



KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET

Statlig program for forurensningsovervåking  
Rapportnr. 1122/2012

OVERVÅKING AV LANGTRANSPORTERT  
FORURENSET LUFT OG NEDBØR  
ÅRSRAPPORT – EFFEKTER 2011

TA  
2934  
2012

Utført av:





## Statlig program for forurensningsovervåking

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

SPFO-rapport: 1122/2012

TA-2934/2012

ISBN 978-82-577-6146-2

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

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



KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET

## Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

**Rapport  
1122/2012**

Årsrapport – Effekter 2011



Prosjektansvarlig: NIVA  
NIVA-prosjektnummer: O-10200  
NIVA-rapport: 6411-2012

## 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 2011 av effekter; virkninger på vann, fisk, bunndyr og zooplankton. Resultatene for atmosfæriske tilførsler for 2011 presenteres i en egen rapport (Klif-rapport 1126/2012), 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:* Øyvind Garmo, Brit Lisa Skjelkvåle, 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 2012

Brit Lisa Skjelkvåle  
Redaktør

# Innhold

<b>Forsuringsstatus i Norge i 2011</b> .....	<b>6</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>7</b>
<b>Results from monitoring effects of long-range transboundary air pollution in Norway 2011</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).....	14
2.1.1 Utslipp.....	14
2.1.2 Nedbørkjemi - våtavsetninger.....	14
2.1.3 Luftens innhold av forurensninger – tørravsetninger av svovel og nitrogen.....	16
2.1.4 Totalavsetning av svovel og nitrogen fra luft og nedbør.....	17
2.2 Bakkenært ozon.....	18
2.3 Tungmetaller.....	19
2.3.1 Konsentrasjoner av metaller i nedbør.....	19
2.3.2 Konsentrasjoner av metaller 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 2011.....	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.....	52
3.4.1 Forsuring.....	52
3.4.2 Tungmetaller.....	54
3.5 Vannkjemiske trender i elver.....	56
3.6 Vannkjemiske trender i feltforskningsområdene.....	65
<b>4. Vannbiologisk overvåking</b> .....	<b>74</b>
4.1 Presentasjon av det biologiske overvåkingsprogrammet.....	74
4.1.1 Bunndyr.....	77
4.1.2 Planktoniske og litorale krepsdyr.....	78
4.1.3 Fisk.....	79
4.2 Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene i 2011.....	80

4.2.1 Region I – Østlandet-Nord .....	80
4.2.2 Region II – Østlandet-Sør .....	82
4.2.3 Region III – Fjellregion Sør-Norge .....	84
4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst.....	85
4.2.5 Region V - Sørlandet-Vest .....	89
4.2.6 Region VI - Vestlandet-Sør.....	91
4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord.....	92
4.2.8 Region VIII - Midt-Norge .....	95
4.2.9 Region IX - Nord-Norge .....	96
4.2.10 Region X - Øst-Finnmark.....	97
4.3 Utvikling i forsureningstilstanden.....	98
4.4 Biologi i rennende vann .....	106
4.4.1 Bunndyr.....	106
4.4.2 Ungfiskundersøkelser.....	110
<b>5. Referanser .....</b>	<b>114</b>
Vedlegg A. Inndeling av landet i regioner .....	118
Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver .....	120
Vedlegg C. Vannkjemiske målestasjoner .....	123
Vedlegg D. Observatører for vannprøver .....	127
Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi .....	128
Vedlegg F. Forsuringsindikatorer småkreps.....	155
Vedlegg G. Planktoniske og litorale krepsdyr.....	157

## **Forsuringsstatus i Norge i 2011**

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

*Forsuringssituasjonen har blitt bedre. Det er likevel langt igjen før forsuringsproblemet i Norge er løst. Fremdeles mottar store deler av Sør-Norge mer forsurende komponenter enn naturen greier å ta hånd om uten at det blir negative effekter. Klimatiske endringer og økt utlekking av nitrogen er eksempler på prosesser som kan stanse eller reversere den positive utviklingen.*

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

*Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonen av sulfat i nedbør på norske målestasjoner har avtatt med 75-91 % fra 1980 til 2011. Nitrogenutslippene går også ned. På målestasjonene i Sør-Norge har nitrat- og ammoniumkonsentrasjonen i nedbør avtatt med hhv 29-49 % og 44-61 % i samme tidsperiode. Endringene er i samsvar med rapporterte utslippsreduksjoner i Europa. Konsentrasjonen av sterk syre, sulfat og nitrat i nedbør i Sør-Norge er noe lavere i 2011 enn i 2010, men mer nedbør gav høyere avsetning i 2011.*

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

*Nedgangen i sulfatdeposisjon har redusert sulfatkonsentrasjonen i elver og innsjøer opp mot 90 % fra 1980 til 2011. Reduksjonen har vært størst i Sør-Norge. Nedgangen i sulfat har flatet ut fra 2008 og fram til 2011. Forsuringssituasjonen har blitt bedre siden midten av 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet og pH, og nedgang i uorganisk aluminium (LAl, "giftig aluminium"), men trendene er i ferd med å flate ut.*

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

*Vi ser også en bedring i den akvatiske faunaen. Det er begynnende og til dels stabil gjenhenting av bunndyrsamfunn i elvene. Forholdene for fisk har også blitt bedre etter midten av 1990-tallet, mens situasjonen for bunndyr og krepsdyr i innsjøene er mer ustabil. Den klareste forbedringen er registrert på Sør-Vestlandet. I noen av våre mest forsuringsbelastede områder er imidlertid den økologiske tilstanden dårlig for både bunndyr, krepsdyr og fisk.*

## 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 har blitt redusert i Europa med hhv. 65 %, 25 % og 29 % fra 1990 til 2009 (EMEP Status report 1/2011). Utslippsreduksjonen, spesielt for svovel, er en del høyere om man bruker 1980 som referanseår.

#### *Svovel og nitrogen*

Konsentrasjonene av sulfat og nitrat i 2011 var gjennomgående noe lavere eller på samme nivå som foregående år, ammonium noe høyere på flere stasjoner. Våtavsetningen for de fleste komponenter var en del høyere i 2011 sammenlignet med 2010 pga mer nedbør. 2011 var et vått år, nedbørmengden for Norge som helhet var 130 % sammenlignet med normalen.

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder, mellom 75 % og 91 % (54 % og 81 % fra 1990). I luft er reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår beregnet til å være mellom 89 % og 97 % (75 % og 95 % fra 1990), og for sulfat mellom 78 % og 95 % (59 % og 65 % fra 1990).

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat i nedbør har blitt redusert mellom 29 % og 49 % siden 1980 på stasjonene i Sør-Norge. Fra 1990 har reduksjonen vært i samme størrelsesorden. For ammonium i nedbør har det også vært en signifikant reduksjon fra 1980, mellom 44 % og 61 % på alle stasjoner unntatt Tustervatn, hvor det har vært en liten økning. 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> (30-74 %) på de tre fastlandsstasjonene. Innholdet av basekationet kalsium er redusert ved flere stasjoner.

#### *Ozon*

Store deler av Europa, inkludert Sør-Norge, opplevde en «dårlig sommer» med mye regn og skyer i 2011, noe som førte til et år med få ozonepisoder og generelt lave nivåer. Ozonnivåene i Norge var imidlertid noe høyere enn i 2010, som var et «bunnår» når det gjelder ozon. EUs «target value» for ozon er oppfylt i Norge med god margin, mens langtidsmålet (ingen dager med 8-timers verdi > 120 µg/m<sup>3</sup>) ble brutt på alle stasjonene unntatt Tustervatn i 2011. Det var ingen overskridelser av UN-ECEs grenseverdi for plantevekst (tre-måneders AOT40) på de norske stasjonene i 2011. Grenseverdien for skog har nå blitt redusert fra 10 000 ppb-timer til 5000 ppb-timer, og denne grensen ble brutt på to av de norske stasjonene; Birkenes og Haukenes. Høyeste timemiddel i 2011 var 168 µg/m<sup>3</sup> på Birkenes, og EUs meldingsgrense på 180 µg/m<sup>3</sup> ble dermed ikke overskredet.

#### *Metaller*

De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og sink ble målt på Hurdal. 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.

Blyinnholdet i nedbør har avtatt med ca. 90 % siden 1980, med unntak av Svanvik som ikke viser noen trend. Innholdet av sink i nedbør har avtatt med 75 % siden 1980 på Birkenes og Kårvatn, mens

kadmiuminnholdet har avtatt med 90 % eller mer på stasjoner med observasjoner fra 1980. Kvikksølvkonsentrasjonen i nedbør på Lista/Birkenes har blitt redusert med 39 % siden 1990. I luft er det tydelig reduksjon av bly i tidsserien for Lista/ Birkenes; 63 % siden 1991. Det er også en reduksjon i luftkonsentrasjonene på flere elementer (As, Cd, Cr, Ni og V). Nivåene for alle metallene, med unntak av kvikksølv, er 2-3 ganger høyere på Birkenes enn det som er målt på Zeppelin og Andøya.

#### *Miljøgifter*

På Zeppelin-observatoriet ble det observert det laveste årsmiddel siden målingene startet for parameterne sum HCH, sum DDT, sum klordaner og sum PCB. Sum PAH var blant de laveste verdiene målt til nå. HCB har steget litt for hvert år siden 2007.

På Andøya-observatoriet var de følgende parametere noe lavere enn i fjor: sum HCH, sum DDT, sum PCB, sum PAH og sum tetraBDE.

På Birkenes-observatoriet var følgende parametere de laveste som er målt til nå på Birkenes/Lista: HCB, sum HCH, sum PCB 7 og sum PAH. Nivået av HCB og sum HCH i nedbør var blant de laveste målt til nå og sum PCB 7 hadde den laveste verdien til nå.

#### **Vannkjemi**

Reduserte tilførsler av svovel gjennom luft og nedbør har hatt en markert innvirkning på konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i vann og vassdrag. Nedgangen i sulfat varierer fra 44 % til 81 % for innsjøer i perioden 1986-2011. For perioden 1980-2011 har enkelte stasjoner en nedgang opp mot 90 %. Nedgangen i sulfat er klart større i perioden 1990-2000 enn i perioden 2001-2011. Siden 2008 har sulfatkonsentrasjonene vært på samme nivå, hele landet sett under ett; enkelte regioner har hatt en liten nedgang, mens andre har hatt en liten økning.

Nedgangen i tilførsler av nitrat og ammonium har ikke vært like markert som for sulfat. Nitrat viser likevel nedgang i innsjøer i alle regioner. 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 (Sør-Vestlandet).

Nedgangen i sulfat og nitrat har hatt en tydelig positiv innvirkning på forsuringsskjemien i alle lokalitetene innen overvåkingsprogrammet, med økning i pH, syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet og nedgang i labilt aluminium (uorganisk "giftig" aluminium).

Økningen i ANC var klart større i perioden 1990-2000 enn i perioden 2001-2011. ANC i 2011 er den nest høyeste som er registrert så langt innen overvåkingen. Det samme mønsteret gjelder også for pH. For labilt aluminium er nedgangen større i perioden 1990-2000 enn i perioden 2001-2011, og verdiene fra 2010 og 2011 er de laveste som er registrert hittil i overvåkingen.

Alkalitet viser få endringer før 2000, men en økning etter 2001. Årsaken til dette er at det ikke var alkalitet i vannet (bikarbonatbuffersystem) de første årene etter 1990. Bufferkapasiteten har etter hvert bygget seg opp slik at vi nå igjen har alkalitet i mange av våre overvåkingsinnsjøer. Så lenge det ikke var alkalitet i vannet, var det heller ikke mulig å måle endringer. Den høyeste gjennomsnittlige alkalitetsverdien registrert hittil i overvåkingen finner vi i 2011.

Basekationene (kalsium og magnesium) viser ingen systematiske trender i de forskjellige regionene; vi finner både signifikant økning, avtak og ingen signifikant trend.

Organisk karbon (TOC) som er fulgt med interesse de siste årene pga en økende trend, viser statistisk signifikant økning i syv regioner i perioden 1990-2000 og fire regioner i perioden 2001-2011. Endringene i TOC er altså noe mindre i den siste perioden sammenlignet med perioden før, men forskjellene er veldig små. Samtidig ser vi at gjennomsnittskonsentrasjonen for TOC i 2011 er den høyeste som er målt siden overvåkingen av innsjøene startet i 1986.



I Øst-Finnmark så vi en markert økning i Ni- og Cu-konsentrasjoner i vann fra 2003 til 2004. Dette er en sannsynlig respons på den økte deposisjonen av Ni i området. Konsentrasjonsnivået av Cu og Ni har vært stabilt høyt siden 2004.

### **Akvatisk fauna**

#### *Invertebrater i elver*

Overvåkingen av bunndyr i elver viser at skadene på faunaen har avtatt i løpet av de siste 20 årene. Den forbedrede tilstanden vises både ved økt mangfold og ved økte andeler av forsuringsfølsomme bunndyr i tidligere kronisk sure lokaliteter. Det er først og fremst lokaliteter i de mest forsurete områdene i sørvest som er blitt bedre i denne perioden. Det biologiske mangfoldet i 2011 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. Situasjonen i Vikedalsvassdraget var uendret sammenlignet med året før, mens overvåking av bunndyrfaunaen i Nausta viser at dette vassdraget har hatt en stabilt god tilstand i de senere år.

#### *Invertebrater og småkreps i innsjøer*

Innsjøundersøkelsene av bunndyr og småkreps startet i 1996. Overvåkingsdataene fra 2011 indikerer at forsurings situasjonen fremdeles er alvorlig i sørlige deler av Østlandet, på Sørlandet og Vestlandet, 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 forsurening. 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 i forureningstilstanden. Krepsdyrundersøkelsene indikerer at miljøforholdene de siste to årene har vært relativt gunstige. Artsantall og andel forsuringsfølsomme arter i mange av innsjøene var blant de høyeste som er registrert i løpet av 16 år med overvåking. Totalt sett er imidlertid endringene små over de årene overvåkingen har pågått. Selv om enkelte av innsjøene som overvåkes årlig gir indikasjoner på en positiv utvikling, er mengden av forsuringsfølsomme invertebrater fremdeles lave og ustabile. Resultatene viser at vannkvaliteten i mange forsurete innsjøer fremdeles er dårlig for overlevelse og reproduksjon hos forsuringsfølsomme 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 prøvofisket én eller flere ganger. Vurdert ut fra fangstutbytte og alderssammensetning, er det påvist en varierende grad av forureningsskader 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 forurening. 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 i løpet av de siste åra vært en positiv utvikling i tettheten av aureunger. Fra Midt-Norge og nordover er bestandsforholdene hos fisk stort sett gode og uendrede, med en økning i tettheten i enkelte lokaliteter.

## Results from monitoring effects of long-range transboundary air pollution in Norway 2011

### Air and precipitation

The concentration in precipitation of main ions in precipitation in 2011 is somewhat less the level in 2010, except for ammonium, but the deposition is higher, especially in south of Norway due to relatively high precipitation.

Since 1980 the content of sulphate in precipitation at the various sites decreased by 75-91 % (54-81 % since 1990). Similar reductions in airborne concentrations were between 89 %-97 % (78-95 % since 1990) and 78-95 % (59-65 % since 1990) for sulphur dioxide and sulphate, respectively. The nitrate and ammonium concentrations have significant decrease in concentration in precipitation at most sites in southern Norway, between 29 % and 49 % reduction for nitrate and 44 % to 61 % for ammonium since 1980. There is also a decrease in the observed ammonium in air, about 50 % since 1993, but no significant trend in the sum nitrate in air. The NO<sub>2</sub> concentration has decreased between 30-74 %.

EU's target value for ozone is met in Norway while the long-term objective (no days with a running 8-hour value > 120 µg/m<sup>3</sup>) was not met at any station except Tustervatn in 2011. There were no exceedances of UN-ECE's critical level for plant growth (three-month's AOT40) at the Norwegian stations in 2011. The critical level for forest (5000 ppb hours) was exceeded at two of the Norwegian stations; Birkenes and Haukenes. The maximum hourly average in 2011 was 168 µg/m<sup>3</sup> at Birkenes, and EU's information threshold of 180 µg/m<sup>3</sup> was thus not exceeded.

The annual mean concentrations of lead and zinc were highest in Southern Norway. For the other elements measured in precipitation, the highest concentrations were found at Svanvik in Sør-Varanger due to emissions in Russia. The wet deposition, however, is generally highest in Southern Norway. There has been a substantial reduction of heavy metals in precipitation in Norway since 1980; more than 90% for lead, except Svanvik, 75 % for zinc at Birkenes and Kårvatn, 90 % for cadmium. For lead in air the decrease in Southern Norway since 1991 is 63 %. There is no observed significant trend in the average concentrations of mercury in air, but a reduction of 39 % is seen in precipitation over Southern Norway.

At the Zeppelin observatory (AMAP) the following parameters had the lowest value measured until now: sum HCH, sum DDT, sum chlordanes and sum PCB. Sum PAH was amongst the lowest measured until now. The level of HCB has increased slightly each year since 2007. At the Andøya observatory the level of the following parameters was lower than in the previous year: sum HCH, sum DDT, sum PCB, sum PAH and sum tetraBDE. At the Birkenes observatory the following parameter had the lowest level measured until now at Birkenes/Lista: HCB, sum HCH, sum PCB 7 and sum PAH. The level of HCB and sum HCH in deposition was amongst the lowest measured until now and sum PCB 7 had the lowest value measured until now.

### Water

The decrease in sulphur deposition has caused a decrease in the concentration of sulphate in surface waters in Norway by approx. 44-81% from 1986 to 2011. For the period 1980-2011 some stations show decreases up to 90 %. The decrease in sulphate was much stronger in the 11-year period 1990-2000 than from 2001-2011. The last 4 years (2008-2011), the average value for sulphate in 78 lakes has been on the same level. There has also been a decrease in nitrate, although much smaller than the decrease in sulphate, in all parts of Norway. As a response to the decrease in sulphate (and nitrate), the acidification situation in lakes and rivers showed a clear improvement in the 1990s with increases in pH and ANC (Acid Neutralizing Capacity) and a decrease in inorganic (toxic) aluminium. The changes have been less pronounced from 2001-2011 compared to 1990-2000. The improvements have been most pronounced in southernmost Norway, and somewhat less pronounced in 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 related to acidification. The highest concentrations of TOC registered so far were in 2011, and the overall pattern is still increasing trends in TOC.

In eastern part of Finnmark there was an increase in concentrations of Ni and Cu in the lakes from 2003 to 2004, most probably due to the increased emissions from the Ni-smelter on the Russian side, and the increased deposition of Ni in the area. The concentrations of Ni and Cu have been on the higher level since 2004.

### **Aquatic fauna**

#### *Invertebrates*

The invertebrate monitoring in rivers demonstrate that acidification damages generally have decreased during the last two decades. The biodiversity has increased, and acid-sensitive invertebrates show increased distribution and are now occupying areas which earlier were damaged. The southernmost locality, Farsund, gives an example to this. In 2011 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 frequent sea-salt episodes during winter.

The monitoring of benthic invertebrates as well as planktonic and littoral microcrustaceans in lakes (1996-2011) 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 2010-2011. Some acidified lakes, especially in the south-western part of Norway, show signs of slight improvements during the last years. Both the biodiversity in general and the presence of acid-sensitive fauna have increased. 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 77 lakes throughout Norway, indicates an increase in fish abundance in most areas since the 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 in Vikedal catchment in southwestern Norway (Rogaland county) has increased significantly during the last 15-20 years.

## 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 samt 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.

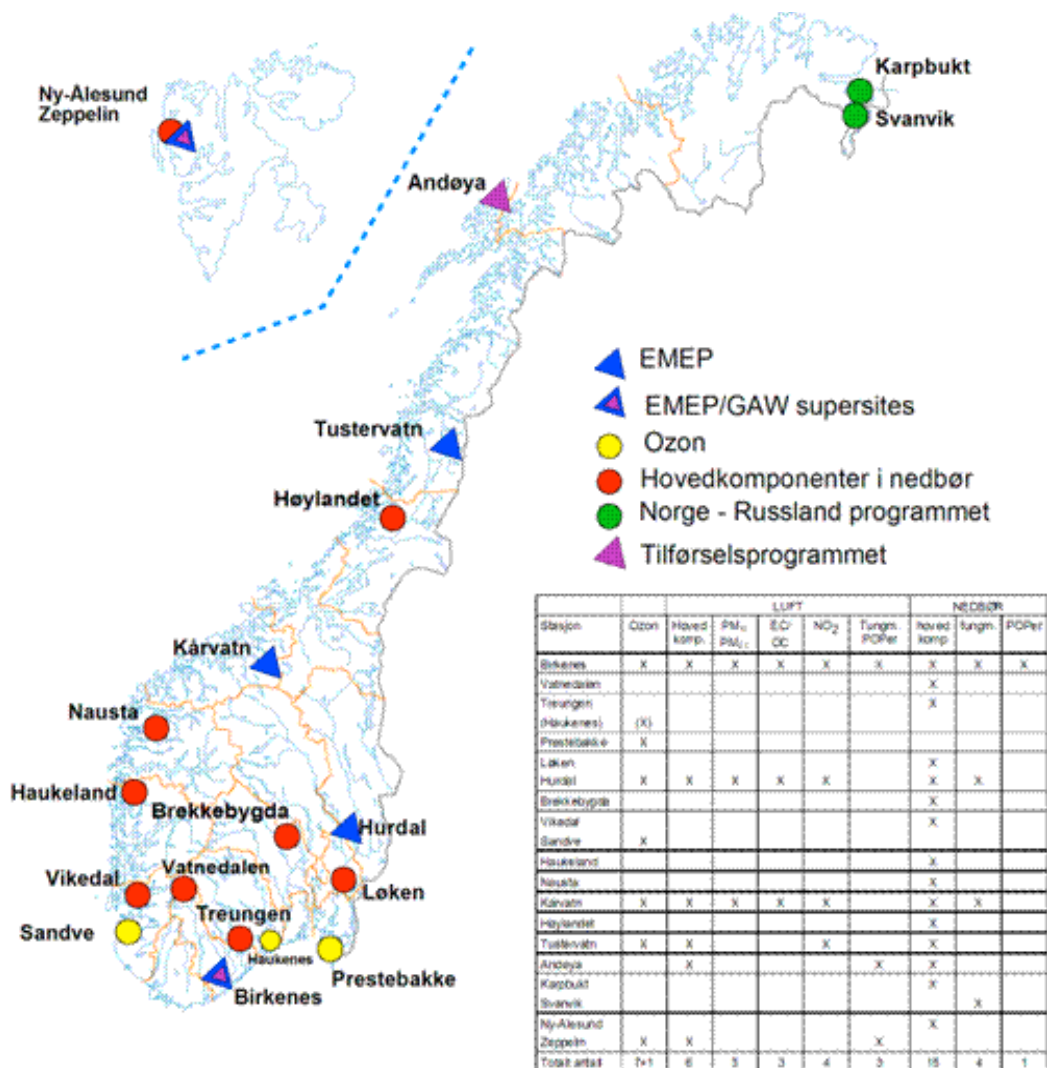
### **Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør**

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 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 døgnlig nedbør i 1971, med de fleste stasjonene 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 2011 utført døgnlig ved kun en stasjon (Birkenes) og på ukebasis ved femten 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 PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> 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.



Figur 1. Lokaliteter som inngår i overvåkingsprogrammet for atmosfærisk tilførsel og bakkenær ozon i 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. 65 %, 25 % og 29 % fra 1990 til 2009 (EMEP 2011). Utslippsreduksjonen, spesielt for svovel, er en del høyere om man ser fra 1980, men det er naturlig å sammenligne med 1990 da dette er referanseåret man bruker i Gøteborgprotokollen. Målsetningen var å redusere svovelutslippene med 63 % innen år 2010 sammenlignet med 1990. Utslippene av nitrogenoksider og ammoniakk skal reduseres med henholdsvis 41 % og 17 %. I mai 2012 ble Gøteborg-protokollen revidert, og det ble satt nye utslippsmål fram mot 2020 med 2005 som basisår. De 27 EU landene har tatt på seg følgende forpliktelser SO<sub>2</sub>: 59 %, NO<sub>x</sub>: 43 %, nmVOC: 28 %, ammoniakk: 6 % og PM<sub>2,5</sub>: 22 %.

### 2.1.2 Nedbørkjemi - våtavsetninger

Ioneinnholdet utenom sjøsalter i nedbør avtar nordover fra Sør-Norge og er minst i fylkene fra Møre og Romsdal til Troms. De høyeste årsmiddelkonsentrasjonene for de fleste hovedkomponentene ble i 2011 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*.

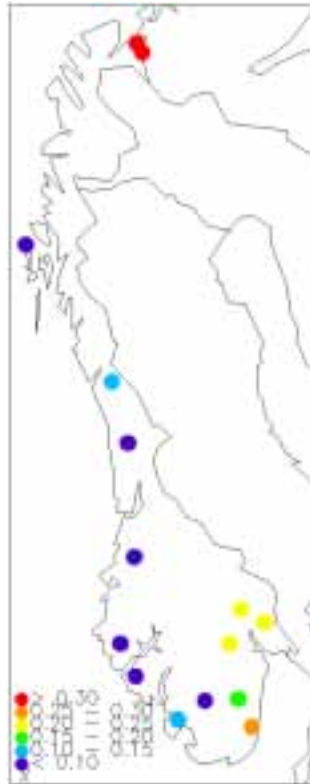
Det er ikke noen klar generell sesongvariasjon, men den høyeste avsetningen tenderer å komme på vårparten. Avsetningen er dog varierende fra stasjon til stasjon og gjenspeiler ofte nedbørvariasjonen hvor 2011 var et spesielt vått år. Nedbørmengden for Norge som helhet, var 130 % sammenlignet med normalen (met.no info, 13/2011), og dette er det våteste året siden 1900.

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.

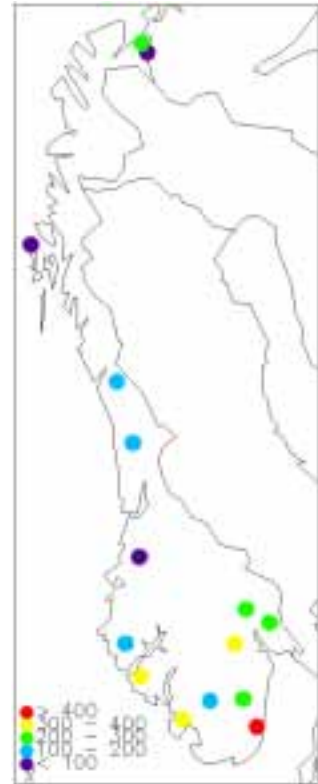
Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder. I perioden 1980-2011 var reduksjonen i sulfatkonsentrasjoner mellom 75 % og 91 %; fra 1990 mellom 54 % og 81 % reduksjon.

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon siden 1980 på Kårvatn og alle stasjonene sør for denne. Reduksjonene har vært på mellom 29 % og 49 %. For ammonium har det vært en signifikant reduksjon ved nesten alle de samme målestasjonene utenom Vatnedalen og Kårvatn. Reduksjonen har vært noe større enn for nitrat, mellom 44 % og 61 %. 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.

Sulfat –  
konsentrasjoner  
i nedbør 2011  
mg S/l



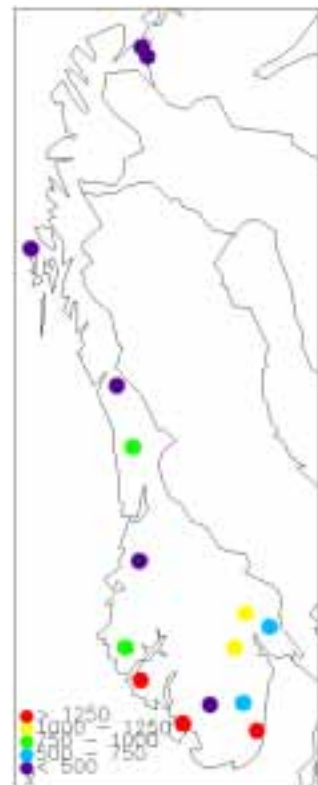
Sulfat –  
våtavsetning i  
nedbør 2011  
mg S/m<sup>2</sup>



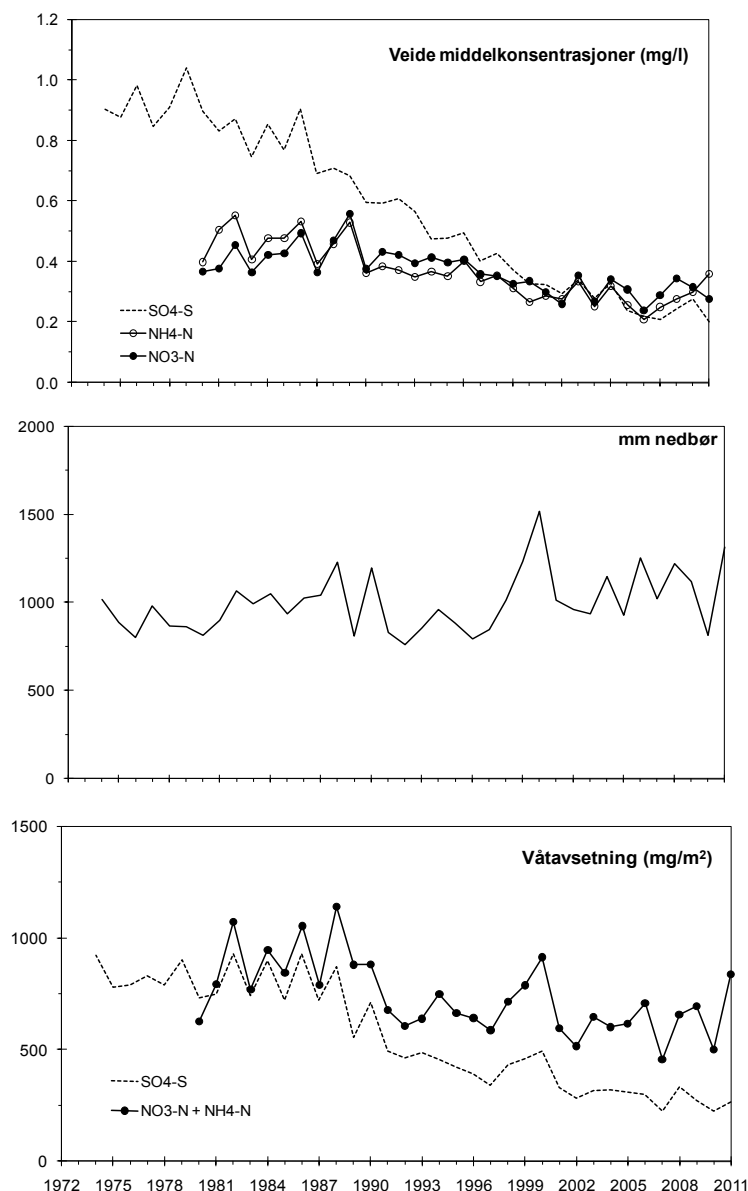
pH  
middelverdier  
2011



Sum nitrat og  
ammonium  
avsetning  
2011  
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 2011.



Figur 3. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og ammonium, gjennomsnittlige årlige nedbørmengder og våtavsetninger av sulfat og nitrogenkomponenter fra 1973 til 2011 for fem representative stasjoner på Sørlandet og Østlandet: Birkenes, Vatnedalen, Treungen, Gulsvik/Brekkebygda og Løken.

### 2.1.3 Luftens innhold av forurensninger – tørravsetninger av svovel og nitrogen

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid i luft var høyest på Birkenes med  $0,11 \mu\text{g S/m}^3$ , mens Hurdal og Zeppelinfjellet viser nesten samme nivå med  $0,10 \mu\text{g S/m}^3$ . Høyeste døgnmiddel for svoveldioksid ble målt på Zeppelinfjellet med  $2,0 \mu\text{g S/m}^3$  13. mars 2011, og trajektoriene for denne dagen viser også at luftmassene kommer fra Sibir. Høyeste årsmiddel av partikulært sulfat ble målt på Birkenes ( $0,33 \mu\text{g S/m}^3$ ). Den høyeste episoden ble observert på Birkenes 4. november ( $3,20 \mu\text{g S/m}^3$ ) hvor trajektoriene viser at luften kommer rett sørfra og Sentral-Europa. Også Hurdal observerer en relativt høy sulfatepisode med  $2,06 \mu\text{g S/m}^3$  27. februar. Det er høye sulfatepisoder både på Hurdal og Birkenes i perioden 25.-28. februar grunnet lufttransport fra kontinentet.

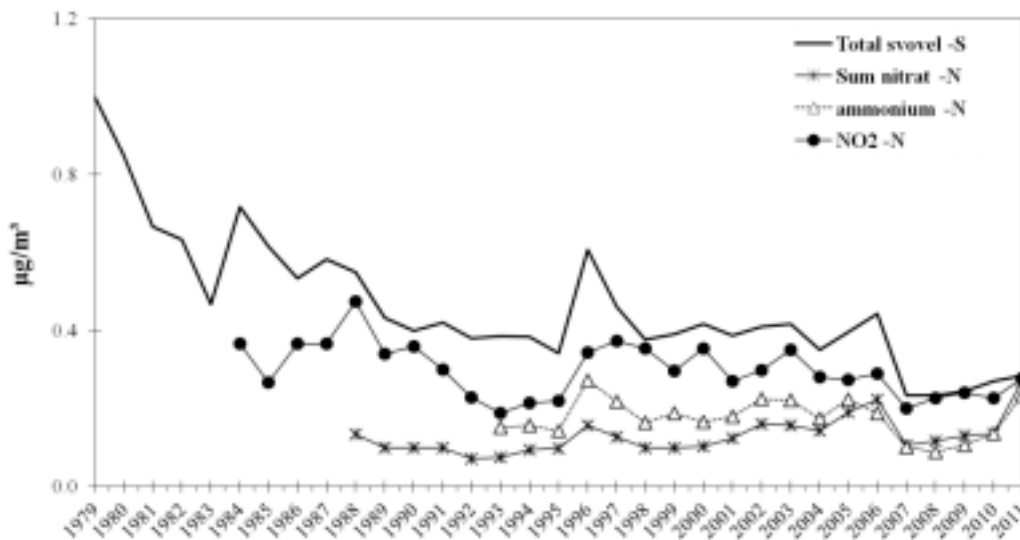
Høyest  $\text{NO}_2$ -nivå observeres på Hurdal med årsmiddel på  $0,79 \mu\text{g N/m}^3$ . Denne stasjonen påvirkes av den store biltrafikken i denne regionen. Den høyeste døgnmiddelverdien av  $\text{NO}_2$  ble også målt på



Hurdal ( $10,3 \mu\text{g N/m}^3$ ) 27. januar. Årsmiddel- og prosentkonsentrasjonene viser at stasjonene i Sør- og Øst-Norge har de høyeste nitrogendioksidnivåene. Månedsverdiene for  $\text{NO}_2$  var høyest i vintermånedene. Høyeste årsmiddelverdier for "sum nitrat" og for ammonium hadde hhv. Birkenes med  $0,27 \mu\text{g N/m}^3$  og Hurdal med  $0,41 \mu\text{g N/m}^3$ .

