	2,43	0,73	0,38	2,48	0,20	4,0	2,7	86	9	106	48	58	3,0	232	19	4		6,7	7	42	44	12
1995	5,15	2,41	0,71	0,37	2,21	0,19	3,7	2,6	89	9	99	46	52	3,0	216	20	3		7,0	3	42	43	7
1996	5,14	2,36	0,75	0,38	2,07	0,20	3,4	2,6	96	9	99	53	45	3,5	243	19	3		7,2	5	46	45	7
1997	5,24	2,46	0,77	0,39	2,22	0,20	3,9	2,5	80	10	90	47	44	3,3	238	19	3		5,7	4	45	40	1
1998	5,28	2,19	0,74	0,34	2,00	0,20	3,3	2,2	76	11	92	56	36	3,6	231	18	3		5,2	14	43	36	8
1999	5,25	2,18	0,69	0,33	1,90	0,20	3,1	2,2	78	10	91	56	35	3,6	230	18	4		5,6	11	41	36	7
2000	5,13	2,33	0,65	0,32	2,19	0,20	3,5	1,9	75	6	96	59	37	3,7	229	17	4		7,5	14	36	30	10
2001	5,25	2,11	0,65	0,31	1,98	0,19	3,2	1,9	78	10	88	60	28	3,8	231	17	4		5,6	15	37	30	9
2002	5,38	2,11	0,73	0,36	2,14	0,20	3,4	1,9	79	12	76	46	30	3,4	229	16	4		4,2	24	44	29	11
2003	5,40	2,07	0,68	0,34	2,16	0,21	3,2	1,8	76	13	70	42	28	3,2	239	15	4		4,0	27	41	29	16
2004	5,24	2,12	0,69	0,33	2,05	0,19	3,3	1,7	63	10	85	57	28	3,8	226	15	4		5,8	21	39	27	9
2005	5,34	2,24	0,75	0,36	2,26	0,19	3,7	1,7	67	12	66	38	28	3,5	211	13	4		4,5	24	43	25	8
2006	5,25	2,15	0,80	0,37	2,10	0,19	3,3	1,7	53	13	79	50	29	4,2	237	17	4		5,6	33	48	26	11
2007	5,35	2,21	0,70	0,36	2,24	0,18	3,7	1,6	59	11	84	52	32	3,7	215	10	4		4,4	26	41	22	8
2008	5,36	2,23	0,69	0,33	2,23	0,18	3,6	1,5	54	13	77	52	25	3,7	207	10	3		4,4	26	38	21	10
2009	5,39	2,16	0,63	0,32	2,18	0,17	3,5	1,5	49	13	76	51	25	3,9	211	19	4		4,1	24	35	21	10
2010	5,41	2,01	0,65	0,31	1,98	0,18	3,1	1,4	57	13	68	48	20	4,2	227	14	5	1	3,9	28	38	21	11
<b>Region I. Østlandet – Nord (n = 1)</b>																							
1986	5,34	1,34	0,92	0,15	0,51	0,15	0,4	2,6	4	0	42	32	10	5,1					4,6	19	56	53	12
1987	4,66	1,92	0,95	0,14	0,44	0,17	0,5	2,5	19	2	70	46	24	8,9		15			21,9	15	56	51	7
1988	4,93	1,59	0,95	0,15	0,47	0,12	0,5	2,4	41	3	73	36	37	6,2		18			11,7	16	56	49	8
1989	5,19	1,43	0,88	0,15	0,45	0,17	0,5	2,7	20	5	46	24	22	4,0					6,5	8	53	55	7
1990	5,22	1,37	0,84	0,15	0,55	0,15	0,5	2,5	6	6	48	23	25	4,0	183				6,0	15	51	51	12
1991	5,29	1,40	0,92	0,15	0,58	0,17	0,6	2,5	6	8	17	17	0	4,2	164				5,1	18	54	50	11
1992	5,22	1,36	1,06	0,17	0,61	0,19	0,7	2,7	22	9	50	42	8	4,7	261				6,0	21	62	54	10
1993	5,05	1,46	0,97	0,13	0,58	0,17	0,6	2,4	16	11	60	51	9	6,8	250				8,9	21	55	48	11
1994	5,46	1,18	0,92	0,12	0,61	0,18	0,5	2,1	7	12	55	48	7	5,9	245				3,5	29	52	42	14
1995	5,54	1,08	0,88	0,15	0,53	0,17	0,5	2,2	7	10	43	40	3	4,5	210		8		2,9	23	53	44	11
1996	5,34	1,30	0,99	0,16	0,53	0,19	0,6	2,4	5	8	50	50	0	5,6	205				4,6	23	59	48	9
1997	5,30	1,36	0,98	0,15	0,54	0,17	0,6	2,2	4	12	45	42	3	7,2	220				5,0	26	57	44	9

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1998	5,44	1,19	1,04	0,16	0,58	0,18	0,6	1,9	4	10	52	52	0	6,1	245				3,6	38	61	38	11
1999	5,29	1,24	1,06	0,14	0,52	0,16	0,6	1,8	4	10	65	63	2	8,1	470				5,1	36	60	36	8
2000	5,18	1,23	0,91	0,13	0,57	0,17	0,6	1,6	15	0	67	65	2	6,9	235				6,6	34	52	32	10
2001	5,32	1,15	0,88	0,13	0,58	0,15	0,4	1,3	12	6	65	63	2	7,4	205				4,8	44	52	26	16
2002	5,93	0,95	1,02	0,16	0,58	0,16	0,5	1,4	2	18	37	33	4	5,1	200				1,2	50	61	28	13
2003	5,56	1,08	1,03	0,15	0,65	0,17	0,5	1,3	1	10	44	43	1	6,9	250				2,8	56	61	27	17
2004	5,54	1,09	1,00	0,14	0,58	0,16	0,5	1,4	1	13	53	52	1	6,9	235	5	8		2,9	47	58	28	13
2005	5,74	1,19	1,12	0,15	0,65	0,14	0,5	1,4	15	21	39	27	12	7,5	230	5	8		1,8	56	65	27	15
2006	4,89	1,63	1,35	0,16	0,62	0,14	0,5	1,4	4	0	67	69	0	13,5	320	14	9		12,9	66	77	28	14
2007	5,84	1,08	1,05	0,15	0,59	0,17	0,5	1,3	2	15	37	35	2	5,4	230	5	10		1,4	52	61	25	13
2008	5,75	1,03	0,89	0,13	0,53	0,14	0,5	1,2	2	14	35	37	0	6,4	240	4	8		1,8	43	52	23	11
2009	5,20	1,26	1,01	0,14	0,60	0,13	0,5	1,1	1	0	60	58	2	10,0	260	5	9		6,3	54	58	21	13
2010	5,33	1,13	0,95	0,13	0,54	0,14	0,4	1,0	8	11	43	39	4	8,5	245	5	7	2	4,7	51	55	20	13
<b>Region II. Østlandet – Sør (n = 15)</b>																							
1986	4,94	2,94	1,18	0,46	1,81	0,32	2,6	5,2	72	12	183	82	101	6,4					11,4	-2	80	100	15
1987	4,76	2,91	1,06	0,41	1,57	0,27	2,2	4,7	74	11	214	74	140	7,9		31			17,5	-3	72	92	15
1988	4,74	2,92	1,05	0,40	1,47	0,25	2,2	4,1	81	10	215	76	139	7,9	281	30			18,3	3	71	80	12
1989	4,92	2,96	1,08	0,44	1,70	0,31	2,6	4,8	80	9	173	47	127	5,1	269				12,0	-6	73	92	11
1990	4,81	3,22	1,12	0,48	1,92	0,28	3,1	4,4	73	9	211	68	143	6,6	313				15,6	2	76	84	9
1991	4,88	3,23	1,20	0,48	2,11	0,31	3,4	4,7	71	8	197	95	102	6,5	311				13,2	0	77	89	10
1992	4,92	2,98	1,30	0,48	2,24	0,30	3,4	4,7	64	7	218	115	104	7,2	321				12,2	13	82	87	16
1993	4,91	2,90	1,19	0,44	2,20	0,28	3,2	4,1	59	6	224	136	88	7,7	331				12,3	18	74	77	18
1994	5,01	2,58	1,15	0,42	2,08	0,26	2,8	4,1	59	6	208	119	89	7,6	328				9,8	20	74	78	23
1995	5,06	2,54	1,13	0,43	1,91	0,27	2,7	3,9	67	6	189	110	79	7,2	313		5		8,8	21	74	73	19
1996	4,98	2,74	1,20	0,46	1,90	0,29	2,8	4,0	75	5	186	117	69	8,3	349				10,4	20	79	75	15
1997	5,15	2,67	1,19	0,45	1,93	0,28	3,0	3,7	58	11	169	108	61	8,0	333		6		7,0	21	77	68	11
1998	5,08	2,47	1,12	0,41	1,85	0,27	2,6	3,1	51	9	193	139	54	9,3	349				8,3	34	72	58	17
1999	5,01	2,32	0,99	0,36	1,57	0,26	2,1	2,9	52	6	187	133	54	9,2	340				9,7	29	65	55	16
2000	4,87	2,50	0,94	0,33	1,72	0,25	2,5	2,5	60	1	204	153	52	9,9	347				13,5	28	58	44	14
2001	5,03	2,17	0,93	0,31	1,58	0,24	2,2	2,3	62	6	187	143	44	9,8	332				9,4	33	57	41	16
2002	5,16	2,09	0,96	0,36	1,69	0,26	2,3	2,3	58	8	168	117	51	8,6	324				6,9	42	63	41	19
2003	5,27	2,01	0,93	0,35	1,72	0,27	2,1	2,2	56	13	144	102	42	7,7	340				5,3	47	61	40	23
2004	4,99	2,28	0,98	0,36	1,74	0,23	2,5	2,2	42	6	196	145	51	10,0	347	22	6		10,3	41	62	39	16
2005	5,19	2,35	1,06	0,40	2,00	0,24	3,0	2,2	55	9	139	99	40	8,6	311	19	8		6,5	44	66	37	13
2006	4,96	2,39	1,08	0,41	1,91	0,24	2,6	2,1	29	9	184	123	61	11,0	349	25	6		10,9	59	71	36	21
2007	5,08	2,34	0,99	0,38	1,92	0,23	2,8	1,9	57	8	198	134	64	9,7	351	21	7		8,4	45	62	32	15
2008	5,07	2,19	0,92	0,30	1,77	0,20	2,5	1,6	45	9	173	130	43	9,8	320	15	6		8,6	44	54	27	16
2009	5,13	2,19	0,86	0,34	1,85	0,21	2,6	1,7	43	12	174	128	46	10,0	333	27	6		7,4	45	53	27	17
2010	5,06	2,13	0,86	0,31	1,71	0,20	2,3	1,6	46	9	167	122	45	11,1	345	23	7	1	8,7	47	53	26	18
<b>Region III. Fjellregion - Sør-Norge (n = 3)</b>																							
1986	5,31	1,01	0,58	0,11	0,41	0,11	0,7	2,0	92	3	60	12	49	0,6					4,9	-9	33	39	1
1987	5,36	1,08	0,59	0,11	0,44	0,10	0,6	1,8	80	3	63	13	50	1,0		15			4,4	1	35	36	5