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrogenkomponentene i luft i 2011 var generelt en del høyere sammenlignet med 2010, og på nivå med 2006. De mellomliggende årene har til sammenligning vært lave *Figur 4*. For svovel var nivået relativt likt foregående år. I et lengre tidsperspektiv har reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår, blitt beregnet til å være mellom 89 % og 97 % (78-95 % fra 1990), og for sulfat mellom 77 % og 81 % (59-65 % fra 1990) på fastlands-Norge.

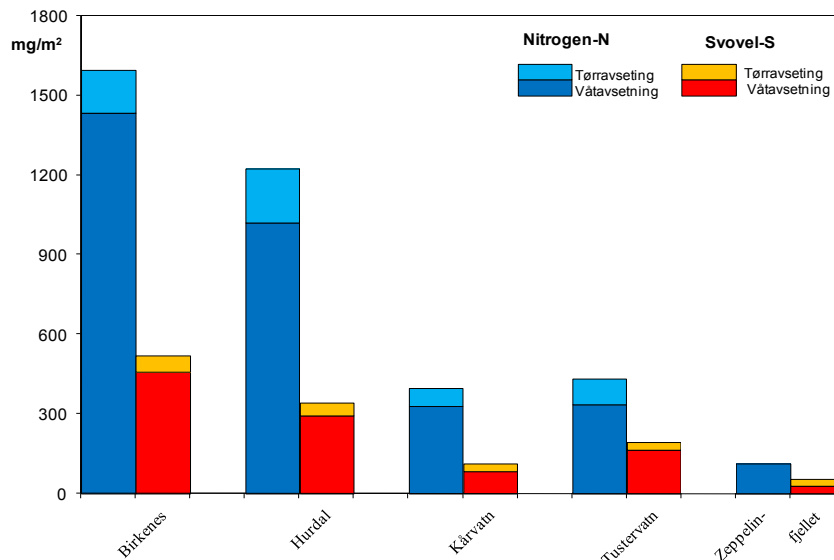
Årsmiddelkonsentrasjonen av ammonium viser en signifikant reduksjon på 50 % siden 1993. Før dette ble ikke målingene av redusert nitrogen splittet opp i ammonium og ammoniakk. Summen nitrat+salpetersyre i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet i mellom 1986 og 1989. Det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for  $\text{NO}_2$ ; en reduksjon på 30-74 % på de tre fastlandsstasjonene, *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 av svovel og nitrogen fra luft og nedbør

*Figur 5* viser at våtavsetningen bidrar mest til den totale avsetningen. Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetning var 13–33 % om sommeren og 7–19 % 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 og 2011 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 2011.

## 2.2 Bakkenært ozon

Forhøyede nivåer av bakkenært ozon er et problem i sommerhalvåret og er vanligvis knyttet til perioder med varmt, tørt og solrikt vær. I tillegg skyldes høye ozonnivåer i Norge hovedsakelig transport av forurensete luftmasser fra kontinentet og forutsetter dermed tilstrekkelig vindtransport fra sørlig sektor (sørøst til sørvest). Det er med andre ord en nær sammenheng mellom værlaget i sommerhalvåret og ozonnivået. I 2011 var det relativt varmt vær og lite nedbør i april, men utover sommeren mer vått. Ozonnivåene i 2011 gjenspeiler dette værlaget, med høye konsentrasjoner i april og generelt lave nivåer deretter. Også i Europa for øvrig, var 2011 et år med lave ozonnivåer (EEA 2012).

Den høyeste maksimumsverdien i 2011 ble registrert på Birkenes med  $168 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og dernest på Hurdal ( $151 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og Prestebakke ( $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), dvs godt under terskelverdien for informasjon til befolkningen på  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . EU-direktivet (EU 2008) gir en målverdi («target value»), som skal være oppfylt innen 2010: Antall dager med overskridelse av maksimal løpende 8-timers middel på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  skal være 25 eller færre. Målverdien («antall dager») skal regnes som et middel over tre sammenhengende år. På de norske stasjonene er «target value» for ozon oppfylt med god margin. EU-direktivet inneholder også et langtidsmål («long-term objective»), som sier at 8-timersverdien på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ikke skal overskrides. Det er ikke gitt noen tidsfrist for å oppnå dette målet. I 2010 var langtidsmålet oppfylt ved alle stasjoner unntatt Prestebakke, mens i 2011 ble det brutt på alle stasjoner unntatt Tustervatn. Dette viser at ozonnivåene varierer mye fra år til år. Dette er illustrert i *Tabell 1* der antall episodedøgn og maksimal timemiddelverdi er gitt for 2011 og de foregående 10 årene. Et episodedøgn er definert som et døgn med maksimal timemiddelverdi på minst  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på ett målested eller minst  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på flere målesteder. I *Tabell 1* er også tatt med antall datoer hvert år siden 2000 med overskridelse av grenseverdien på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 8-timers middelverdi. Det er imidlertid viktig å merke seg at antall episodedøgn og antall datoer med overskridelse av grenseverdien på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  er summert for alle målestasjonene. Siden stasjonsnettet for bakkenært ozon har blitt betydelig redusert de siste årene, er tallene for de ulike årene i *Tabell 1* dermed ikke direkte sammenlignbare.

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 2011. Høyest var verdien

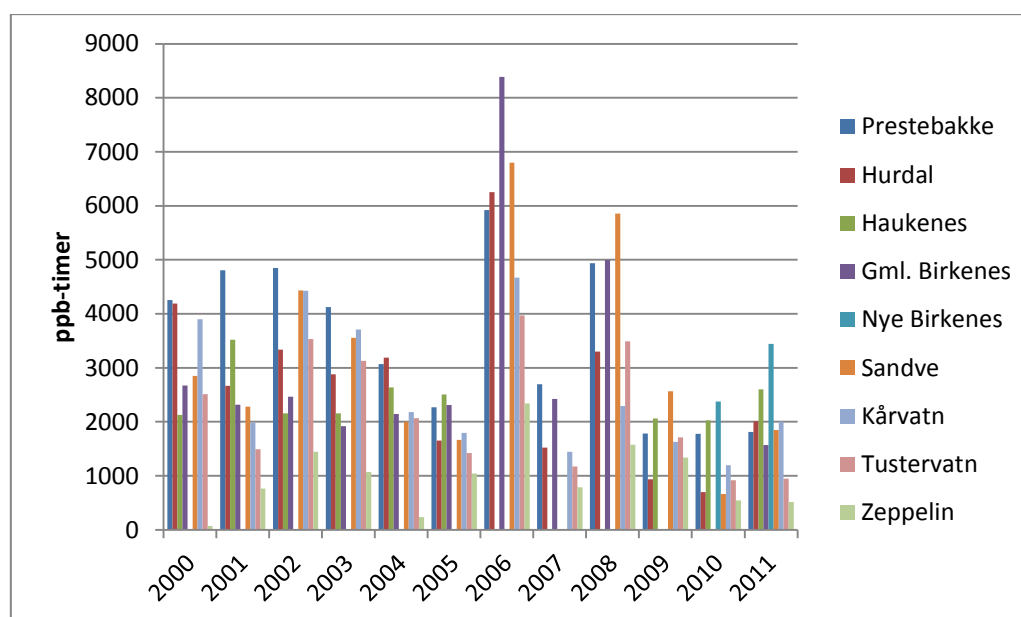
på Birkenes med 1776 ppb-timer. Pga revisjoner i manualen har grenseverdien på skog blitt redusert fra 10 000 ppb-timer til 5000 ppb-timer (april-september). Denne ble i 2011 overskredet på Birkenes og Haukenes. Høyest var verdien på Birkenes med 6541 ppb-timer. Reduksjonen i grenseverdi for skog kan vise seg å få en del betydning for antall overskridelser i Norge.

EU-direktivets målverdi ("target value") på 9000 ppb-timer, som skal være oppfylt innen 01.01.2010, er i dag oppfylt ved alle de norske stasjonene (*Figur 6*). Verdier over langtidsmålet ("long-term objective") på 3000 ppb-timer har imidlertid forekommet i mange av de siste ti årene. Vi gjør oppmerksom på at AOT-verdiene vist i *Figur 6* refererer til tremåneders perioden mai-juli (som er angitt i direktivet), uten noen "nordisk tilpasning". Med en såkalt nordisk tilpasning, dvs. med beregningsperioden 15. mai til 15. august, ville AOT-verdiene blitt noe lavere i og med at ozonnivået generelt er lavere i august enn i mai i Norge.

Tabell 1. Antall episodedøgn og høyeste timemiddelverdier 2001-2011.

År	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Antall episodedøgn	4	19	13	15	8	26	8	14	3	1	9
Høyeste timemiddelverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	144	151	162	150	144	186	139	160	142	145	168
Antall datoer med overskridelse av EU-grenseverdien på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>a)</sup>	5	18	15	21	7	28	8	16	9	3	12

<sup>a)</sup> Løpende 8-timers middel



Figur 6. 3-måneders AOT-verdi (1. mai – 31. juli) for årene 2000-2011.

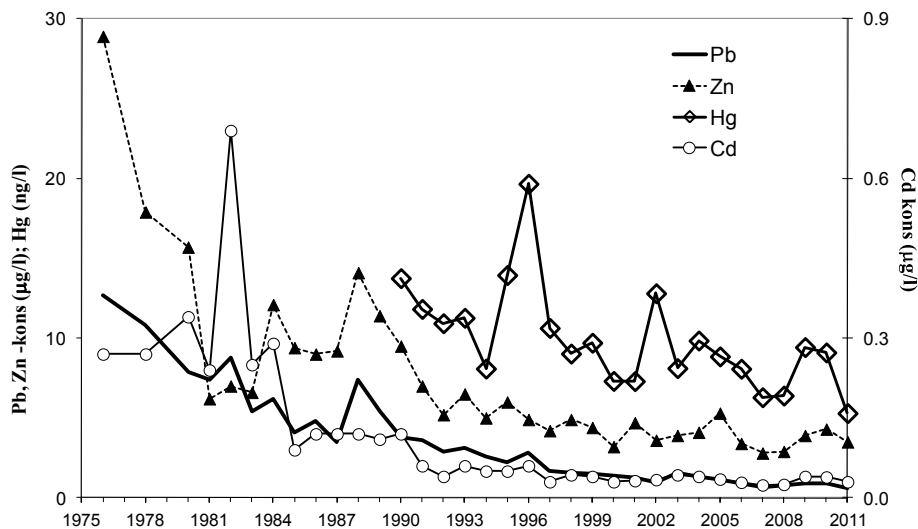
## 2.3 Tungmetaller

### 2.3.1 Konsentrasjoner av metaller i nedbør

De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og sink ble målt på Hurdal med hhv 0,92 og 6,4 ng/L. Høyest nivå av de andre metallene ble observert på Svanvik i Sør-Varanger grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya. Våtavsetningen av bly, krom og vanadium var størst på Birkenes.

Hurdal hadde høyest avsetning av sink. For de andre elementene er det høyest våtavsetning på Svanvik.

Det er relativt små forskjeller i 2011 sammenlignet med 2010, 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 på Birkenes og Kårvatn, mens kadmiuminnholdet har avtatt med 90 % i samme tidsperiode og stasjoner. 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. Kvikk sølvkonsentrasjon i nedbør på Birkenes var en del lavere i 2011 enn i 2010. For perioden 1990 til 2011 har reduksjonen vært på 39 % om man kombinerer observasjonene på Lista og Birkenes, *Figur 7*.



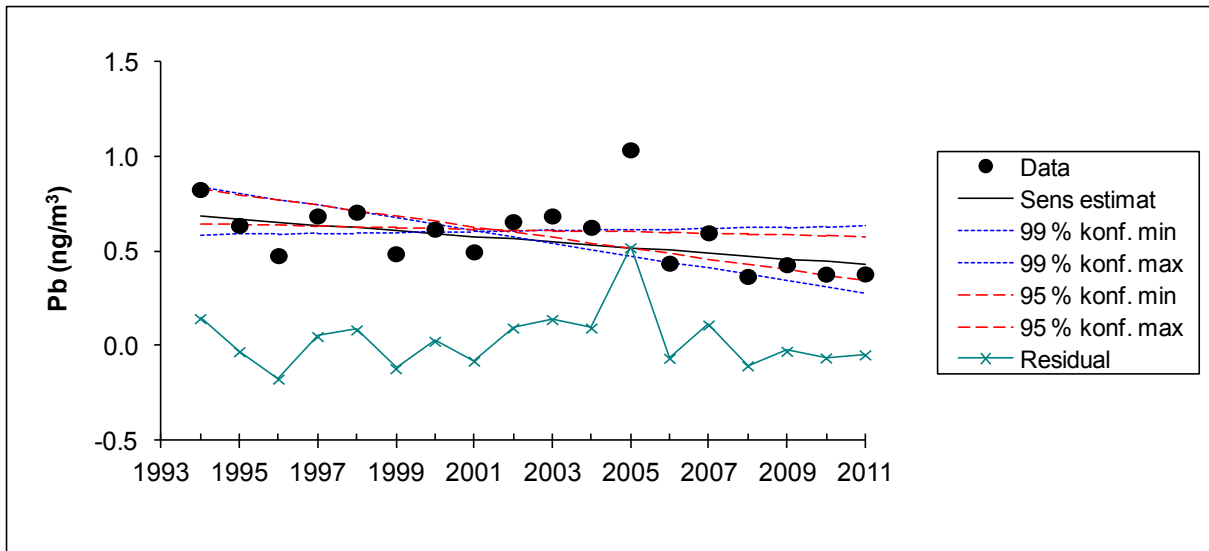
*Figur 7. Middelt konsentrasjonene av bly, kadmium og sink i nedbør på Birkenes, Aust-Agder for årene 1976-2011. For kvikk sølv er målingene fra 1990-2003 fra Lista.*

### 2.3.2 Konsentrasjoner av metaller i luft

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

De fleste elementene har høyest konsentrasjon om vinteren og lavest konsentrasjon om sommeren, spesielt tydelig for Zeppelin. 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 i 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 63 % siden 1991 (*Figur 8*). På Zeppelin er det signifikant reduksjon i luftkonsentrasjonene for As, Cd, Pb, Ni og V for perioden 1994-2011. Bly har blitt redusert med 35 %. Kadmium har blitt redusert med ca 35 % på begge stasjoner, men trenden er ikke veldig tydelig (signifikans på 0.1).



Figur 8. Trendanalyse for konsentrasjon av bly i luft på Lista (1991-2004) og Birkenes (2004-2011).

## 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. Måleprogrammet i luft og nedbør for CAMP startet på Lista 1991, men disse aktivitetene ble flyttet til Birkenes januar 2004. Høsten 2009 ble det opprettet en ny stasjon på Andøya som del av Tilførselsprogrammet (Green *et al.* 2011).

På Birkenes-observatoriet var følgende parametere de laveste som er målt til nå på Birkenes/Lista: HCB, sum HCH, sum PCB 7 og sum PAH. Nivået av HCB og sum HCH i nedbør var blant de laveste målt til nå og sum PCB 7 hadde den laveste verdien til nå.

På Zeppelin-observatoriet ble det observert det laveste årsmiddel siden målingene startet for parametere sum HCH, sum DDT, sum klordaner og sum PCB. Sum PAH var blant de laveste verdiene målt til nå. HCB har steget litt for hvert år siden 2007. På Andøya-observatoriet var de følgende parametere noe lavere enn i fjor: sum HCH, sum DDT, sum PCB, sum PAH og sum tetraBDE.

I *Tabell 2* er det gjort en sammenligning av nivåene på Andøya, Birkenes og Zeppelin. For de fleste komponentene er Birkenes høyere enn de nordlige stasjonene på Andøya og Zeppelifjellet, men med noen unntak som  $\alpha$ -HCH, HCB, TBA, HBCD og PBDE hvor de høyeste årsmidlene observeres på Zeppelifjellet. Nivåene på Andøya er stort sett lavere enn på Zeppelin. Disse ikke entydige forskjellene kan tyde på at stasjonene er påvirket av litt ulike kildeområder og muligens ulik hyppighet av observerte episoder. Det tas kun én todagersprøve pr uke og årsmidlet er derfor beheftet med en del usikkerhet. Videre har ulike POPer varierende egenskaper og potensial for transport til arktiske strøk både via luft og hav.

Tabell 2. Sammenligning av gjennomsnitts og min/maks verdier for 2011 på Birkenes, Andøya og Zeppelin. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , unntatt PAH ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) og PCDD/PCDF/no-PCB ( $\text{fg}/\text{m}^3$  TE).

	Birkenes			Andøya			Zeppelin		
	Årsmiddel	Min.	Maks.	Årsmiddel	Min.	Maks.	Årsmiddel	Min.	Maks.
sum PAH	4,36	-	18,7	1,15	-	10,8	2,10	-	11,4
sum DDT	2,44	0,48	14,0	0,64	0,07	2,62	0,42	0,08	1,72
sum klordan	1,08	0,17	2,39	1,13	0,03	1,89	0,91	0,11	1,65
$\gamma$ -HCH	5,78	0,51	23,1	1,17	0,45	3,54	0,89	0,50	1,87
$\alpha$ -HCH	3,93	2,46	14,3	4,71	3,49	7,99	6,32	3,72	11,5
sum HCH	9,71	2,98	32,9	5,78	1,13	9,05	7,21	4,36	13,3
HCB	46,5	25,4	78,5	24,3	9,28	66,1	81,0	66,8	95,3
sum PCB	10,5	3,93	46,3	7,97	2,26	15,8	9,92	5,32	20,3
PCDD	2,78	0,001	26,0						
TBA	3,78	1,34	8,19	4,78	0,45	14,2	8,01	0,01	28,9
sum tetraPBDE	0,12	-	0,27	0,06	0,03	0,14	0,38	-	3,82
sum HBCD	0,38	-	1,39				0,27	-	0,89
sum PFSOA/PFOS/PFOA	1,83	-	4,60	0,74	-	2,10	0,96	-	2,88

### 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 80 innsjøer, seks feltforskningsområder og to elver.

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

Overvåking av innsjøer gir den regionale oversikten over forsurende situasjonen 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 forurensning og redusert forurensning (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 2011 inngikk 84 innsjøer hvorav 78 er såkalte tidstrendsjøer, og 6 er små sjøer på Jarfjordfjellet i Øst-Finnmark som er plukket ut for å dekke områdene inn mot Kola.

I 2004, 2005 og 2006 var det en utvidet innsjøundersøkelse ut over de 80 sjøene som blir rapportert her. Resultatene for den samordnede innsjøundersøkelsen er rapportert separat (Skjelkvåle m.fl. 2008). I 2011 er det 80 innsjøer som rapporteres mht kjemiske tidstrender, samt 25 innsjøer som er overvåket for biologiske effekter og hvor det også blir tatt prøver for vannkjemien.

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 luft-

forurensninger. De seks småvannene på Jarfjordfjellet er i tillegg til forsøringsparametre, også blitt analysert for tungmetaller (Cu og Ni) siden 1990 (med unntak av 1996 og 1997).

Lokalisering av de undersøkte innsjøene i 2011 er vist i *Figur 9*. Innsjøene, som brukes til overvåking av forsøringsutviklingen, 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 2011 og årlige middelverdier for innsjøer fordelt på geografiske regioner for perioden 1986-2011, 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 overvåkingselvene 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 2011 samt årlige middelverdier for perioden 1980-2011 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 2011 samt veide årlige middelverdier for perioden 1980-2011, er presentert i Vedlegg E.





Figur 9. Lokalisering av alle de undersøkte lokalitetene i 2011 (innsjøer, elver og feltforskningsstasjoner). Linjene viser grensen til de 10 regionene (se Vedlegg A for inndeling av regioner).

Tabell 3. Antall sjøer fordelt på regioner.

Region-nr.	Region	Antall 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	Sønedeiddammen	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
<b>Region</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>VIII</b>	<b>X</b>	<b>V</b>
<b>Dataserier</b>	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 2011

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. I desember 2011 var det høy deposisjon av sjøsalter i nedbørfeltene til stasjonene Birkenes, Øygardsbekken og Kårvatn. I de to førstnevnte medførte dette lav pH og høye aluminiumskonsentrasjoner, mens aluminium ikke ble mobilisert i det uforsurede nedbørfeltet til Kårvatn. 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 fem årene har ligget mellom 0,45 og 0,63 g S m<sup>-2</sup> (hvorav tørravsetning utgjør < 0,1 g S m<sup>-2</sup>), mens summen av nitrat og ammonium i samme tidsrom har variert mellom 1,0 og 1,6 g N m<sup>-2</sup> (tørravsetning utgjør opp til 0,16 g N m<sup>-2</sup>). I 2011 ble total S og N avsetning målt til hhv. 0,5 g S m<sup>-2</sup> og 1,6 g N m<sup>-2</sup>. Det har vært en signifikant ( $p < 0,05$ ) og jevn nedgang i deponisjon av 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 (2009-2011) har vært hhv. 1807, 1113 og 1779 mm. Normal årlig nedbørsmengde (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Rislå (66 m.o.h.) er til sammenligning 1490 mm. Nedbørsmengdene i 2009 og 2011 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 var tilnærmet identiske i årene 2008, 2009 og 2011 (37-38  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ), og litt høyere i det nedbørsfattige året 2010 (46  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Blant feltforskningsstasjonene er det kun Dalelva som har høyere verdier. Vannkvalitetsbedringen gjennom mesteparten av 1990-tallet har fortsatt også etter 2000. I 2011 lå veide årsmidler for ANC, pH og labilt Al på hhv. - 2  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , 4,72 og 148  $\mu\text{g L}^{-1}$ . For ANC og labilt aluminium er dette hhv. den høyeste og laveste årsmiddelverdien som har blitt registrert.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2009-2011 er vist i *Figur 10*. Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat var relativt stabil i 2009 og 2011. 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. År 2011 er ikke noe unntak i så måte. Årsmiddelkonsentrasjonen av nitrat i 2011 var 112  $\mu\text{g N L}^{-1}$ , noe som er betydelig lavere enn året før (202  $\mu\text{g N L}^{-1}$ ).

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. De laveste TOC-konsentrasjonene måles vanligvis om vinteren og om våren. I tidsrommet 2009-2011 har konsentrasjonene spent fra 3,1-19,1  $\text{mg L}^{-1}$ .

I Birkenes fluktuerer pH stort sett mellom 4,5 og 5,5 og viser mindre sesongvariasjon enn for eksempel nitrat og TOC. Veide årsmiddelverdier i pH i 2009-2011 på 4,63-4,72, viser at vannet fortsatt er svært surt. Birkenes vært preget av sjøsaltepisoder, slik som våren 2005 (Hindar og Enge 2006). Mot slutten av 2011 inntraff en sjøsaltepisode med enda høyere målte kloridkonsentrasjoner enn i 2005. Episoden i 2011 var også kjennetegnet av den høyeste konsentrasjonen av labilt aluminium som er registrert i vassdraget i de siste 6 årene. Maksimumskonsentrasjonen (286  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) var imidlertid betydelig lavere enn i 2005 (379  $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Årsmiddelkonsentrasjonen av labilt aluminium i 2011 på 148  $\mu\text{g L}^{-1}$  er til tross for sjøsaltepisoden den laveste som er registrert siden overvåkingen begynte.

### 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 (2009-2011) har vært hhv. 1213, 849 og 1177 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Tveitsund (252 m.o.h.) er til sammenligning 994 mm.

Storgama karakteriseres som betydelig forsuret, men vannkvaliteten er i ferd med å bli bedre. Veide årsmiddelkonsentrasjoner i 2011 av ikke-marin sulfat (14 µekv L<sup>-1</sup>), nitrat (25 µg N L<sup>-1</sup>) og labilt uorganisk aluminium (21 µg L<sup>-1</sup>) er de laveste som er registrert hittil i overvåkingen av Storgama, mens årsmidlene av TOC (7,2 mg L<sup>-1</sup>) og ANC (18 µekv L<sup>-1</sup>) er de høyeste som er registrert. Veid middel-pH har de siste 6 årene ligget stabilt på 4,9.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2009-2011 er vist i *Figur 11*. I den nevnte treårsperioden har pH variert mellom 4,7 og 5,5, med unntak av i tørrvårsperioder sommerstid.

I 2011 var maksimumskonsentrasjonen av uorganisk (labilt) aluminium 42 µg L<sup>-1</sup>, noe som er betydelig lavere enn årene før. Negative ANC-verdier har ikke vært observert siden 2008. I 2011 lå ANC i lange perioder over 20 µekv L<sup>-1</sup>, en grense som har blitt regnet som akseptabel for fisk (Henriksen m.fl. 1996). Konsentrasjonen av TOC er imidlertid økende, noe som er av betydning fordi beregnet ANC ikke er korrigert for organiske syrer.

Nitrat og TOC viser regelmessige sesongvariasjoner etter lignende mønster som i Birkenes. 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).

### 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. Mellom 2006 og 2010 har årlig våtavsetning av sulfat vært omtrent 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>. I 2011 var våtavsetningen 0,32 og 1,0 for hhv. sulfat og nitrat+ammonium. Det har vært en signifikant reduksjon i våtavsetningen av svovel (p<0,01) og ammonium (p<0,05) siden 1985 (Mann-Kendall test, årlige middelerverdier). Nedbørmengdene ved Brekkebygda de siste tre årene (2008-2010) har vært hhv. 924, 831 og 1387 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 årsmiddelkonsentrasjon av ikke-marin sulfat er imidlertid fortsatt på vei ned. Veid årsmiddel for pH har ligget mellom 4,9 og 5,0 siden 1996. ANC økte betydelig fram til år 2000, men årsmiddelerverdiene har vært tilnærmet konstant de siste 10 årene. Middelkonsentrasjonen av uorganisk (labilt) aluminium har de siste tre årene ligget mellom 27 og 30 µg L<sup>-1</sup>.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi for perioden 2009-2011 er vist i *Figur 12*. Den relativt lange og stabile vinteren i området, samt den markerte snøsmeltingsflommen preger ofte sesongmønsteret til mange av de vannkemiske 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 8 og 13 mg L<sup>-1</sup>, har Langtjern det mest humusrike vannet av feltforskningsområdene. Dette skyldes 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 µekv 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 og 2011 var konsentrasjonen i utløpet oppe i hhv. 58 og 59 µg L<sup>-1</sup>. Grensene mellom god/moderat og moderat/dårlig er satt til henholdsvis 30 og 65 µg L<sup>-1</sup> i vannforskriftveilederen for innsjøer i samme kategori som Langtjern. 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 (ANC 40 µekv/L for innsjøer i samme kategori som Langtjern).

### 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 foregår 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 15-50 %). 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 (2009-2011) har vært hhv. 1310, 1465 og 1500 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 2011 hadde de veide årsmidlene fra Kårvatn følgende verdier: pH 6,3, labilt Al 3 µg L<sup>-1</sup> og ANC 35 µekv L<sup>-1</sup>. Dette er tilnærmet samme verdier som ble funnet i de foregående 6 årene. Vannet ved Kårvatn er humusfattig, og årsmiddelerdien 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 fortykning av forvittringsprodukter som kalsium og magnesium.

På grunn av vanskelige isforhold, ble prøvene i tidsrommet 28/11-2010 – 27/2-2011 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.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2009-2011 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 høy i april og desember 2011 på grunn av høy deposisjon av sjøsalter.

Kårvatn har den laveste konsentrasjonen av ikke-marin sulfat av alle feltforskningsområdene. Middelerdien i 2011 er  $6 \mu\text{ekv L}^{-1}$  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. I forbindelse med sjøsaltepisoden i desember 2011 falt pH for første gang siden 2006 under 6,0. I et uforsuret nedbørfelt som Kårvatn førte imidlertid ikke den høye sjøsaltdeposisjonen til betydelig mobilisering av aluminium

Konsentrasjonene av labilt Al er lave og alle verdiene i fra 2011 ligger rundt grensen for hva som er mulig å detektere med gjeldende analysemetode. Konsentrasjonen av nitrat er moderat med veid årsmiddel i 2011 på  $17 \mu\text{g N L}^{-1}$ . 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 1991-2011. Ved Svanvik ser det ut til å ha vært en nedgang i totalavsetningen av svovel i måleperioden 1987-2003 (Mann-Kendall test, årlige middelerdier,  $p < 0,05$ ), mens det ikke er noen trend for nitrogen. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Karpbukt de siste tre årene (2009-2011) har vært hhv.  $526$ ,  $595$  og  $553 \text{ mm}$ . Normalnedbør (1961-90) på den nærliggende met.no stasjonen ved Karpbukt ( $12 \text{ m.o.h.}$ ) 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 nå er den feltforskningsstasjonen som har høyest konsentrasjon av ikke-marin sulfat i avrenningsvannet (veid årsmiddel  $56 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2011). Konsentrasjonen er imidlertid bortimot halvert siden 1989.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2009-2011 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 2011 er ikke noe unntak i så måte.

De siste 6 årene har årsmiddel-pH i Dalelva ligget mellom  $6,2$  og  $6,3$ . I tidsrommet 2009-2011 er  $5,8$  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  $23 \mu\text{g L}^{-1}$ . ANC holder seg vanligvis relativt høy pga. stabile konsentrasjoner av basekationer, og i 2011 ble den laveste verdien beregnet til  $37 \mu\text{ekv L}^{-1}$ .

Nivået av TOC i Daleelva er moderat og varierer vanligvis mellom  $2,5$  og  $6 \text{ mg L}^{-1}$ . Konsentrasjonen er lavest om vinteren, mens episoder mer verdier over  $6 \text{ mg L}^{-1}$  kan inntreffe i forbindelse med vårflommen og i perioder med lav vannføring om sommeren. Nitratkonsentrasjonene er generelt lave i vassdraget, med verdier omkring deteksjonsgrensen ( $1 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) i vekstsesongen og topper rundt  $40\text{--}80 \mu\text{g N L}^{-1}$  rett før snøsmelting. Under spesielle forhold er det målt topper opp mot  $100 \mu\text{g N L}^{-1}$ , slik som i 2006 da lav vintervannføring bidro til en oppkonsentrering. Sammenhengen mellom klimafaktorer, flomdynamikk og nitrogenavrenning i Daleelva er tidligere vurdert av Kaste og Skjelkvåle (2002).

### 3.2.6 Øygardsbekken (Rogaland)

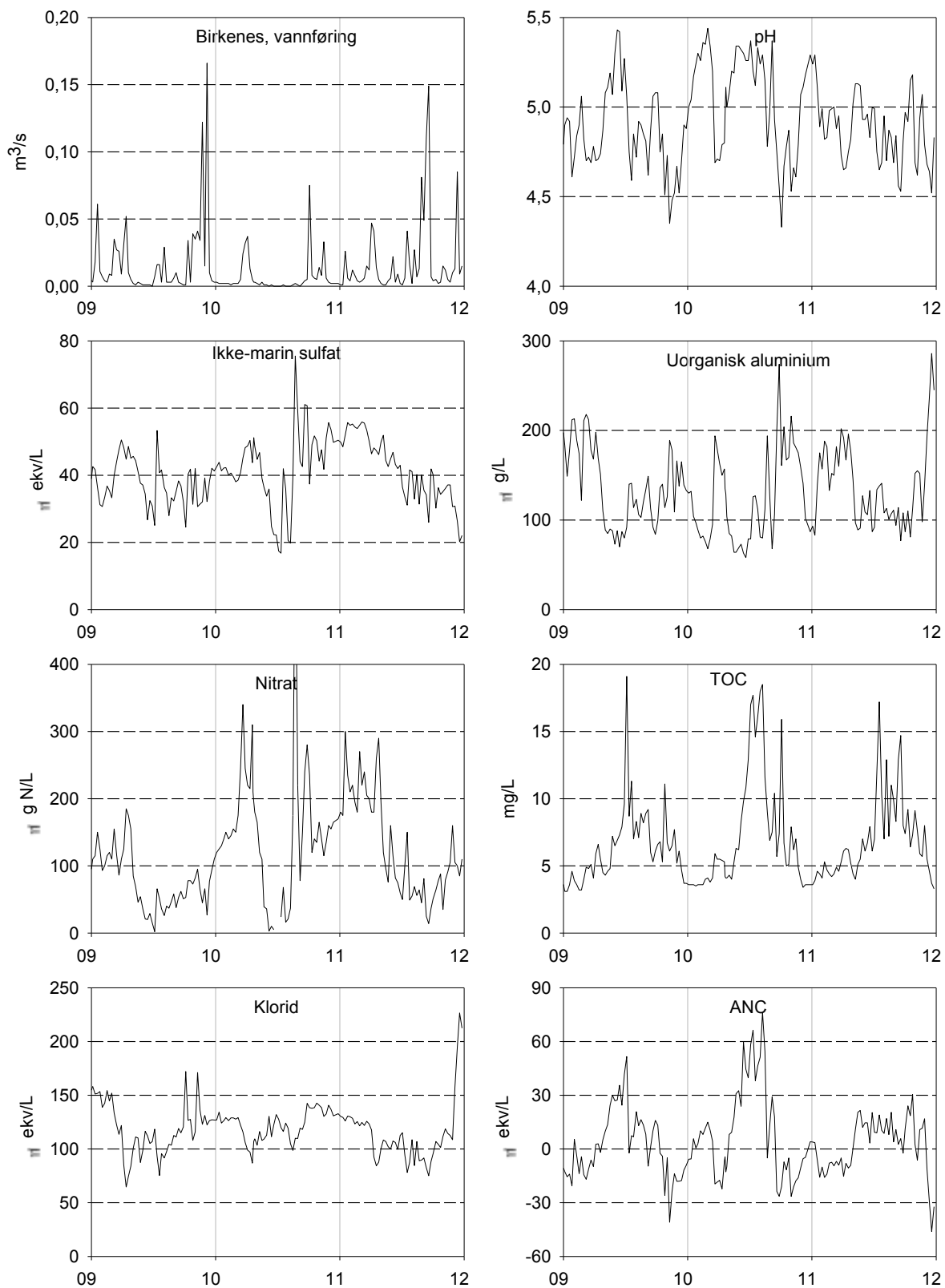
Øygardsbekken ( $2,55 \text{ km}^2$ ) ligger i Bjerkreimsvassdraget som har utløp ved Egersund i Rogaland. Feltet ble opprettet i 1993 i forbindelse med prosjektet "Nitrogen fra fjell til fjord" (Henriksen og Hessen 1997) og har siden 1996 inngått i overvåkingsprogrammet. Øygardsbekken er typisk for 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 ( $474 \text{ m.o.h.}$ ), Vest Agder. Denne er imidlertid nedlagt fra og med 2005 og nærmeste NILU-stasjon er nå Vikedal ( $60 \text{ m.o.h.}$ ) som ligger nesten  $100 \text{ km}$  nord for Øygardsbekken, og hvor det bare måles våtavsetning. Årlig våtavsetning av svovel og nitrogen på denne stasjonen har vært hhv.  $0,4\text{--}0,6 \text{ g S m}^{-2}$  og  $1,1\text{--}1,5 \text{ g N m}^{-2}$  mellom år 2004 og 2010. I 2011 var imidlertid svovelavsetningen lavere ( $0,36 \text{ g S m}^{-2}$ ) og nitrogenavsetningen høyere ( $1,84 \text{ g N m}^{-2}$ ). Det har vært en klar nedgang i våtavsetning av svovel ved Vikedal-stasjonen siden 1985 ( $p < 0,01$ ), en nedangående trend for våtdeposisjon av nitrat ( $p < 0,05$ ) og ingen trend for ammonium. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon i Vikedal de siste tre årene (2009–2011) har vært hhv.  $2545$ ,  $1834$  og  $3319 \text{ mm}$ . Normalnedbør (1961–90) på met.no stasjonen Hundseid i Vikedal ( $156 \text{ m.o.h.}$ ) er til sammenligning  $2816 \text{ mm}$ . Det er ingen met.no stasjon i umiddelbar nærhet til Øygardsbekken, men ut fra normal avrenning i området antas gjennomsnittlig årsnedbør å ligge omkring  $2500 \text{ mm}$ .