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1988	5,27	1,01	0,56	0,10	0,33	0,09	0,5	1,7	91	4	63	16	47	1,1		12			5,4	-3	33	34	2
1989	5,41	1,13	0,59	0,12	0,57	0,10	0,9	1,8	74	6	66	19	47	0,9		12			3,9	-2	33	36	3
1990	5,33	1,11	0,49	0,11	0,61	0,10	0,9	1,5	92	4	53	10	43	0,8	148	13			4,7	-1	28	29	5
1991	5,39	1,09	0,57	0,12	0,58	0,12	0,9	1,6	100	4	37	10	26	0,6	150	14			4,1	-1	32	31	3
1992	5,41	1,12	0,58	0,12	0,58	0,10	0,9	1,6	83	11	53	16	36	0,7	144	13			3,9	1	33	31	3
1993	5,42	1,31	0,57	0,16	0,95	0,11	1,6	1,4	76	11	54	18	36	0,7	146	13	2		3,8	4	31	25	2
1994	5,42	1,14	0,52	0,12	0,73	0,10	1,2	1,4	91	10	45	15	30	0,8	165	13	2		3,8	-1	28	26	2
1995	5,47	0,99	0,52	0,12	0,61	0,10	1,0	1,3	99	9	39	14	24	0,6	142	12	1		3,4	3	29	24	2
1996	5,48	0,98	0,55	0,12	0,52	0,15	0,8	1,4	108	8	50	22	27	0,8	187	12	1		3,3	4	32	26	2
1997	5,62	1,01	0,57	0,12	0,60	0,13	1,0	1,3	89	13	25	16	9	1,2	165	12	1		2,4	6	31	23	1
1998	5,62	0,89	0,54	0,10	0,53	0,13	0,8	1,2	85	10	34	19	15	0,8	165	11	2		2,4	10	31	22	4
1999	5,70	0,89	0,51	0,10	0,52	0,11	0,8	1,0	79	12	32	17	15	0,8	159	11	2		2,0	11	29	19	4
2000	5,64	0,89	0,48	0,11	0,63	0,13	0,8	1,0	68	10	37	20	17	0,9	154	10	2		2,3	16	27	18	8
2001	5,80	0,78	0,50	0,09	0,48	0,12	0,7	0,9	66	13	29	19	10	0,8	150	10	2		1,6	13	28	17	4
2002	5,78	0,80	0,55	0,11	0,53	0,12	0,8	0,9	68	15	24	15	9	0,8	149	9	2		1,6	17	31	17	5
2003	5,75	0,77	0,51	0,10	0,50	0,10	0,6	0,9	71	13	23	12	11	0,9	143	9	2		1,8	16	30	18	7
2004	6,01	0,76	0,54	0,08	0,47	0,10	0,6	0,9	54	14	27	17	11	0,9	125	8	2		1,0	20	30	16	7
2005	5,97	0,75	0,59	0,10	0,49	0,10	0,6	0,8	54	16	24	9	15	0,9	139	6	3		1,1	23	33	15	7
2006	5,90	0,79	0,67	0,11	0,49	0,11	0,6	0,8	41	18	25	15	11	1,0	153	8	3		1,2	29	38	15	6
2007	5,84	0,76	0,53	0,11	0,53	0,08	0,7	0,7	40	13	35	20	14	0,9	100	3	2		1,4	22	30	13	5
2008	5,85	0,86	0,59	0,12	0,65	0,08	0,9	0,7	43	22	36	25	11	1,0	110	8	2		1,4	28	34	12	7
2009	5,85	0,82	0,54	0,10	0,55	0,08	0,7	0,7	48	16	30	21	9	0,8	110	5	2		1,4	23	31	12	6
2010	6,07	0,71	0,55	0,09	0,45	0,08	0,6	0,6	49	18	22	17	5	1,1	140	7	3	1	0,9	23	31	12	5
<b>Region IV. Sørlandet – Øst (n = 14)</b>																							
1986	4,82	2,45	0,70	0,30	1,41	0,20	2,5	3,6	121	0	163	42	121	2,5			25		15,3	-29	43	68	0
1987	4,77	2,65	0,66	0,29	1,57	0,19	2,8	3,2	123	0	180	36	144	2,6					17,0	-25	39	59	0
1988	4,81	2,28	0,61	0,27	1,36	0,17	2,3	2,9	121	0	172	35	136	2,9		42			15,6	-17	37	54	4
1989	4,90	2,65	0,68	0,31	1,77	0,22	3,1	3,2	146	0	132	16	116	1,5					12,5	-22	40	58	2
1990	4,87	2,58	0,59	0,29	1,70	0,18	3,1	2,8	107	0	152	25	127	2,5	264				13,4	-21	34	50	0
1991	4,93	2,65	0,68	0,30	1,89	0,22	3,4	3,1	130	0	133	30	103	2,1	287		17		11,8	-21	37	54	1
1992	4,92	2,55	0,74	0,30	2,06	0,19	3,4	3,0	118	0	155	47	108	2,5	307				12,1	-10	39	52	8
1993	4,94	3,10	0,82	0,40	2,82	0,22	5,3	3,0	120	0	166	45	122	1,8	277				11,6	-18	39	47	-5
1994	5,07	2,18	0,66	0,29	1,97	0,18	3,1	2,5	119	2	136	49	87	2,7	292				8,5	-2	36	44	11
1995	5,03	2,25	0,65	0,29	1,76	0,20	3,0	2,7	123	1	133	55	79	2,8	278		4		9,3	-13	36	47	3
1996	5,00	2,21	0,71	0,31	1,70	0,19	2,8	2,8	131	1	134	69	64	3,8	314				9,9	-7	43	51	7
1997	5,16	2,24	0,74	0,31	1,78	0,22	3,2	2,5	112	4	122	59	63	3,3	288				6,8	-7	41	43	-1
1998	5,19	1,85	0,66	0,25	1,52	0,19	2,4	2,2	107	3	123	72	51	3,5	292				6,5	5	38	38	9
1999	5,15	1,82	0,60	0,24	1,42	0,20	2,1	2,1	105	4	119	75	44	3,6	285				7,0	6	36	37	11
2000	5,01	2,15	0,58	0,25	1,81	0,21	3,0	1,8	96	0	132	76	56	3,7	275				9,8	3	30	29	6
2001	5,17	1,78	0,54	0,22	1,51	0,20	2,4	1,8	103	3	123	81	42	4,0	297				6,8	4	29	30	9
2002	5,32	1,74	0,59	0,25	1,56	0,20	2,5	1,7	102	5	94	56	38	3,3	284				4,8	11	34	28	8
2003	5,41	1,71	0,62	0,26	1,63	0,21	2,3	1,8	99	7	82	44	38	3,0	295				3,9	18	37	31	14



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
2004	5,13	1,69	0,54	0,21	1,38	0,17	2,2	1,6	84	1	118	77	41	4,0	284	22	6		7,5	7	30	27	6
2005	5,32	1,97	0,69	0,29	1,80	0,20	3,2	1,6	80	6	77	33	44	3,2	243	17	4		4,8	12	37	23	0
2006	5,18	1,69	0,64	0,25	1,47	0,19	2,3	1,5	61	7	115	69	46	4,4	284	26	6		6,6	21	38	25	9
2007	5,36	1,79	0,60	0,26	1,70	0,17	2,8	1,4	71	5	99	58	41	3,4	255	17	5		4,3	16	33	21	5
2008	5,29	1,78	0,54	0,22	1,64	0,14	2,7	1,3	59	5	105	65	40	3,9	240	11	5		5,1	14	28	19	7
2009	5,31	1,74	0,52	0,23	1,64	0,15	2,6	1,3	66	5	99	62	38	3,9	268	34	6		4,9	15	28	20	9
2010	5,36	1,73	0,57	0,24	1,57	0,17	2,4	1,4	81	6	91	58	33	4,0	284	23	6	2	4,4	16	32	22	9
<b>Region V. Sørlandet – Vest (n = 11)</b>																							
1986	4,68	3,66	0,55	0,42	2,86	0,19	5,2	3,9	230		198	27	171	1,8			17		20,8	-53	28	65	-2
1987	4,71	3,36	0,54	0,41	2,96	0,20	5,1	3,4	205		188	24	164	1,9		33			19,5	-35	27	56	4
1988	4,68	3,26	0,47	0,37	2,55	0,16	4,5	3,1	232		181	22	159	2,2		33			21,1	-37	25	51	3
1989	4,67	4,15	0,55	0,46	3,40	0,22	5,9	3,4	287		207	16	191	1,5					21,4	-37	27	54	6
1990	4,64	4,08	0,47	0,45	3,28	0,17	5,9	2,9	214		202	24	178	2,0	348				22,9	-35	21	44	0
1991	4,63	4,12	0,53	0,44	3,33	0,19	6,1	3,4	256		203	32	170	2,1	391		10		23,2	-50	23	54	-3
1992	4,65	3,71	0,50	0,40	3,07	0,17	5,6	3,2	230		201	39	162	2,3	376				22,2	-46	21	51	-2
1993	4,71	4,61	0,61	0,55	4,84	0,20	8,6	3,4	255	0	248	38	209	2,0	405		3		19,3	-40	22	47	3
1994	4,82	3,35	0,54	0,43	3,68	0,18	6,2	2,7	235	0	189	42	146	2,4	392				15,0	-22	23	38	9
1995	4,74	3,73	0,52	0,45	3,35	0,18	6,2	2,9	253	0	170	39	131	2,3	369		3		18,3	-38	23	42	-3
1996	4,77	3,20	0,52	0,41	2,90	0,19	4,9	2,9	260	0	166	51	115	2,6	410				17,1	-28	27	46	7
1997	4,82	3,37	0,55	0,43	3,15	0,22	5,8	2,6	214	0	167	46	121	2,9	428				15,1	-28	25	37	-4
1998	4,91	2,88	0,50	0,35	2,60	0,17	4,4	2,3	221	0	147	52	95	2,8	385				12,4	-18	25	35	6
1999	4,94	2,90	0,49	0,36	2,64	0,17	4,6	2,3	218	0	143	48	95	2,8	374				11,4	-20	24	35	3
2000	4,80	3,58	0,47	0,41	3,57	0,20	6,1	2,2	212	0	141	49	93	2,8	378				15,8	-16	19	29	7
2001	4,88	3,01	0,47	0,36	2,91	0,19	5,0	2,1	224	0	127	56	71	3,0	385				13,3	-16	20	29	6
2002	5,03	2,87	0,48	0,39	3,02	0,21	5,1	2,0	232	1	114	39	75	2,6	390				9,3	-9	23	27	8
2003	4,95	2,80	0,48	0,38	2,91	0,21	4,4	2,1	220	0	114	41	73	2,9	413				11,2	4	26	30	19
2004	4,90	2,64	0,43	0,33	2,57	0,17	4,4	1,8	177	1	101	46	55	2,7	346	22	4		12,7	-9	20	24	5
2005	4,91	3,18	0,52	0,42	3,34	0,19	5,8	1,9	187	0	108	38	71	3,0	356	21	5		12,3	-5	23	23	6
2006	4,99	2,69	0,49	0,37	2,74	0,18	4,5	1,8	172	1	91	41	50	3,2	371	20	4		10,1	2	25	24	9
2007	5,02	3,01	0,48	0,41	3,29	0,17	5,6	1,7	167	1	111	49	62	3,2	347	12	4		9,6	-1	21	19	7
2008	5,05	3,03	0,44	0,37	3,24	0,16	5,4	1,7	149	0	93	45	48	3,0	307	14	3		9,0	0	19	19	10
2009	5,07	2,92	0,43	0,38	3,23	0,15	5,5	1,6	127	1	92	45	47	3,1	313	22	4		8,5	0	17	17	8
2010	5,18	2,57	0,46	0,34	2,80	0,18	4,5	1,6	159	2	73	44	29	3,4	358	20	6	1	6,6	7	21	20	13
<b>Region VI. Vestlandet – Sør (n = 3)</b>																							
1986	5,13	2,00	0,49	0,28	1,83	0,18	3,0	2,3	115	0	76	27	48	1,1					7,3	-10	27	38	6
1987	5,22	1,96	0,48	0,25	1,74	0,12	3,0	1,9	100	0	57	16	42	1,2		13			6,0	-8	25	31	3
1988	5,16	1,93	0,46	0,24	1,55	0,12	2,6	1,8	104	0	63	14	49	1,0		14			6,9	-5	25	30	4
1989	5,06	2,24	0,43	0,26	1,88	0,15	3,2	1,8	120	0	55	12	43	1,1					8,6	-7	22	28	5
1990	5,11	2,34	0,43	0,25	2,18	0,12	3,7	1,9	107	0	65	14	51	1,2	182				7,8	-11	19	28	5
1991	5,13	2,14	0,46	0,27	2,03	0,14	3,6	1,7	130	0	61	25	36	1,4	173		10		7,3	-9	22	26	1
1992	5,29	1,84	0,44	0,24	1,90	0,13	3,1	1,8	92	0	66	30	36	1,1	162				5,1	-3	21	28	7
1993	5,23	2,67	0,50	0,34	3,12	0,15	5,2	2,2	114	1	70	29	41	1,0	190				5,9	-9	20	31	9

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1994	5,32	1,88	0,41	0,26	2,17	0,14	3,5	1,8	107	2	61	35	26	1,4	198				4,8	-4	19	28	10
1995	5,24	1,99	0,42	0,27	1,98	0,15	3,4	1,5	93	0	54	32	22	1,4	168		2		5,8	-1	21	22	4
1996	5,43	1,62	0,50	0,24	1,52	0,14	2,5	1,5	109	5	56	42	14	1,6	172				3,7	4	28	24	5
1997	5,37	2,28	0,56	0,31	2,30	0,12	4,6	1,5	85	4	55	28	27	1,3	150				4,3	-10	24	18	-11
1998	5,59	1,61	0,52	0,23	1,67	0,12	2,8	1,3	82	6	46	27	19	1,5	166				2,6	10	27	20	6
1999	5,33	2,04	0,50	0,29	2,01	0,14	3,8	1,3	106	5	56	35	21	1,2	176				4,7	-2	24	17	-4
2000	5,47	1,67	0,38	0,20	1,89	0,14	2,9	1,3	80	1	47	36	12	1,5	168				3,4	8	17	18	13
2001	5,53	1,63	0,48	0,23	1,67	0,14	3,0	1,2	85	4	42	29	13	1,3	183				3,0	5	23	16	1
2002	5,55	1,88	0,63	0,31	2,07	0,16	3,5	1,3	105	4	40	28	12	1,5	204				2,8	17	34	17	5
2003	5,73	1,53	0,49	0,24	1,69	0,13	2,7	1,2	94	7	39	26	13	1,4	197				1,8	14	26	17	9
2004	5,59	1,73	0,53	0,24	1,92	0,17	3,4	1,1	77	4	42	27	15	1,5	164	10	2		2,6	10	24	13	2
2005	5,41	1,65	0,47	0,25	1,71	0,15	2,9	1,1	118	2	33	23	10	1,4	187	9	3		3,9	8	24	14	3
2006	5,44	1,69	0,76	0,30	1,70	0,12	3,1	1,0	83	3	33	23	9	1,3	187	8	1		3,6	25	42	12	-1
2007	5,56	1,77	0,44	0,25	1,94	0,16	3,4	1,0	64	4	47	34	12	1,4	149	5	2		2,7	9	20	10	1
2008	5,88	2,34	0,71	0,30	2,30	0,22	4,1	1,1	132	16	39	29	10	1,3	213	7	2		1,3	19	34	10	1
2009	5,78	1,71	0,46	0,24	1,95	0,12	3,2	1,0	64	6	35	27	8	1,5	176	30	2		1,7	15	22	11	8
2010	5,78	1,50	0,49	0,22	1,53	0,14	2,5	0,9	74	12	37	31	6	1,9	195	10	3	1	1,7	18	26	12	6
<b>Region VII. Vestlandet – Nord (n = 5)</b>																							
1986	5,12	1,42	0,24	0,16	1,11	0,09	2,1	1,2	76	1	38	13	25	0,6					7,6	-14	12	20	-2
1987	5,09	1,49	0,25	0,17	1,22	0,09	2,1	1,3	81	3	37	11	26	0,8		11			8,2	-11	12	20	1
1988	5,10	1,50	0,27	0,17	1,20	0,07	2,1	1,2	88	9	37	10	27	0,7		11			7,9	-8	13	18	2
1989	5,07	1,68	0,25	0,20	1,43	0,10	2,6	1,2	85	0	33	10	23	0,7		11			8,4	-9	12	17	0
1990	5,14	1,64	0,24	0,18	1,46	0,09	2,5	1,1	83	4	32	10	22	0,7	131	11			7,3	-8	10	16	2
1991	5,18	1,56	0,27	0,19	1,43	0,09	2,6	1,1	82	5	34	12	22	1,0	122	10	10		6,6	-10	11	15	-2
1992	5,29	1,51	0,28	0,21	1,64	0,11	2,7	1,2	89	4	42	15	27	0,7	155	10			5,1	-2	13	17	5
1993	5,30	1,73	0,33	0,24	1,96	0,12	3,2	1,3	93	5	42	19	23	1,1	165	10			5,1	0	15	18	7
1994	5,23	1,43	0,24	0,19	1,57	0,10	2,6	1,1	89	3	34	13	21	0,8	148	9			5,9	-3	11	15	6
1995	5,30	1,27	0,21	0,16	1,22	0,08	2,1	0,9	82	3	29	13	16	0,5	121	9	1		5,0	-4	10	13	3
1996	5,28	1,26	0,27	0,17	1,19	0,10	2,0	1,0	100	3	37	14	23	0,7	140	9			5,3	-3	15	15	3
1997	5,35	1,41	0,27	0,18	1,37	0,09	2,5	0,9	84	4	34	13	21	0,6	141	9			4,4	-6	12	12	-1
1998	5,57	1,15	0,29	0,15	1,15	0,10	1,9	0,9	67	5	22	12	11	0,7	126	9			2,7	2	14	12	4
1999	5,38	1,29	0,27	0,17	1,23	0,09	2,2	0,9	83	5	28	10	18	0,6	134	8			4,2	-2	13	12	1
2000	5,38	1,44	0,28	0,18	1,49	0,09	2,5	0,9	80	4	27	11	16	0,6	145	8			4,2	2	13	11	4
2001	5,40	1,37	0,30	0,19	1,42	0,09	2,5	0,9	77	3	22	11	10	0,6	132	8			4,0	-1	14	11	0
2002	5,42	1,27	0,32	0,18	1,33	0,09	2,2	0,8	85	3	23	11	12	0,7	145	8			3,8	7	17	11	6
2003	5,49	1,20	0,28	0,17	1,33	0,09	2,1	0,8	78	5	22	10	12	0,7	150	8			3,2	7	14	11	8
2004	5,48	1,18	0,26	0,14	1,31	0,10	2,1	0,8	71	4	22	13	10	0,7	126	8	2		3,3	4	11	10	7
2005	5,44	1,17	0,28	0,17	1,20	0,08	2,0	0,7	86	4	17	9	8	0,7	138	8	3		3,6	5	15	9	4
2006	5,48	1,15	0,34	0,18	1,15	0,09	1,9	0,7	72	7	18	8	10	0,7	169	18	1		3,3	10	19	9	4
2007	5,54	1,19	0,25	0,17	1,31	0,07	2,2	0,6	57	2	20	13	7	0,7	109	4	1		2,9	4	12	7	2
2008	5,66	1,52	0,31	0,21	1,64	0,09	2,8	0,7	54	7	22	10	12	0,6	127	7	2		2,2	10	14	7	4
2009	5,60	1,29	0,27	0,17	1,40	0,08	2,4	0,6	49	3	21	13	8	0,7	103	8	2		2,5	6	12	6	3

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
2010	5,65	1,13	0,27	0,15	1,23	0,08	2,0	0,6	53	7	17	10	7	0,8	126	4	1	1	2,2	9	13	8	6
<b>Region VIII. Midt-Norge (n = 10)</b>																							
1986	5,75	2,14	0,52	0,34	2,38	0,17	4,2	1,5	24	7	31	25	6	1,9					1,8	12	27	19	3
1987	5,78	2,06	0,50	0,32	2,24	0,18	3,8	1,5	24	11	33	20	13	2,0		12			1,7	13	27	20	5
1988	5,62	2,10	0,52	0,32	2,26	0,15	3,7	1,3	28	14	33	19	14	2,0		11			2,4	21	28	16	8
1989	5,59	2,53	0,49	0,40	2,76	0,19	5,0	1,4	25	6	33	16	17	1,8					2,6	11	25	14	-1
1990	5,65	2,39	0,48	0,37	2,66	0,16	4,6	1,5	27	7	34	21	13	1,9	115				2,2	13	25	18	5
1991	5,66	2,34	0,49	0,35	2,62	0,18	4,5	1,4	27	13	31	23	8	1,7	102		10		2,2	13	24	16	4
1992	5,79	2,46	0,55	0,41	3,16	0,21	5,4	1,4	22	12	39	34	5	2,1	112				1,6	21	26	14	7
1993	5,77	2,27	0,55	0,35	2,95	0,19	4,7	1,4	19	14	35	26	9	2,1	127				1,7	25	26	16	14
1994	5,75	2,21	0,49	0,35	2,88	0,23	4,7	1,3	26	16	35	32	3	1,9	113				1,8	22	23	14	12
1995	5,89	2,02	0,47	0,34	2,47	0,17	4,1	1,2	26	17	33	29	4	1,9	101		2		1,3	21	24	13	8
1996	5,84	1,97	0,49	0,35	2,26	0,16	4,0	1,2	27	18	34	30	4	2,4	134				1,4	14	26	14	1
1997	5,80	2,16	0,52	0,35	2,44	0,16	4,4	1,2	25	17	28	26	2	2,0	117				1,6	15	26	13	0
1998	5,89	1,91	0,52	0,31	2,23	0,17	3,7	1,1	20	20	33	29	4	2,1	117				1,3	24	27	12	7
1999	5,90	1,92	0,56	0,32	2,16	0,17	3,7	1,2	24	20	31	28	3	2,1	115				1,3	22	30	14	5
2000	5,94	2,01	0,49	0,32	2,43	0,16	3,9	1,1	20	12	32	25	6	2,0	112				1,1	27	25	11	12
2001	6,00	1,89	0,52	0,31	2,23	0,16	3,6	1,1	21	21	33	31	3	2,3	120				1,0	27	27	12	9
2002	5,94	2,18	0,64	0,40	2,77	0,17	4,5	1,2	18	20	33	28	5	2,3	126				1,1	36	35	12	11
2003	5,93	2,19	0,57	0,38	2,80	0,18	4,4	1,2	24	19	30	26	5	2,0	125				1,2	37	31	12	16
2004	5,86	2,20	0,55	0,35	2,75	0,18	4,6	1,2	21	17	36	30	5	2,0	124	10	2		1,4	26	26	11	9
2005	5,98	2,15	0,55	0,34	2,65	0,15	4,3	1,1	18	17	34	27	7	2,5	108	6	3		1,0	28	28	10	10
2006	5,86	2,15	0,65	0,39	2,60	0,15	4,4	1,2	13	21	25	21	4	2,0	122	6	3		1,4	34	36	11	8
2007	5,79	2,37	0,56	0,41	2,84	0,14	5,0	1,1	16	13	32	25	7	1,8	95	3	2		1,6	23	29	9	2
2008	5,88	2,35	0,59	0,38	2,78	0,15	4,7	1,1	15	18	30	26	4	1,9	105	4	2		1,3	30	30	9	8
2009	5,91	2,19	0,54	0,35	2,59	0,15	4,4	1,1	17	16	31	27	5	2,0	101	6	2		1,2	25	27	9	7
2010	6,07	2,03	0,55	0,33	2,36	0,16	3,8	1,0	12	22	27	25	3	2,3	128	8	2	1	0,8	32	30	10	10
<b>Region IX. Nord-Norge (n = 5)</b>																							
1986	6,07	2,34	0,47	0,37	2,75	0,27	4,8	1,6	13	8	20	13	7	1,1					0,9	12	23	19	4
1987	5,99	2,52	0,51	0,39	2,87	0,27	4,9	1,7	25	13	24	15	9	1,3		13			1,0	14	25	20	6
1988	5,85	2,57	0,54	0,39	2,83	0,23	4,9	1,5	22	17	26	17	9	1,4		8			1,4	18	27	16	4
1989	5,95	2,59	0,47	0,39	2,78	0,26	4,9	1,7	20	8	25	12	13	1,2					1,1	10	24	21	3
1990	5,86	2,58	0,44	0,40	2,99	0,24	5,2	1,6	20	5	25	15	10	0,9	86				1,4	9	20	18	4
1991	5,97	2,52	0,47	0,37	2,95	0,25	5,1	1,5	24	9	20	14	6	1,1	75		10		1,1	11	20	15	4
1992	6,03	2,57	0,53	0,40	3,27	0,27	5,5	1,5	18	16	28	25	3	1,3	85				0,9	20	23	15	9
1993	5,83	3,24	0,60	0,49	4,34	0,30	7,4	1,8	20	11	36	30	7	1,5	108				1,5	20	23	15	10
1994	5,94	2,89	0,53	0,47	4,06	0,28	6,9	1,7	22	14	32	26	6	1,3	89				1,1	19	21	15	10
1995	5,92	2,36	0,42	0,38	3,12	0,21	5,2	1,4	16	16	30	23	7	1,4	77		2		1,2	15	18	14	9
1996	5,92	2,42	0,46	0,40	2,94	0,24	5,2	1,4	27	19	28	25	3	1,3	89				1,2	13	22	14	3
1997	5,94	2,73	0,53	0,44	3,31	0,26	6,0	1,4	27	18	22	19	3	1,4	114				1,1	12	23	12	-2
1998	6,06	2,44	0,51	0,38	2,99	0,27	5,2	1,4	20	19	24	20	4	1,3	85				0,9	17	23	14	5