Øygardsbekken kan karakteriseres som moderat til betydelig forsuret. Veid middel-pH er høyere enn i Birkenes, Storgama og Langtjern. Veid middel-pH og ANC i 2011 (hhv.  $5,5$  og  $3 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) er blant de høyeste hittil i måleserien, mens veid årsmiddel for uorganisk (labilt) Al ( $27 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er blant de laveste. Konsentrasjonen av TOC er lav, med årsmiddelverdier mellom  $1,2$  og  $2,1 \text{ mg L}^{-1}$ . Veid årsmiddelkonsentrasjon av ikke-marin sulfat er lav ( $16 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2011, det samme som i 2007–2009). Øygardsbekken har høyest midlere nitratkonsentrasjon av feltforskningsområdene. De siste seks årene har årsmiddelverdiene spent mellom  $96 \mu\text{g N L}^{-1}$  (2009) og  $162 \mu\text{g N L}^{-1}$  (2006). Verdien for 2011 var  $145 \mu\text{g N L}^{-1}$ . 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 2009–2011 er vist i *Figur 15*. Vassdraget er utsatt for sjøsaltepisoder med lav pH og mobilisering av aluminium. Mot slutten av 2011 inntraff en kraftig sjøsaltepisode med kloridkonsentrasjon opp mot  $400 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , pH-fall ned mot  $5,0$  og konsentrasjon av labilt uorganisk aluminium opp mot  $100 \mu\text{g L}^{-1}$ . Dette er de mest ekstreme verdiene som er registrert i dette vassdraget siden 2008 under dette måleprogrammet.

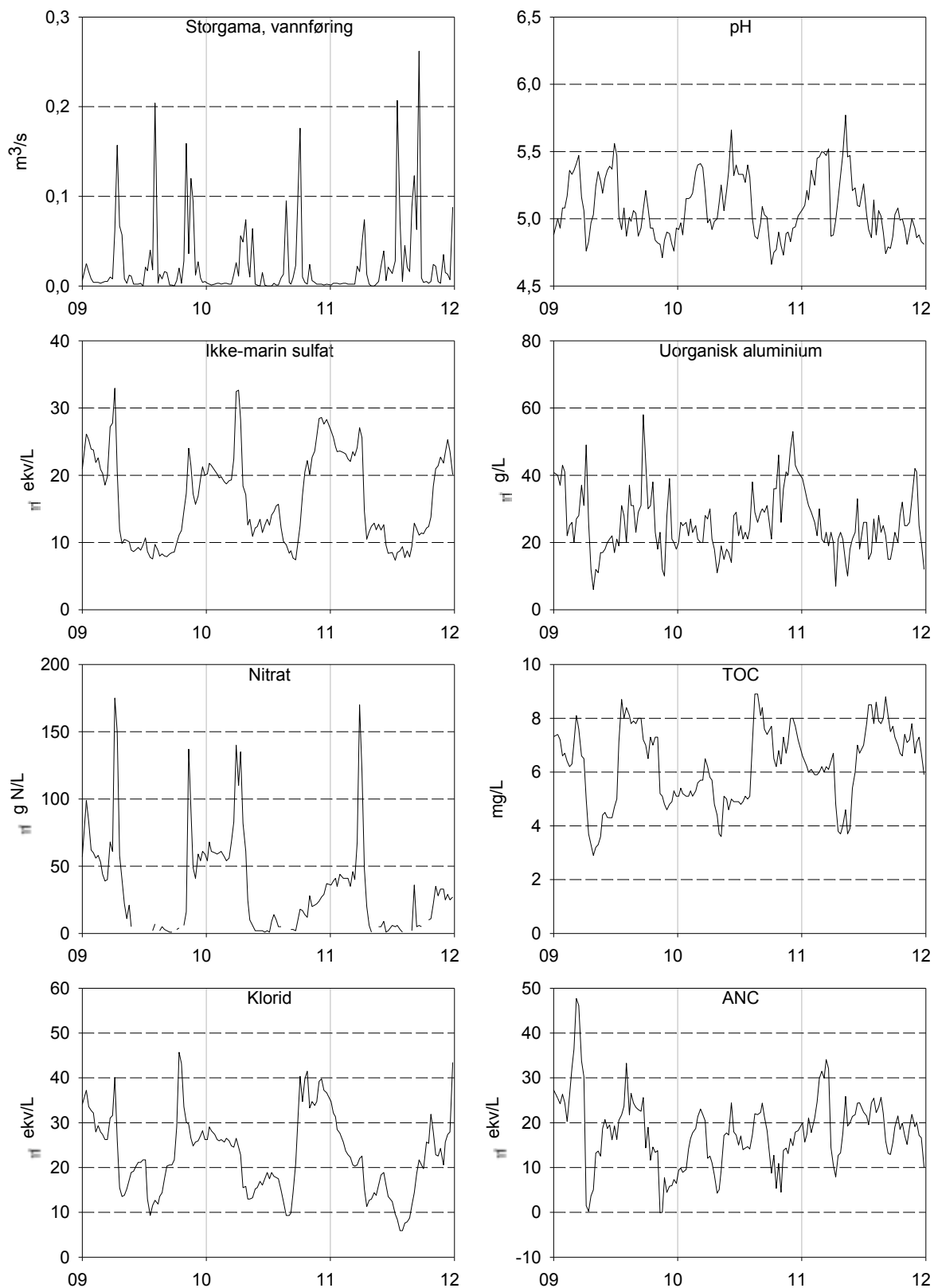
Birkenes 2009-2011



Figur 10. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Birkenes i perioden 2009-2011.

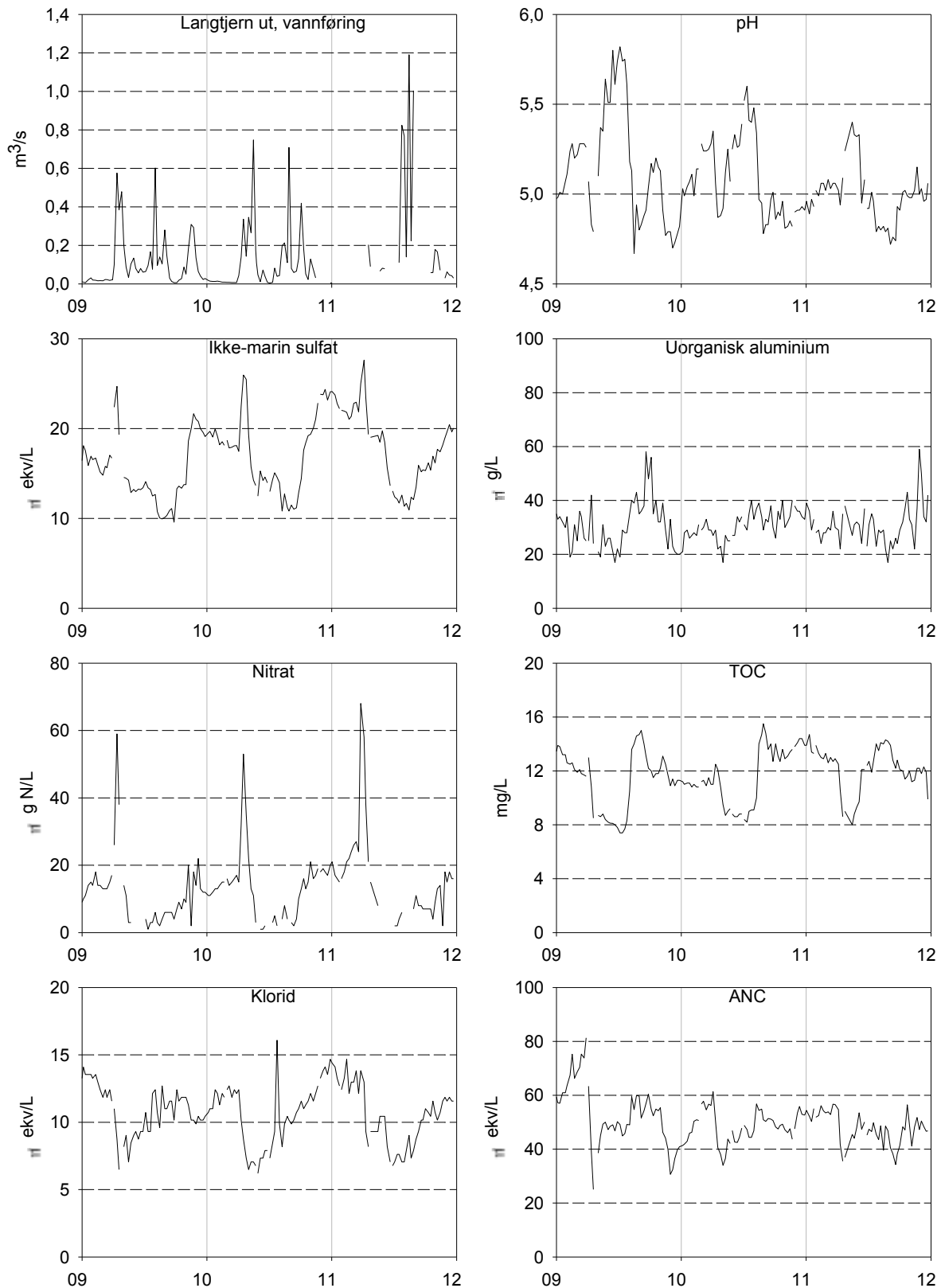


Storgama 2009-2011



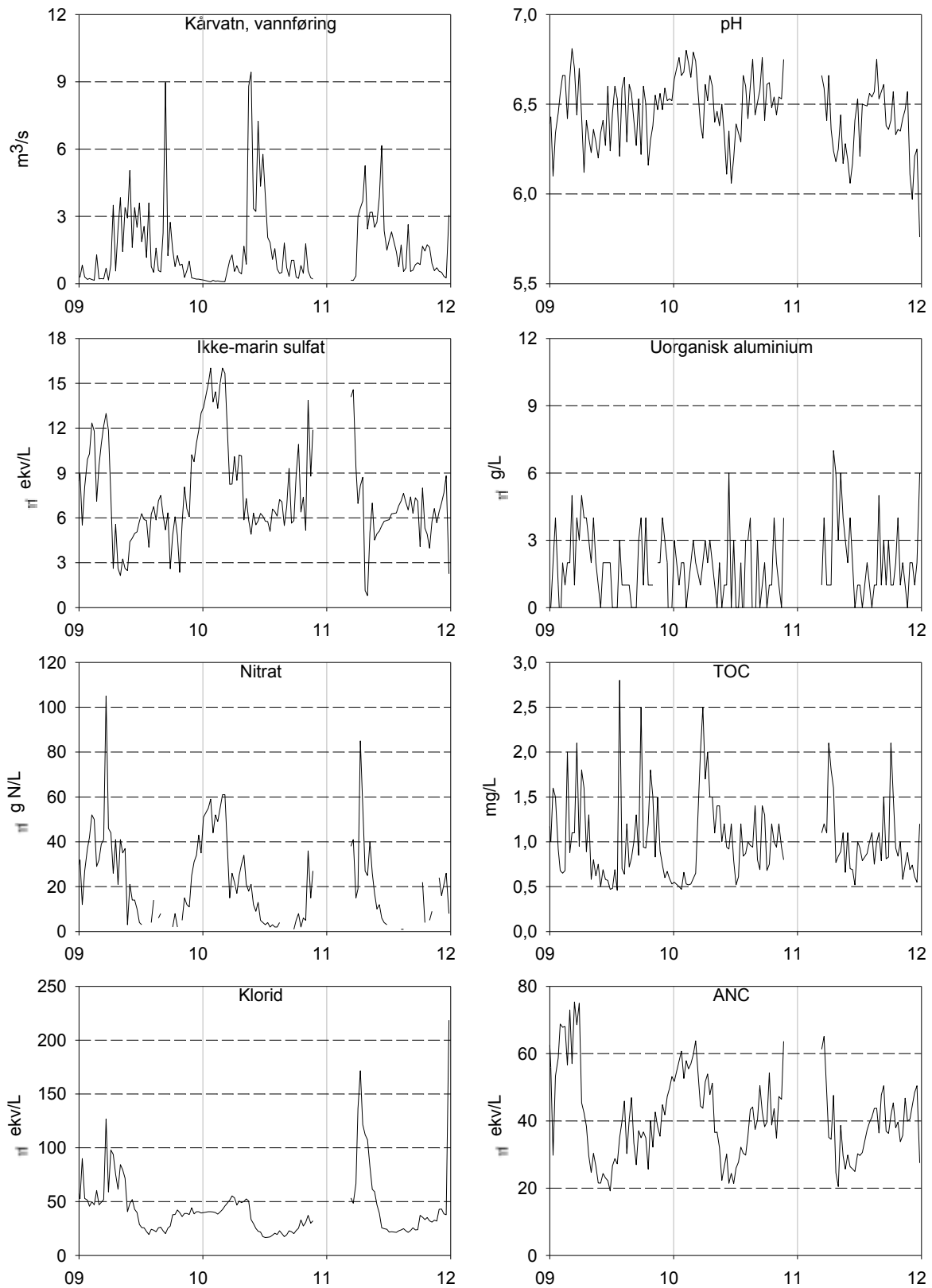
Figur 11. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Storgama i perioden 2009-2011.

Langtjern ut 2009-2011

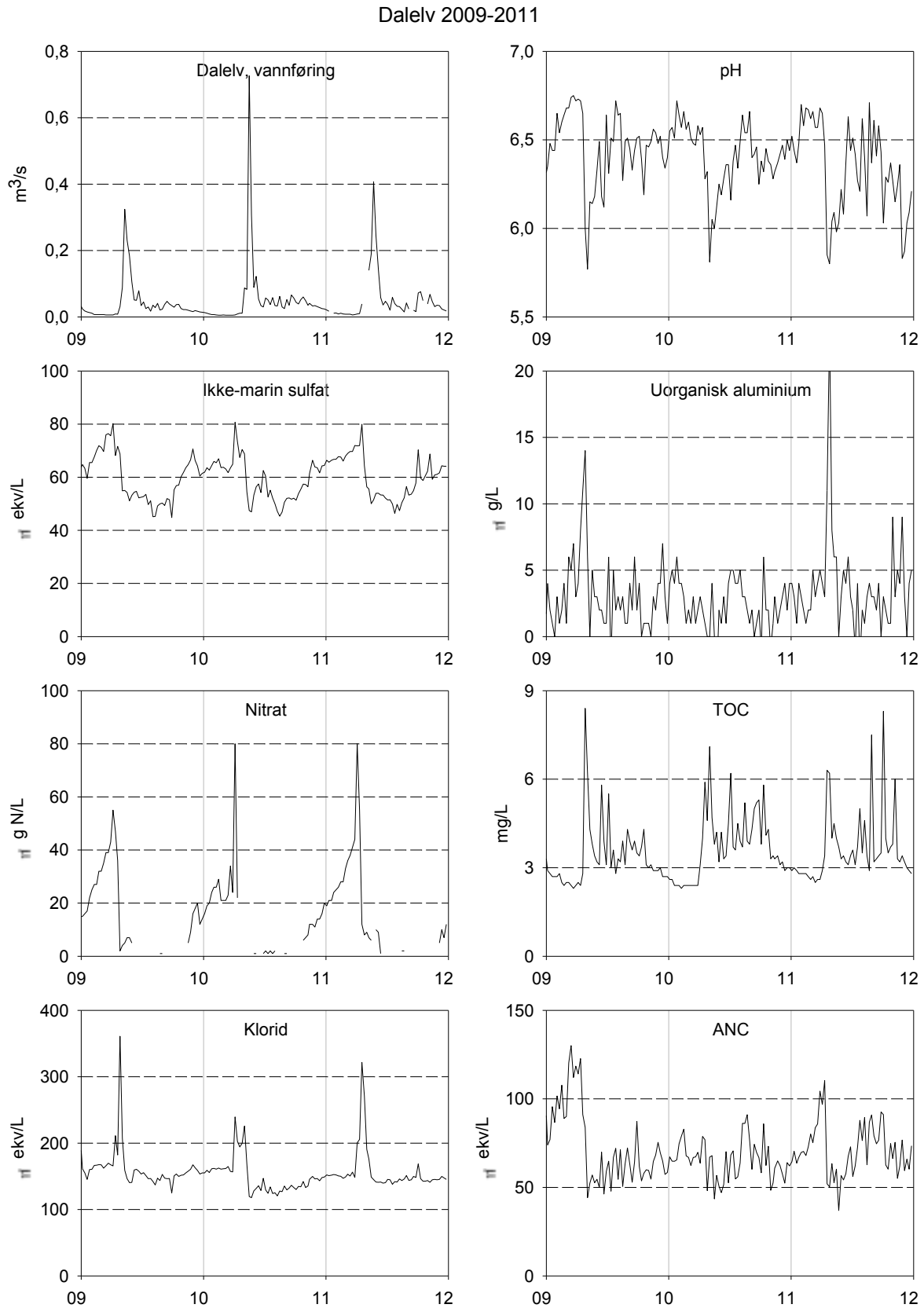


Figur 12. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Langtjern, utløp i perioden 2009-2011.

Kårvatn 2009-2011

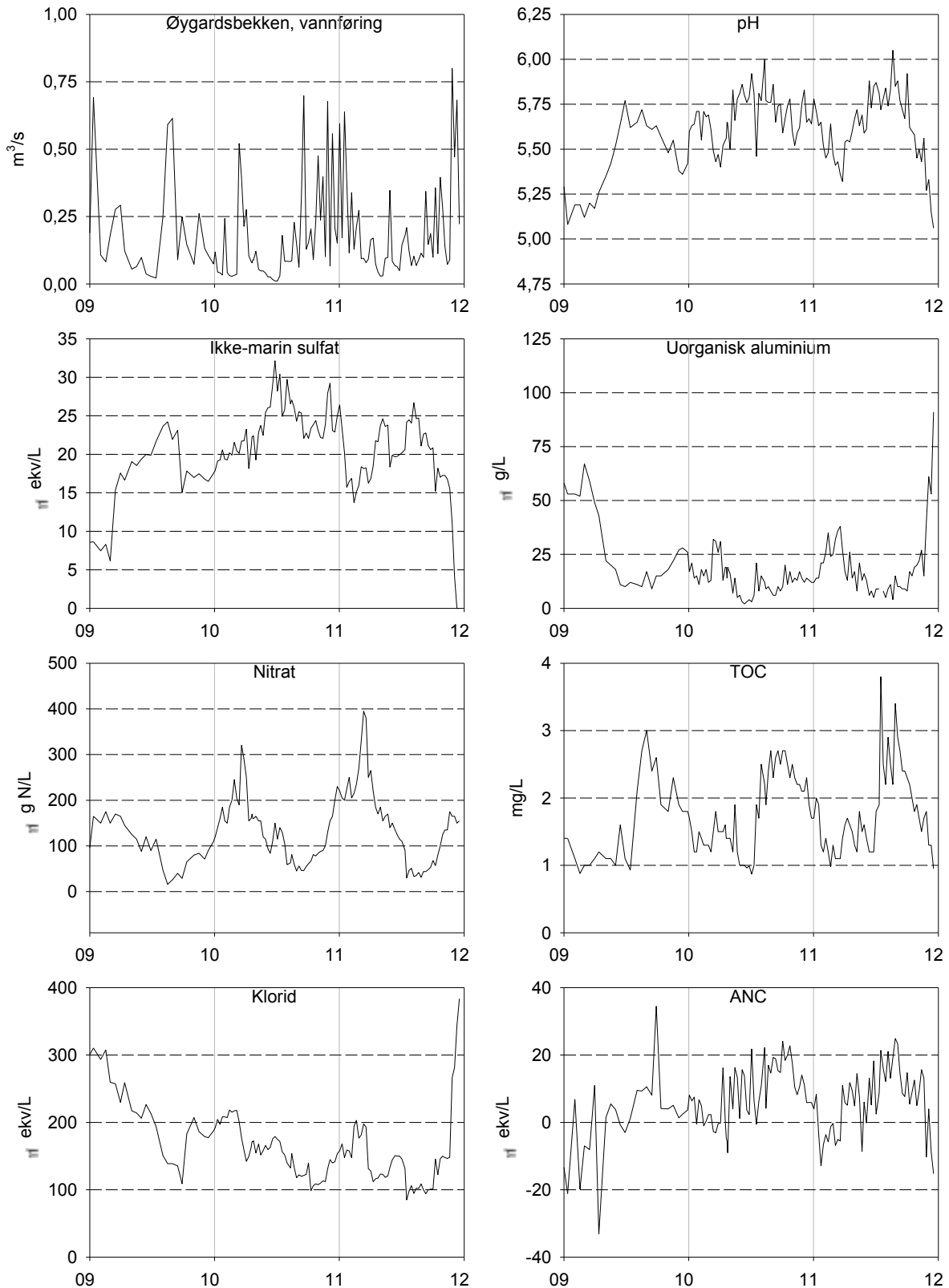


Figur 13. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Kårvatn i perioden 2009-2011.



Figur 14. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Dalelva i perioden 2009-2011.

Øygardsbekken 2009-2011



Figur 15. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Øygardsbekken i perioden 2009-2011.

### 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 44 % for innsjøer i region X (Øst-Finnmark) til 81 % for innsjøer i region II (Østlandet-Sør) for perioden 1986-2011, mens enkeltlokaliteter (feltforskningsstasjoner) i Sør-Norge viser reduksjoner opp til 88 % for perioden 1980-2011 (*Tabell 6*). Konsentrasjonene av sulfat for landet sett under ett har vært på samme nivå siden 2008; enkelte regioner har hatt en liten nedgang, mens andre har hatt en liten økning.

*Tabell 6. Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1980 til 2011 for elver og feltforskningsstasjoner, og for perioden 1986 til 2011 for innsjøene. Tallene er basert på lineær regresjon.*

Innsjøer Region	Antall innsjøer	1986 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	2011 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% nedgang fra 1986-2011
I. Østlandet - Nord	1	56	18	-67
II. Østlandet - Sør	15	98	19	-81
III. Fjellregion - Sør-Norge	3	36	9	-76
IV. Sørlandet - Øst	14	61	15	-75
V. Sørlandet - Vest	11	58	14	-76
VI. Vestlandet - Sør	3	33	8	-76
VII. Vestlandet - Nord	5	19	6	-69
VIII. Midt-Norge	10	17	8	-51
IX. Nord-Norge	5	19	8	-59
X. Øst-Finnmark	11	73	41	-44

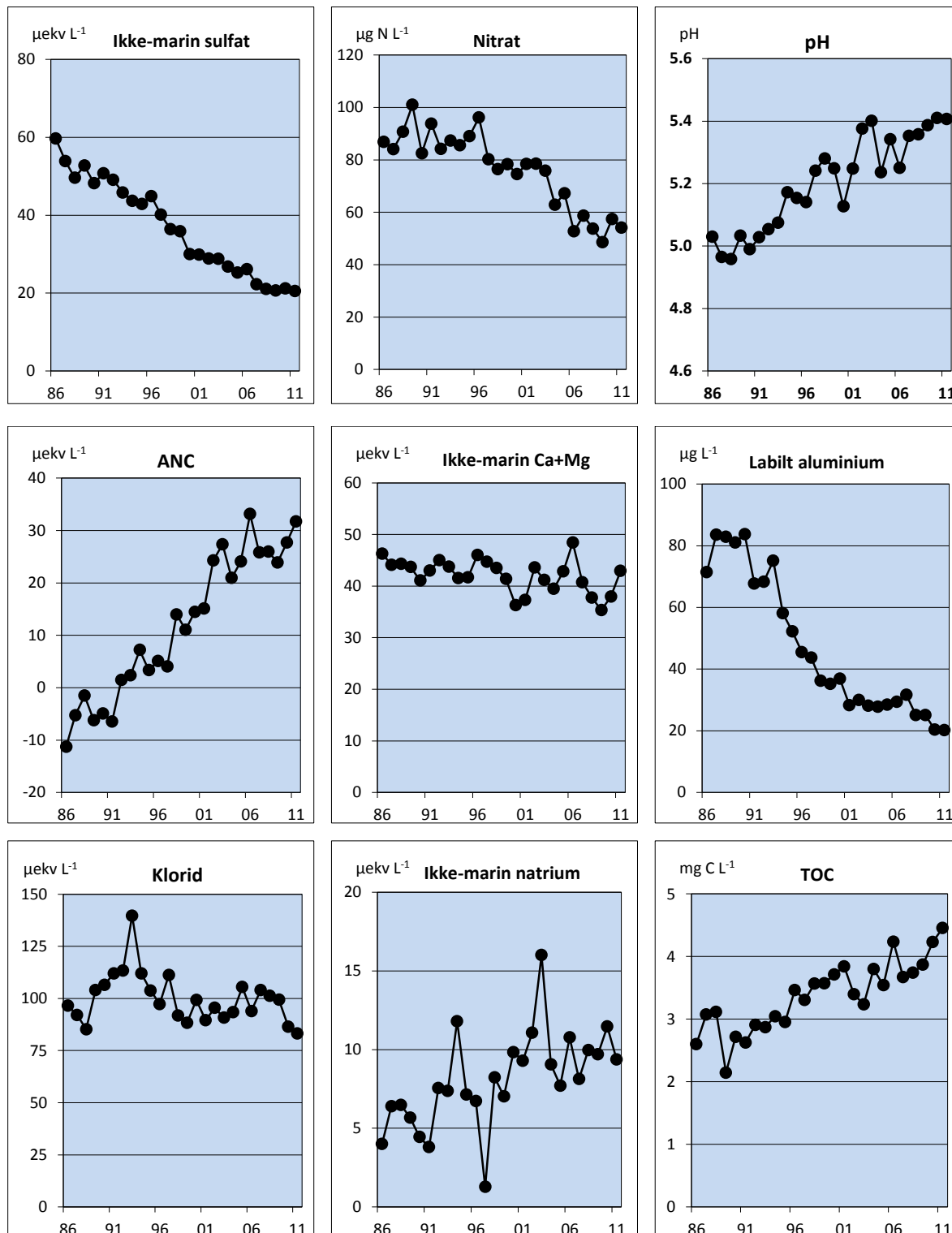
Elver	Region	1980 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	2011 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% nedgang 1980-2011
Gjerstad	IV	110	34	-69
Årdalselva	VI	35	13	-61
<b>Feltforskningsstasjoner</b>				
Langtjern	II	73	12	-83
Storgama	II	79	10	-88
Birkenes	IV	127	32	-75
Kårvatn	VIII	15	7	-56

Nedgangen i tilførsler av nitrat og ammonium har ikke vært like markert som for sulfat. Nitrat viser likevel signifikant nedgang i innsjøer i alle regioner, men nedgangen har vært mer i ”trappetrinn” enn for sulfat. Det var en markert nedgang i nitrat fra 1996 til 1997 og deretter fra 2005 til 2006 (*Figur 16*). Konsentrasjonene har holdt seg på det nye lave nivået siden 2006. 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).

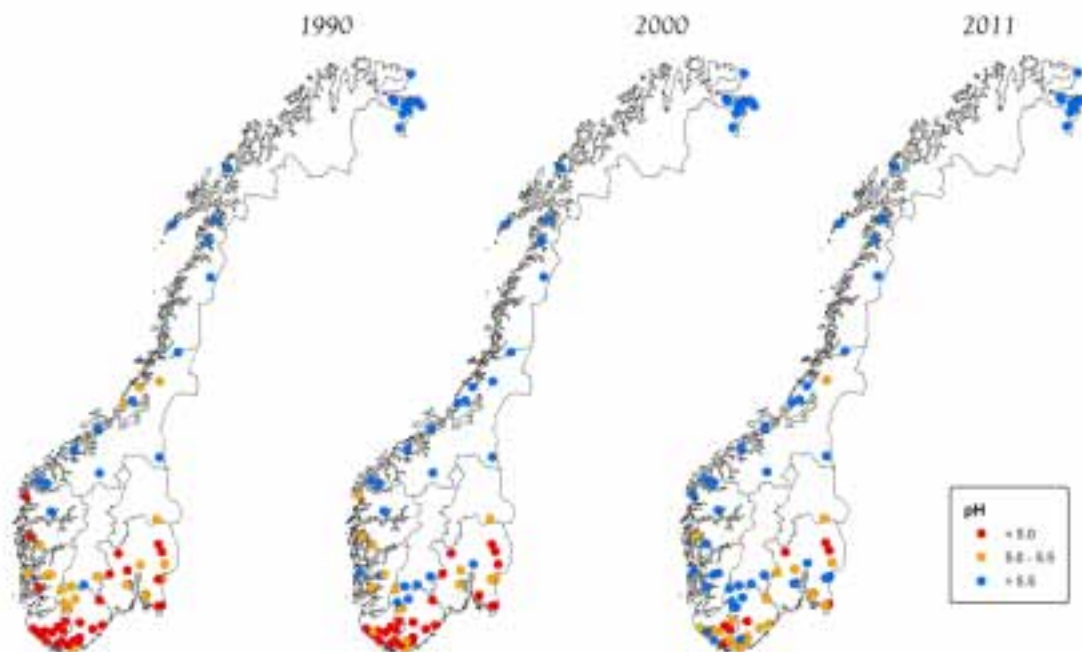
Nedgangen i sulfat og nitrat gjennom overvåkingsperioden har hatt en tydelig positiv innvirkning på forsuringkjemien i alle lokalitetene innen overvåkingsprogrammet. Hele landet sett under ett (*Figur 16* og *Figur 17*) viser en klar økning i pH, selv om år til år variasjonene er relativt store. Gjennomsnittlig pH (5,41) i 2010 og 2011 (og 2003) er de høyeste som er registrert så langt innen overvåkingen. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og alkalitet viser også jevn økning. ANC i 2011 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, og er på samme nivå som i 2010.  
Gjennomsnittskonsentrasjonen av TOC i 2011 er den høyeste som er registrert så langt innen overvåkingen.

### Gjennomsnittlig endring i 78 innsjøer fra hele landet



Figur 16. Endring i gjennomsnittlige konsentrasjoner for et utvalg av komponenter i 78 innsjøer fra 1986-2011 fordelt over hele landet (se Figur 9).



Figur 17. pH i overvåkingsinnsjøene i 1990, 2000 og 2011. 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 mange av endringene vi observerer er signifikante. Vi har delt den statistiske analysen på 11-års periodene 1990-2000 og 2001-2011 for å se om styrken i trendene øker eller avtar.

Sulfat har store årlige endringer i begge 11-års periodene, men endringene er klart større i perioden 1990-2000, enn i perioden 2001-2011. Nitrat viser signifikant nedgang i flere av regionene i begge tidsperiodene, men endringene er små. Likevel er det en klar nedadgående trend som er omtrent like sterk i begge periodene.

Basekationene (kalsium og magnesium) viser ingen systematiske trender (øker, avtar, ingen trend) i noen av de to periodene. ANC viser klar økning i begge 11-års periodene, og endringene er klart størst i den første perioden.

$H^+$  viser nedgang i begge periodene (hvilket betyr økning i pH). Styrken på endringene i  $H^+$  er styrt av buffere i vannet, slik at det kan være litt vanskelig å sammenligne de to tiårene direkte. Den statistiske analysen viser likevel at endringene er større i perioden 1990-2000 enn perioden 2001-2011. Alkalitet viser få endringer før 2000, og noe mer positive endringer (økning) etter 2001. Årsaken til dette er at det ikke var alkalitet i vannet (bikarbonatbuffersystem) de første årene etter 1990.

Bikarbonatssystemet har etter hvert bygget seg opp slik at vi nå igjen har alkalitet i mange av våre overvåkingsinnsjøer. Så lenge verdiene var under 0 var det heller ikke mulig å måle endringer.

Konsentrasjonene av labilt Al viste til dels store endringer i perioden 1990-2000, mens endringene i den siste 11-års perioden har vært mindre. Det er bare region V, Sørlandet – Vest, som viser signifikant og klar nedgang i perioden 2001-2011.

Organisk karbon (TOC) som er fulgt med interesse de siste årene pga en økende trend, viser statistisk signifikant økning i fire regioner i perioden 2001-2011 og syv regioner 1990-2000. Endringene i TOC



er altså noe mindre i den siste perioden sammenlignet med perioden før, men forskjellene er veldig små. Samtidig ser vi at gjennomsnittskonsentrasjonen for TOC i 2011 er den høyeste som er målt siden overvåkingen av innsjøene startet i 1986.

Tabell 7. Tosidig regional Kendall test og estimert trend for perioden 1990-2000 og 2001-2011. Verdiene angir estimert trend for de enkelte regioner. Signifikante resultater ( $p < 0,05$ ) vises i orange (avtagende) og blått (økende). N er totalt antall observasjoner i regionen i perioden (bare høstprøver).

Region	År	N Ant. obs	Ikke-marin SO <sub>4</sub> µekv L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µekv L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Ikke-marin Ca+Mg µekv L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Alkalitet µekv L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Labilt Al µg L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>
1990-2000	1	11	-1.94	-0.02	0.50	0.75	1.85	-0.02	-1.00	0.30
	2	164	-3.63	-0.11	-1.09	0.00	2.72	-0.26	-6.00	0.30
	3	32	-1.29	-0.10	-0.13	0.00	1.60	-0.16	-2.20	0.02
	4	151	-1.49	-0.14	-0.06	0.00	2.18	-0.47	-6.29	0.10
	5	121	-1.92	-0.13	0.12	0.00	2.61	-1.00	-8.50	0.08
	6	32	-1.20	-0.19	0.33	0.00	1.64	-0.41	-2.75	0.01
	7	55	-0.52	-0.07	0.16	0.00	0.60	-0.19	-0.83	-0.02
	8	110	-0.45	-0.02	0.28	0.83	0.91	-0.06	0.00	0.01
	9	55	-0.44	0.00	-0.01	1.07	0.78	-0.05	-0.40	0.03
	10	121	-1.27	0.01	-0.26	0.64	1.14	-0.01	0.00	-0.02
2001-2011	1	11	-0.82	0.00	0.10	-0.47	0.77	0.11	0.17	0.24
	2	163	-1.89	-0.06	-0.72	0.00	0.92	0.00	0.31	0.21
	3	31	-0.71	-0.13	0.15	0.53	1.03	-0.03	0.00	0.02
	4	154	-0.96	-0.24	-0.05	0.00	1.20	-0.12	-1.00	0.03
	5	116	-1.23	-0.54	-0.12	0.00	1.70	-0.47	-3.80	0.05
	6	33	-0.60	-0.21	-0.22	0.43	0.86	-0.11	-1.00	0.02
	7	54	-0.52	-0.19	0.08	0.00	0.69	-0.11	-0.43	0.01
	8	108	-0.24	-0.04	0.08	0.14	0.09	-0.01	0.00	0.00
	9	54	-0.36	0.00	-0.07	0.18	0.40	-0.01	0.22	0.02
	10	116	-0.87	0.00	0.07	0.54	0.82	-0.02	0.00	0.00

Trender for perioden fra 1986 til 2011 for de 10 ulike regionene er framstilt i Figur 18 - Figur 24. Hvert punkt på disse kurvene representerer gjennomsnittsverdier for et antall innsjøer (se Tabell 7).

### 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 nedgang i sulfat fra år-til-år, samtidig med en klar bedring i vannkvalitet mht 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 µekv L<sup>-1</sup>, og i perioden 2009-2011 har konsentrasjonen vært 20-21 µekv L<sup>-1</sup>. pH viser økende trend fra pH < 5,3 før 1993 til > 5,5 etter 2002. Lave pH-verdier i denne innsjøen sammenfaller med høye konsentrasjoner av TOC. I denne innsjøen er TOC vanligvis i konsentrasjonsintervallet 4-6 mg C L<sup>-1</sup>, men enkelte år har vesentlig høyere konsentrasjoner som f. eks 13,5 mg C L<sup>-1</sup> i 2006, 10 mg C L<sup>-1</sup> i 2009 og 8,8 mg C L<sup>-1</sup> i 2011. ANC, som er et mål på vannets syrenøytraliserende effekt, har relativt høye verdier i denne lokaliteten. Fram til 1992 var ANC < 20 µekv L<sup>-1</sup>. Fra 2002 til 2011 (med unntak av 2008) har verdien vært > 50 µekv L<sup>-1</sup>. Labilt Al (den formen som er giftig for fisk) var i perioden frem til 1990 opp til 37 µg L<sup>-1</sup>, men har siden 1991 (med

unntak av 2005) vært  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$ . Nitrat viser nedgang i perioden og har i dag konsentrasjoner ned mot  $1 \mu\text{g N L}^{-1}$  som er deteksjonsgrensen for analysemetoden vi bruker. Nitrat kan som nevnt tidligere, variere en del fra år-til-år. Organisk karbon (TOC) viser en signifikant økning i denne lokaliteten, både i perioden 1990-2000 og i perioden 2001-2011.

### Østlandet – Sør (region II)

Region Østlandet – Sør er skogdekket, og har det høyeste nivået av TOC av alle regionene. Flere av sjøene har TOC fra 15 til  $20 \text{ mg C L}^{-1}$ . I denne regionen finner vi også det høyeste sulfatnivået. Dette skyldes en kombinasjon av høy belastning, relativt lite nedbør og dermed lengre oppholdstider i innsjøene 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 81 % fra 1986 til 2011 i de 15 sjøene som representerer denne regionen. Sulfatkonsentrasjonene i 2011 ( $25 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) 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 2011, 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 ikke signifikant nedgang i nitrat siden 2001, mens TOC har vist en jevn økning gjennom hele 1990-tallet; fra  $< 9 \text{ mg C L}^{-1}$  fram til 1997, til foreløpig høyeste registrerte gjennomsnittsverdi på  $12 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2011.

### 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 ( $< 1 \text{ mg C L}^{-1}$ ) og generelt lavt innhold av basekationer ( $\text{Ca} < 0,6 \text{ mg L}^{-1}$ ). Forurensningsbelastningen er relativt lav, og sulfatnivået i innsjøene er i dag på nivå med det vi finner i de minst belastede regionene i Norge. Likevel finner vi også her en markert nedgang i sulfat på 76 % fra 1986 til 2011. I årene 2000-2006 var gjennomsnittsnivået for sulfat tilnærmet uforandret ( $15-17 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ), mens årene 2008-2011 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 verdien i 2010 var 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 og gjennomsnittskonsentrasjonen i 2011 på  $1,14 \text{ mg C L}^{-1}$  er den høyeste som er registrert så langt.

### 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 75 % fra 1986 til 2011. Nedgangen i sulfat flatet noe ut i perioden 2000-2006, men har de tre siste årene (2007-2011) ligget på et konsentrasjonsnivå fra 19 til  $22 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . 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 2011 var 5,38, 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  $> 10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , og gjennomsnittskonsentrasjonen i 2011 på  $24 \mu\text{ekv L}^{-1}$  er det høyeste verdien som er registrert så langt. Tilsvarende gjelder for alkalitet som fram til 1993 var  $< 0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Siden 2002 har alkalitet med ett unntak vært  $> 5 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , og den høyeste verdien finner vi i 2011. 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, og også for labilt Al finner vi den lavest registrerte gjennomsnittskonsentrasjonen i 2011 på  $28 \mu\text{g L}^{-1}$ . 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. Gjennomsnittsverdien i 2011 på  $4,57 \text{ mg C L}^{-1}$  er den høyeste som er registrert så langt.

### **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 2011 har forurensningssituasjonen i denne regionen bedret seg slik at det nå er region II Østlandet – Sør som er den mest forsurede regionen (basert på innsjøene som inngår i dette overvåkingsprogrammet). De 11 innsjøene som representerer region V, har lav gjennomsnittlig verdi for pH (5,13) 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, 76 % fra 1986 til 2011, 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  $> 0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , 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 ( $28 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er registrert i 2011. 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 1995-2011 (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  $\text{Ca } 0,4\text{-}0,5 \text{ mg L}^{-1}$ ) 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 76 % fra 1986 til 2011. Gjennomsnittsverdien for sulfat i 2007-2011 har vært  $10\text{-}12 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . 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 (spesielt kalsium). I 2011 var gjennomsnitt ANC  $17 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Siden 1996 har pH vært  $> 5,4$ . 2008 hadde den høyeste registrerte gjennomsnittsverdien så langt (pH 5,88). I 2009 til 2011 har gjennomsnittlig pH vært 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 2011) av samme grunn som i regionen Sørlandet-Vest (høy N-deposisjon og lite kapasitet for retensjon av nitrogen i jorda). Det er en svak, men signifikant nedgang i nitrat, og TOC viser en svak, men signifikant økning.

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

Region Vestlandet-Nord har mange likhetstrekk med Vestlandet-Sør, men forurensningsbelastningen er lavere og nedbørsmengdene 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 (69 %), og gjennomsnittskonsentrasjonen av ikke-marin sulfat i de 5 sjøene som representerer denne regionen, var  $6 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2011. Dette har resultert i endringer i forurensningskjemien. ANC har økt fra  $< -10 \mu\text{ekv L}^{-1}$  før 1991 til  $> 4 \mu\text{ekv L}^{-1}$  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  $> 25 \mu\text{g L}^{-1}$  på 80-tallet til  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Gjennomsnittskonsentrasjonen av nitrat var  $> 70 \mu\text{g N L}^{-1}$  i alle årene før 2007, men siden 2007 har verdiene vært  $< 60 \mu\text{g N L}^{-1}$ . TOC ikke viser ingen 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 8-10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Region VI, VII, VIII og IX har

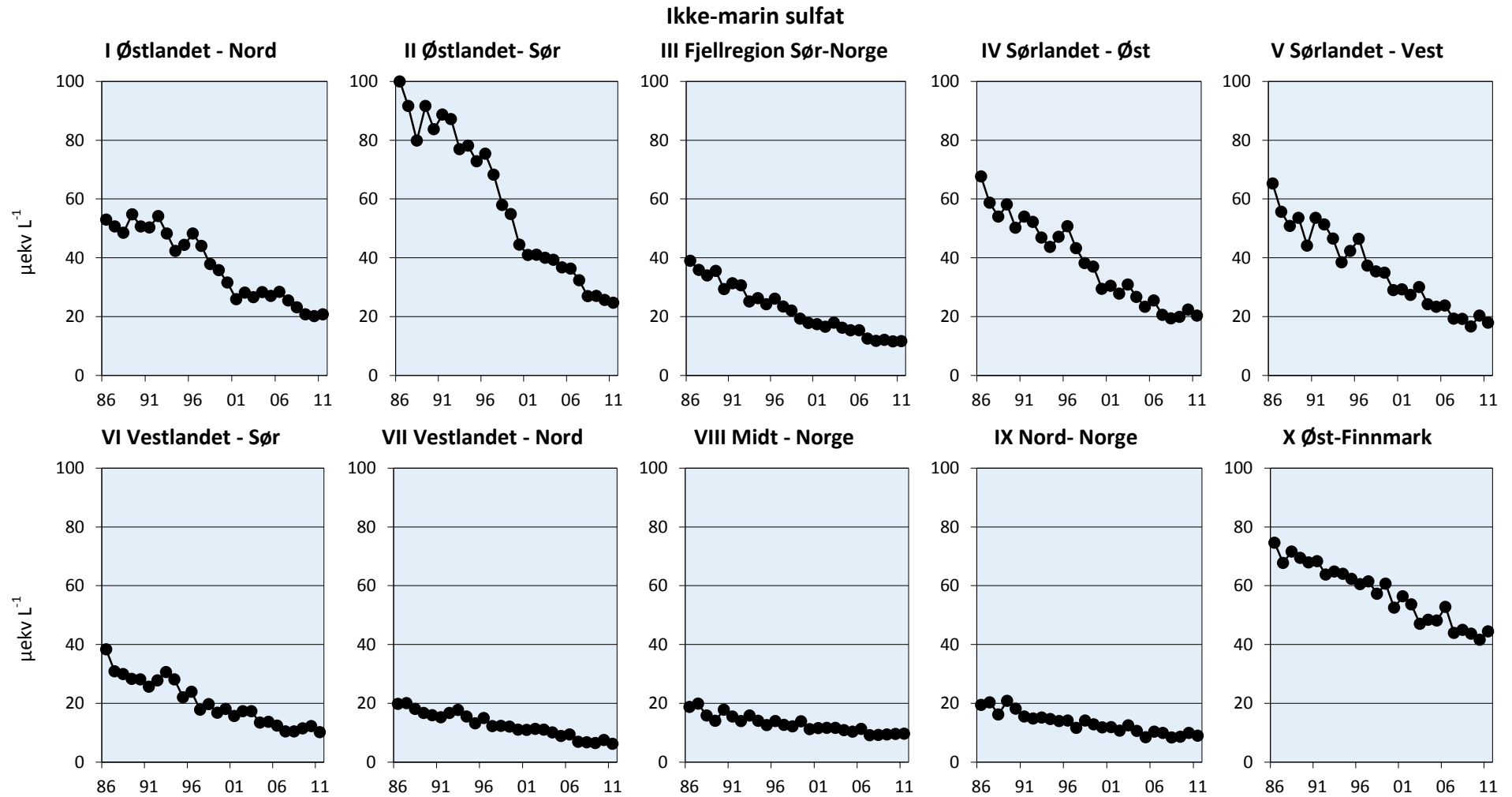
nå omtrent samme konsentrasjonsnivå av sulfat. Nivået begynner å nærme seg antatt naturlig bakgrunnsnivå for ikke-marin sulfat. De 15 innsjøene, som representerer disse to regionene, må likevel karakteriseres som svakt sure. Selv i disse regionene med svært lav forurensningsbelastning, ser vi en nedgang i sulfat (hhv. 51 % og 59 % fra 1986 - 2011), økning i alkalitet, ANC og pH og nedgang i labilt Al. Gjennomsnittsverdien av ANC har vært i intervallet 25-40  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  siden ca 2001. Begge regionene har vist en svak økning i pH fra starten av overvåkingen, og gjennomsnittsverdien for pH er i 2011 hhv. 6,02 og 6,16 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 var i 2011 hhv. 17 og 10  $\mu\text{g N L}^{-1}$  i region VIII og IX. TOC viste signifikant økning i begge regionene i perioden 1990-2000, men ikke i perioden 2001-2011. Det er likevel interessant å merke seg at de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene for disse to regionene ble registrert i 2010 for region VIII (2,37  $\text{mg C L}^{-1}$ ) og i 2011 for region IX (1,6  $\text{mg C L}^{-1}$ ).

### **Øst-Finnmark (region X)**

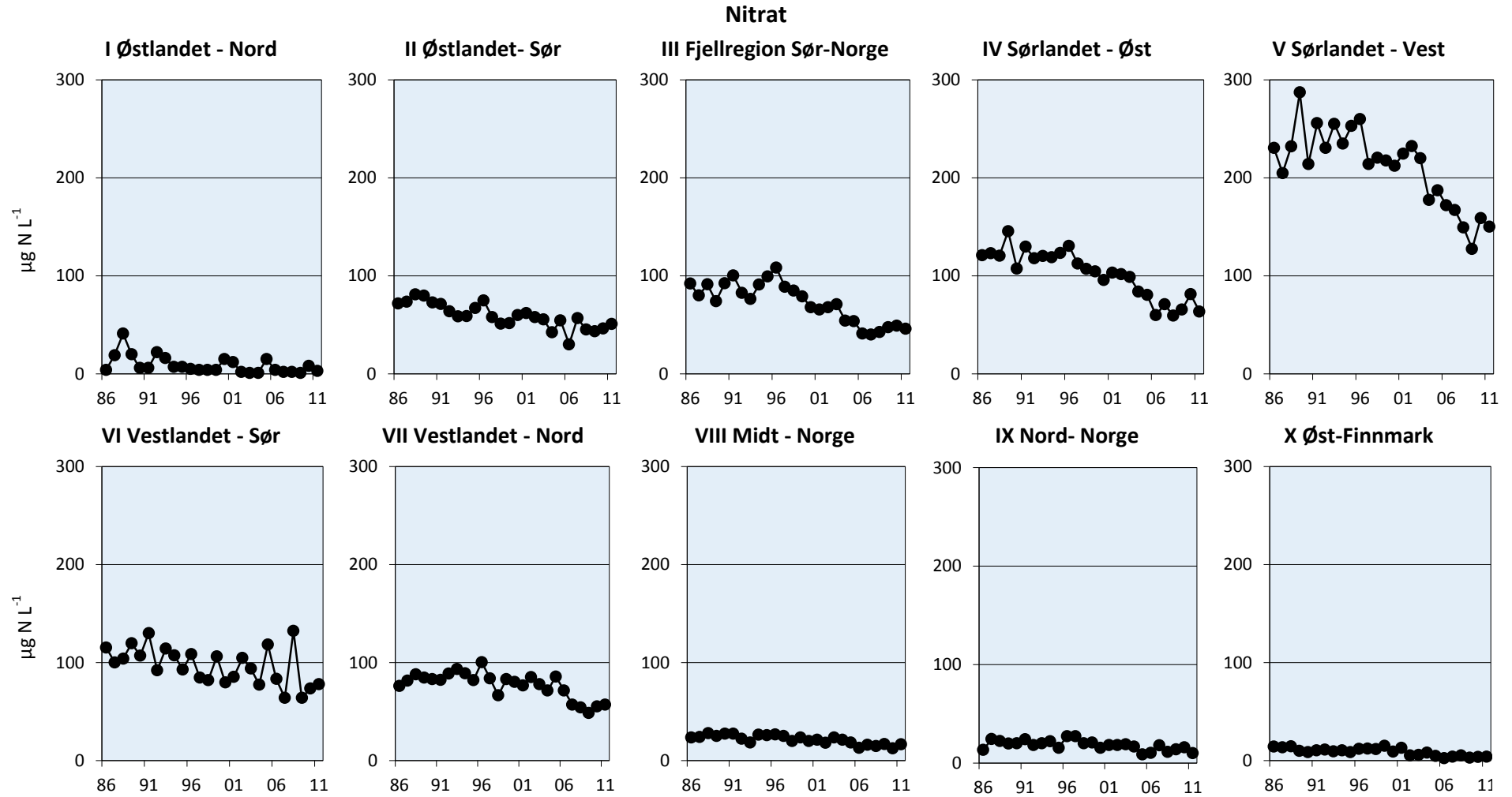
Region Øst-Finnmark dekker områdene inn mot Kolahalvøya, og er påvirket av svovel, kobber- og nikkelutslipp fra smelteverksindustrien. Forurensningsbelastningen av svovel er relativt stor, mens N-deposisjonen er lav. Utslippene av  $\text{SO}_2$  fra Ni-verket er redusert med 75 % fra 400.000 tonn i 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 forsuring. 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 forsuringutviklingen 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 6,47, som er den høyeste verdien som er registrert så langt innen overvåkingen (pH 6,41 i 2011). Samtidig ser vi en økende trend i alkalitet og ANC. Sulfat har vist nedgang på 44 % fra 1986 til 2011, og gjennomsnittskonsentrasjonen for 2007-2011 har vært mellom 42 - 45  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  med den laveste gjennomsnittskonsentrasjonen i 2010. Konsentrasjonen av labilt Al har i hele overvåkingsperioden vært  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$ .

I Øst-Finnmark er det også overvåking av seks små innsjøer på Jarfjordfjellet. I disse innsjøene måles det på metaller. Overvåkingen viser at Ni-konsentrasjonene i disse sjøene har økt fra gjennomsnittlig 8-11  $\mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1990 - 2003, til 12-16  $\mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 2004-2011. Cu-konsentrasjonen har tilsvarende økt fra gjennomsnittlig 1,5 - 2,5  $\mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1990 - 2003, til 3,0 - 3,5  $\mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 2005-2011. Dette er mest sannsynlig en respons på den økte deposisjonen av Ni i området.

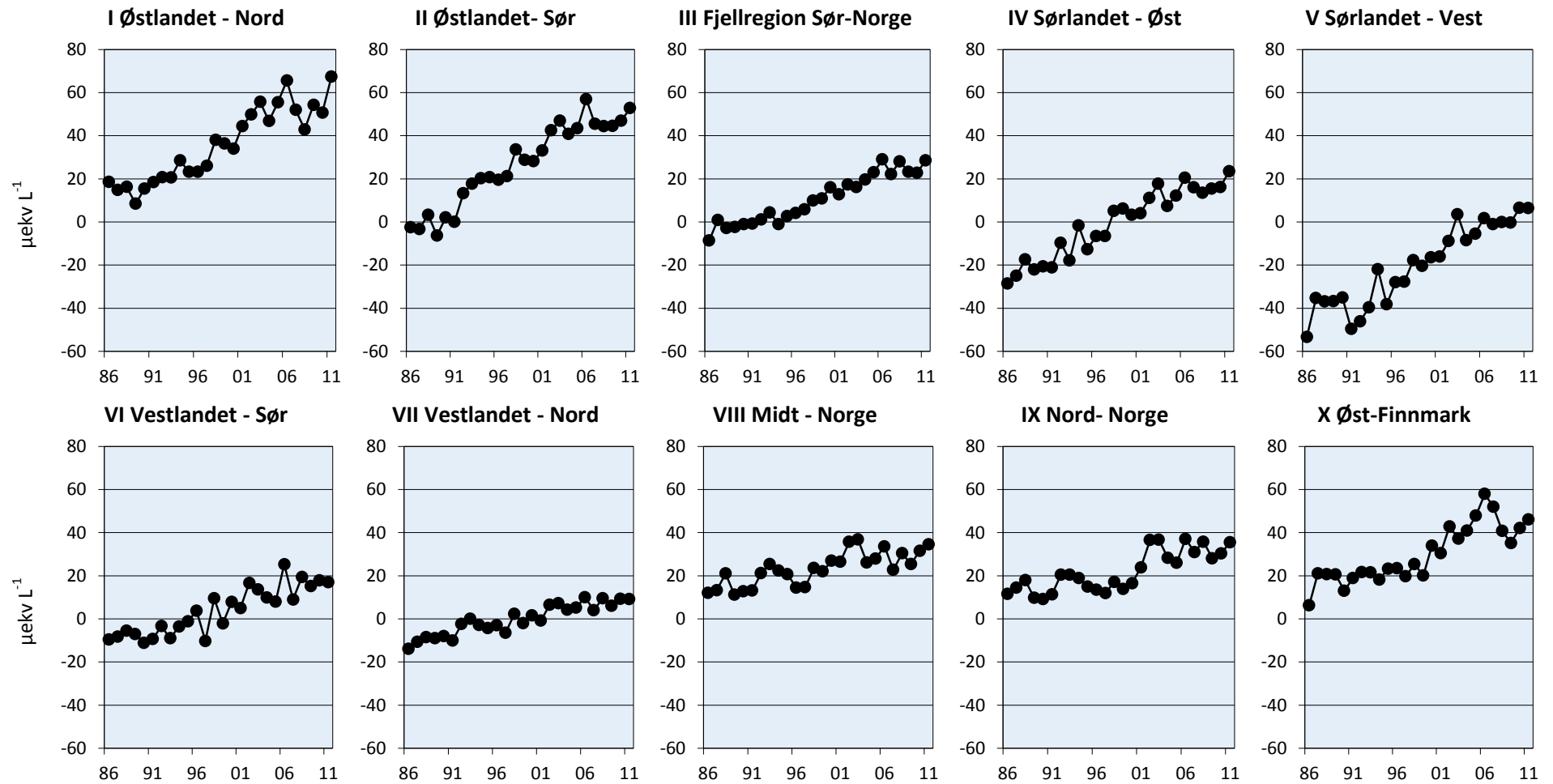


Figur 18. Trender for perioden 1986-2011 for ikke-marin sulfat for innsjøer i de 10 regionene.



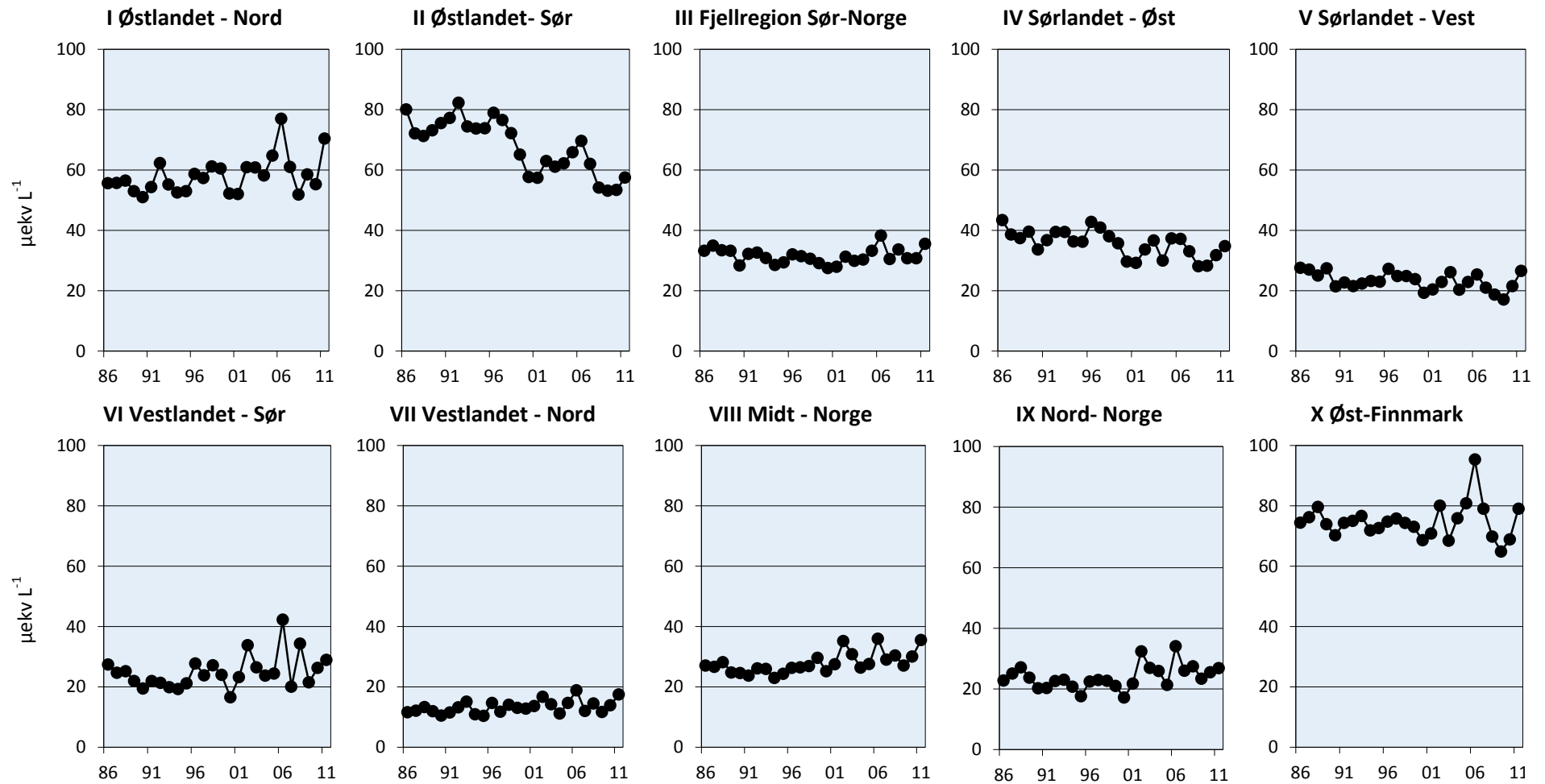
Figur 19. Trender for perioden 1986-2011 for nitrat for innsjøer i de 10 regionene.

ANC - Syrenøytraliserende kapasitet



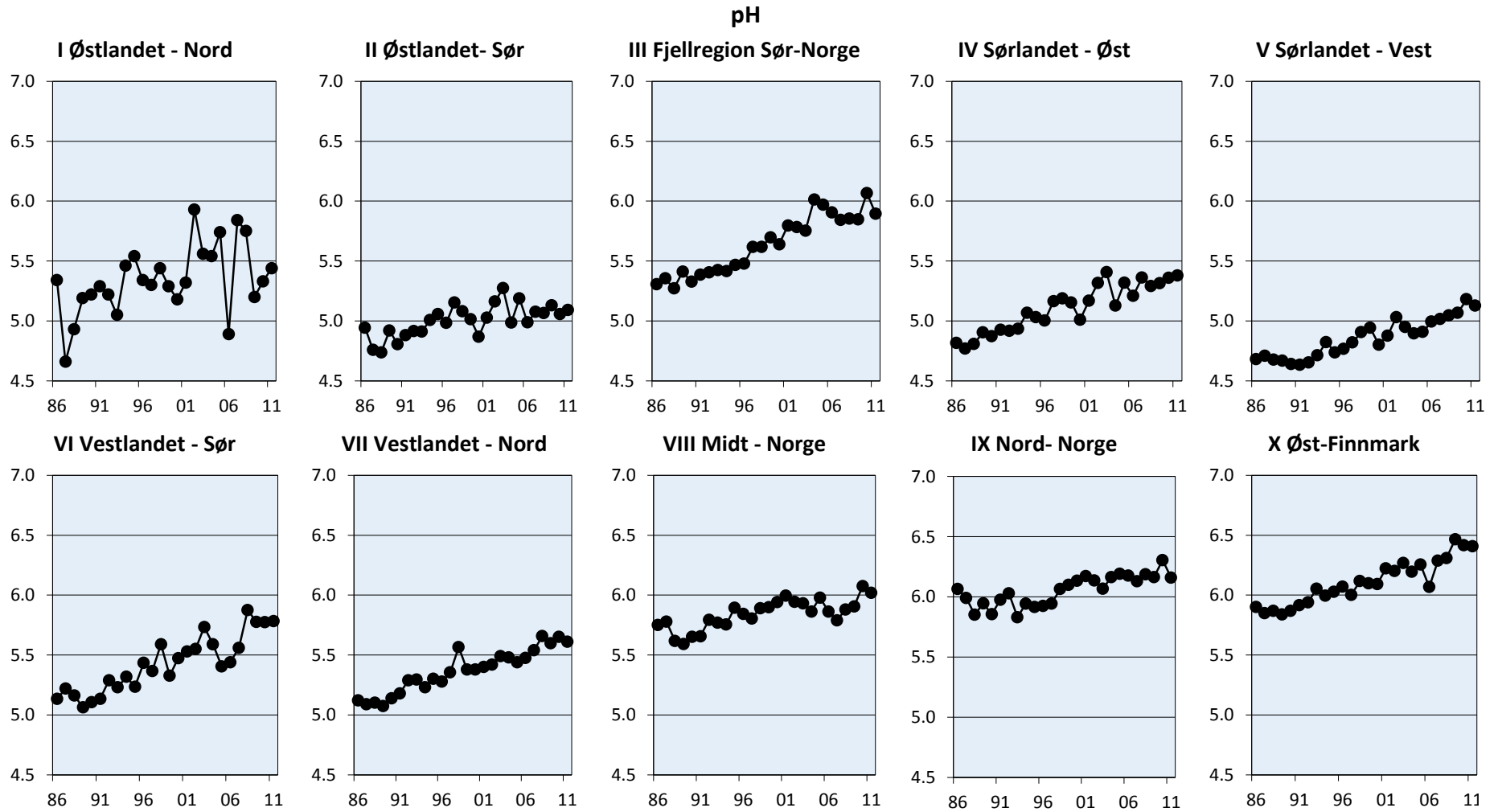
Figur 20. Trender for perioden 1986-2011 for ANC (syrenøytraliserende kapasitet) for innsjøer i de 10 regionene.

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



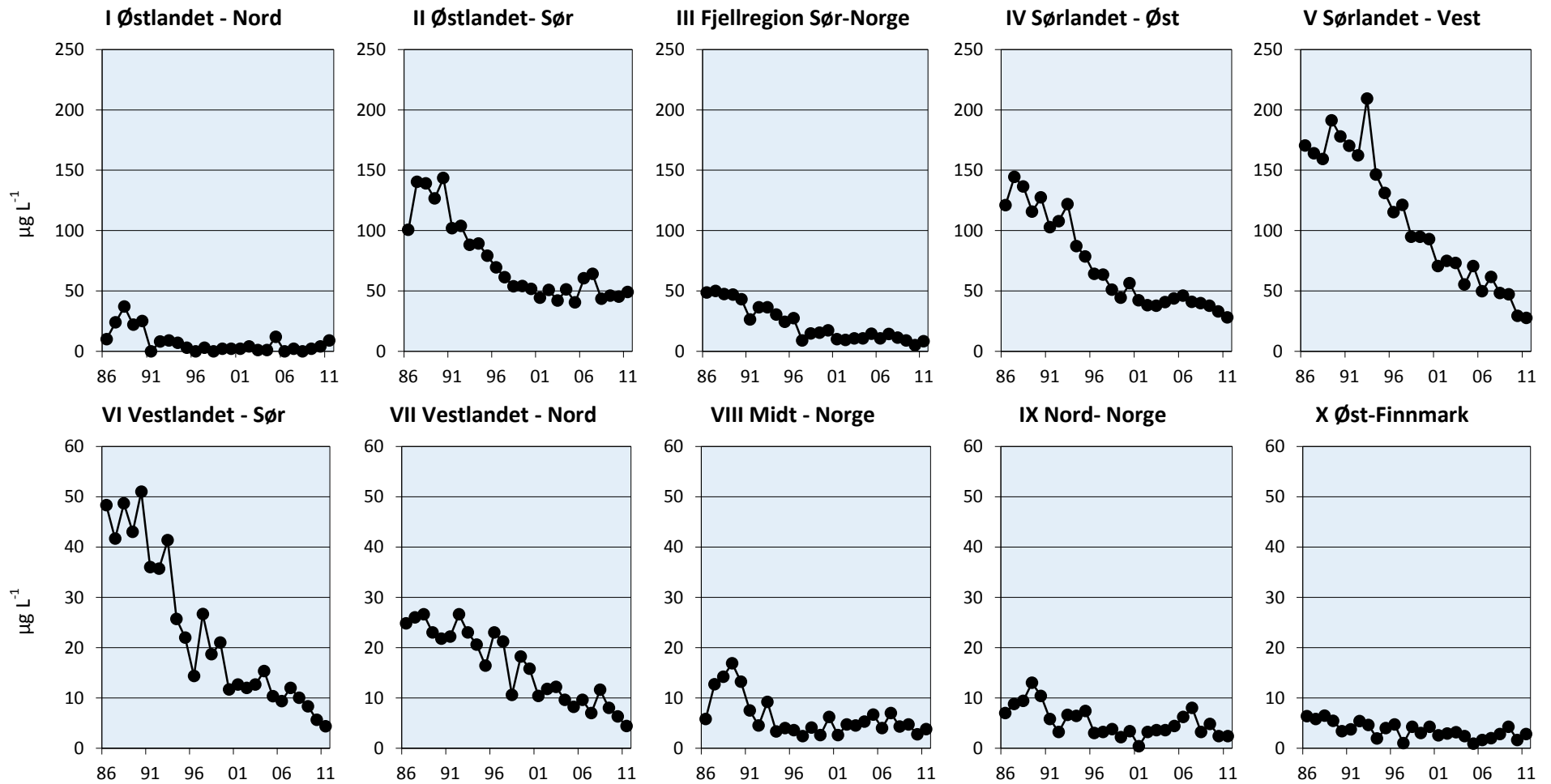
Figur 21. Trender for perioden 1986-2011 for ikke-marin Ca+Mg for innsjøer i de 10 regionene.