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1999	6,10	2,41	0,47	0,35	2,69	0,28	4,8	1,3	21	19	25	23	2	1,4	95				0,8	14	21	13	2
2000	6,13	2,16	0,41	0,31	2,62	0,26	4,4	1,2	15	12	25	22	3	1,3	92				0,7	17	17	12	7
2001	6,17	2,22	0,48	0,34	2,81	0,27	4,6	1,2	18	20	19	19	0	1,5	101				0,7	24	22	12	10
2002	6,14	2,32	0,65	0,40	3,00	0,27	4,9	1,2	18	24	20	17	3	1,3	95				0,7	37	32	11	11
2003	6,07	2,36	0,54	0,39	3,11	0,30	4,9	1,3	19	21	22	19	4	1,3	95				0,9	37	27	12	17
2004	6,16	2,40	0,56	0,38	3,01	0,26	5,0	1,2	17	19	21	18	4	1,2	81	8	2		0,7	28	26	11	9
2005	6,19	2,31	0,48	0,35	2,96	0,24	4,9	1,1	9	18	19	15	4	1,4	75	7	2		0,6	26	21	8	10
2006	6,18	2,48	0,63	0,45	3,10	0,29	5,2	1,2	10	24	23	17	6	1,5	135	18	2		0,7	37	34	10	8
2007	6,13	2,38	0,54	0,39	3,01	0,25	5,0	1,2	18	21	29	21	8	1,3	87	2	1		0,7	31	26	10	11
2008	6,19	2,58	0,58	0,40	3,16	0,31	5,2	1,1	11	21	24	20	3	1,4	109	6	3		0,7	36	27	8	11
2009	6,16	2,61	0,52	0,41	3,26	0,28	5,5	1,2	14	21	24	20	5	1,3	118	14	2		0,7	28	23	9	9
2010	6,30	2,30	0,52	0,36	2,80	0,26	4,6	1,1	16	25	16	14	2	1,4	87	3	3	1	0,5	30	25	10	11
<b>Region X. Øst-Finnark (n = 11)</b>																							
1986	5,90	2,71	1,09	0,59	2,47	0,21	4,3	4,2	14	11	18	12	6	1,3					1,3	6	74	75	4
1987	5,85	3,23	1,08	0,57	2,29	0,21	3,7	3,8	14	15	16	10	6	1,6		12			1,4	21	76	68	9
1988	5,87	2,59	1,12	0,58	2,24	0,23	3,6	3,9	15	18	17	10	6	1,6		10	10		1,4	21	80	72	9
1989	5,84	2,74	1,01	0,58	2,36	0,21	3,7	3,9	10	13	16	10	5	1,5					1,4	21	74	69	13
1990	5,87	2,86	1,02	0,54	2,31	0,23	3,9	3,8	9	14	13	10	3	1,7	97		10		1,4	13	70	68	7
1991	5,92	2,85	1,08	0,58	2,53	0,23	4,2	3,9	10	18	15	11	4	1,5	86				1,2	19	74	68	9
1992	5,94	2,76	1,10	0,58	2,50	0,20	4,2	3,6	11	17	19	13	5	1,6	107				1,1	22	75	64	7
1993	6,05	2,75	1,17	0,58	2,60	0,22	4,4	3,7	9	23	15	10	5	1,3	122				0,9	22	77	65	6
1994	6,00	2,71	1,06	0,57	2,54	0,22	4,3	3,7	11	23	12	10	2	1,6	100				1,0	18	72	64	7
1995	6,03	2,61	1,08	0,56	2,51	0,19	4,1	3,6	9	26	16	12	4	1,6	95		2		0,9	23	73	62	10
1996	6,07	2,68	1,11	0,58	2,52	0,21	4,3	3,5	12	26	15	11	5	1,5	96				0,9	24	75	60	6
1997	6,00	2,72	1,14	0,58	2,52	0,21	4,4	3,6	12	21	10	9	1	1,4	112				1,0	20	76	61	2
1998	6,12	2,75	1,13	0,57	2,57	0,22	4,4	3,4	12	27	11	6	4	1,3	94				0,8	25	74	57	5
1999	6,10	2,71	1,09	0,56	2,44	0,22	4,2	3,5	15	26	14	11	3	1,4	85				0,8	20	73	61	4
2000	6,09	2,56	1,03	0,51	2,45	0,21	3,8	3,1	9	17	12	7	4	1,3	103				0,8	34	69	53	14
2001	6,22	2,82	1,09	0,55	2,75	0,25	4,4	3,3	13	30	10	7	3	1,6	155				0,6	31	71	56	12
2002	6,20	2,61	1,21	0,57	2,61	0,21	4,1	3,2	5	29	9	6	3	1,4	95				0,6	43	80	54	13
2003	6,27	2,64	1,04	0,56	2,76	0,22	4,5	2,9	6	31	11	7	3	1,6	105				0,5	37	68	47	12
2004	6,19	2,70	1,17	0,57	2,69	0,22	4,4	2,9	8	29	11	8	2	1,6	116		3		0,6	41	76	48	10
2005	6,26	2,72	1,23	0,58	2,70	0,21	4,4	2,9	5	35	7	6	1	1,8	101	6	4		0,6	48	81	48	12
2006	6,07	2,72	1,31	0,63	2,73	0,20	4,4	3,0	2	32	9	8	1	1,5	104	4	2		0,8	53	88	50	11
2007	6,29	2,59	1,18	0,57	2,55	0,20	4,1	2,7	4	30	12	10	2	1,6	107	3	2		0,5	52	79	44	13
2008	6,31	2,56	1,12	0,49	2,50	0,21	4,0	2,7	5	34	11	8	3	1,4	105	10	1		0,5	41	70	45	12
2009	6,47	2,60	1,01	0,48	2,43	0,20	3,9	2,6	3	35	13	8	4	1,5	92	7	2		0,3	35	65	44	11
2010	6,42	2,47	1,05	0,50	2,35	0,20	3,8	2,5	4	27	10	8	2	1,6	90	4	3	1	0,4	42	69	42	11

Tabell E5. Årsmidler - overvåkingselver for perioden 1980-2010.

## Gjerstadelva (3.1)

År	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	H <sup>+</sup>	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1980	5,40	1,86	0,47	1,57	0,45	2,7	5,5	318	16,2	154						4,0	-4	114	107	2
1981	5,66	1,93	0,50	1,69	0,58	3,0	5,3	262	21,4	128						2,2	14	118	101	2
1982	5,52	2,10	0,53	1,76	0,47	2,9	5,8	344	14,1	118	56	61				3,0	14	129	108	6
1983	5,50	1,82	0,45	1,55	0,45	2,6	5,2	243	10,9	135						3,2	9	111	101	5
1984	5,56	1,97	0,49	1,81	0,44	2,9	5,2	245	11,8	124	80	44	5,2			2,8	20	119	99	8
1985	5,49	1,94	0,50	1,76	0,42	2,7	5,6	313	11,1	129	80	49	4,3			3,3	11	120	108	11
1986	5,72	1,95	0,47	1,65	0,43	2,6	5,0	288	12,9	116	80	35	4,4			1,9	20	118	96	8
1987	5,52	1,95	0,49	2,00	0,41	3,3	4,9	270	10,5	130	70	60	4,2			3,0	20	115	92	7
1988	5,37	1,68	0,43	1,78	0,39	2,9	4,7	294	8,0	145	55	90	3,9	503		4,2	7	100	89	8
1989	5,76	1,92	0,48	1,82	0,42	3,0	4,8	314	17,0	95	48	47	3,2	524		1,7	18	116	92	7
1990	5,53	1,85	0,45	1,92	0,44	3,6	4,6	255	5,9	126	52	74	3,7	448		3,0	9	106	85	-4
1991	5,69	1,94	0,46	2,18	0,41	3,6	4,7	267	17,7	122	75	47	3,9	489		2,1	22	111	87	8
1992	6,05	2,43	0,53	2,43	0,46	4,3	4,9	262	27,2	100	81	19	4,6	475		0,9	39	136	90	1
1993	5,97	2,26	0,48	2,57	0,41	4,3	4,3	230	26,9	90	72	18	3,8	429		1,1	47	124	77	8
1994	5,76	2,03	0,44	2,21	0,36	3,1	4,3	269	23,8	118	95	23	4,6	484		1,7	46	117	81	21
1995	5,92	1,92	0,44	2,23	0,36	3,7	3,9	245	26,3	123	98	24	4,1	443		1,2	36	108	71	8
1996	6,13	2,44	0,50	2,27	0,50	3,5	4,5	325	49,4	92	81	11	4,9	566		0,7	57	140	84	13
1997	6,10	2,15	0,46	2,19	0,40	3,7	3,9	221	35,5	93	82	10	4,7	435		0,8	50	121	71	6
1998	6,10	1,91	0,40	1,91	0,35	2,7	3,5	218	36,2	109	100	8	5,5	440		0,8	54	110	65	17
1999	6,05	1,77	0,39	1,88	0,38	2,7	3,0	205	32,7	106	95	11	5,0	436		0,9	57	102	55	16
2000	6,00	1,82	0,40	1,99	0,37	3,3	2,9	224	23,8	103	94	9	4,7	433		1,0	51	102	50	7
2001	6,07	1,48	0,33	1,74	0,36	2,5	2,7	224	27	99	87	12	4,8	438		1,0	43	85	48	14
2002	6,16	1,98	0,40	1,99	0,38	2,83	2,7	187	38,2	90	79	11	5,5	425		0,7	79	113	47	18
2003	6,13	2,04	0,43	2,08	0,37	2,7	3,1	238	36,5	96	86	10	5,3	475		0,7	79	119	56	24
2004	6,06	1,91	0,39	2,03	0,36	3,0	3,1	201	32,6	112	98	14	5,7	443		0,9	61	108	56	15
2005	6,19	2,27	0,43	2,45	0,37	4,0	3,1	171	42	90	77	13	5,2	384		0,7	76	123	52	10
2006	6,09	2,03	0,43	2,24	0,35	3,3	2,9	192	38	98	84	14	5,8	436		0,8	76	115	52	18
2007	6,17	1,78	0,41	2,07	0,32	3,4	2,4	170	34	92	78	15	5,1	383		0,7	63	100	41	9
2008	6,04	1,61	0,35	2,01	0,30	3,0	2,3	142	32	93	83	10	5,1	354		0,9	62	90	39	14
2009	6,11	1,75	0,38	2,17	0,30	3,2	2,2	143	37	91	78	13	5,4	374	18	0,8	73	97	37	17
2010	6,14	1,63	0,37	2,04	0,30	3,0	2,45	163	34	84	74	9	5,2	377	20	0,7	60	92	42	15

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

Årdalselva (26.1)