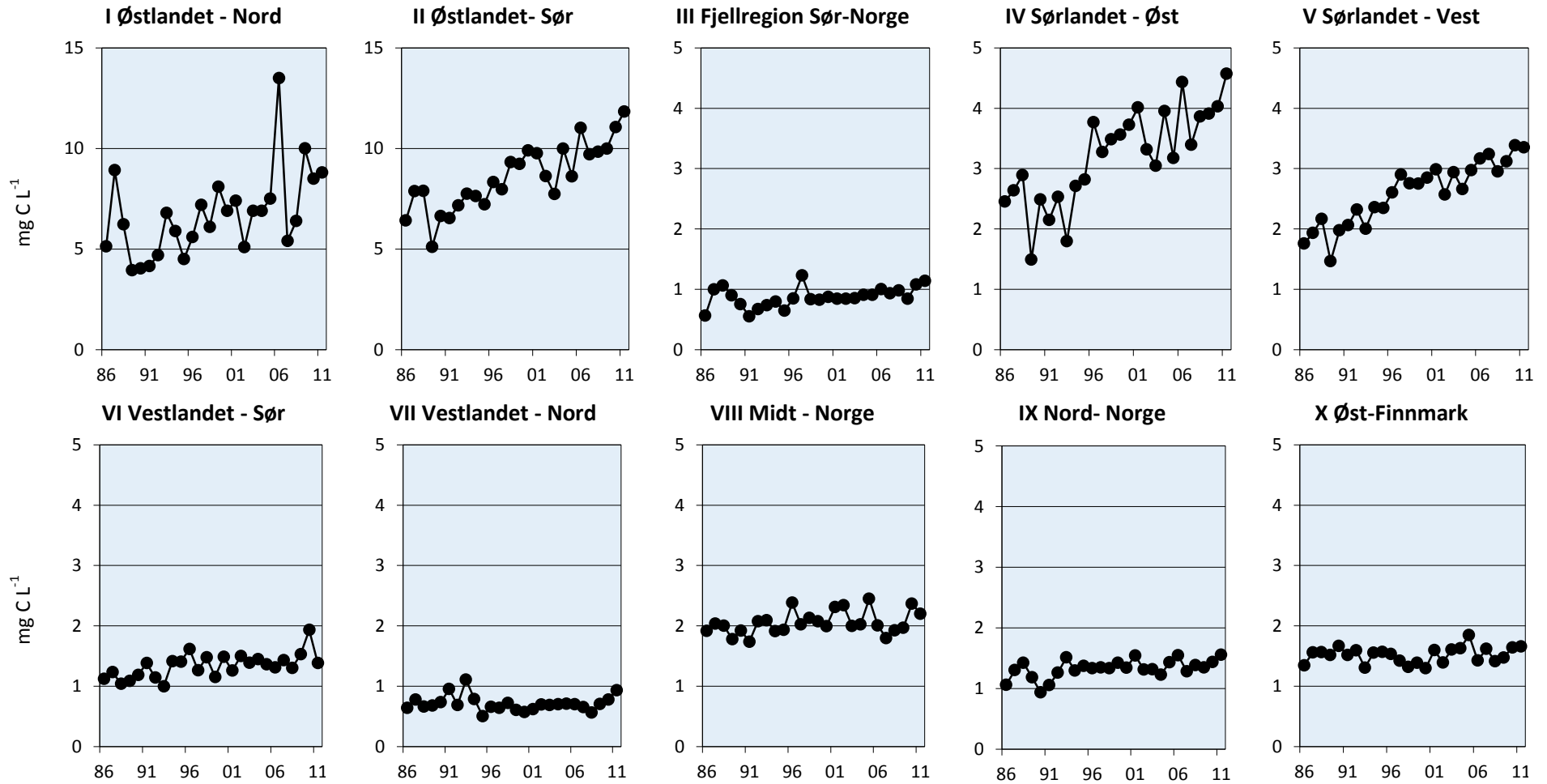
Figur 22. Trender for perioden 1986-2011 for pH for innsjøer i de 10 regionene.

Labilt aluminium (uorganisk bundet aluminium)



Figur 23. Trender i LAI (labilt uorganisk (bundet) aluminium) for perioden 1986-2011 for innsjøer i de 10 regionene. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

**TOC – Total organisk karbon**



Figur 24. Trender i TOC (total organisk karbon) for perioden 1986-2011 for innsjøer i de 10 regionene. NB! Ulik inndeling på y-aksene.

### 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. Årsmiddelkonsentrasjonene av ikke-marin sulfat og basekationer var høyere i 2011 enn i de tre foregående år. Årsmiddelverdien for pH var tilnærmet identisk i 2010 og 2011, men trenden er likevel økende sett over flere år. Beregnet ANC har økt betydelig siden 1991, men har de siste syv årene ligget rundt 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Årsmiddelverdien for alkalitet i 2011 er imidlertid den høyeste som er registrert i de 25 årene overvåkingen har pågått. Nikkel og kobber i innsjøene på Jarfjordfjellet har vist høyere konsentrasjoner i årene 2004 til 2011 enn i årene før 2004. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber for 2011 er den høyeste som har blitt registrert siden overvåkingen startet.*

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*. I seks små vann på Jarfjordfjellet, helt mot grensen til Russland (*Figur 25*), overvåkes forsuringstilstand (siden 1987) og kobber- og nikkelkonsentrasjoner (siden 1990 med unntak av 1996 og 1997). Fra 2000 bestemmes også bly, sink, kadmium, krom, kobolt og arsen.

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 nok bufferkapasitet til at fisk 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  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Innsjøene er noe påvirket av sjøsalter med klorid-konsentrasjoner i området 3-5 mg L<sup>-1</sup>. Konsentrasjonen av organisk karbon (TOC) er lav (0,7-1,5 mg L<sup>-1</sup>). De fleste av innsjøene er forsuret, med pH i underkant av 6,0 og ANC < 20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

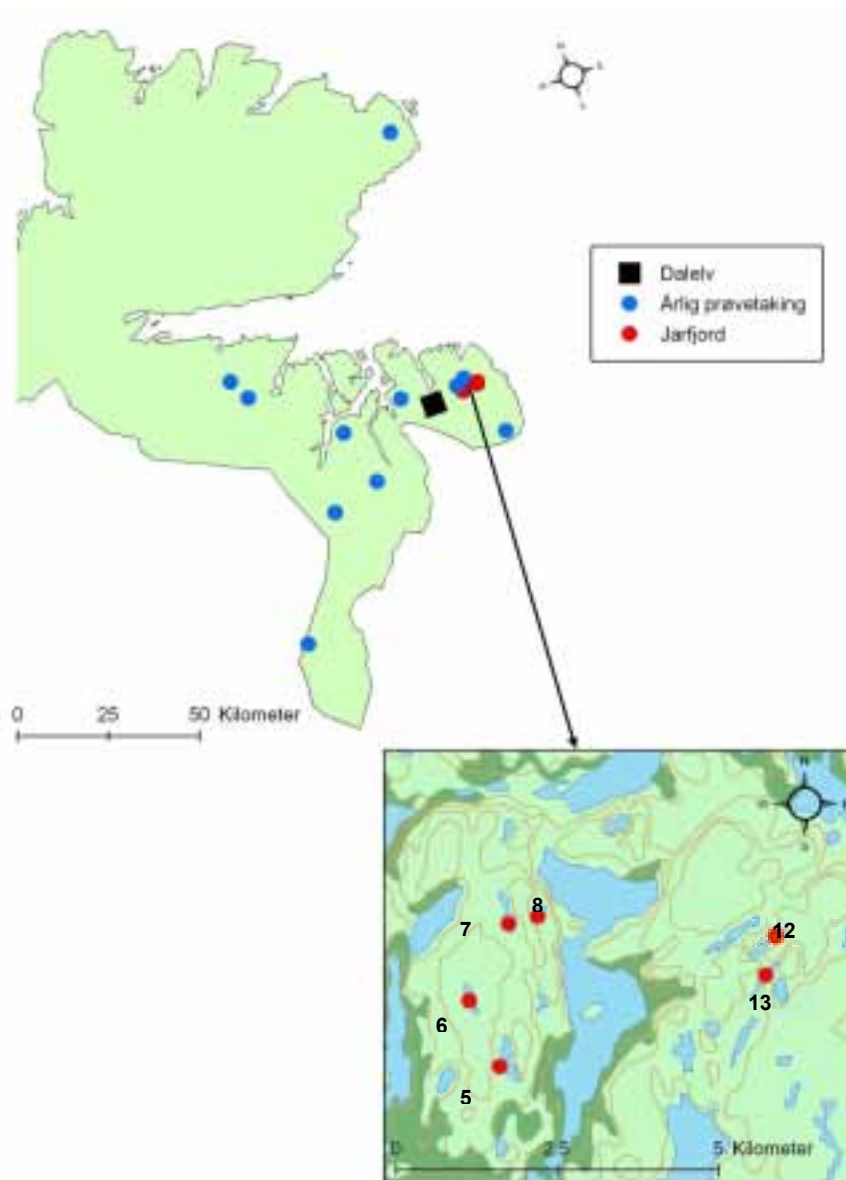
#### 3.4.1 Forsuring

Innsjøene på Jarfjordfjellet har vist en stabil og positiv vannkjemisk utvikling siden overvåkingen startet i 1987 (*Figur 26*). Gjennomsnittlig konsentrasjon av ikke-marin sulfat i de seks sjøene har falt fra 113  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  i 1988 til 56  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2010, den laveste verdien som hittil er registrert. Årsmiddelverdien på 64  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for 2011 er høyere enn for de tre foregående årene.

Mellom 1989 og 2011 har gjennomsnittlig pH i de seks sjøene vist en jevn økning fra 4,9 til 5,7. Alkalitet viste positive verdier første gang i 1992, mens ANC viste positive verdier første gang i 2000. Gjennomsnittlig ANC økte betydelig fram til år 2000, men de siste syv årene har årsmidlene variert mellom 7 og 16  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  uten noen klar trend. Årsmiddelverdien for alkalitet i 2011 var 9  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  og er den høyeste som er registrert i de 25 årene overvåkingen har pågått. Labilt aluminium har stabilisert seg på et lavt nivå siden 2005.

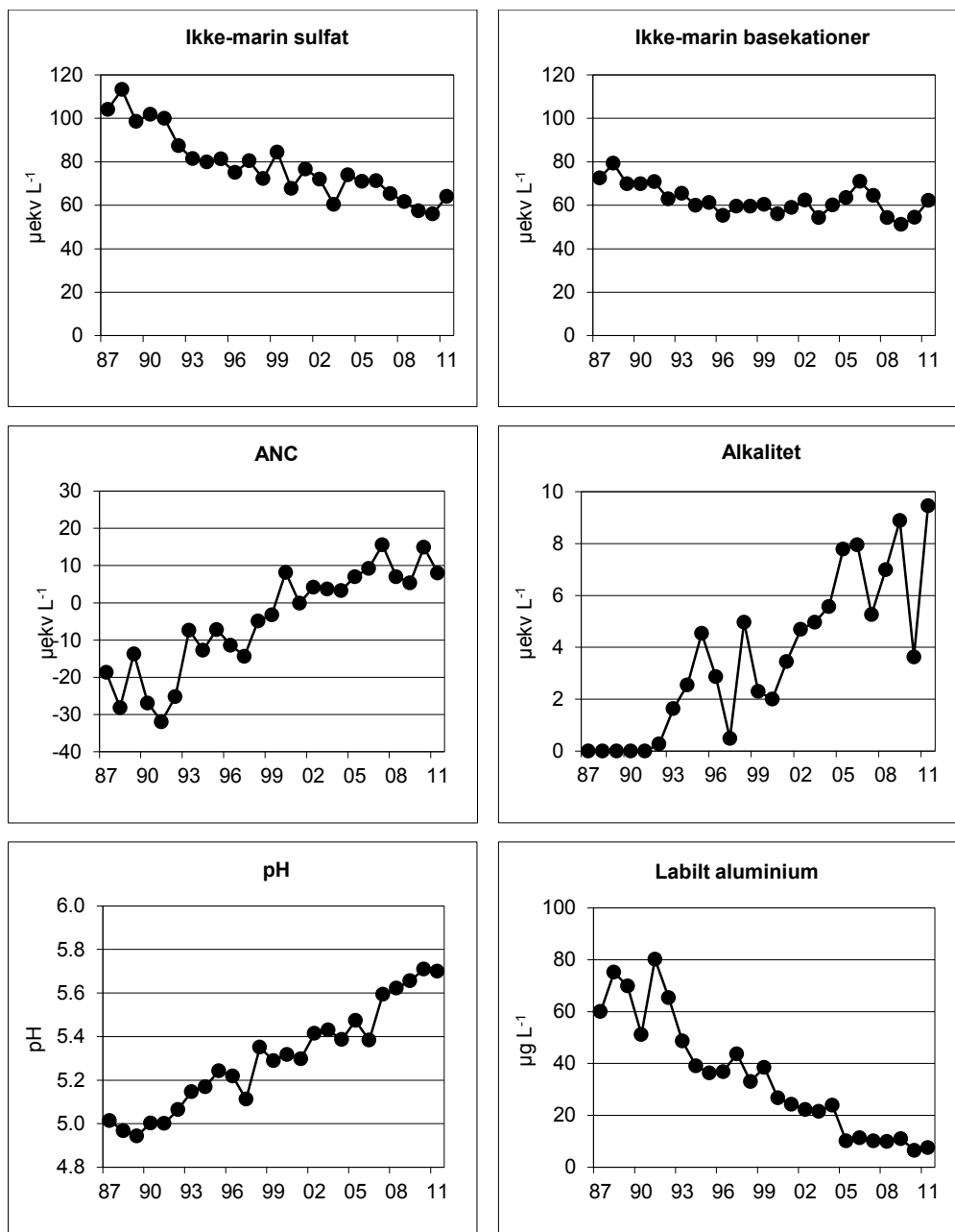
Basekationer (sum ikke-marin Ca+Mg) viser nedgang fra 80 til 60  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  fra 1987 til 1994, og har siden fluktuert rundt 60  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Etter fire påfølgende år med nedgang har konsentrasjonen av ikke-marine basekationer vist en økning igjen i de siste to årene. Slike år 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  $\mu\text{g L}^{-1}$  og 6  $\mu\text{g L}^{-1}$  i 2011.



Figur 25. 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 Karpbukta med målinger fra 1999 (som en oppfølger til stasjonen i Karpdalen 1991-1997). Ved Karpbukta måles imidlertid bare våtdeposisjonen av svovel, og den har vært tilnærmet konstant siden målingene startet i 1999.



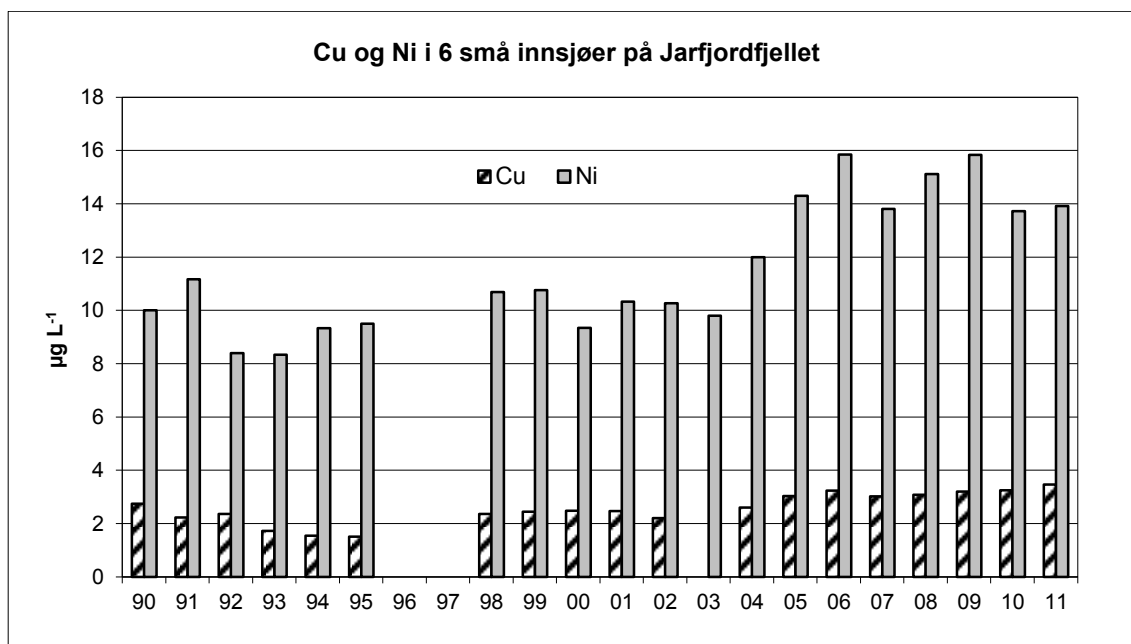
Figur 26. Forsuringsparametre for seks små vann på Jarfjordfjellet i 1987-2011. Middelerdier for ikke-marine basekationer (BC\*), ikke-marin sulfat (SO<sub>4</sub>\*), ANC, alkalitet, pH og labilt aluminium.

### 3.4.2 Tungmetaller

Detaljerte undersøkelser av metaller i innsjøer i Øst-Finnmark (Traaen og Rognerud 1996) viste at den geografiske utbredelsen av forhøyede nikkel- og kobberkonsentrasjoner i store trekk fulgte det samme mønsteret som sulfat, men at konsentrasjonene av nikkel og kobber avtok raskere fra utslippskilden. Konsentrasjonene var på antatt bakgrunnsnivå ca 50 km fra utlippene. De høyeste konsentrasjonene ble funnet mellom Kirkenes og Grense-Jakobselv, der det i enkelte vann ble registrert konsentrasjoner av nikkel 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 nikkel og kobber viste ingen endringer fra 1990 fram til 2003 (Figur 27, 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 nikkel og kobber i nedbørfeltene fortsatte. Utvaskingen av tungmetaller fra nedbørfeltene var betydelig lavere enn de luftbårne tilførslene (for nikkel ca 50 % og for kobber ca 10 % av tilførslene). Smelteverket i Nikel har de siste årene brukt lokal malm med et lavere svovelinnhold enn malmen fra Norilsk som ble brukt tidligere. Dette har ikke redusert metallutslippene. Ved målestasjonen på Svanvik har det blitt registrert høyere våtavsetning av kobber og nikkel etter 2004 enn før (Berglen *et al.* 2011). Samme mønster er tydelig for konsentrasjonene av kobber og nikkel i innsjøene på Jarfjordfjellet (*Figur 27, Tabell 8*). Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber er den høyeste som er målt siden overvåkingen startet. 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 27. Årlige middeler verdier for kobber og nikkel i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet fra 1990 til 2011.

I 1998 ble analyseprogrammet utvidet til å omfatte flere sporelementer enn kobber og nikkel (*Tabell 8*, her er det vist verdier fra 2000 og fram til i dag). Av disse er det spesielt kobolt som har markert høyere konsentrasjoner enn det som er vanlig i norsk overflatevann (Skjelkvåle m.fl. 1996), men ingen viser klare tidstrender. Det er små eller ingen endringer i metallkonsentrasjonene fra 2011 sammenlignet med foregående år (med unntak av for kadmium der en høy enkeltmåling gav betydelig høyere middeler verdi).

Tabell 8. Sporelementer i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet, september 2011, og middelerverdier av de samme elementene for perioden 2000-2011. Middelerverdiene 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	11,8	3,08	0,041	1,50	0,020	<0,1	0,525	0,21
JAR-06	16,2	4,93	0,096	2,76	0,055	<0,1	0,904	0,20
JAR-07	9,48	2,73	0,100	3,07	0,053	0,3	0,383	0,10
JAR-08	13,3	3,07	0,071	5,43	0,120	0,2	0,240	0,10
JAR-12	18,9	4,07	0,074	2,00	0,023	0,1	1,090	0,21
JAR-13	13,8	2,90	0,033	1,50	0,020	0,2	0,420	0,20
<b>Middelerverdi 2011</b>	<b>13,9</b>	<b>3,5</b>	<b>0,07</b>	<b>2,7</b>	<b>0,049</b>	<b>0,2</b>	<b>0,59</b>	<b>0,17</b>
Middelerverdi for Norge 1995 n=998	0,05	0,3	0,17	1,5	<0,02	<0,1	0,05	<0,1
Middelerverdi 2010	13,7	3,3	0,09	3,4	0,024	0,2	0,52	0,16
Middelerverdi 2009	15,8	3,2	0,06	1,9	0,024	0,17	0,61	0,22
Middelerverdi 2008	15,1	3,1	0,03	2,2	0,041	0,20	0,62	0,21
Middelerverdi 2007	13,8	3,0	0,08	2,0	0,041	0,11	0,59	0,12
Middelerverdi 2006	15,9	3,2	0,08	2,2	0,062	0,22	0,69	0,20
Middelerverdi 2005	14,3	3,0	0,14	2,2	0,038	0,12	0,65	0,32
Middelerverdi 2004	12,0	2,6	0,07	2,5	0,025	0,10	0,68	
Middelerverdi 2003	9,8				0,024	<0,1	0,59	0,17
Middelerverdi 2002	10,3	2,2	0,07	2,2	0,022	<0,1	0,63	0,13
Middelerverdi 2001	10,3	2,5	0,12	2,8	0,023	0,10	0,63	0,21
Middelerverdi 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 Gjerstadelva og Årdalselva. Begge elvene viser det samme mønsteret som i andre deler av den vannkjemiske overvåkingen. Sulfat avtar, men trenden kan være i ferd med å flate ut siden konsentrasjonen har vært omtrent på samme nivå i de siste fem årene. Nitratkonsentrasjonen i Gjerstadelva er omtrent halvert siden 1980. Den er nå bare marginalt høyere enn i Årdalselva hvor nitrat ikke viser noen tydelig tidstrend. Det har vært kalket i nedbørfeltene, og dette kan potensielt ha påvirket vannkjemien, særlig konsentrasjonen av basekationer, ved prøvetakingsstasjonene. I Gjerstadelva er det ikke registrert 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 elvene er lite påvirket av kalking. Den kraftige nedgangen i sulfat sammen med små endringer i nivået av basekationer har i begge elvene medført en økning i ANC, men denne er i ferd med å stagnere. pH i elvene er høyere i dag enn ved starten av overvåkingen, men endringen skjedde først og fremst på 90-tallet. Labilt (uorganisk bundet) aluminium viste mye høyere konsentrasjoner i starten av overvåkingen enn det vi observerer i dag. Nivået har vært nokså stabilt siden midten av 90-tallet, men i Gjerstadelva forekommer fortsatt episoder som kan være problematiske for laks. 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 kan påvirke vannkjemien i hovedelva. Vi har satt starttidspunkt for kalking til 1984-86 for Gjerstadelva og 1995-97 for Årdalselva. Kalkingsaktiviteten i vassdragene ble startet i disse tidsrommene, men siden



har kalkingsintensiteten variert. Middelerverdier for utvalgte nøkkelparametre i 2011 i de to elvene er gitt i *Tabell 9*.

*Tabell 9. Middelerverdier for utvalgte parametre i 2011. 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	39	6,17	106	77	6,3	13
VI Rogaland	Årdalselva	13	6,25	52	40	1,4	3

Alle enkeltmålinger for et utvalg av parametre er vist i *Figur 28 til Figur 35*. Årsmiddelerverdier er vist i *Figur 36*.

### Sulfat

Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat i elvene er høyere i Gjerstadelva i øst (39 µekv L<sup>-1</sup> i 2011) enn i Årdalselva i vest (13 µekv L<sup>-1</sup> i 2011). Dette skyldes både den sterke øst/vest-gradienten i nedbørmengde 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 2011 for Gjerstadelva og Årdalselva vært hhv 69 % og 61 % (*Tabell 10*). For hele overvåkingstidsrommet sett under ett, har nedgangen vært tilnærmet lineær i begge elvene. Stigningstallene har imidlertid variert betydelig mellom kortere perioder. For eksempel sank sulfatkonsentrasjonen i begge elvene betydelig fra år 1996 til 2000, men etter 2006 er det derimot ingen tydelig trend.

*Tabell 10. Endring i ikke-marin sulfat per år i µekv L<sup>-1</sup> for perioden 1980 til 2011. Tallene er basert på lineær regresjon.*

Elv	1980 SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	2011 SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Endring per år µekv L <sup>-1</sup>	% endring 1980-2011
Gjerstad	110	34	-2,5	-69
Årdalselva	35	14	-0,7	-61

### Nitrogen

Konsentrasjonene av nitrat er relativt lav i begge elvene. Nitratkonsentrasjonen i Gjerstadelva er omtrent halvert siden 1980. Den er nå bare marginalt høyere enn i Årdalselva (*Tabell 11*) hvor det ikke er noen tydelig tidstrend for nitrat.

*Tabell 11. Årsmiddelerkonsentrasjon av ulike nitrogenforbindelser i overvåkingselvene i 2011. Totalt organisk nitrogen (TON) er beregnet som differansen mellom total nitrogen (Tot-N), nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) og ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).*

Elv	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> µg N L <sup>-1</sup>	TON µg N L <sup>-1</sup>	TOC/TON µg µg <sup>-1</sup>
Gjerstadelva	153	23	240	26
Årdalselva	138	8	100	14

Fra 2005 har det blitt analysert mhp ammonium i elvene. Middelerkonsentrasjonene er generelt lave, ≤ 25 µg L<sup>-1</sup> i 2011, og prøvetakingen i 2010 avdekket ingen episoder med høye konsentrasjoner. Ved å bestemme 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 26 i Gjerstad, og noe lavere i Årdalselva (14).

### **ANC og basekationer**

På samme måte som for sulfat, er det beregnet konsentrasjon av basekationer av ikke-marin opprinnelse som presenteres i denne rapporten (dvs. at bidraget som skyldes tilførsel av sjøsalter, trekkes fra). Det har som nevnt 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 tegn til at kalking har hatt en målbar effekt på 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, har gitt en markert økning i ANC i begge elvene. De siste 10 årene har den økende trenden stagnert og ANC har stabilisert seg rundt 75 og 45  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  i hhv. Gjerstadelva og Årdalselva. Sistnevnte ser nå ut til å ha en vannkvalitet som er god nok for overlevelse og reproduksjon av både ørret og laks. I Gjerstadelva forekommer imidlertid fortsatt episoder som kan være problematiske for laks.

### **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, uten at det er noen tydelig tidstrend. I 2011 var for første gang alle enkeltmålinger over pH 6,0 og årsmiddelverdien på 6,17 er blant de høyeste som er registrert i Gjerstadelva. I Årdalselva var pH mellom 5,5 - 6,2 fram til midten av 80-tallet. Etter 1995 har de fleste enkeltmålinger variert mellom 6 og 6,6 uten noen tydelig trend. Laveste pH målt i 2011 var 5,8 (i desember) og årsmiddelverdien på 6,25 var noe lavere enn i 2010 (pH 6,44).

Kalkingsaktiviteter har sannsynligvis 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. Overvåkingen 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 2011 viser resultatene for klorid at det var høy avsetning av sjøsalter i nedbørsfeltene i desember (Årdalselva) og i mars/april (Gjerstadelva). Høyere kloridkonsentrasjoner har ikke blitt målt i disse elvene siden 2005/2006. Negative verdier for ikke-marin natrium i forbindelse med disse episodene samt moderate utslag for pH, labilt aluminium og basekationer viser at natrium bytter ut andre ioner i jordsmonnet.

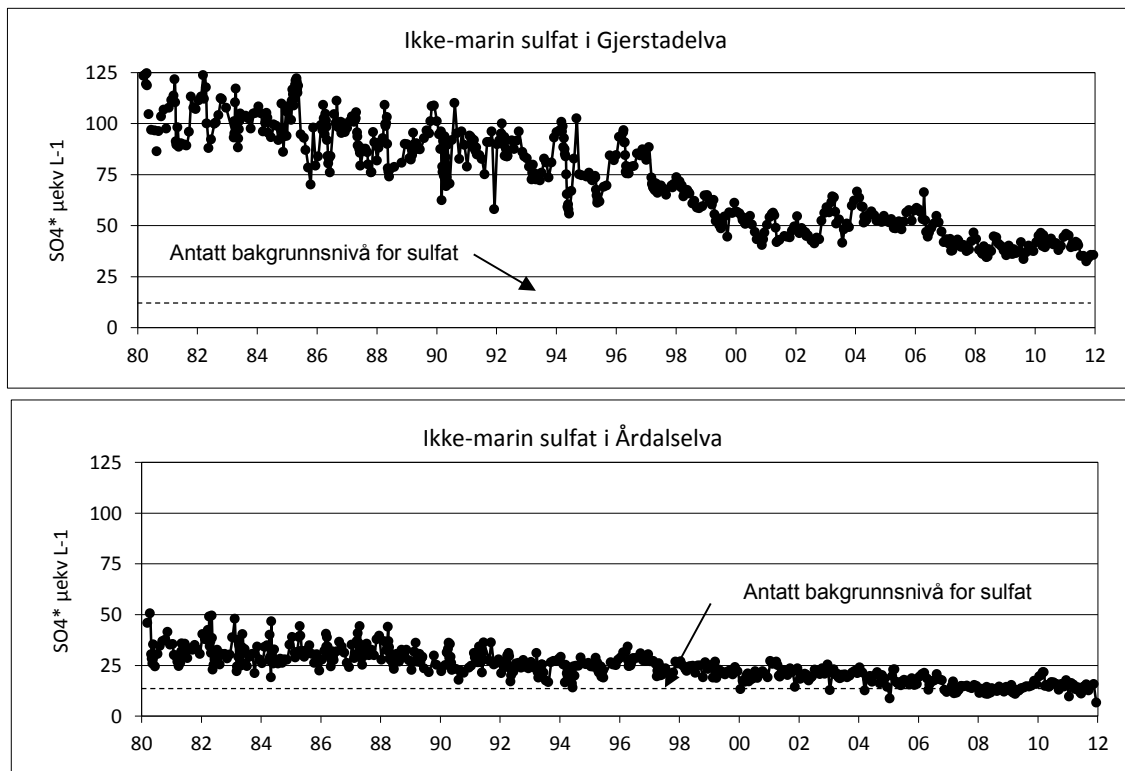
### **TOC**

Gjerstadelva og Årdalselva hadde middelkonsentrasjon av TOC på hhv 6,3  $\text{mg L}^{-1}$  og 1,4  $\text{mg L}^{-1}$  i 2011. Etter et relativt høyt TOC-nivå i Gjerstadelva på midten av 1980-tallet (årsmiddelkonsentrasjon 5,3  $\text{mg L}^{-1}$  i 1984), sank årsmiddelkonsentrasjonene gradvis fram til 1989 (3,2  $\text{mg L}^{-1}$ ). Deretter steg verdiene kraftig gjennom fram til 1998 (årsmiddel 5,5  $\text{mg L}^{-1}$ ), men har siden ikke vist noen klar trend. I 2011 ble både høyeste enkeltmåling (9,1  $\text{mg L}^{-1}$  i september) og høyeste årsmiddel hittil i overvåkingen registrert. Årdalselva har lavt nivå av TOC og liten år til år variasjon. Det er ikke observert noen tidstrend for TOC i Årdalselva.

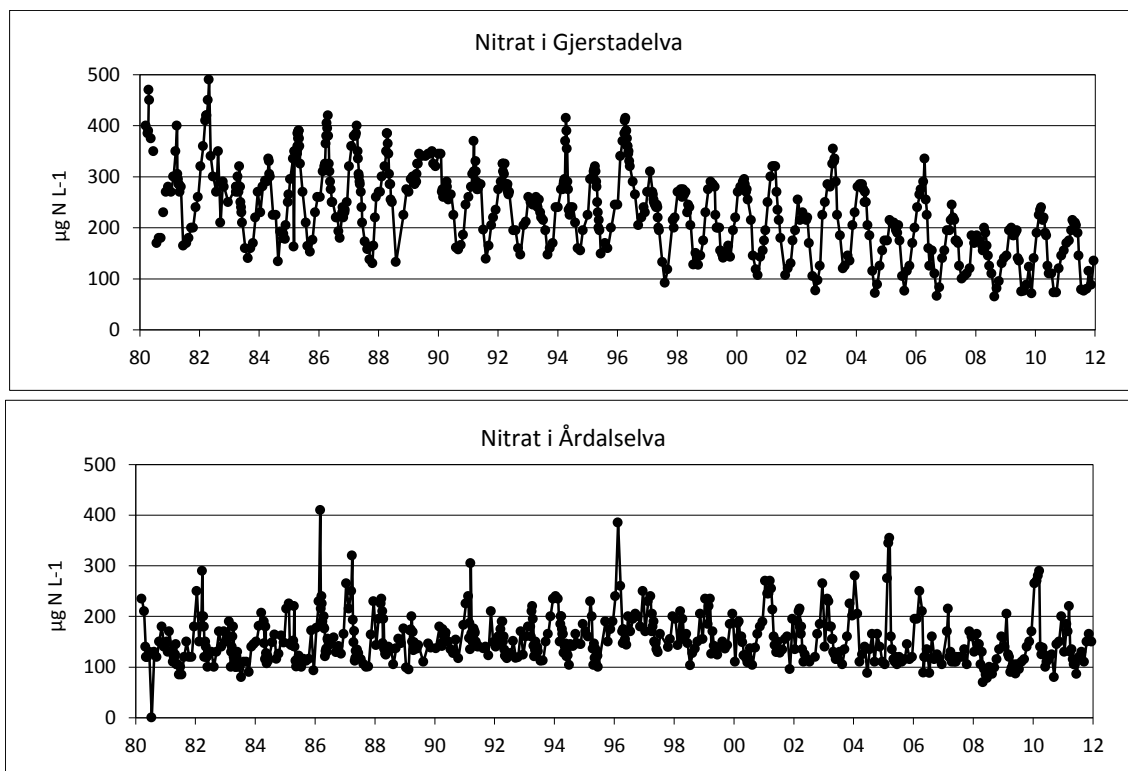
### **Aluminium**

Begge elvene viser en markert nedgang i labilt aluminium (LAl) gjennom overvåkingstidsrommet. Den høyeste årsmiddelkonsentrasjonen var på 90  $\mu\text{g L}^{-1}$  i 1988 i Gjerstadelva og 21  $\mu\text{g L}^{-1}$  i Årdalselva i 1990. I 2011 var årsmiddelkonsentrasjonene av LAl hhv. 13 og 3  $\mu\text{g L}^{-1}$ . I Gjerstadelva har årsmiddelkonsentrasjonene av LAl, i likhet med pH, holdt seg tilnærmet konstant (9-15  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) siden midten av 90-tallet. Episoder med relativt høye konsentrasjoner ( $> 30 \mu\text{g L}^{-1}$ ) forekommer imidlertid

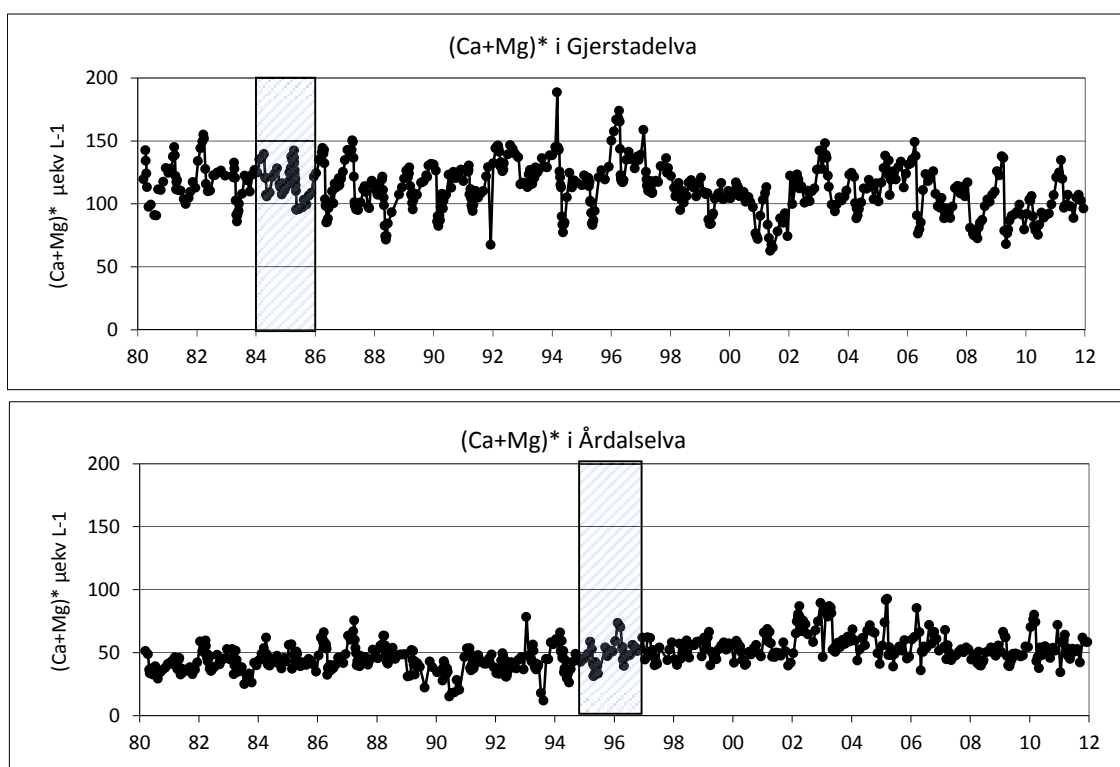
fortsett på ettervinteren/våren i enkelte år. I de to prøvene fra april ble LAI målt til 30 og 27  $\mu\text{g L}^{-1}$  i Gjerstadelva. Dette er et nivå hvor det kan oppstå skader på laks. Mest sannsynlig er vannkvaliteten i Gjerstadelva marginal, dvs at vannkvaliteten er bra nok mesteparten av tiden, men suboptimal under spesielle episoder (flom, tørke, sjøsaltepisoder, evt også episoder med mer forurenset luft). I Årdalselva har middelkonsentrasjonen av LAI vært lav ( $< 5 \mu\text{g L}^{-1}$ ) siden 90-tallet. Det har heller ikke blitt målt konsentrasjoner over  $10 \mu\text{g L}^{-1}$  siden år 2000, så episoder spiller nå en mindre rolle i dette vassdraget.