År	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1980	5,84	0,75	0,30	2,17	0,20	3,7	2,2	139	16,4	34						1,4	1	38	35	5
1981	5,73	0,79	0,32	2,32	0,18	4,2	2,1	124	7,7	26						1,9	2	39	31	0
1982	5,84	0,87	0,35	2,30	0,24	4,0	2,3	159	12,0	21	33	-12				1,5	8	46	34	3
1983	5,74	0,77	0,33	2,32	0,19	4,1	2,1	124	4,5	32						1,8	2	38	31	1
1984	5,83	0,90	0,37	2,74	0,22	4,6	2,1	148	7,1	19	13	6	1,0			1,5	15	45	30	7
1985	5,86	0,83	0,33	2,16	0,19	3,6	2,1	140	9,7	27	21	6	1,4			1,4	12	45	33	7
1986	5,97	0,91	0,35	2,28	0,27	4,1	2,1	178	6,7	26	18	8	1,3			1,1	10	47	31	1
1987	6,00	0,93	0,35	2,26	0,24	3,8	2,1	162	12,1	29	20	9	1,3			1,0	17	50	33	7
1988	5,91	0,92	0,33	2,14	0,21	3,6	2,0	155	18,6	24	13	11	1,0	218		1,2	17	50	31	6
1989	5,78	0,78	0,33	2,20	0,20	4,0	1,9	144	6,7	30	13	17	0,8	197		1,6	4	40	28	-1
1990	5,58	0,69	0,34	2,39	0,20	4,5	2,1	151	0,9	33	12	21	0,8	209		2,6	-9	33	30	-4
1991	5,90	0,85	0,34	2,31	0,20	4,0	2,0	168	10,1	32	20	12	1,0	218		1,3	9	44	29	3
1992	5,89	0,79	0,33	2,33	0,22	4,3	1,8	144	7,4	33	24	10	1,0	188		1,3	5	39	25	-3
1993	5,79	0,93	0,41	3,13	0,22	5,6	1,9	160	7,5	27	18	9	0,8	211		1,6	13	44	23	1
1994	5,87	0,91	0,39	3,07	0,21	5,1	1,8	160	12,6	35	26	10	1,1	219		1,3	24	44	22	10
1995	6,02	0,88	0,36	2,65	0,19	4,5	1,8	151	17,0	32	26	6	1,1	195		1,0	19	44	24	7
1996	6,18	1,00	0,36	2,31	0,36	3,9	1,9	199	26,8	28	21	7	1,4	283		0,7	24	53	29	6
1997	6,06	1,00	0,38	2,62	0,22	4,8	1,8	172	18,8	21	18	3	1,0	222		0,9	14	49	24	-3
1998	6,22	0,98	0,31	2,10	0,19	3,4	1,6	160	25,8	29	28	1	1,4	232		0,6	29	52	24	9
1999	6,22	1,02	0,34	2,32	0,21	3,9	1,6	166	23,9	20	17	3	1,0	228		0,6	29	53	22	6
2000	6,15	1,00	0,35	2,53	0,21	4,4	1,5	146	16,7	30	27	3	1,2	217		0,7	26	49	19	3
2001	6,37	1,03	0,33	2,29	0,24	3,8	1,6	184	28,9	20	17	2	1,2	258		0,4	30	54	23	7
2002	6,23	1,32	0,39	2,54	0,22	4,2	1,6	157	26,4	19	16	3	1,0	214		0,6	51	70	20	8
2003	6,31	1,22	0,37	2,49	0,24	3,9	1,5	160	29,3	24	20	3	1,3	235		0,5	53	66	20	14
2004	6,33	1,11	0,33	2,21	0,21	3,6	1,4	148	30,0	26	23	3	1,3	223		0,5	42	58	19	9
2005	6,27	1,12	0,34	2,40	0,22	4,2	1,4	159	27	20	17	3	1,2	228		0,5	35	57	17	3
2006	6,30	1,12	0,32	2,13	0,25	3,5	1,3	144	31	19	15	4	1,2	252		0,5	45	59	17	8
2007	6,30	1,00	0,36	2,50	0,23	4,4	1,3	134	25	24	21	3	1,3	230		0,5	34	51	14	3
2008	6,27	0,94	0,32	2,36	0,20	4,0	1,2	115	25	22	20	2	1,2	204		0,5	34	47	13	5
2009	6,35	0,99	0,32	2,36	0,21	3,9	1,2	122	30	20	17	3	1,2	231	4	0,4	41	50	14	9
2010	6,44	1,07	0,33	2,27	0,24	3,6	1,3	166	34	19	17	2	1,4	251	5	0,4	44	57	17	11

Tabell E6. Årlig veid middelerverdi - feltforskningsstasjoner.

## Birkenes (BIE01)

År	Vann mm	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	Al/R µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>	
1974	1273	4,47	1,25	0,49	3,28	0,14	5,0	7,9	78	0,0	317							33,9	-64	70	151	21	
1975	1056	4,56	1,24	0,44	2,87	0,15	4,5	6,7	68	0,0	430							27,3	-44	69	126	17	
1976	1058	4,44	1,31	0,48	2,70	0,23	3,5	7,7	67	0,0	484							36,5	-38	82	151	32	
1977	1229	4,49	1,17	0,49	2,57	0,40	4,3	7,2	139	0,0	496							32,2	-62	70	137	7	
1978	1022	4,68	1,23	0,42	2,46	0,36	3,7	6,8	127	0,0	451							20,9	-43	72	131	17	
1979	1294																						
1980	862	4,58	1,13	0,40	2,61	0,13	4,3	6,8	130	0,6	429							26,2	-66	61	130	10	
1981	902	4,49	1,12	0,44	2,65	0,16	4,4	7,4	91	0,5	428							32,7	-74	63	141	8	
1982	1412	4,50	1,19	0,46	2,81	0,17	5,1	6,9	89	0,0	515							31,8	-70	63	128	-1	
1983	1062	4,59	1,14	0,40	2,83	0,21	4,8	6,3	107	0,0	469							26,0	-56	58	118	7	
1984	1289																						
1985	1070	4,50	1,04	0,33	2,24	0,18	2,9	6,8	254	0,0	417	136	281	5,4				31,9	-61	60	132	26	
1986	1268	4,55	1,01	0,38	2,39	0,18	4,2	6,3	145	0,0	434	1164	318	4,8				28,0	-68	55	118	3	
1987	1382	4,61	0,97	0,35	2,34	0,28	4,0	5,3	109	0,0	438	101	336	5,4		52		24,4	-47	50	99	4	
1988	1622	4,65	0,94	0,34	2,72	0,28	4,3	5,4	161	1,3	419	83	337	5,0		80		22,4	-45	46	99	13	
1989	894	4,49	1,04	0,42	3,00	0,31	5,6	5,7	228	36,6	582	80	501	4,2				32,3	-68	50	103	-5	
1990	1272	4,49	1,06	0,39	3,25	0,31	6,2	5,3	159	0,0	485	92	392	5,1				32,2	-61	44	92	-8	
1991	865	4,47	1,00	0,36	3,20	0,20	5,4	5,9	308	0,0	481	105	376	4,8				33,6	-74	44	108	9	
1992	1001	4,53	0,91	0,34	3,32	0,11	5,2	5,6	141	0,0	503	149	354	5,1				29,2	-52	40	102	19	
1993	641	4,41	1,14	0,45	4,27	0,13	8,1	5,6	127	0,0	618	159	459	4,5				39,1	-71	41	93	-10	
1994	1319	4,54	0,78	0,30	3,13	0,12	4,2	5,5	108	0,0	471	184	287	5,8				29,0	-38	36	102	35	
1995	1088	4,59	0,83	0,32	2,96	0,09	4,8	4,7	101	0,4	461	153	309	5,1				25,8	-42	36	84	12	
1996	888	4,59	0,89	0,34	2,99	0,12	4,6	5,1	153	0,6	445	149	296	5,2	333			25,5	-43	42	93	18	
1997	845	4,63	0,88	0,33	3,06	0,08	5,5	4,5	106	0,1	464	151	313	5,0	270			23,6	-49	35	78	1	
1998	1256	4,70	0,70	0,24	2,58	0,06	3,4	4,1	85	0,0	373	182	191	6,10	266			19,9	-21	32	76	29	
1999	1418	4,66	0,68	0,27	2,58	0,09	4,4	3,5	113	0,0	402	171	231	5,4	294			22,2	-34	28	61	6	
2000	1833	4,54	0,64	0,28	3,13	0,12	5,7	3,1	100	0	394	174	220	5,4	278			28,7	-39	17	47	-3	
2001	1207	4,69	0,63	0,23	2,65	0,13	3,9	3,3	156	0	327	169	159	5,9	348			20,3	-20	25	57	21	
2002	833	4,77	0,72	0,24	2,76	0,09	4,1	3,2	139	0,4	299	140	159	5,5	322			16,9	-12	32	54	22	
2003	967	4,69	0,70	0,27	2,87	0,08	4,1	3,5	199	0,8	335	145	190	5,2	380			20,2	-18	32	61	25	
2004	1183	4,68	0,61	0,22	2,58	0,08	3,9	3,2	115	0,1	330	159	171	6,0	307			20,8	-20	27	55	19	
2005	780	4,58	0,69	0,27	3,11	0,06	5,5	3,0	99	0	319	142	177	5,6	258	12		26,1	-31	29	47	3	
2006	1333	4,64	0,57	0,23	2,79	0,07	4,1	3,1	108	0,4	344	158	186	6,5	305			23,2	-17	24	52	21	
2007	907	4,67	0,62	0,26	2,78	0,09	4,7	2,6	128	0	348	148	201	5,9	308	15		21,2	-22	26	41	7	
2008	1381	4,67	0,51	0,22	2,74	0,06	4,5	2,5	74	0	318	149	169	5,6	243	7	3	21,4	-20	21	38	10	
2009	1271	4,63	0,50	0,21	2,80	0,09	4,3	2,4	82	0	317	163	154	6,6	282	11	3	23,4	-10	21	37	18	
2010	612	4,63	0,63	0,26	2,92	0,17	4,4	2,8	202	0,5	332	162	170	7,8	453	20	8	24	-14	27	46	20	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

Storgama (STE01)