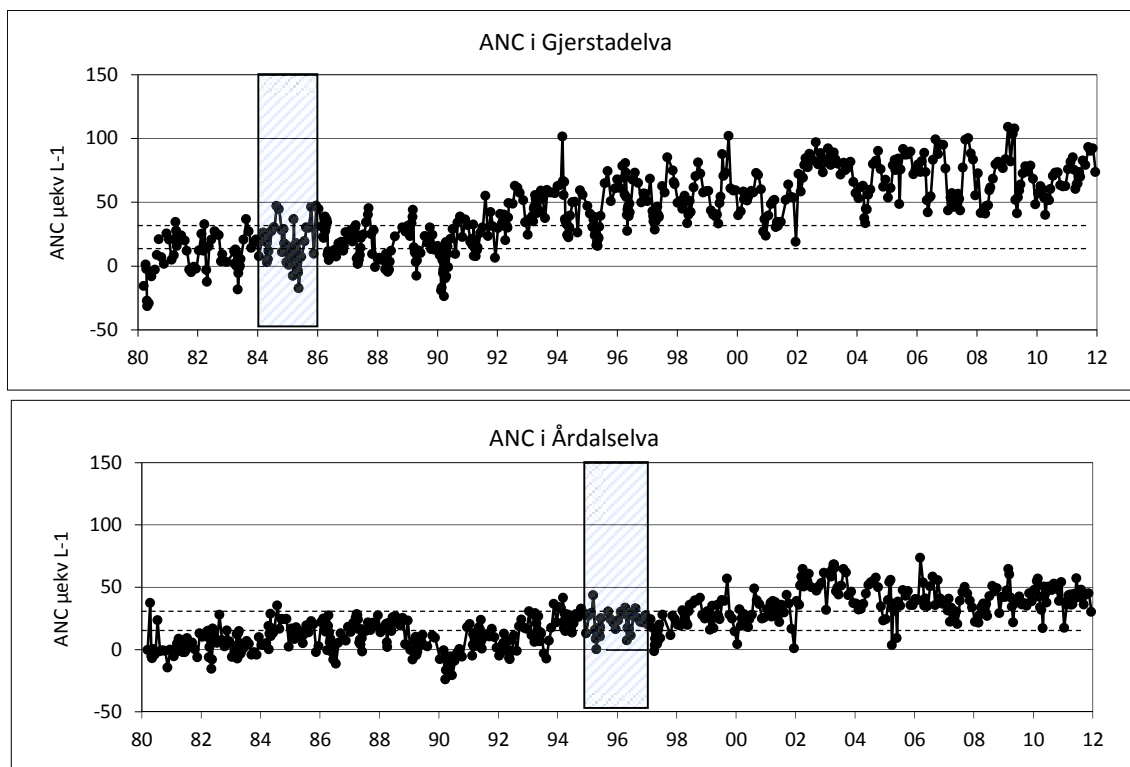
Figur 28. Ikke-marin sulfat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2011. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Den stiplede linjen antyder antatt bakgrunnsnivå for sulfat, ca.  $10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ .



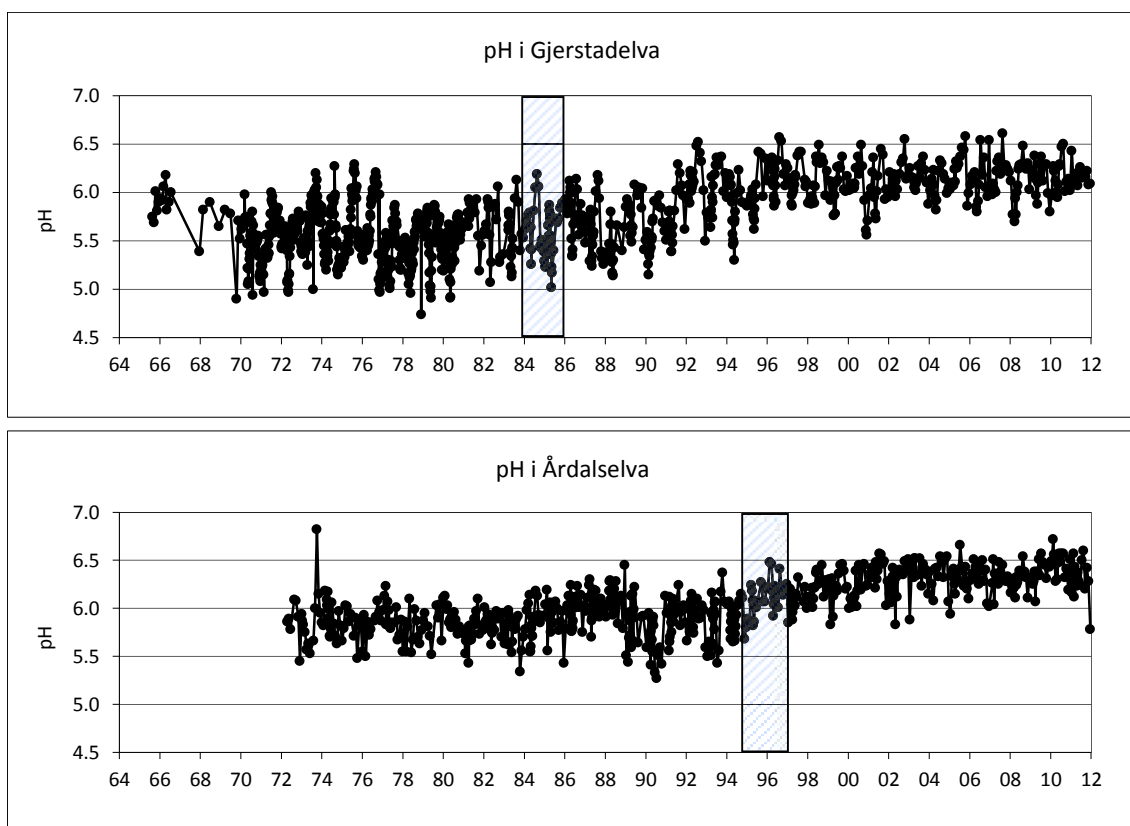
Figur 29. Nitrat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2011. Enhet  $\mu\text{g N L}^{-1}$ .



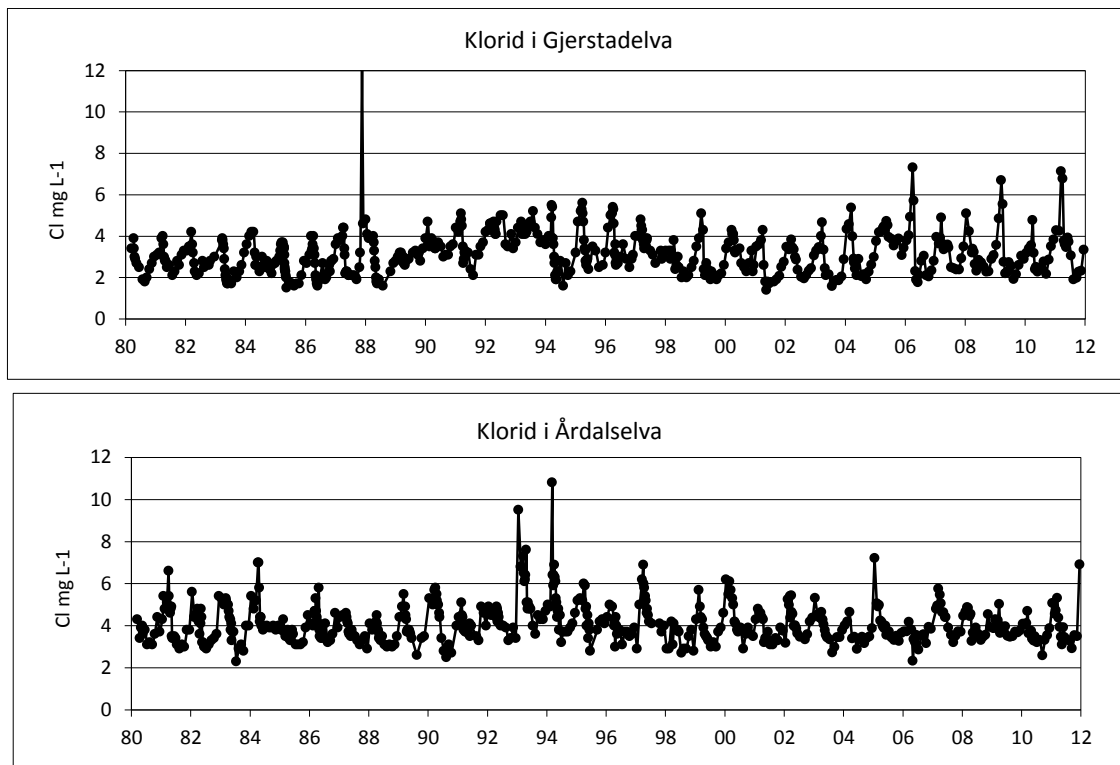
Figur 30. Ikke-marin kalsium + magnesium i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2011. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørfeltet til elvene.



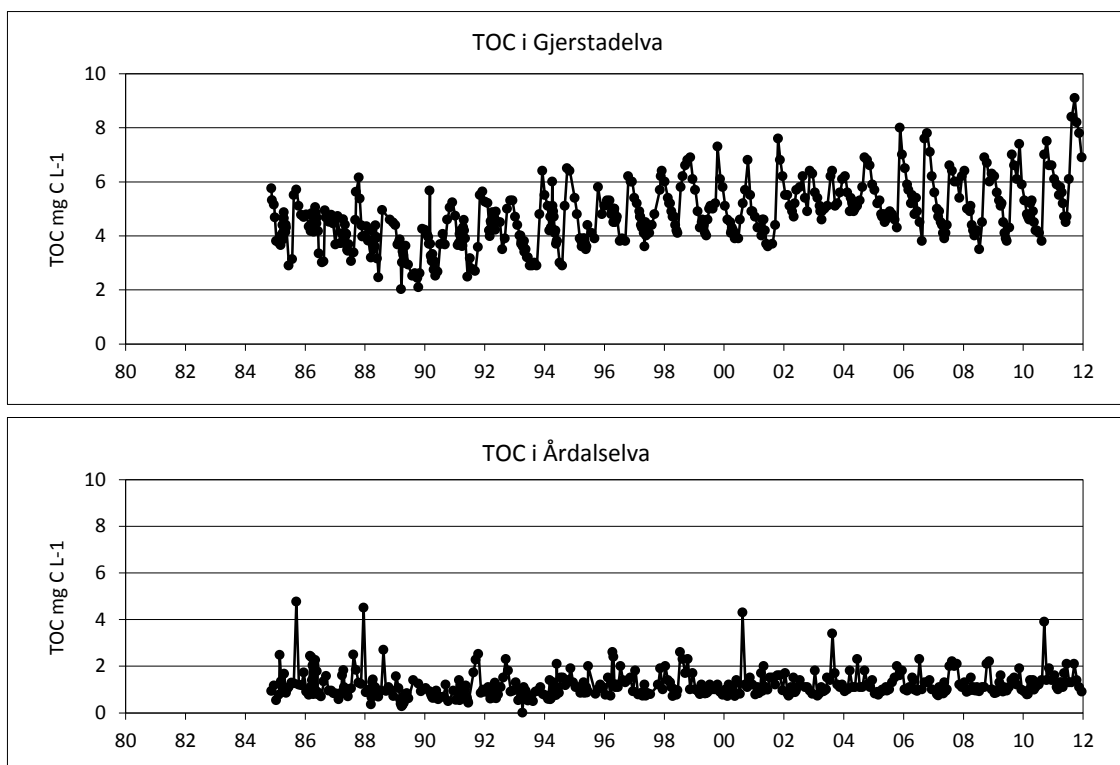
Figur 31. ANC i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2011. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltet til elvene. De stiplede linjene antyder antatte grenseverdier for laks ( $30 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og innlandsørret ( $15 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) (Henriksen et al. 1995, Kroglund et al. 2002).



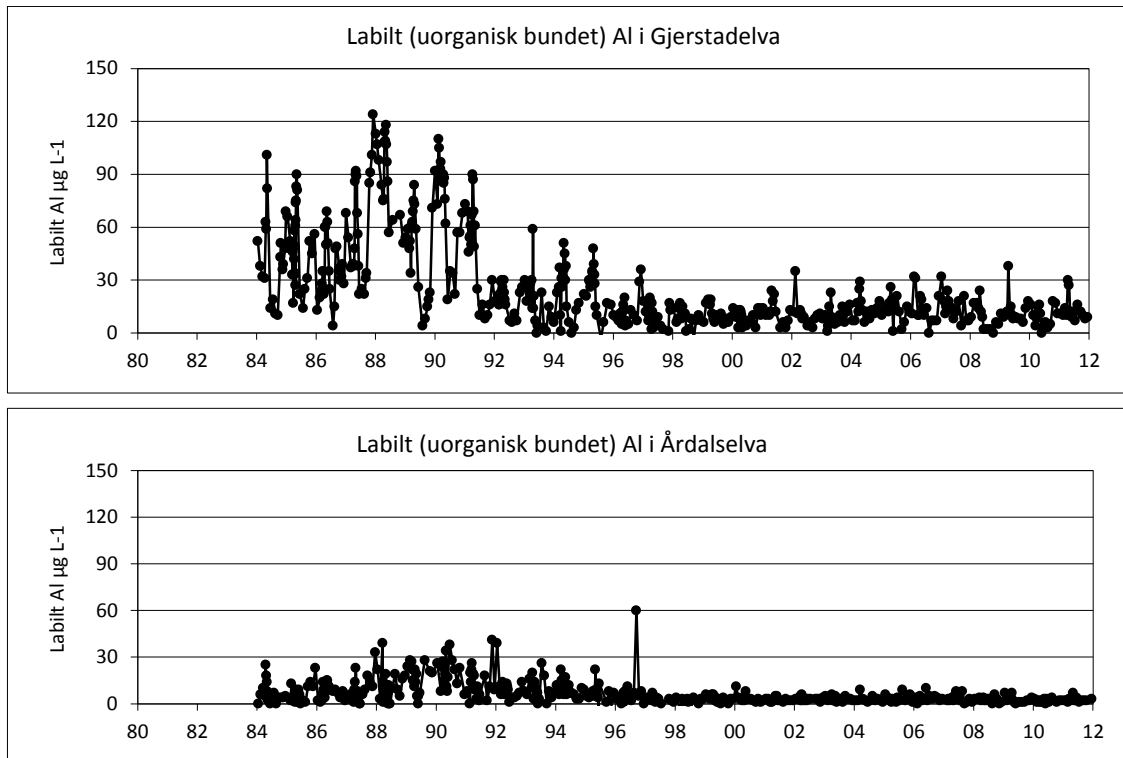
Figur 32. pH i Gjerstadelva og Årdalselva fra hhv 1965 og 1972 til og med 2011. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltene.



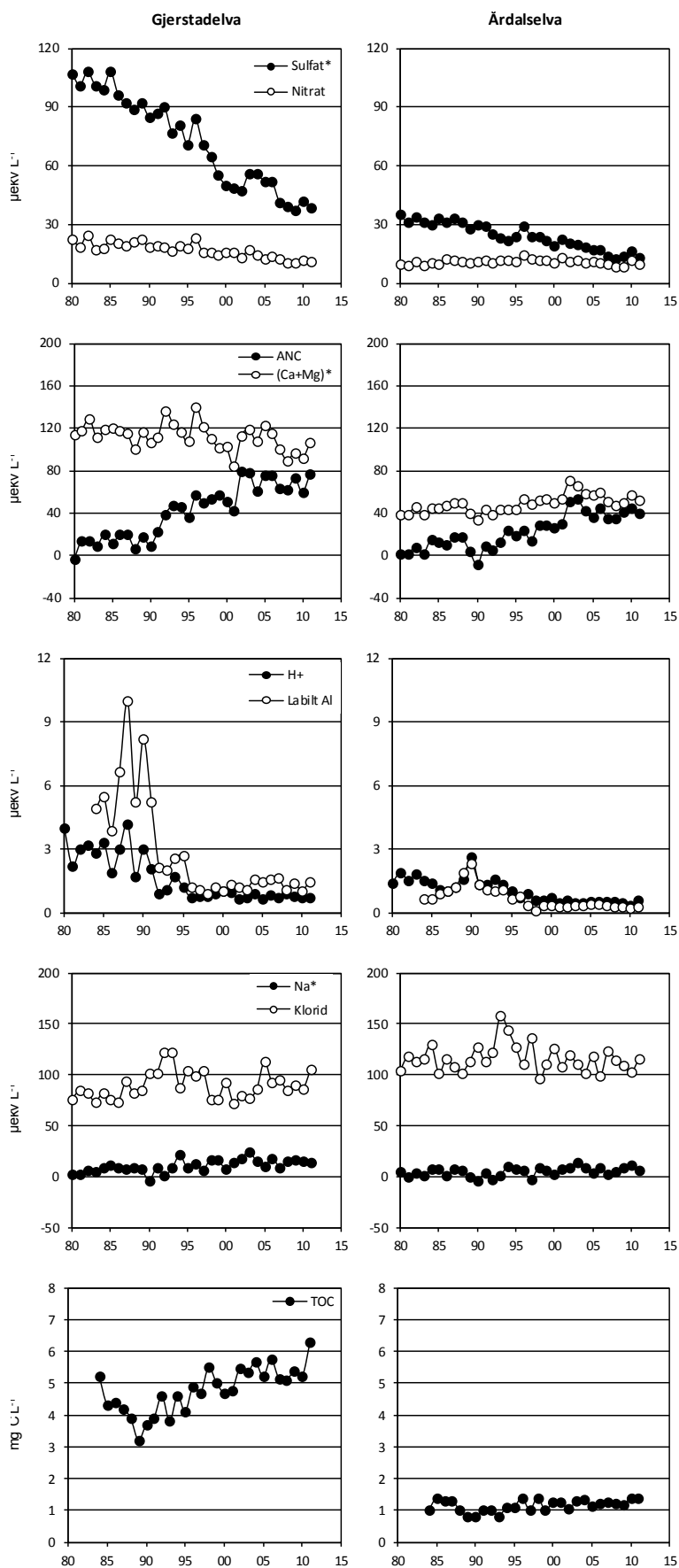
Figur 33. Klorid i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2011. Enhet  $\text{mg L}^{-1}$ .



Figur 34. Total organisk karbon (TOC) i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2011. Enhet  $\text{mg C L}^{-1}$ .



Figur 35. Labilt (uorganisk bundet) Al i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1984 - 2011. Enhet  $\mu\text{g L}^{-1}$ .



Figur 36. Årsmiddelerverdier av utvalgte parametre i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980-2011.



### 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 75-88 % i Birkenes, Storgama og Langtjern og med 49-64 % 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 1990-2011. 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 37). 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 50 % 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, 2000-2011 og 1980-2011. Beregningene er gjort ved enkel regresjon av årlig aritmetisk middelværdi for hver enkelt stasjon.

	1980-1990		1990*-2000		2000-2011		1980*-2011	
	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	-1.5	-29.5	-3.0	-75
Storgama	-1.2	-16	-3.6	-56	-1.0	-41.7	-2.2	-88
Langtjern	-1.3	-19	-3.4	-52	-1.0	-42.5	-2.0	-83
Kårvatn	-0.2	-13	-0.2	-18	-0.3	-36.2	-0.3	-56
Dalelva (89)			-2.9	-27	-1.4	-21.6	-2.3	-49
Øygardsbekken (93)			-4.0	-50	-1.1	-41.8	-1.5	-64

\* Øygardsbekken og Dalelva har ikke full måleserie siden 1980 og årstallene i parentes angir startår (trenden er ikke ekstrapolert).

Siden 2000 har det vært en utflating i trenden for ikke-marin sulfat ved alle stasjoner unntatt Kårvatn. Ved Birkenes, Storgama, Langtjern, Dalelva og Øygardsbekken er gjennomsnittlig endring per år mer enn halvert sammenlignet med tidsrommet 1990-2000. Trenden for tidsrommet 2000-2011 er imidlertid fortsatt synkende ved alle seks lokaliteter.

Ser en hele overvåkingsperioden (1980-2011) under ett, har konsentrasjonene avtatt med 75-88 % i Birkenes, Storgama og Langtjern, og 56 % i Kårvatn. I Dalelva og Øygardsbekken har konsentrasjonen avtatt med hhv. 49 % (siden 1989) og 64 % (siden 1993). Birkenes har hatt den største årlige nedgangen i ikke-marin sulfatkonsentrasjon i tidsrommet 1980-2011 med -3,0  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ , etterfulgt av Storgama og Langtjern med hhv. -2,2 og -2,0  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ .

## Nitrat

Nitratkonsentrasjonene i feltforskningsområdene gjenspeiler i stor grad deposisjonsnivået. De høyeste konsentrasjonene finner man i Øygardsbekken, Birkenes og Storgama (*Figur 37*). 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 42* er det vist hvordan konsentrasjonen av de ulike nitrogenfraksjonene varierer gjennom året 2011 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. Det er stor variasjon i forholdet mellom organisk og uorganisk nitrogen mellom feltforskningsstasjonene. I en studie basert på innsjøundersøkelsen i 1995 fant Hessen m.fl. (2009) at konsentrasjonen av uorganisk nitrogen var positivt korrelert med nitrogenavsetningen, mens organisk nitrogen var nærmere korrelert med TOC.

## ANC

Birkenes er nå det eneste av feltforskningsområdene som fremdeles har negativ årsmiddel-ANC hvert år ( $-2 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2011). Storgama og Øygardsbekken passerte for første gang grensen for positiv årsmiddelverdi i hhv. 2001 og 2003 (*Figur 38*). 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 reduksjonen av svovelasetningen på 1990-tallet ført til en klar økning av ANC. 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 2011 lå summen av konsentrasjonen av ikke-marin kalsium og magnesium mellom 20 og  $33 \mu\text{ekv L}^{-1}$  ved alle feltforskningsstasjoner unntatt ved Langtjern ( $46 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og Dalelv ( $96 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) (*Figur 38*). 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 1990-2011). Nedgangen i basekationer gjør at økningen av ANC ikke tilsvarer 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 39*). I 2011 er Birkenes fortsatt surest (pH 4,72), mens Storgama og Langtjern nå har omtrent samme årsmiddel for pH (hhv. 4,92 og 4,89). Den største pH-forbedringen i disse tre feltene skjedde i perioden 1990-2002. Etter dette har tidskurvene blitt flattere. Alle seks feltforskningsstasjonene har hatt signifikant økning i pH siden 1990 (Mann-Kendall test, årsverdier). I Øygardsbekken har pH økt betydelig i de siste fem årene. Sjøsaltpåvirkning og forskjellige nedbørmengder bidrar til en del år-til-år variasjon.

### Aluminium

I 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 1990-2011 (*Figur 39*). Birkenes har hatt spesielt stor nedgang totalt sett, men middelkonsentrasjonen i 2011 ( $148 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er fortsatt langt over kritisk grenseverdi for skader på fisk. Grensen mellom dårlig og svært dårlig tilstand er satt til  $95 \mu\text{g L}^{-1}$  som maksimumskonsentrasjon for labilt Al i vannforskriftveilederen. Det er også langt over hva man finner ved alle de andre feltforskningsstasjonene hvor middelverdiene for 2011 spenner fra  $< 5 \mu\text{g L}^{-1}$  (Dalelv og Kårvatn) til mellom 21 og  $27 \mu\text{g L}^{-1}$  (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  $100 \mu\text{ekv L}^{-1}$  (*Figur 40*). Året 1993 utmerker seg med svært høye sjøsaltskonsentrasjoner, særlig i Birkenes og Øygardsbekken. Den høye tilførselen av sjøsalter i 1993 påvirket de fleste andre kjemiske komponenter, og gav særlig lave ANC- og pH-verdier i feltforskningsområdene. Årene 1997, 2000 og 2005 var også karakterisert ved betydelige sjøsaltepisoder, om enn ikke så sterke og langvarige som i 1993. Sjøsaltepisodene i januar 2005 gav størst effekt i Birkenes og i Øygardsbekken. I desember 2011 ble det også avsatt mye sjøsalt i disse nedbørfeltene, men det skjedde for sent på året til å få stor effekt på årsgjennomsnittene. Feltene Langtjern, Storgama har vesentlig lavere kloridkonsentrasjoner, fordi de ligger lenger vekk fra kysten. Her er sjøsaltpåvirkningen beskjeden, noe som gjenspeiles i mer stabil vannkjemi fra år til år og jevnere langtidstrender.

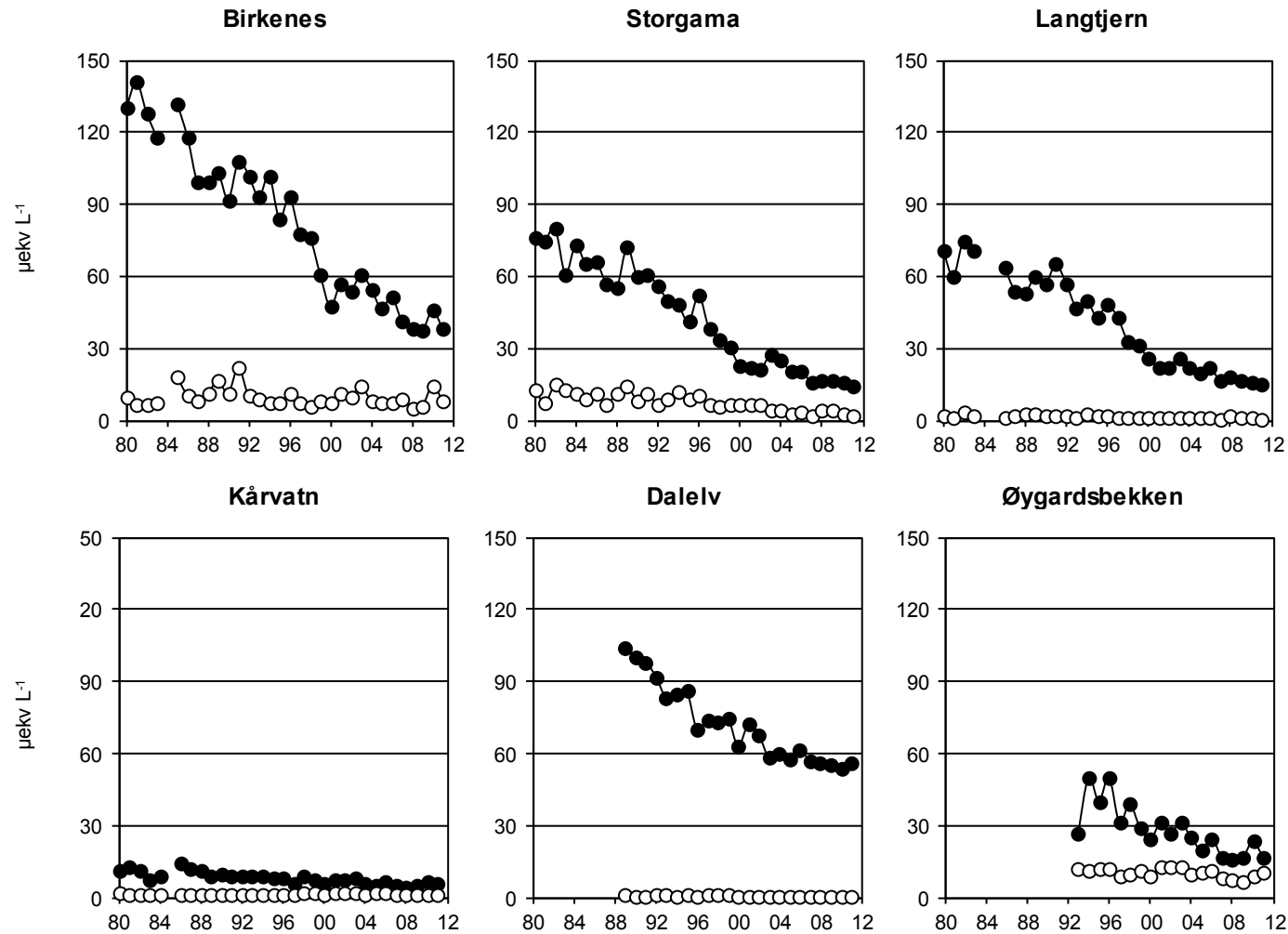
Sjøsaltepisoder vises også tydelig når man ser på veide årsmidler av ikke-marin natrium (*Figur 40*). Negative verdier indikerer år med sterke sjøsaltepisoder. Episoder med spesielt høye konsentrasjoner av sjøsalter i nedbøren kan forårsake at en del av natriumionene byttes ut med  $\text{H}^+$ -ioner og aluminium i jorda slik at avrenningen blir forsuret. Negative verdier av ikke-marin natrium medfølger derfor ofte fall i pH og ANC, og økning av labilt aluminium i avrenningsvannet i forsurede felter.

### TOC

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon (TOC) er høyest i Langtjern ( $12,4 \text{ mg L}^{-1}$  i 2011) og lavest i Kårvatn ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  i 2011) og Øygardsbekken ( $1,8 \text{ mg L}^{-1}$  i 2011) (*Figur 41*). 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.