År	Vann	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H*	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
	mm		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
1975	698	4,48	0,76	0,16	0,82	0,13	1,2	3,8	87	0,0	121							32,9	-30	43	76	6	
1976	612	4,42	1,07	0,24	0,97	0,25	1,2	5,0	210	0,0	153							37,8	-29	66	100	14	
1977	1030	4,50	0,74	0,19	0,83	0,38	1,2	3,4	234	0,0	125							31,9	-22	46	68	8	
1978	981	4,53	0,72	0,17	0,67	0,26	0,7	3,5	207	0,0	133							29,3	-21	46	70	12	
1979																							
1980	844	4,49	0,68	0,14	0,46	0,15	0,9	3,8	180	0,0	141							32,1	-48	39	76	-2	
1981	835	4,52	0,69	0,17	0,62	0,23	1,2	3,8	103	0,0	16							30,4	-39	41	75	-2	
1982	927	4,49	0,77	0,17	0,67	0,13	1,1	4,0	207	2,6	149							32,3	-46	45	80	1	
1983	1089	4,50	0,62	0,14	0,59	0,10	1,0	3,1	176	0,0	209							31,7	-35	36	61	1	
1984	1104	4,51	0,71	0,14	0,71	0,09	1,1	3,6	154	0,0	183	68	115					31,1	-37	40	73	4	
1985	858	4,55	0,57	0,11	0,51	0,09	0,7	3,2	121	0,0	152	66	86	4,9				27,9	-34	33	65	4	
1986	896	4,54	0,63	0,14	0,65	0,13	1,0	3,3	152	0,0	144	61	83	4,3				29,0	-33	36	66	4	
1987	1047	4,52	0,59	0,13	0,80	0,06	1,5	2,9	93	0,0	144	46	98	4,1		35		30,1	-32	30	57	0	
1988	1347	4,56	0,51	0,12	0,58	0,09	1,1	2,8	159	0,0	133	41	92	4,6		61		27,3	-38	27	55	-2	
1989	691	4,44	0,68	0,17	0,98	0,09	1,6	3,7	198	0,0	167	39	129	3,5				36,1	-42	38	72	5	
1990	977	4,47	0,57	0,14	0,91	0,07	1,5	3,1	119	0,0	155	42	113	4,0				33,9	-35	30	60	2	
1991	708	4,51	0,60	0,14	0,92	0,07	1,4	3,1	152	0,0	167	66	101	4,3				30,8	-31	32	61	7	
1992	747	4,56	0,63	0,12	0,93	0,08	1,4	2,9	95	0,0	163	84	79	5,0				27,7	-23	32	56	6	
1993	629	4,67	0,67	0,13	1,11	0,10	1,8	2,6	120	0,0	161	93	69	5,1				21,5	-18	33	50	6	
1994	1128	4,64	0,55	0,11	0,71	0,07	0,8	2,4	164	0,0	140	92	48	4,8				23,1	-17	31	48	11	
1995	1078	4,66	0,49	0,11	0,79	0,09	1,2	2,1	121	0,0	138	87	51	4,7				22,0	-17	25	41	6	
1996	647	4,67	0,62	0,13	0,74	0,12	0,9	2,6	148	0,0	154	89	65	5,5	413			21,6	-15	36	52	10	
1997	856	4,72	0,53	0,10	0,76	0,05	1,1	2,0	89	0,1	147	92	54	5,4	309			19,0	-11	27	38	6	
1998	1125	4,77	0,46	0,08	0,62	0,05	0,7	1,7	85	0,3	134	94	40	5,33	295			16,8	-4	25	34	10	
1999	1370	4,80	0,46	0,09	0,65	0,08	0,9	1,6	88	0,0	126	92	34	5,0	312			16	-3	25	30	7	
2000	1663	4,72	0,42	0,08	0,72	0,05	1,2	1,2	90	0	120	87	33	4,7	295			19	-5	20	23	3	
2001	962	4,81	0,42	0,08	0,64	0,11	0,9	1,2	95	1,4	115	87	28	5,3	332			15	2	22	22	7	
2002	727	4,91	0,45	0,08	0,67	0,07	0,8	1,1	48	0,2	107	74	32	5,5	269			12	10	24	21	9	
2003	907	4,88	0,50	0,09	0,63	0,06	0,6	1,4	63	0,5	110	79	32	5,5	286			13,1	10	28	28	13	
2004	1119	4,83	0,47	0,08	0,62	0,06	0,8	1,3	60	0,1	130	94	36	5,8	282			14,7	5	25	25	8	
2005	760	4,85	0,49	0,09	0,80	0,04	1,1	1,1	33	0	117	81	36	6,1	253	11		14,0	9	24	21	7	
2006	1181	4,83	0,45	0,08	0,65	0,06	0,8	1,1	49	0,2	109	83	26	6,1	275			14,8	11	24	20	10	
2007	752	4,92	0,43	0,08	0,69	0,03	0,9	0,9	32	0	116	82	34	5,8	263	13		11,9	12	22	16	7	
2008	1083	4,91	0,39	0,08	0,72	0,06	1,0	0,9	61	0	98	73	25	5,1	261	16	3	12,2	8	20	17	8	
2009	1191	4,90	0,44	0,08	0,69	0,04	0,9	0,9	61	0	95	70	24	5,8	281	15	4	12,5	12	23	17	9	
2010	849	4,90	0,41	0,07	0,64	0,05	0,8	0,9	36	0,2	98	74	24	6,5	276	15	3	12	13	22	16	9	



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

Langtjern (LAE01)

År	Vann	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H*	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
	mm		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
1974	635	4,69	1,39	0,26	0,66	0,14	0,7	3,8	25	0,0	166			10,3				20,6	23	86	77	12	
1975	518	4,68	1,12	0,22	0,52	0,14	0,6	3,3	32	0,0	149			10,3				21,0	11	70	67	7	
1976	339	4,69	1,50	0,28	0,67	0,21	0,8	3,8	37	0,0	172			9,4				20,6	30	93	76	11	
1977	746	4,72	1,17	0,24	0,69	0,31	0,7	3,4	39	0,0	165			11,1				18,9	23	74	69	13	
1978	628	4,68	1,14	0,21	0,60	0,16	0,5	3,1	40	0,0	257			9,8				21,0	24	71	62	14	
1979	600	4,71	1,12	0,21	0,60	0,15	0,7	3,5	57	0,0	168			9,0				19,6	9	69	70	10	
1980	564	4,67	1,08	0,19	0,48	0,12	0,7	3,5	31	0,0	192			10,3				21,3	0	65	71	5	
1981	351	4,77	1,07	0,19	0,52	0,14	0,7	3,0	21	0,0	174			10,3				17,1	13	65	60	6	
1982	611	4,71	1,21	0,23	0,57	0,14	0,7	3,7	44	0,0	177			10,6				19,6	6	74	75	7	
1983	579	4,75	1,01	0,19	0,46	0,18	0,6	3,5	29	0,0	195			7,3				17,7	-2	62	71	5	
1984																							
1985																							
1986	616	4,71	1,02	0,19	0,49	0,13	0,8	3,2	19	0,0	160	117	43	9,5				19,3	2	61	64	3	
1987	1194	4,73	0,91	0,17	0,47	0,11	0,4	2,6	23	0,0	167	105	62	8,5		22		18,7	14	56	54	10	
1988	885	4,66	0,82	0,15	0,43	0,12	0,4	2,6	35	0,0	152	83	69	8,3		22		22,0	8	51	53	9	
1989	460	4,70	0,92	0,18	0,53	0,16	0,6	3,0	36	0,0	158	82	76	7,7				19,8	7	57	60	9	
1990	575	4,72	0,94	0,18	0,60	0,15	0,7	2,8	25	0,0	167	88	78	8,4				19,2	11	57	57	9	
1991	409	4,73	1,09	0,21	0,67	0,14	0,6	3,2	28	8,6	175	114	61	8,6				18,7	18	67	65	14	
1992	462	4,79	1,12	0,20	0,65	0,18	0,7	2,8	24	0,0	189	141	49	9,8				16,2	25	68	57	11	
1993	520	4,81	1,10	0,18	0,67	0,12	0,7	2,3	19	0,1	196	161	35	10,0				15,6	33	65	47	14	
1994	610	4,77	0,95	0,16	0,62	0,12	0,5	2,5	42	0,2	185	147	38	9,8				16,8	23	57	50	16	
1995	567	4,80	0,79	0,14	0,55	0,11	0,5	2,1	27	0,8	165	135	30	8,6				15,8	18	48	43	12	
1996	464	4,92	1,07	0,18	0,61	0,18	0,5	2,4	24	1,5	187	145	42	10,7	304			12,0	33	65	48	14	
1997	460	4,88	1,06	0,17	0,59	0,09	0,5	2,1	19	2,0	200	168	32	11,5	281			13,2	34	63	43	13	
1998	629	4,90	0,88	0,14	0,51	0,08	0,4	1,7	20	1,0	171	144	27	10,26	256			12,6	32	52	33	12	
1999	671	4,91	0,82	0,13	0,47	0,10	0,4	1,5	18	0,4	162	138	25	9,6	251			12	30	49	31	11	
2000	829	4,88	0,87	0,13	0,49	0,11	0,5	1,3	15	0	155	136	19	9,5	252			13	36	51	26	10	
2001	645	4,96	0,74	0,11	0,48	0,12	0,4	1,1	17	1,4	145	125	20	8,9	230			11	34	43	22	11	
2002	525	4,96	0,79	0,12	0,51	0,12	0,4	1,1	13	1,3	146	126	19,4	9,8	231			11	40	47	22	14	
2003	538	4,95	0,89	0,14	0,56	0,13	0,3	1,3	17	2,0	153	135	18	10,3	260			11,3	46	53	26	17	
2004	582	4,97	0,87	0,12	0,51	0,10	0,4	1,1	16	2,7	175	155	20	10,6	251	11		10,8	44	51	22	13	
2005	523	4,98	0,91	0,13	0,58	0,07	0,4	1,0	13	1	178	153	25	11,4	259	9		10,4	48	53	20	14	
2006	865	4,89	0,82	0,12	0,56	0,07	0,4	1,1	15	1,4	160	133	26	11,2	259			13,0	42	48	22	15	
2007	672	4,94	0,75	0,12	0,50	0,07	0,4	0,8	8	0	167	134	33	11,3	258	12		11,4	42	44	16	13	
2008	771	4,96	0,67	0,11	0,51	0,09	0,4	0,9	23	1	131	111	20	9,3	235	10	4	11,0	36	40	18	13	
2009	675	4,96	0,80	0,12	0,52	0,07	0,3	0,8	17	4	150	121	30	10,7	256	10		10,9	45	47	17	14	
2010	612	4,96	0,82	0,12	0,53	0,08	0,3	0,8	15	1	154	125	29	12,2	267	14		11,0	48	49	17	15	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

Kårvatn (KAE01)

År	Vann	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H <sup>+</sup>	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
	mm		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
1980	1362	5,93	0,39	0,14	1,05	0,15	1,8	0,8	32	19,8	22							1,2	12	20	11	3	
1981	1716	5,96	0,46	0,20	1,50	0,14	2,7	1,0	12	15,2	25							1,1	11	22	13	1	
1982	1437	6,02	0,44	0,17	1,14	0,12	1,8	0,8	17	24,6	21							1,0	20	24	11	6	
1983	2245	6,05	0,40	0,16	1,00	0,10	1,7	0,6	12	14,3	14							0,9	18	22	7	2	
1984	1679	6,01	0,43	0,18	1,34	0,12	2,1	0,7	12	12,6	17							1,0	22	23	9	7	
1985	1736																						
1986	1683	6,10	0,40	0,13	0,83	0,12	1,2	0,9	14	12,2	20	18	3	1,3				0,8	16	22	14	6	
1987	1962	6,12	0,43	0,17	1,13	0,12	1,9	0,8	15	13,7	21	15	6	1,1		10		0,8	17	23	12	3	
1988	2154	6,06	0,39	0,15	0,93	0,11	1,4	0,7	15	17,1	19	13	6	1,1		6		0,9	19	23	11	6	
1989	2123	5,99	0,46	0,21	1,48	0,13	2,8	0,8	12	12,8	16	12	4	0,7				1,0	10	22	9	-4	
1990	2131	6,05	0,38	0,16	1,16	0,11	2,0	0,8	18	8,6	16	11	4	0,8				0,9	11	19	10	1	
1991	1687	6,16	0,42	0,15	1,00	0,12	1,6	0,6	13	18,4	20	17	3	1,1				0,7	20	23	9	4	
1992	2231	5,98	0,41	0,18	1,32	0,12	2,5	0,8	14	10,8	19	15	4	0,9				1,0	10	19	9	-3	
1993	1845	6,04	0,43	0,16	1,21	0,11	1,9	0,7	18	13,4	18	17	2	0,9				0,9	20	22	9	6	
1994	1534	6,14	0,39	0,13	1,02	0,14	1,4	0,6	18	18,4	23	20	3	1,1				0,7	23	21	9	9	
1995	2261	6,12	0,39	0,16	1,13	0,12	2,0	0,7	16	16,6	18	17	1	0,8				0,8	14	20	8	2	
1996	1302	6,10	0,38	0,13	0,86	0,11	1,4	0,6	18	18,3	20	18	2	0,8	58			0,8	17	20	8	3	
1997	2505	6,09	0,39	0,17	1,15	0,13	2,1	0,6	18	17,4	17	14	3	1,0	82			0,8	14	19	6	-1	
1998	1698	6,13	0,44	0,13	0,91	0,11	1,4	0,6	22	22,5	17	16	1	0,87	80			0,7	21	24	9	6	
1999	1501	6,13	0,45	0,14	0,95	0,11	1,4	0,5	24	21,3	18	16	1	0,9	65			1	24	24	7	7	
2000	1899	6,09	0,53	0,22	1,59	0,15	2,9	0,7	19	14	18	15	3	0,7	56			1	19	25	6	-2	
2001	1347	6,22	0,49	0,17	1,22	0,15	1,9	0,6	22	21	18	16	2	1,1	68			1	27	26	7	6	
2002	2860	6,25	0,78	0,24	1,49	0,15	2,6	0,7	29	26	13	11	2	0,78	65			0,6	38	41	7	6	
2003	1497	6,26	0,56	0,18	1,27	0,15	1,8	0,6	23	24,4	18	16	3	1,1	72			0,6	37	31	8	12	
2004	2285	6,13	0,52	0,16	1,18	0,12	1,9	0,6	16	18,7	17	14	3	0,8	58			0,7	27	26	6	6	
2005	2271	6,20	0,53	0,19	1,42	0,13	2,4	0,6	23	19	16	13	3	0,9	61	5		0,6	24	26	5	3	
2006	1864	6,25	0,54	0,15	1,03	0,11	1,4	0,5	23	23,9	16	13	3	1,0	66			0,6	34	30	6	10	
2007	2552	6,27	0,49	0,16	1,09	0,10	1,7	0,5	13	21	13	11	2	0,8	57	3		0,5	27	26	5	5	
2008	1874	6,24	0,52	0,17	1,22	0,12	1,9	0,5	19	23	14	12	2	0,8	72	3		0,6	30	27	5	6	
2009	1749	6,34	0,49	0,15	1,08	0,10	1,6	0,5	14	24	14	12	2	1,0	60	2		0,5	31	26	5	9	
2010	1768	6,34	0,47	0,13	0,88	0,12	1,1	0,5	13	25	16	14	2	1,2	63	2		0,5	33	27	7	11	