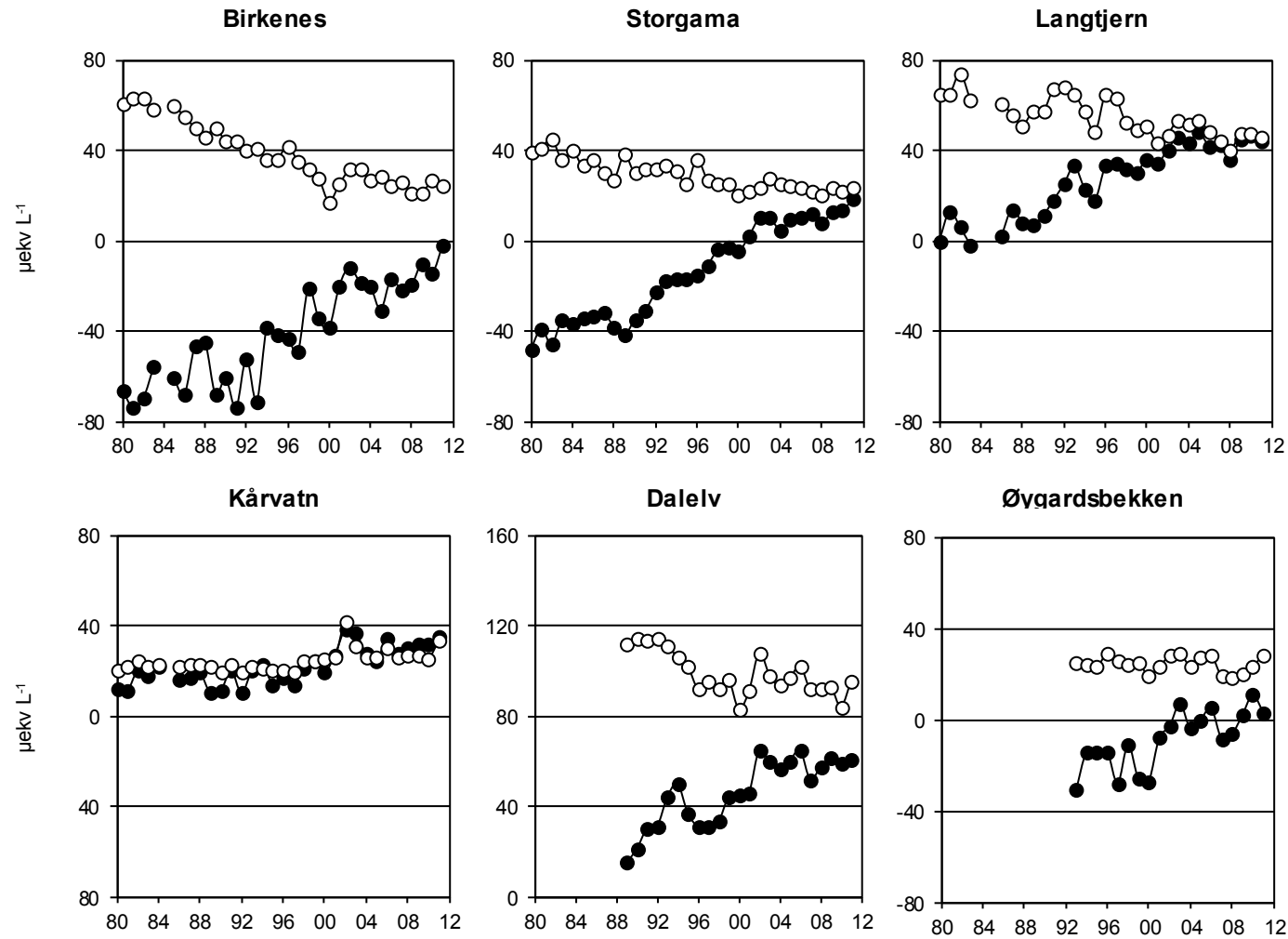
Alle felter unntatt Kårvatn viser signifikant ( $p < 0,05$ ) økende trend i årsmiddelkonsentrasjon av TOC i tidsrommet 1990-2011 (Mann-Kendall test). Tilsvarende økning er registrert i andre deler av Nord-Europa og i Nord-Amerika. Avtakende sulfatavsetning ser ut til å være en viktig årsak i forsurede 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



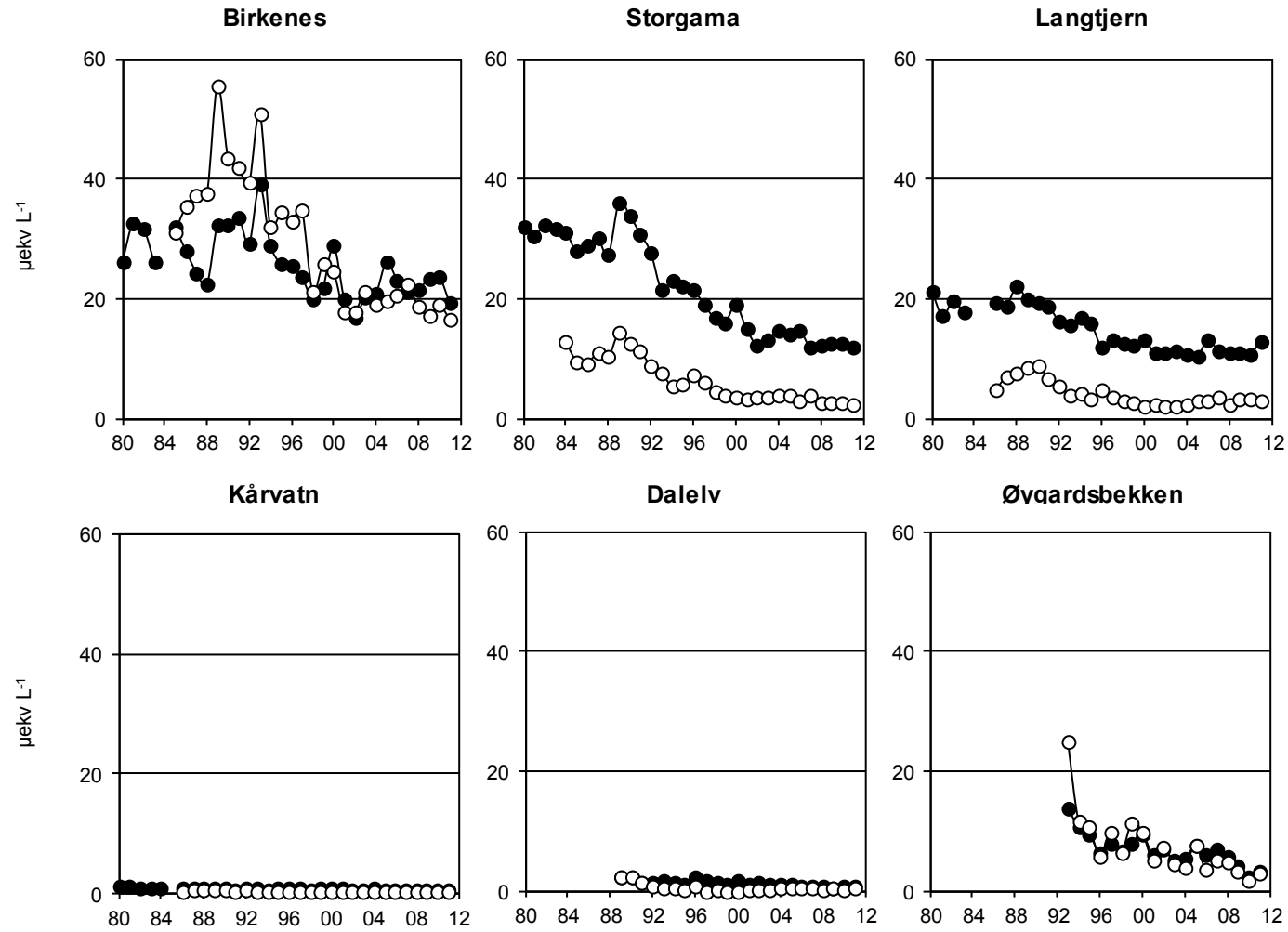
Figur 37. Ikke-marin sulfat og nitrat i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin sulfat ● og nitrat ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

## ANC og ikke-marine basekationer



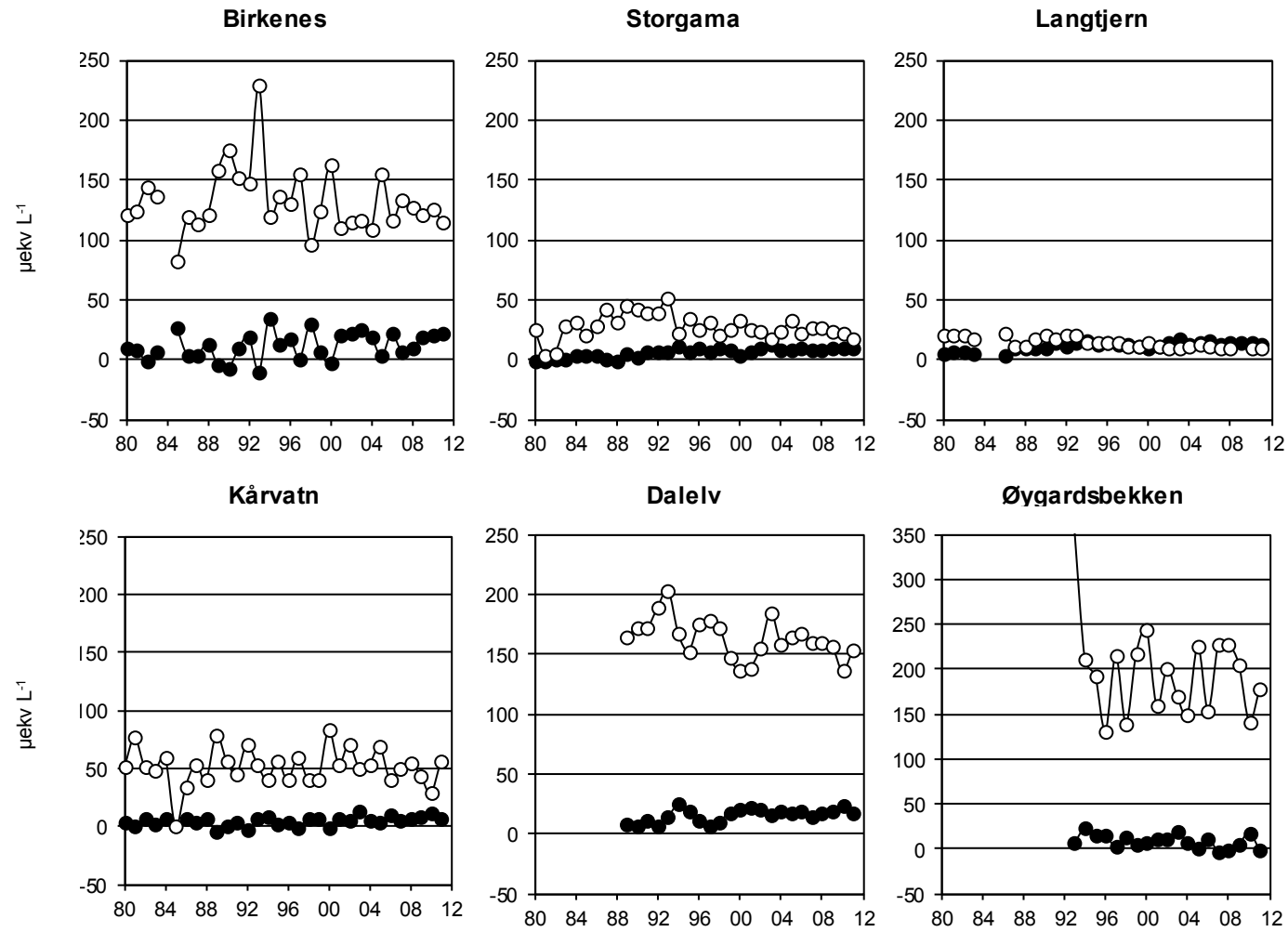
Figur 38. ANC og ikke-marine basekationer ( $\text{Ca}+\text{Mg}$ ) i feltforskningsstasjonene. ANC  $\bullet$  og ikke-marine basekationer ( $\text{Ca}+\text{Mg}$ )  $\circ$ . Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Dalelva.

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



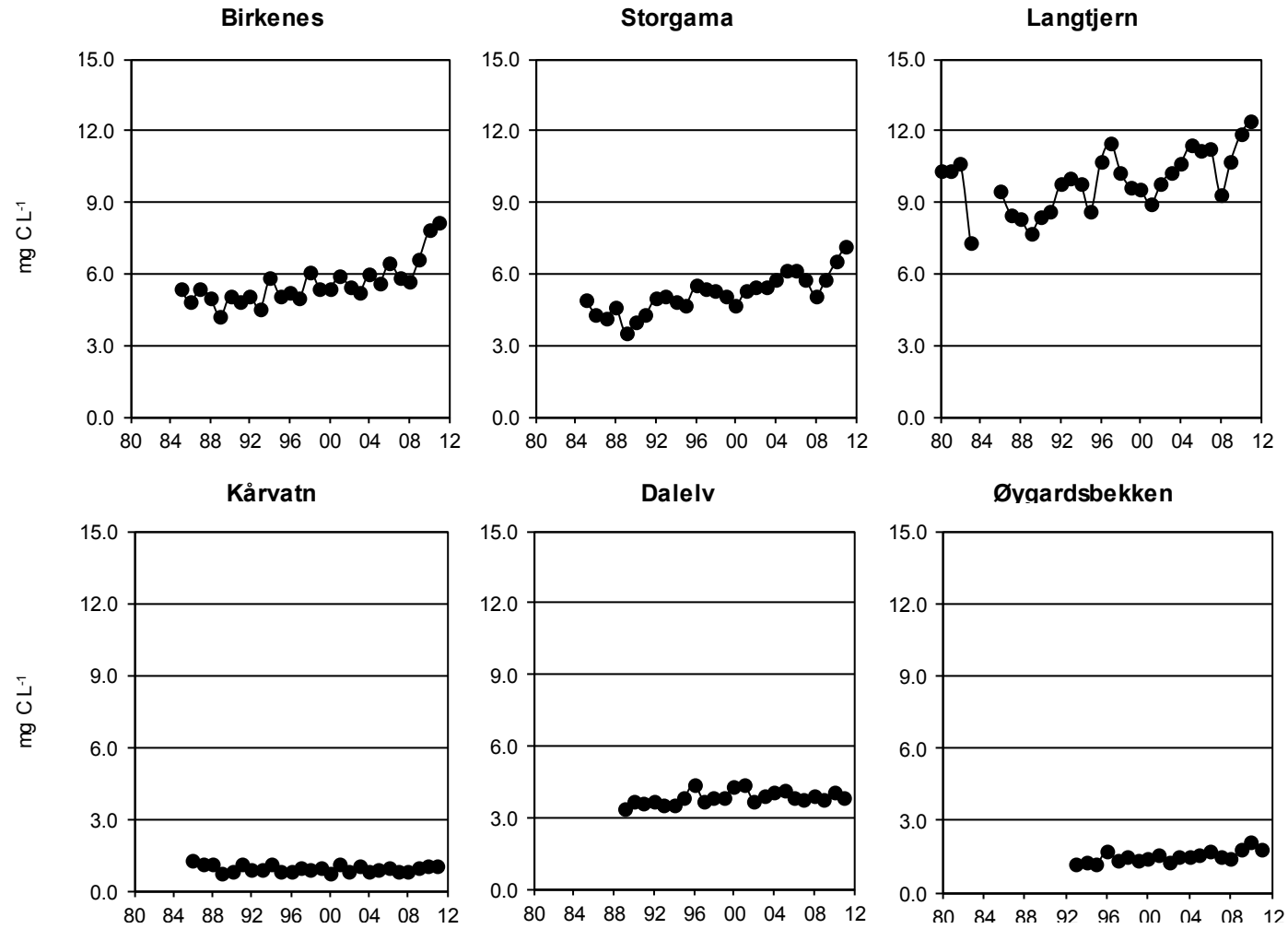
Figur 39.  $\text{H}^+$  og labilt Al i feltforskningsstasjonene.  $\text{H}^+$  ● og labilt Al ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

### Klorid + ikke-marin natrium



Figur 40. Klorid og ikke-marin natrium i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin natrium ● og klorid ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Øygardsbekken.

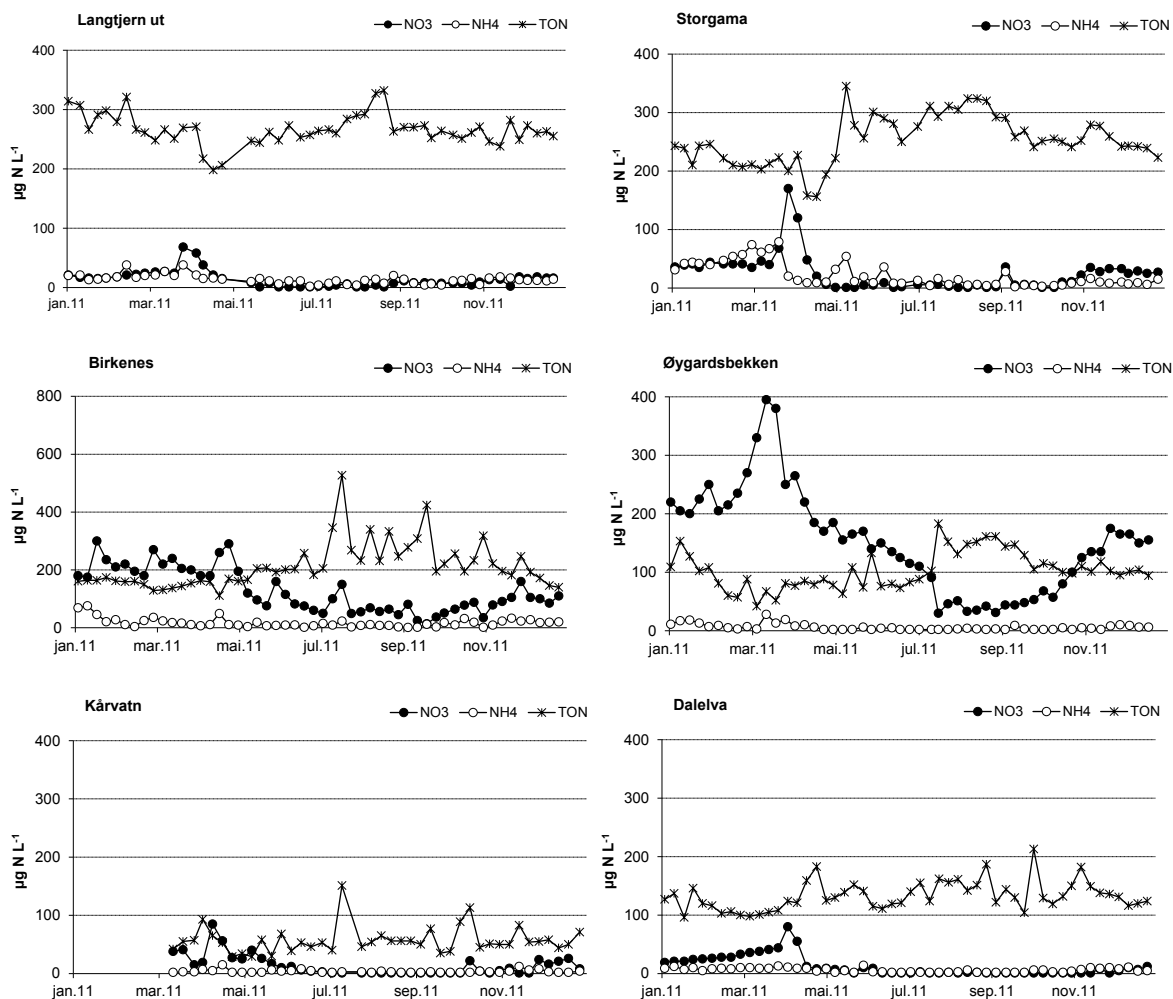
## TOC



Figur 41. Totalt organisk karbon (TOC) i feltforskningsstasjonene. Enhet: mg C L<sup>-1</sup>.



## Feltforskningsstasjoner – Nitrogenkomponenter



Figur 42. Sesongmessig fordeling av nitrat ( $\text{NO}_3$ ), ammonium ( $\text{NH}_4$ ) og totalt organisk nitrogen (TON) i feltforskningsområdene i 2011. TON = total nitrogen –  $\text{NO}_3$  –  $\text{NH}_4$ . Enhet:  $\mu\text{g N L}^{-1}$ . NB! Skala Birkenes.

## 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. En av Gruppe 1-sjøene, Øvre Jerpetjern, ble tatt ut av programmet fra 2011. I 2011 ble totalt 24 innsjøer undersøkt. Hovedvekt ble lagt på region IV (Sørlandet-Øst) og VII (Vestlandet-Nord) i tillegg til årlige innsjøer fordelt på de øvrige åtte regionene (*Tabell 13, Figur 43*). Fiskeundersøkelser ble utført i totalt 8 innsjøer (*Tabell 13*). Resultater fra tidligere BIOLOK-sjøer som i 2011 ble overvåket som en del av basisovervåkingen (totalt 4 innsjøer), presenteres kun i den grad de er relevante for vurdering av forsuringssituasjonen. En mer omfattende presentasjon av disse innsjøene er gitt i rapport fra basisovervåkingen i 2011 (Haande m.fl., under utarbeidelse).

Innsjøovervåkingen har pågått siden 1996, og for noen få av innsjøene foreligger det data på bunndyr og krepsdyr fra alle 16 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-forsurete 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 forsurrede 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

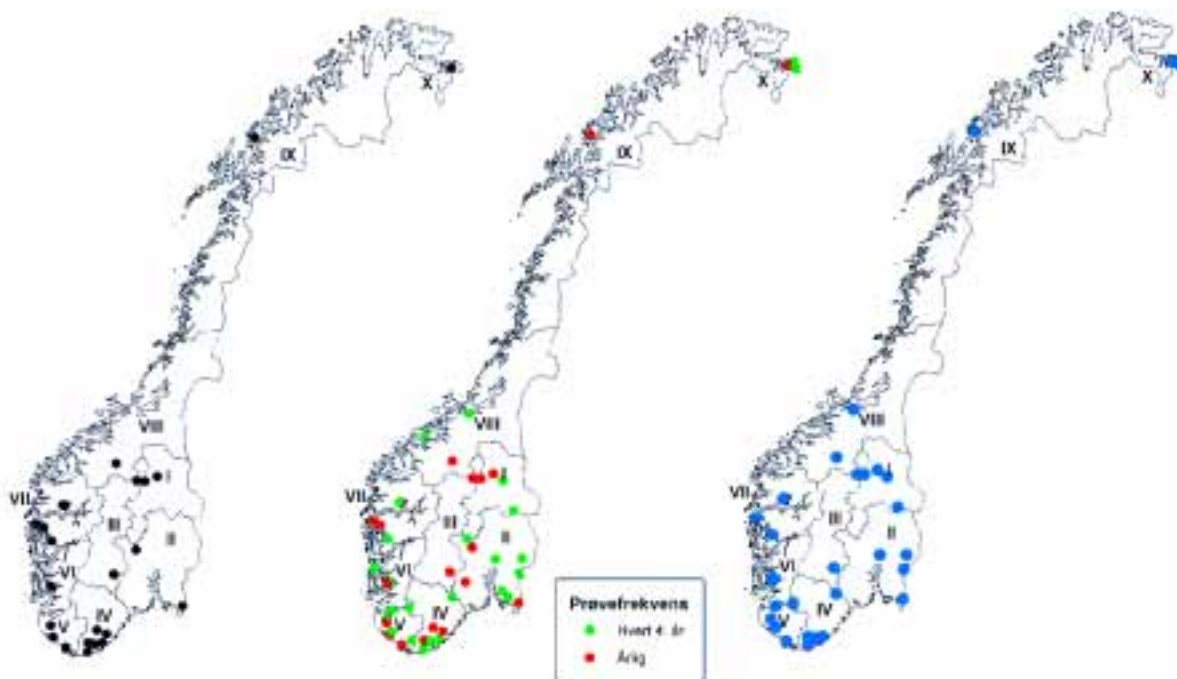
mange tilfeller et bedre grunnlag for å vurdere forsuringsskadene enn en vurdering basert på bunndyrene eller krepsdyrene alene. Innsjøenes forsuringstilstand basert på invertebratfaunaen er presentert i *Figur 44*.

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 2011. Årlige intensivsjøer (Gruppe 1-sjøer) er angitt med uthevet skrift mens øvrige innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 2-sjøer) er merket med \*.*

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-5	I	He	Engerdal	Stortjørna*	32130	X	X	X	
II-2	II	ØF	Aremark	Bredtjenn*/Breitjern	3555	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-4	IV	AA	Birkenes	Risvatn	11074	X	X	X	X
IV-5	IV	AA	Birkenes	<b>Lille Hovvatn</b>	10069	X	X	X	
IV-8	IV	VA	Vennesla	Drivenesvatn	11147	X	X	X	X
IV-9	IV	VA	Vennesla/Songdalen	Sognevatn*	11078	X	X	X	
IV-10	IV	VA	Søgne	Kleivsetvatn	11592	X	X	X	X
V-1	V	VA	Farsund	<b>Saudlandsvatn</b>	21894	X	X	X	X
V-4	V	Ro	Sokndal	<b>Ljosvatn</b>	21438	X	X	X	
V-8	V	Ro	Bjerkreim	Lomstjørni*	20451	X	X	X	
VI-3	VI	Ro	Vindafjord	<b>Røyrvatn</b>	22548	X	X	X	
VII-1	VII	Ho	Vaksdal	Oddmundalsvatn	26511	X	X	X	X
VII-4	VII	Ho	Masfjorden	<b>Markhusdalsvatn</b>	26000	X	X	X	
VII-6	VII	Ho	Masfjorden	Svartetjern*	26133	X	X	X	
VII-8	VII	SF	Balestrand	<b>Nystølsvatn</b>	1651	X	X	X	X
VII-10	VII	SF	Gaular	Holmevatn	29741	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	



Figur 43. Lokalteter som inngår i det biologiske overvåkingsprogrammet for innsjøer i 2011. 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 44. Kart med angivelse av forurensningskader basert på invertebrater (bunndyr og småkrepsdyr) fra innsjøer undersøkt i perioden 2008-2011. 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 2011 ble det undersøkt bunndyr fra totalt 23 innsjøer fordelt på ni regioner i Norge, se *Tabell 13* og *Figur 43*. Overvåkingen av innsjøer har nå pågått i femten 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 2011 ble det samlet inn prøver fra tre vassdrag (*Figur 66*). Ognå og Gaular 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 fra elveovervåkingen er presentert 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 forsuringssømfintlige 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 53 arter (for de øvrige artene er datagrunnlaget enten for mangelfullt eller for variabelt til at deres forsureningstoleranse kan angis). Forsureningstoleransen er målt som forekomst i forhold til pH, og

angitt til fire kategorier: svært tolerante, moderat tolerante, moderat følsomme og svært følsomme (se Vedlegg F). 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.

I 2011 ble totalt 24 innsjøer undersøkt mht. småkreps (*Tabell 13* og *Figur 43*) samt 4 tidligere BIOLOK som nå inngår i basisovervåkingen. Av de 19 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, elleve siden 1997 og fire siden 1996. Fra flere av innsjøene finnes det i tillegg data på planktoniske og/eller litorale krepsdyr fra tidligere undersøkelser.

### 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" (som i dag kun er 78 innsjøer, se tabell 3). I 1996 ble en stor del av disse lokalitetene inkludert i et revidert biologisk overvåkingsprogram. I perioden 1996-2011 har et utvalg på 7-19 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) med 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 2011 ble totalt seks lokaliteter prøvofisket fordelt på region IV (n=3), V (n=1) og VII (n=2) (*Tabell 13*). Atnsjøen (Lok I-1) blir hvert år prøvofisket som en del av *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*, og inngår i en egen rapportserie. Tvetervatn (lok II-1), St. Lyseren (lok II-4), Langvatn (lok II-5), og Songsjøen (lok VIII-12) ble i 2011 undersøkt som en del av Basisovervåkingen. Alle disse lokalitetene var tidligere inkludert i sur nedbør overvåkingen.

Vi benytter en forsuringindeks (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 forsuringindeks 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). Sjøl 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 kan blant annet skyldes at en innsjølevende aurebestand er rekrutteringsbegrenset pga små gyteareal i tilløpsbekkene, 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 (jf. 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 i ulike regioner har som mål å påvise eventuelle endringer i rekrutteringen, 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 den vandrer ut i tilstøtende innsjø. I forsøringsområder er reproduksjonssvikt med høy dødelighet på egg- og yngelstadiet den vanligste årsaken til reduksjon og tap av aurebestander. 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), Røyrvatn, Markhusdalsvatn og Nystølsvatn. De siste to lokalitetene blir 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. Disse tre vassdragene har en forsøringsfølsom vannkvalitet, og i flere innsjøer er det påvist skader på fiskebestander. I Vikedalsvassdraget blir bekker undersøkt hvert år, mens det i perioden 2002 til og med 2007 var undersøkelser annet hvert år i Bjerkreim – og Gaularvassdraget. I 2011 ble 23 bekker i Vikedalsvassdraget elfisket. 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 avfisket én gang, mens det i seinere år har vært fisket tre 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 1993-2011. Tetthetene justeres i forhold til vannføringen under elfisket hvert år, da dette påvirker fangsteffektiviteten.

## 4.2 Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene i 2011

### 4.2.1 Region I – Østlandet-Nord

#### Bunndyr

I region I blir Atnsjøen og Stortjøna undersøkt årlig. Til sammen fire arter døgnfluer ble registrert i prøvene fra Atnsjøen. Tettheten av den sterkt forsøringsfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani* var høy i utløpselva. Dette indikerer en uskadet fauna. Videre ble det registrert åtte arter av steinfluer. Blant



disse var det to moderat følsomme taxa, *Isoperla grammatica* og *Capnia* sp. Det ble påvist ni arter/slekter av vårfluer. Tre av disse er kjent for å være sensitive for surt vann. I 2011 ble det registrert en art ferskvannssnegl, *Gyraulus acronicus*. Sneglen *Radix balthica*, som har vært vanlig tidligere, ble ikke påvist i 2011. Videre ble det også registrert følsomme krepsdyr, *Daphnia* sp., i bunnprøvene. Resultatene fra Atnsjøen varierer litt fra år til år med hensyn på antall arter og mengden av sensitive taksa. Dette skyldes mest sannsynlig naturlige variasjoner framfor endringer i forsuringssituasjonen.

Stortjørna har vist moderat til liten forsuringsskade tidligere. *B. rhodani*, som har hatt sporadisk forekomst i de seneste år, ble ikke registrert i 2011. Vekslingen i forekomst indikerer ustabile forhold og varierende surhetstilstand fra år til år. Det ble registrert en forsuringssensitiv steinfluesart, *Isoperla grammatica*. Blant vårfluene ble det bare påvist tolerante arter. Lokaliteten må på basis av faunaen i 2011 karakteriseres som moderat skadet av forsuring, med en ustabil tilstand over tid.

### Krepsdyr

Totalt er det registrert 59 arter i region I (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1997-2011. Det ble registrert to nye arter i 2011.

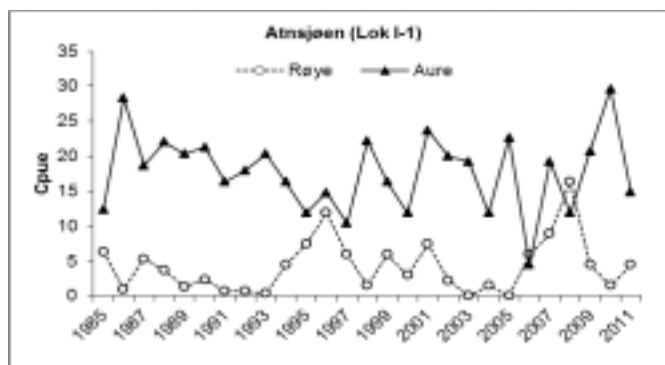
Et utvalg av innsjøene i region I ble undersøkt i 1998 og det ble registrert 47 arter av planktoniske og litorale krepsdyr i til sammen 11 innsjøer (SFT 1999). Artsantallet for enkeltlokaliteter varierte mellom 12 og 31. De fleste artene er indifferente i forhold til pH, eller kun moderat forsuringstolerante/følsomme. En eller flere av de vanlige survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble funnet i enkelte lokaliteter men da i små mengder. Forsuringfølsomme 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 forsuringsskader. Andelen forsuringfølsomme krepsdyr, målt som arter og som individer, har imidlertid økt noe over tid. Atnsjøen inngår i overvåkingsprogrammet «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. Andelen arter av forsuringfølsomme småkreps er relativt lav, vanligvis i underkant av 20 %. De siste fire årene er det imidlertid registrert flere forsuringfølsomme arter tilhørende hoppekrepslekten *Eucyclops*. *Eucyclops speratus*, som regnes som moderat forsuringfølsom, ble registrert i 2008 og 2009, mens både *E. denticulatus* og *E. macruroides* ble funnet i 2011. Den siste regnes som svært forsuringfølsom. Både *E. denticulatus* og *E. macruroides* er i sammenheng med sur nedbør overvåkingen nye for regionen. 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 mht. forsuringstilstand. Ytterligere to innsjøer i region I er undersøkt hvert fjerde år (1998, 2002, 2006, 2010). I den ene av disse, Måsabuttjørna (Rendalen), er *Daphnia longispina* funnet i alle år med undersøkelser. For øvrig er andelen forsuringfølsomme 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 forsuringstilstanden over overvåkingsperioden.

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

## Fisk

I region I ble det ikke gjennomført prøvefiske i 2011, med unntak av 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 mengden aure i Stortjørna økt kraftig, fra en tynn bestand i 1998 til en middels tett bestand i 2010 (Klif 2011b). Fangstutbyttet av røye i Stortjørna har imidlertid gått sterkt tilbake i samme periode. De fleste innsjøene i denne regionen har eller har hatt bestander av aure, mens røye, ørekyte og steinsmett er registrert i én eller flere innsjøer. Atnsjøen har gode bestander av både aure og røye. I perioden 1985-2011 har fangstutbyttet for de to artene i bunnære områder (0-12 m dyp) variert mellom henholdsvis 4-30 og 0-16 individ (Figur 45). For røye er imidlertid tettheten størst på 12-35 m dyp, med 2-40 individ pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal.



Figur 45. Fangst av aure og røye pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) på 0-12 m dyp av Atnsjøen (Lok I-1) i perioden 1985 til 2011.

### 4.2.2 Region II – Østlandet-Sør

#### Bunndyr

I region II blir Langtjern og Bredtjenn undersøkt årlig. Resultatene fra disse innsjøene viser små endringer i status sammenlignet med foregående år. I Langtjern ble det påvist småmuslinger. Bredtjenn hadde en sterkt skadet fauna. Samlet viser faunaen i innsjøene i region II at området bærer preg av forsureningskade, 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 1996-2011. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

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 (KLIF 2011). 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 forsureningsfølsomme arter mellom år, men samlet sett har det ikke vært noen endringer etter 2002 (se Figur 46 i Klif 2011b)

For tre av lokalitetene i region II fins det årlige krepsdyrdata fra 14-16 år i perioden 1996-2011 (Vedlegg G1-G2). Bredtjenn (Aremark) er en av de mest forsureningskadede innsjøene i denne

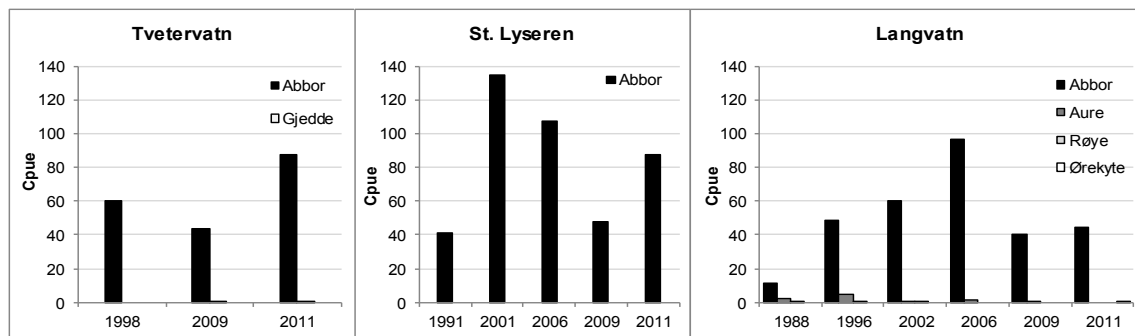
regionen. Sammensetningen i planktonet, med dominans av hoppekrepsen *Eudiatomus gracilis* og den svært forsuretolerante vannloppen *Bosmina longispina* og ellers få arter, indikerer at innsjøen er sterkt forsuret. En ny forsuringfølsom vannloppe, *Alona karelica*, ble registrert i 2008, men denne er ikke funnet siden. I 2011 var imidlertid krepsdyrfaunaen i Bredtjenn dominert av forsuringstolerante arter og kun små mengder av totalt tre moderat forsuringfølsomme arter ble registrert. Fra Langtjern (Flå) fins det, i tillegg til nyere krepsdyrundersøkelser, planktondata fra 1977. Prosentvis forekomst av den forsuringfølsomme 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. Den moderat følsomme hoppekrepsen *Acanthodiatomus denticornis* viste en tendens til økende mengder i planktonet i perioden 2001-2008, men mengdene av denne har siden vært svært lave. Andelen forsuringfølsomme arter har variert mellom 12 og 20 %. Øvre Jerpetjern (Notodden) ble tatt ut av overvåkingen f.o.m. 2011. Innsjøen er påvirket av veisalter i tillegg til forsuring. Andelen forsuringfølsomme arter var 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 krepsdyrfaunaen i innsjøen vurderes som sterkt forsuret.