Dalelv (DALELV)

1989	378	5,65	1,46	0,94	3,28	0,26	5,8	5,8	12	13,0	54	33	21	3,4				2,2	15	112	104	8
1990	309	5,62	1,50	0,96	3,47	0,31	6,1	5,6	9	10,8	62	42	20	3,7				2,4	21	114	100	6
1991	307	5,87	1,52	0,93	3,59	0,27	6,1	5,5	6	18,7	59	47	12	3,6				1,3	30	113	98	11
1992	468	5,83	1,56	0,98	3,84	0,30	6,7	5,3	13	18,1	61	55	6	3,7				1,5	31	114	92	7
1993	369	5,74	1,58	0,97	4,25	0,32	7,2	5,0	16	16,9	52	49	3	3,5				1,8	44	111	83	14
1994	288	5,90	1,48	0,86	3,87	0,25	5,9	4,9	9	24,7	51	48	3	3,5				1,3	50	106	85	25
1995	421	5,93	1,41	0,81	3,43	0,23	5,4	4,9	11	25,9	63	62	1	3,8				1,2	37	102	86	19
1996	483	5,64	1,32	0,82	3,59	0,24	6,2	4,2	10	16,0	68	62	6	4,4	151			2,3	31	92	70	11
1997	385	5,80	1,37	0,83	3,62	0,29	6,3	4,4	14	22,3	52	51	0	3,7	135			1,6	31	95	74	7

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 (TA-2793/2011)

År	Vann	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H <sup>+</sup>	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
	mm		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1998	404	5,84	1,33	0,80	3,58	0,27	6,1	4,3	12	25,1	48	47	2	3,8	133			1,5	33	92	73	10
1999	366	5,95	1,34	0,77	3,32	0,27	5,2	4,3	11	26,2	53	52	0	3,8	133			1,1	44	96	75	18
2000	583	5,77	1,15	0,69	3,13	0,31	4,8	3,7	9	13,7	63	63	0	4,3	154			1,7	45	83	63	20
2001	402	6,02	1,26	0,73	3,20	0,31	4,9	4,1	10	27,3	54	52	1	4,4	141			1,0	46	91	72	22
2002	471	5,90	1,55	0,81	3,51	0,27	5,5	4,0	8	28,1	46	44	1	3,7	128			1,3	65	108	68	21
2003	480	5,95	1,42	0,86	4,01	0,28	6,6	3,7	6	25,8	50	48	2	3,9	135			1,1	60	98	58	16
2004	500	5,98	1,37	0,75	3,56	0,27	5,6	3,7	5	27,8	58	53	4	4,0	139			1,1	57	93	60	19
2005	490	6,02	1,41	0,79	3,62	0,26	5,8	3,6	8	25	47	44	3	4,1	139	6		1,0	60	97	58	17
2006	358	6,08	1,52	0,79	3,74	0,26	5,9	3,8	6	36,1	42	38	4	3,8	151			0,8	65	102	61	19
2007	544	6,14	1,32	0,76	3,46	0,21	5,6	3,5	4	28	49	46	4	3,8	137	4		0,7	52	92	57	14
2008	496	6,12	1,36	0,74	3,57	0,24	5,7	3,5	6	34	45	43	2	3,9	137	3		0,8	57	92	56	17
2009	362	6,27	1,37	0,74	3,52	0,26	5,5	3,4	6	36	41	38	3	3,7	132	3	1	0,5	61	93	55	19
2010	509	6,19	1,22	0,67	3,21	0,28	4,8	3,2	3	28	41	40	1	4,1	137	4	3	0,6	59	84	54	23

Øygardsbekken (OVELV 19 23)

1993	1476	4,86	0,73	0,83	6,61	0,18	12,48	3,1	168	0,0	247	25	223	1,15	315			13,7	-31	25	27	6
1994	1901	4,97	0,57	0,54	4,68	0,15	7,45	3,5	160	0,0	137	34	104	1,28	245			10,7	-14	24	50	23
1995	1854	5,02	0,52	0,51	4,12	0,15	6,84	2,9	168	0,8	132	37	95	1,20	252			9,5	-14	23	40	14
1996	1459	5,20	0,48	0,43	2,92	0,21	4,63	3,0	168	1,9	86	34	52	1,74	300			6,3	-14	29	50	15
1997	2008	5,10	0,58	0,57	3,83	0,26	7,62	2,6	125	4,0	117	28	89	1,32	295			7,9	-28	26	31	2
1998	2339	5,18	0,46	0,41	3,02	0,13	4,93	2,6	135	0,6	91	34	57	1,52	228			6,5	-11	24	39	12
1999	2170	5,10	0,57	0,58	3,99	0,17	7,70	2,5	159	0,5	135	33	102	1,35	264			8,0	-26	25	29	5
2000	2482	5,03	0,54	0,57	4,52	0,20	8,63	2,4	124	0,0	129	41	88	1,45	209			9,4	-27	19	24	7
2001	1815	5,22	0,49	0,43	3,38	0,19	5,62	2,3	179	0,8	82	37	45	1,56	263			6,1	-8	23	31	11
2002	1787	5,16	0,58	0,56	4,09	0,19	7,11	2,3	179	1,4	93	28	65	1,26	248			7,0	-3	28	27	10
2003	1933	5,29	0,55	0,50	3,76	0,18	6,0	2,3	180	0,5	72	31	40	1,5	265			5,1	7	29	31	19
2004	2292	5,28	0,47	0,41	3,09	0,14	5,30	1,9	138	1	71	36	36	1,0	209			5,3	-4	23	25	6
2005	2307	5,12	0,59	0,61	4,48	0,18	8,0	2,1	141	0	101	33	68	1,6	211	6		7,6	0	27	20	1
2006	2629	5,23	0,53	0,46	3,29	0,14	5,5	1,9	162	2,5	64	32	32	1,7	257			5,9	5	28	25	11
2007	3046	5,16	0,52	0,55	4,42	0,15	8,1	1,9	118	1	81	35	46	1,5	196	4		6,9	-8	19	16	-3
2008	2986	5,24	0,51	0,55	4,45	0,15	8,1	1,9	104	1	75	32	43	1,4	178	3		5,8	-7	19	16	-2
2009	2391	5,37	0,51	0,51	4,16	0,13	7,3	1,8	96	2	67	36	30	1,8	202	4		4,2	2	20	16	5
2010	2048	5,63	0,46	0,40	3,21	0,14	5,0	1,8	127	4,7	54	39	15	2,1	237	6	3	2,3	11	23	23	18

## Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr

**Tabell F1.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 1-sjøer (overvåkes årlig), x: 2010 og tidligere, +: ikke i 2010, men tidligere, o: kun i 2010. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.

Lokalitet	I-1*	II-10	IV-3*	IV-6	V-1	V-4	VI-3	VII-4	VII-8	VIII-1
	Atnsj	Ø Jerpetj	Bjørvatn	L. Hovv	Saudland	Ljosv	Røyrv	Markhusv	Nystølsv	Svartdalsv
<b>Cladocera</b>										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	+		x	x	x		+	x		
Latona setifera (O.F.M.)			+	x			+	+		
Sida crystallina (O.F.M.)	x		x	x	x		x	x		
Holopedium gibberum Zaddach	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x		x	+	x		+			
Daphnia galeata Sars							+			
Daphnia longispina (O.F.M.)	x				x					x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	x		+	+	x	+	+	
Simcephalus vetula (O.F.M.)	+		+		+					
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)		x	+	x	+	x	x	x		
Drepanothrix dentata (Euréen)				o						
Illocryptus acutifrons Sars			+							
Illocryptus sordidus (Liév.)		+				+		o		
Lathonura rectirostris (O.F.M.)			+							
Ophryoxus gracilis Sars	x	x			+	+				
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)			x	+	x		+			+
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	+	x	x	x	x	+	+	+	o	
Alona intermedia Sars	+		x		x		+		+	
Alona quadrangularis (O.F.M.)			+		+					
Alona rustica Scott	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+
Alonella excisa (Fischer)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonella exigua (Fischer)			x		o					o
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Camplocercus rectirostris Schoedler			x					+		
Chydorus gibbus Lilljeborg							+			
Chydorus latus Sars	+				+		+	+	x	x
Chydorus piger Sars	+	x	+		+	x	x	x		o
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	+	x	+	x	x	x	x	x	x
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	x	+	x	+	x	+	x	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Sars)	+	+	+		x	x	x	+		
Monospilus dispar					x	x		+		
Pleuroxus laevis	+									
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	+	+	x		+					
Pseudochydorus globosus (Baird)	+		+				+			
Rhynchotalona falcata Sars	+	+	+	x	x	+	x	x		
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	x	+	x	x	+	+
Bythotrephes longimanus Leydig	x		x		x		x			
Leptodora kindti Focke			x							
<b>Copepoda</b>										
Eurdiaptomus gracilis Sars			x	x	x	x	+	x		
Arctodiaptomus laticeps (Sars)	x									
Heterocope appendiculata Sars	1998									
Heterocope saliens (Lillj.)	x	x		x	+	x	x	x	+	
Calanoida indet.										+
Macrocyclops albidus (Jur.)	x	x	x		x	x	x	x	+	
Macrocyclops fuscus (Jur.)		x	x	x	x	x	x	x		
Eucyclops denticulatus (A.Graet)										
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	+	x	+	x	+	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)					+	+	+			
Paracyclops affinis Sars		+	+		+		o			
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)			+		+		+	+		
Cyclops abyssorum S.L.				+					x	
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	+	x	+	x	x	x	x
Megacyclops gigas (Claus)	+	+	+	+			+	x	x	+
Megacyclops viridis (Jur.)		+	+		+	+			+	
Megacyclops sp.	+				+	+				
Acanthocyclops capillatus Sars	+	x		+				+		+
Acanthocyclops robustus Sars	+	x	1992		x	x	+	x	+	+
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	+		+	x		+	+	+	x	+
Acanthocyclops sp.								o		
Diacyclops languidus (Sars)					+	+			x	
Diacyclops nanus (Sars)	+	x	+	x	x	x	x	x	x	+
Diacyclops sp.									+	
Mesocyclops leuckartii (Claus)		x	x	o	+	+				+
Thermocyclops oithonoides (Sars)		+								
antall vannlopper 1996-2010	28	21	34	20	31	21	29	24	15	16
antall hoppekreps 1996-2010	11	13	12	12	15	13	13	13	11	9
antall krepsdyr totalt 1996-2010	39	34	46	32	46	34	42	37	26	25
antall krepsdyr i 2010	22	22	30	23	30	20	25	26	19	14

\*Andre undersøkelser: I-1: Eie (1982), Dervo & Halvorsen (1989), Halvorsen & Papinska (1997), G. Halvorsen pers. medd.; IV-3: Walseng m.fl. (2001).

**Tabell F2.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 2-sjøer (overvåkes årlig), x: 2010 og tidligere, +: ikke i 2010, men tidligere, o: kun i 2010. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.

Lokalitet	I-5	II-2	II-12*	III-1*	III-5*	IV-9*	V-8	VII-6	IX-5	X-5
	Stortj	Bredtj	Langtj	Rondv	Heddersv	Sognev	Lomsj	Svartelj	N Kaperd	Dalv
<b>Cladocera</b>										
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liev.)T		+	+			X	+	X		+
<i>Latona setifera</i> (O.F.M.)			X			+		+		
<i>Sida crystallina</i> (O.F.M.)	X	X	+	+	1978	X	X	X	X	+
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	X		X	+	X	X	X	X	X	X
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.M.)	+	X	+		X	X	X	+		
<i>Daphnia longiremis</i> Sars										X
<i>Daphnia longispina</i> (O.F.M.)			X	0		X	X			
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.M.)	X	X	+	0		X		+	X	
<i>Simocephalus vetula</i> (O.F.M.)						X				
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F.M.)	+	X	X		+	X	0	X	X	+
<i>Drepanothrix dentata</i> (Euren)					+					+
<i>Illoocyptus sordidus</i> (Liev.)	+	+	+			+				
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F.M.)						+	+			
<i>Ophryoxus gracilis</i> Sars	X		X			X	X		X	+
<i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fisch.)	+	X	X			X	X	X	+	+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+
<i>Alona affinis</i> (Leydig)	X	X	X	+	X	X	X	X	X	X
<i>Alona guttata</i> Sars	+	X	+			X	X	X		+
<i>Alona intermedia</i> Sars						+	X	X	+	
<i>Alona karelica</i> Stenroos	+	+				+				
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F.M.)						+				
<i>Alona rustica</i> Scott	X	X	X		+	X	X	X	X	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	+	X	X	+	X	X	X	X	X	X
<i>Alonella exigua</i> (Fischer)						X		X		
<i>Alonella nana</i> (Baird)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Alonopsis elongata</i> Sars	X	X	X	+	X	X	X	X	X	X
<i>Anchistropus emarginatus</i> Sars						X				
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler			+			X	X			
<i>Chydorus gibbus</i> Lilljeborg					+				+	
<i>Chydorus latus</i> Sars		+		X	+	+	+	+		
<i>Chydorus piger</i> Sars			+		+	X	+	X	+	
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eurycerus lamellatus</i> (A.F.M.)	X	X	X	+	X	X	X	X	X	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Sars)		X	+			X	X	X		
<i>Monosplilus dispar</i>		+								
<i>Pleuroxus laevis</i>			+							
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.M.)	X	+	+	+		X	X	+		
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)	+					+	+			
<i>Rhynchotalona falcata</i> Sars	+	+	+		+	+	+	+	+	X
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)	X	X	X	X	X	X	X	+	X	X
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	+	+				+	+		+	X
<i>Leptodora kindtii</i> Focke		X								
<b>Copepoda</b>										
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i> (Wierz.)			X						+	
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars		X				X	X			+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lillj.)										X
<i>Arctodiaptomus laticeps</i> (Sars)				0						
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i> (Lillj.)								X	+	
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars										1993
<i>Heterocope saliens</i> (Lillj.)	X		X			X	X	X		
<i>Calanoida</i> indet.				+	+					
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jur.)	X	X	X		+	X	X	X		+
<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jur.)	+	X	X			X	X	X		
<i>Eucyclus denticulatus</i> (A.Graet.)						X	X			X
<i>Eucyclus macruroides</i> (Lillj.)										+
<i>Eucyclus macrurus</i> (Sars)						X	+			
<i>Eucyclus serrulatus</i> (Fisch.)	X	+	+	X	X	X	X	X	+	+
<i>Eucyclus speratus</i> (Lillj.)	+		+			X	X			+
<i>Paracyclus affinis</i> Sars		X	+			X	X	+		
<i>Paracyclus fimbriatus</i> (Fisch.)			+			+	+			
<i>Cyclops abyssorum</i> S.L.				X			X		+	
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	X	+	X		X	X	+	X	X	X
<i>Megacyclus gigas</i> (Claus)		+	+	0	+	+	+	0	X	+
<i>Megacyclus viridis</i> (Jur.)		+			+		X		+	0
<i>Megacycl. sp.</i>			+		+	+	+			
<i>Acanthocyclops capillatus</i> Sars	X		X			+	+	0	+	+
<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars	+	X	+		+	+	X		X	+
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fisch.)	+	+	+	+	X				+	+
<i>Acanthocyclops sp.</i>		+								
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Sars)							+			
<i>Diacyclops languidus</i> (Sars)		+								
<i>Diacyclops nanus</i> (Sars)	+	X	X	+		+	X	X	X	X
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)			X			X	+	+		1993
<i>Cryptocyclops bicolor</i> (Sars)						0				
antall vannlopper 1996-2010	24	26	28	15	18	37	29	26	21	21
antall hoppekreps 1996-2010	10	13	15	7	8	18	19	11	11	14
antall krepsdyr totalt 1996-2010	34	39	43	22	26	55	48	37	32	35
antall krepsdyr i 2010	19	24	24	12	14	39	34	28	19	16

\* Andre undersøkelser: II-12 (1977): Hobæk & Raddum (1980); III-1 (1940-tallet, 1986): Strom (1944), Schartau (1987); III-5 (1978): Spikkeland (1980b); IV-9 (1989): Walseng (1990); X-5 (1990, 1993, 1995-96): Nøst m.fl. (1997).

**Tabell F3.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ni innsjøer i region I (Østlandet-Nord) og region II (Østlandet-Sør) som overvåkes hvert 4.år, x: 2010/2009 og tidligere, +: ikke i 2010/2009, men tidligere, o: kun i 2010/2009. M: registrert kun i mageprøver fra fisk.

Lokalitet	I-3	I-10	II-1 <sup>1,2</sup>	II-3 <sup>1</sup>	II-4 <sup>2</sup>	II-5 <sup>2</sup>	II-6	II-7	II-11
	Måsabuttj	Fjellv	Tveterv	Ravnsj	St Lysern	Langv	Storbør	Holmsj	N Furuv
<b>Cladocera</b>									
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T					o		x	+	x
Latona setifera (O.F.M.)		+			+	+	x		x
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x		x	x	x	x	x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x		x		x	x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)		+		x		+	x	x	x
Ceriodaphnia reticulata (Jur.)								+	
Daphnia cristata Sars							x		
Daphnia longiremis Sars							x	x	
Daphnia longispina (O.F.M.)	x					+		o	x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)		+	x	x	x	x	x	x	x
Simocephalus expinosus (Koch)			+						
Simocephalus serrulatus (Koch)			+						
Simocephalus vetula (O.F.M.)			o			+			
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	o	+	+	x	x	x	x	+	x
Ilyocryptus acutifrons Sars						+			
Ilyocryptus sordidus (LIEV)				o		+			
Lathonura rectirostris (O.F.M.)					+				
Ophryoxus gracilis Sars		x	x		x	x	x	x	x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)	+	+	+	o	+	x	+	+	
Acroperus harpae (Baird)	x	+	x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	+	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	+	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona intermedia Sars			x	o	+	o			
Alona karelica Stenroos	+					+	+		
Alona rectangula Sars				+		+			
Alona rustica Scott	+	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonella excisa (Fischer)	o	x	x	x	x	x	x	+	x
Alonella exigua (Fischer)				o	x	x			
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Camptocercus rectirostris Schoedler						+	x		
Chydorus gibbus Lilljeborg						+			
Chydorus latus Sars						+			+
Chydorus piger Sars			x	x		+	+		
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	+	x	+	x	x	x	x	x
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	x	x	x	x	x	+	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Sars)			o	o	+		+		
Monospiulus dispar			o						
Pleuroxus laevis				o					
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)				+	o	x	x	+	+
Pseudochydorus globosus (Baird)							x	o	
Rhynchotalona falcata Sars	x	x	x	x	x	x	+	+	
Polyphemus pediculus (Leuck.)		x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	(M)	x	+	x	+	+	x	x	+
Leptodora kindti Focke			x		+	+	x	x	
<b>Copepoda</b>									
Eudiaptomus gracilis Sars			x		x	+	x		x
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)		+							
Heterocope appendiculata Sars					x	x	x	x	
Heterocope saliens (Lillj.)	x	x		+		+			x
Macrocyclus albidus (Jur.)		+	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclus fuscus (Jur.)	+	+	x	x	+	+	x	+	x
Eucyclops macrurus (Sars)						o			
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)			o			x	x		
Paracyclops affinis Sars	+			x	+	x	+	+	
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)									o
Cyclops scutifer Sars	x	x		x	x	x	x	x	x
Megacyclops gigas (Claus)			+			+	+		
Megacyclops viridis (Jur.)	x			+		o	x		
Acanthocyclops capillatus Sars	x	x				+	x	x	+
Acanthocyclops robustus Sars		x	x		x	x	x	+	
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)		+				+		+	
Acanthocyclops sp.							+		
Diacyclops bicuspidatus (Sars)					+				
Diacyclops nanus (Sars)		x	o	x	+	+	x	x	x
Mesocyclops leuckarti (Claus)					x	x	x		o
Thermocyclops oithonoides (Sars)						x	x		
antall vannlopper 1998-2010	17	21	26	25	26	35	31	27	23
antall hoppekreps 1998-2010	7	10	8	8	11	18	16	10	6
antall krepsdyr totalt 1998-2010	24	31	34	33	37	53	47	37	29
antall krepsdyr i 2010 (2009)	17	20	28	27	27	31	39	26	27

<sup>1</sup> Lok. II-1 Tvetervatn og lok. II-3 Ranvsjøen ble ikke overvåket i 2006. <sup>2</sup>Lok. II-1 Tvetervatn, lok. II-4 St. Lysern og lok. II-5 Langvatn ble overvåket i 2009 (Basisovervåkingen; Schartau m.fl. 2010)



**KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET**

Klima- og forurensningsdirektoratet  
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo  
Besøksadresse: Strømsveien 96  
Telefon: 22 57 34 00  
Telefaks: 22 67 67 06  
E-post: [postmottak@klif.no](mailto:postmottak@klif.no)  
Internett: [www.klif.no](http://www.klif.no)

Utførende institusjoner NILU, NIVA, NINA, LFI, Uni Miljø	ISBN-nummer 978-82-577-5949-0
-------------------------------------------------------------	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Brit Lisa Skjelkvåle	Kontaktperson Klif Gunnar Skotte	TA-nummer 2793/2011
----------------------------------------------------------	-------------------------------------	------------------------

	År 2011	Sidetall 159	Klifs kontraktnummer 5010058
--	------------	-----------------	---------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 6214-2011	Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) Direktoratet for naturforvaltning (DN)
------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Forfatter(e)</b> Ann Kristin Schartau (NINA), Arne Fjellheim (LFI, Uni Miljø), Bjørn Walseng (NINA), Brit Lisa Skjelkvåle (NIVA), Godtfred A. Halvorsen (LFI, Uni Miljø), Liv Bente Skancke (NIVA), Randi Saksgård (NINA), Stein Manø (NILU), Sverre Solberg (NILU), Thomas C. Jensen (NINA), Tore Høgåsen (NIVA), Trygve Hesthagen (NINA), Wenche Aas (NILU), Øyvind Garmo (NIVA).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Tittel - norsk og engelsk</b> Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010 Monitoring long-range transboundary air pollution. Effects 2010</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Sammendrag</b> Rapporten presenterer resultater fra 2010 og trender gjennom tid for overvåking av luft, vann, og akvatisk biologi (krepser, bunndyr og fisk) under overvåkingsprogrammet "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør".  The report presents results for 2010 from the national monitoring programmes on long-range transboundary air pollution.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>4 emneord</b> Overvåking Forsuring Vann og vassdrag Akvatisk biologi</p>	<p><b>4 subject words</b> Monitoring Acidification Surface water Aquatic biology</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Klima- og forurensningsdirektoratet**

Postboks 8100 Dep,  
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: [postmottak@klif.no](mailto:postmottak@klif.no)

[www.klif.no](http://www.klif.no)

## Om Statlig program for forurensningsovervåking

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. Klima- og forurensningsdirektoratet er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.