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 Lyseren (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 overvåkingen. Resultater fra andre undersøkelser gjennomført i 2011 (Haande m.fl., rapport fra basisovervåking i 2011, under utarbeidelse) bekrefter at tilstanden mht. småkreps er god-moderat i Langvatn mens den i Ravnsjøen og Store Lyseren varierer mellom moderat og dårlig. Storbørja (Kongsvinger) og Holmsjøen (Åmot) hører til de mindre forsurete 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 forsuret. Også Tvetervatn (Sarpsborg) vurderes som moderat forsuret. 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 forsuret til å være liten til meget stor (god - svært dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Resultatene 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.

### Fisk

I region II ble tre lokaliteter prøvofisket i 2011 som en del av basisovervåkingen (Figur 46). Alle de undersøkte abborbestandene i denne regionen har nå blitt svært tette, og vurderes ikke lenger som skadde (Klif 2011b). Derimot er alle aure- og røyebestandene fremdeles tynne, noe som trolig skyldes sterk konkurranse fra abbor. I Øvre Jerpetjern og Nedre Furuvatn er det satt ut aure, men pr. 2010 hadde det ennå ikke forekommet naturlig rekruttering. Begge disse bestandene må derfor fortsatt betegnes som meget tynne. Forsuringsskadene på fiskebestander i region II er avtakende, sjøl om fisketettheten fortsatt er lav i noen lokaliteter.



Figur 46. Fangst av abbor og gjedde pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal på 0-6 m dyp (Cpue) i Tvetervatn, av abbor i St. Lyseren, og av abbor, aure, røye og ørekyte i Langvatn i ulike perioder fra 1988 til 2011.

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

##### Bunndyr

I region III blir Rondvatn og Heddersvatn undersøkt årlig. I Rondvatn ble det registrert tre sensitive taksa av bunndyr i 2011. Den sterkt følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* ble registrert i utløpsbekken om høsten. Det ble også registrert to arter sensitive steinfluer, *Capnia* sp. og *Diura nanseni*. Faunaen viser at innsjøens forsuringstatus er stabilt god over tid. Det ble registrert to moderat sensitive steinfluearter i utløpet av Heddersvatn: *Capnia* sp. og *Diura nanseni*. Våre registreringer i region III viser at følsomme insektarter kan forekomme i meget tynn vannkvalitet. Dette kommer særlig til syne i Rondvatnet, som er svært ionefattig.

##### Krepsdyr

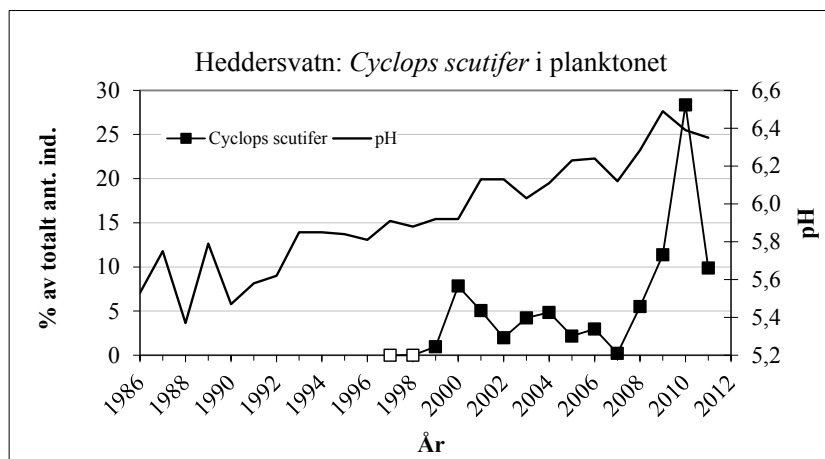
Totalt er det registrert 42 arter i region III (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1998-2011. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

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 survannsindikatorer *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 1997-2011 (Vedlegg G2). 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 47). I 2009-2011 utgjorde arten en vesentlig andel av planktonet (>10 % av antall individer ved et eller flere tidspunkt gjennom sesongen). 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 på 1940-tallet eller i 1986, og den ble heller ikke gjenfunnet i 2011. Vi er derfor usikre på om det finnes en bestand av dafnier i Rondvatn eller om prøven har blitt forurenset. Begge de to øvrige artene ble funnet igjen i 2011, *A. laticeps* med en økt bestand. Både Rondvatn og Heddersvatn har en artsfattig krepsdyrfauna; totalt er det kun registrert hhv. 21 og 26 arter i løpet av overvåkingsperioden. I Heddersvatn er andelen forsuringfølsomme arter lav og variabel (0-19 %),

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.

Basert på undersøkelsene i 2000 ble innsjøene i region III den gang 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 47. Andel (% av totalt individantall) av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* i Heddersvatn (region III, Fjellregionen Sør-Norge) i 1997-2011, basert på snitt av to prøver per sesong. Åpne symboler: ingen funn av arten i planktonprøver. pH er fra høstprøver.

### Fisk

Det ble ikke prøvofisket i noen innsjøer i region III i 2011. 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 åra 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). Vi antar at spesielt aurebestandene i disse høyfjellssjøene i stor grad er rekrutteringsbegrenset framfor forsuringsskadet.

## 4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst

### Bunndyr

I region IV ble totalt seks innsjøer undersøkt. Bjorvatn, Lille Hovvatn og Sognevatn undersøkes årlig, mens Risvatn, Drivenesvatn og Kleivsetvatn undersøkes hvert fjerde år. I Bjorvatn er det bare påvist taksa som er tolerante for surt vatn med unntak av i 2002 hvor det ble registrert småmuslinger, *Pisidium* sp. Innsjøen fremstår derfor som meget sterkt forsuringsskadet. I Lille Hovvatn kan tilstedeværelse av småmuslinger i strandsonen og registrering av den moderat sensitive steinfluen *Isoperla grammatica* i utløpsbekken tyde på at vatnet er i ferd med å gjenhente seg fra en tidligere sterkt skadet tilstand. I Sognevatn ble det funnet syv følsomme taksa høsten 2011. De vanligste artene var de sterkt følsomme døgnfluene *Baetis rhodani* og *Caenis horaria*, steinflueslekten *Isoperla* sp. og vårflueslekten *Hydropsyche* sp. De fleste registreringene ble gjort i utløpet. I selve vatnet ble det, i likhet med de foregående år, påvist flere arter svært følsomme døgnfluer. Sognevatnet må på basis av faunaen karakteriseres å være lite forsuringsskadet. Risvatn og Kleivsetvatn hadde mange sensitive bunndyrarter. Gode tettheter av sensitive døgnfluer i begge vatn viser at de har en god vannkvalitet. I Drivenesvatnet ble det registrert følsomme steinfluer og vårfluer. Dette indikerer moderat forsuringsskade.

## Krepsdyr

Totalt er det registrert 68 krepsdyrarter i region IV (10 innsjøer) i perioden 1997-2011. Det ble registrert to nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

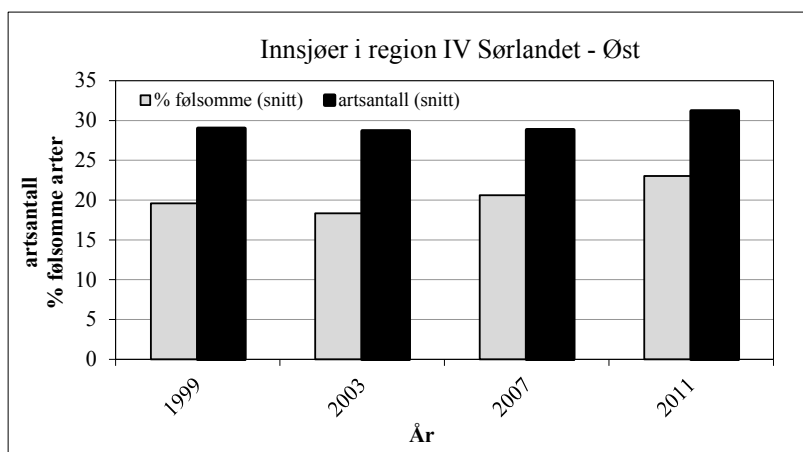
Et utvalg av innsjøene i regionen ble undersøkt i 1999 (SFT 2000), 2003 (SFT 2004), 2007 (SFT 2008) og på nytt i 2011. Antall arter var hhv. 55 (10 sjøer), 53 (9 sjøer), 51 (6 sjøer) og 54 (6 sjøer). Artsantallet for den enkelte lokalitet varierte i 2011 mellom 22 og 38 (Vedlegg G1-G3). De fleste av 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 de fleste innsjøene. Også mer forsuringfølsomme arter som *Daphnia longispina* ble påvist i halvparten av de undersøkte innsjøene. I 2011 ble dafnier kun registrert i to av innsjøene som ble undersøkt.

Tre av innsjøene overvåkes årlig (Vedlegg G1-G2). 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 har tidligere vært lav (vanligvis <20 %) men har økt, og de siste fire årene har andelen variert mellom 21 og 31 %. Krepsdyrundersøkelsene indikerer en klar forbedring av forsuringstilstanden i Bjorvatn. Lille Hovvatn (Birkenes) hører til de mest forsuringsskadete av overvåkingssjøene våre. I perioden 2005-2011 er det kun registrert forsuringstolerante arter. I de siste to årene har det blitt funnet to nye arter i Lille Hovvatn; vannloppene *Iliocryptus sordidus* og *Drepanothrix dentata*, men ingen av disse er antatt å være spesielt følsomme for forsuring. I 1998 og i 2009 ble det imidlertid 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 Sognevatn (Songdalen/Vennesla) hører til de mest artsrike innsjøene med totalt 57 arter av krepsdyr registrert i forbindelse med overvåkingen i perioden 1997-2011. 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 7 %. 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 Sognevatn, hoppekrepsen *Cryptocyclops bicolor*. Denne har en begrenset utbredelse med de fleste funnene på Østlandet, og er tidligere kun funnet i tre lokaliteter i Aust-Agder. Arten ble ikke gjenfunnet i 2011, men der i mot ble det registrert to nye arter. Den ene av disse, *Acroperus angustatus* ble tidligere bestemt som den mer vanlig forekommende arten *Acroperus harpae*, men nye studier viser at dette er snakk om to arter (Sinev 2009). I Sognevatn antar vi at begge arter har vært til stede i hele overvåkingsperioden.

Risvatn (Birkenes), Drivenesvatn (Vennesla) og Kleivsetvatn (Søgne) blir undersøkt hvert fjerde år, sist gang i 2011 (Vedlegg G3). Disse innsjøene har høyt artsantall og høy andel forsuringfølsomme arter av småkreps (20-30 %). Risvatn, som er den innsjøen med høyest artsantall og høyest andel forsuringfølsomme arter, har også en liten bestand av dafnier. I Risvatn ble det i 2011 registrert tre nye arter, hvorav en er i sammenheng med sur nedbør overvåkingen ny for regionen; hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus*. Arten har en begrenset utbredelse og er oftest funnet i næringsrike innsjøer. Også i Kleivsetvatn ble det registrert tre nye arter, hvorav to arter er moderat forsuringfølsomme. Drivenesvatn har tidligere hatt en bestand av dafnier men arten ble ikke registrert verken i 2007 eller i 2011.

Gjennomsnittlig artsantall og andel forsuringfølsomme arter i region IV har økt svakt i perioden 1999-2011 (Figur 48), men sammenligningen er kun basert på et fåtall innsjøer.

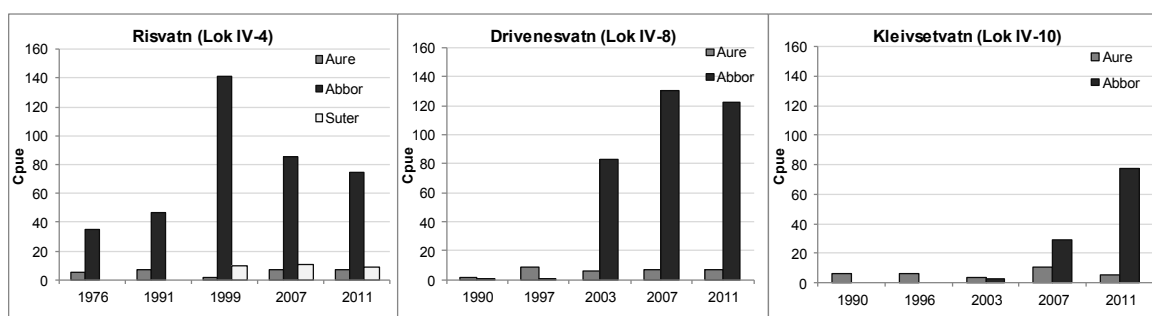
Krepsdyrsamfunnene viser stor variasjon og forsuringsskadene er vurdert som liten til meget stor (god – svært dårlig økologisk tilstand) for enkeltsjøene i region IV. Enkelte innsjøer viser små, men ustabile, positive endringer, men de fleste innsjøene viser ingen indikasjoner på endringer i forsuringstilstanden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



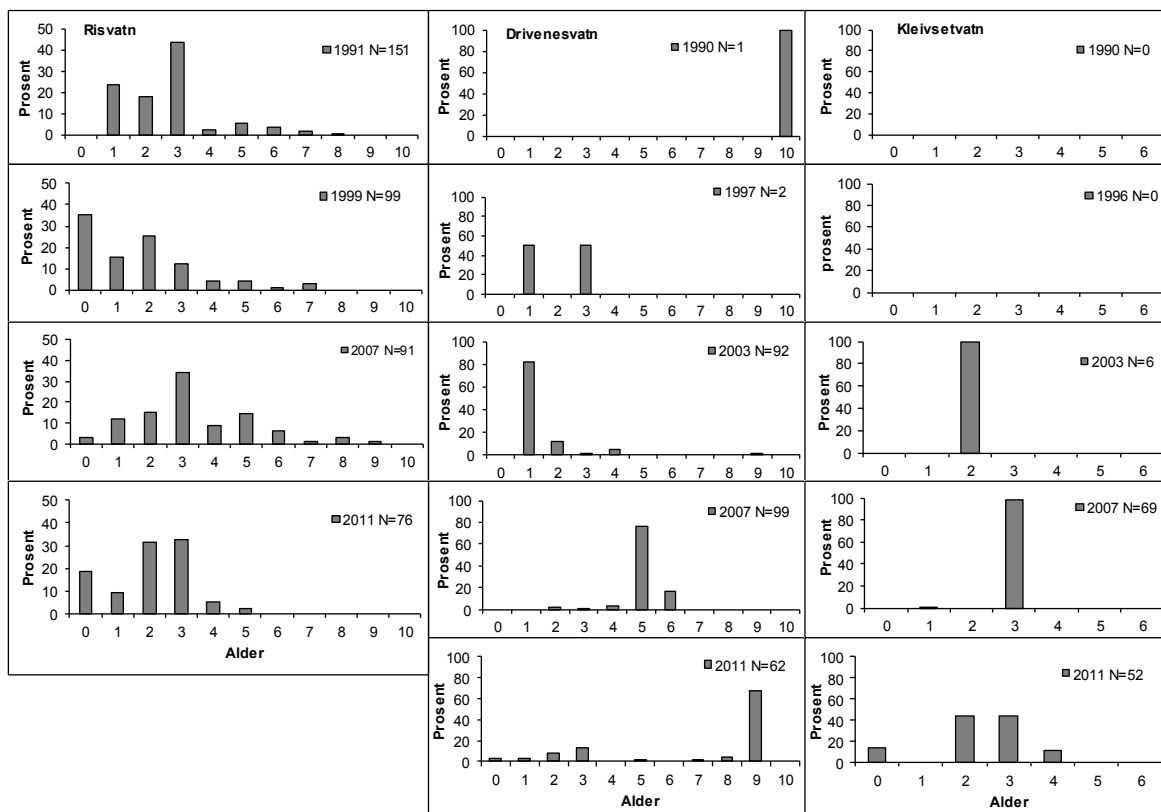
Figur 48. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsurningsfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 6 innsjøer i region IV (Sørlandet – Øst) undersøkt i 1999, 2003, 2007 og 2011.

## Fisk

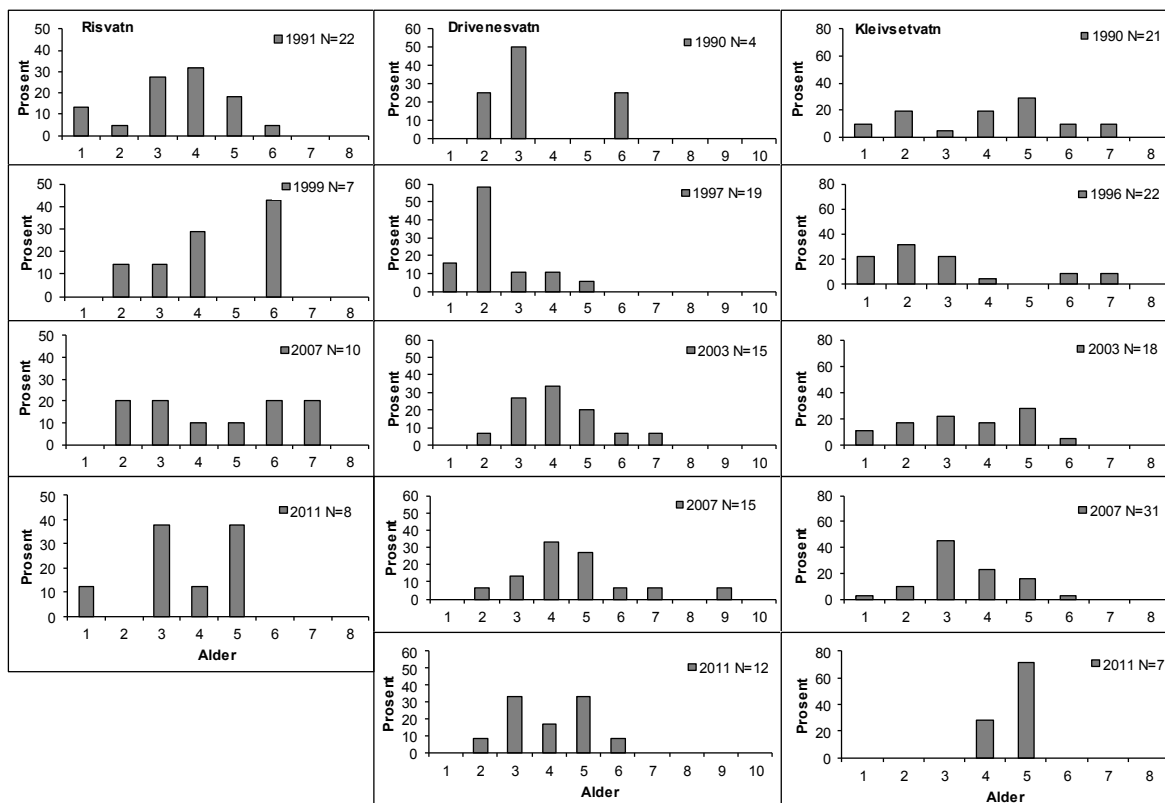
I region IV ble tre lokaliteter prøvofisket i 2011. Karakteristisk for forsøkslokalitetene i denne regionen er at de har tynne aurebestander (Figur 49). Derimot er bestandene av abbor tette, og de har hatt en positiv utvikling i alle de tre undersøkte lokalitetene. I både Drivenesvatn og Kleivsetvatn hadde abborbestandene tidligere svært dårlig tilstand, men de kan nå klassifiseres som svært gode. I Drivenesvatn skjedde bestandsøkningen allerede i perioden 1997 - 2003 (Figur 49). I Kleivsetvatn ble fangstene av abbor mer enn fordoblet fra 2007 til 2011. Det er likevel betydelig lavere enn i Drivenesvatn. I Risvatn har abborbestanden vært forholdsvis tett i hele undersøkelsesperioden. Allerede i 1976 hadde abborbestanden i Risvatn en god tilstand, og siden 1991 har den vært svært god. Aldersfordelingen hos abbor i denne innsjøen viser at bestanden har hatt en god og jevn rekruttering gjennom hele undersøkelsesperioden (Figur 50). I både Drivenesvatn og Kleivsetvatn har abbor en svært ujevn rekruttering med én sterk årsklasse (Figur 50). I Drivenesvatn har den samme årsklassen vært dominerende i fangstene siden 2003. Aldersfordelingen hos aure i de tre innsjøene viser en svak rekruttering med få individer i hver årsklasse, og enkelte årsklasser mangler helt i fangstene (Figur 51). Det har imidlertid vært svært omfattende effekter av forsuren i regionen, med mange tapte aure- og abborbestander (Klif 2012).



Figur 49. Fangst av aure, abbor og suter pr. 100 m<sup>2</sup> bunnareal på 0-6 m dyp (Cpue) i Risvatn (lok IV-4), og av aure og abbor i Drivenesvatn (lok IV-8) og Kleivsetvatn (lok IV-10) i enkelte år fra 1976 til 2011.



Figur 50. Aldersfordeling av abbor i Risvatn, Drivenesvatn og Kleivsetvatn i ulike år fra 1990 til 2011. N = antall fisk aldersbestemt.



Figur 51. Aldersfordeling hos aure i Risvatn, Drivenesvatn og Kleivsetvatn i ulike år fra 1990 til 2011. N = antall fisk aldersbestemt.



#### 4.2.5 Region V - Sørlandet-Vest

##### Bunndyr

I region V undersøkes Saudlandsvatn, Ljosvatn og Lomstjørni årlig. I Saudlandsvatn ble det i 2011 påvist seks 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 i Saudlandsvatn utvikler seg i positiv retning. Av arter som har etablert stabile bestander i kan nevnes døgnfluene *Cloeon* sp. og *Siphonurus* sp. samt vårfluen *Hydropsyche* sp. I Ljosvatn ble det registrert to moderat sensitive vårfluer, *Wormaldia* sp. og *Hydropsyche siltalai*. Lokaliteten ble tidligere vurdert som meget sterkt forsuret, men sporadiske funn av sensitive bunndyr kan tyde på at vatnet er inne i en fase av begynnende gjenhenting. I Lomstjørni ble det funnet elleve følsomme taksa bestående av meget følsomme og moderat følsomme arter. Døgnfluene *Baetis rhodani* og *B. fuscatus* var tallrike i utløpsbekken. I strandsonen ble det registrert sensitive døgnfluearter som *Cloeon simile* og *Siphonurus alternatus*. Antall følsomme individ er økende, og Lomstjørni karakteriseres som lite forsuret. Resultatene fra innsjøene som undersøkes årlig i region V indikerer en økning i biologisk mangfold over tid.

##### Krepsdyr

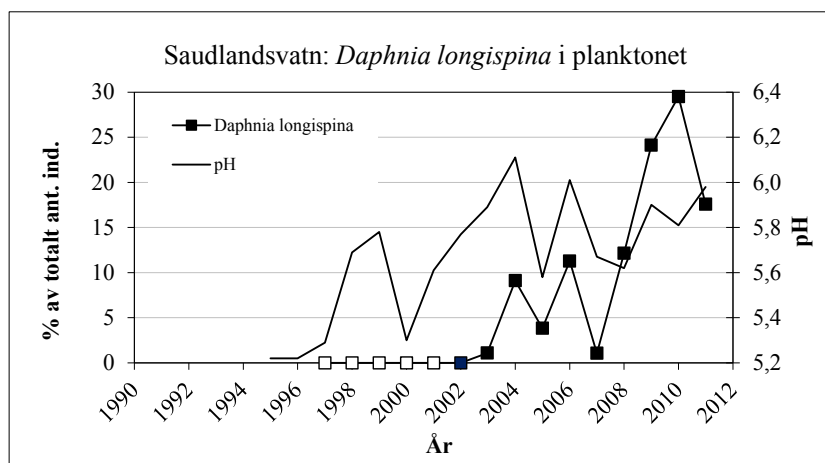
Totalt er det registrert 59 arter i region V (14 sjøer) i overvåkingsperioden 1996-2011. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

Et utvalg innsjøene i region V ble undersøkt i 1997 (SFT 1998), 2001 (SFT 2002), 2005 (SFT 2006) og i 2009 (Klif 2010). 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 forsuret følsomme 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 hvert fjerde år eller oftere i perioden 1997-2011. Ytterligere fire innsjøer er undersøkt to eller tre av årene i samme periode. Samlet sett er det en liten økning i relativ forekomst av forsuret følsomme arter i perioden 1997 til 2009 (se Figur 49 i Klif 2010). Med få unntak gjelder den positive utviklingen alle overvåkingsjøene i denne regionen. Resultatene samsvarer også med den positive utviklingen som blant annet er registrert for fiskebestandene i regionen (Hesthagen & Østborg 2008).

Tre innsjøer blir undersøkt årlig (Vedlegg G1-G2). 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 vært en av de dominerende planktonartene (Figur 52). Andelen forsuret følsomme arter har også økt de siste årene, spesielt etter 2008, og varierer vanligvis mellom 20 og 25 %. Samlet indikerer resultatene en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen i Saudlandsvatn, og bekrefter den positive utviklingen som også er registrert for bunndyr og fisk. Lomstjørni (Bjerkreim) vurderes som svakt til moderat forsuret med høye andeler forsuret følsomme arter, vanligvis omkring 30 %. Andelen *Daphnia longispina* i planktonet varierer imidlertid mellom år, og er sjelden større enn 5 %. Ljosvatn (Sokndal) hører til de mest forsuret følsomme av overvåkingsjøene våre. I perioden 2005-2007 har det imidlertid blitt registrert totalt fire nye moderat forsuret følsomme arter i Ljosvatn; kun en av disse er funnet i påfølgende år. Andelen forsuret følsomme arter er generelt lav og varierer dessuten mellom år (0-15 %). I 2011 ble det for eksempel kun registrert en forsuret følsom art mens det i 2010 ble funnet tre slike arter. Forholdene i Ljosvatn er foreløpig for ustabile og ugunstige til en mer permanent etablering av forsuret følsomme arter.

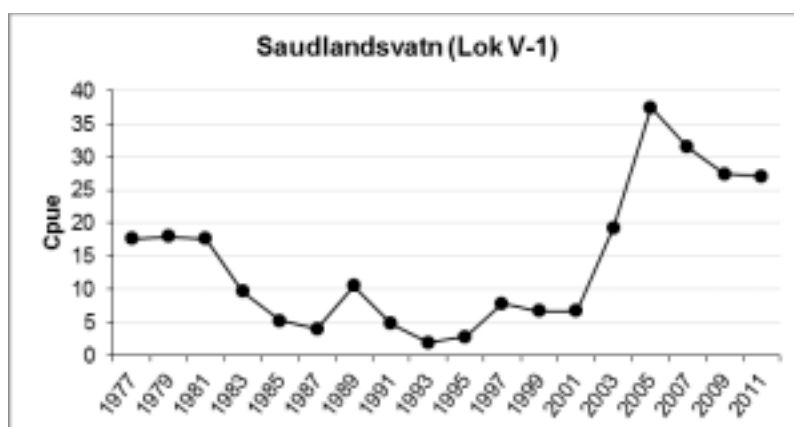
Innsjøene i region V er klassifisert som litt til sterkt forursingsskadet (god – svært dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Resultatene fra region V indikerer at en gradvis bedring av vannkvaliteten følges av en svak, men positiv utvikling i krepsdyrfaunaen i de minst forursingsskadete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



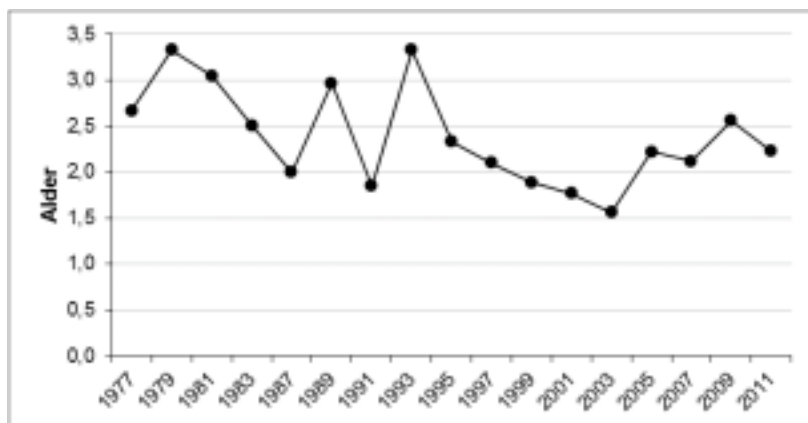
Figur 52. Andel (% av totalt individtall) av den forursingsfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* i Saudlandsvatn (region V, Sørlandet - Vest) i 1997-2011. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH er fra høstprøver (unntak 2004: gjennomsnitt av prøver tatt vår og sommer).

### Fisk

I region V ble bare Saudlandsvatn prøvefisket i 2011. Sørlandet har flest tapte og skadde fiskebestander pga forursing her i landet (Klif 2011a). Av de fire andre aurebestandene som inngår i programmet, vurderes nå bare to som skadde; Rundavatn og Vestre Flogevatn. Rundavatn ble sist prøvefisket i 1997, og bestandsforholdene kan derfor ha endret seg. I Vestre Flogevatn økte fangstutbyttet av aure noe fram til 2009, men bestanden må fremdeles karakteriseres som tynn. I Saudlandsvatn ble aurebestanden kraftig redusert på begynnelsen av 1980-tallet, og den holdt seg lav helt fram til 2001 (Figur 53). Seinere har bestanden økt kraftig, og har nå svært god tilstand. Gjennomsnittlig alder hos auren i Saudlandsvatn har samtidig gått ned (Figur 54) og elfisket på inn- og utløp viser at rekrutteringen til bestanden har vært god i seinere år (Figur 71).



Figur 53. Fangstutbyttet av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnære områder (0-12 m dyp) av Saudlandsvatn i perioden 1977-2011.



Figur 54. Gjennomsnittlig alder hos aure fanget ved prøvefiske i Saudlandsvatn i perioden 1977-2011.

#### 4.2.6 Region VI - Vestlandet-Sør

##### Bunndyr

I region VI ble Røyrvatnet undersøkt i 2011. Etter mange år med sterk forsuringskade har Røyrvatnet vist tegn til en begynnende gjenhenting av bunndyrfaunaen i de siste seks årene. I 2011 ble det registrert fem moderat sensitive bunndyrtaksa i utløpselva: steinfluene *Isoperla grammatica* og *Diura nanseni* samt vårfluene *Hydropsyche siltalai*, *Lepidostoma hirtum* og *Itytrichia lamellaris*. Røyrvatn synes nå å føye seg til en generell positiv utvikling for regionen, se elveundersøkelsene.

##### Krepsdyr

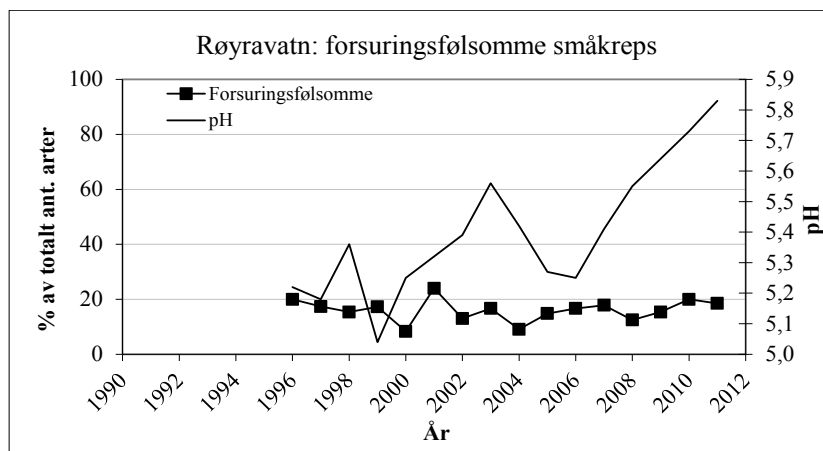
Totalt er det registrert 45 krepsdyrarter i region VI (7 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2011. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

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 forsuringsfølsomme arter. Alle innsjøene i region VI er ionsvake og med lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3-0,9 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.

Kun en av lokalitetene (Røyrvatn i Vindafjord) blir undersøkt årlig (Vedlegg G1). Her ble det i forbindelse med bunndyrundersøkelsene i 2000 registrert dafnier 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 verken i 2010 eller 2011. Likevel er det sannsynlig at dafnier finnes i svært lave tettheter i innsjøen. En ny moderat forsuringsfølsom art, *Paracyclops affinis*, ble registrert i 2010. Krepsdyrundersøkelsene gir ellers ingen tegn på endringer i forsurings situasjonen i Røyrvatn (Figur 55). Dette står i kontrast til den positive utviklingen som er registrert for bunndyr og fisk. Utsetting av røye (Osmund Øverland, pers. medd.), som nå reproducerer i innsjøen, kan være en medvirkende årsak til 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 forsuringskadede med lave andeler av forsuringsfølsomme 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 forsurings situasjonen er vurdert

som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor). Samlet sett vurderes imidlertid forurensningstilstanden for region VI å være uforandret basert på krepsdyrundersøkelsene.



Figur 55. Andel (% arter) av forurensningsfølsomme småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) i Røyrvatn (region VI, Vestlandet - Sør) i 1996-2011. pH er fra høstprøver.

### Fisk

I region VI ble ingen lokaliteter prøvefisket i 2011. Her har alle de undersøkte fiskebestandene hatt en positiv utvikling i løpet av de siste 10-15 åra (Klif 2011b). Dette har medført en endring av forurensningsindeksen fra svært dårlig/dårlig tilstand før 1990 til god/svært god tilstand i seinere år. Risvatn og Flotavatn hadde tynne aurebestander fram til slutten av 1990-tallet, men seinere har de økt kraftig. I det siste tiåret har aurebestanden i Risvatn variert noe i størrelse, men den har en forurensningsindeks > 1 (svært god tilstand). I Røyrvatn inntraff den positive bestandsutviklingen hos aure noe tidligere enn i Risvatn og Flotavatn, med en klar økning allerede fra 1982/84 til 1986. Derimot skjedde det en bestandsreduksjon på midten av 1990-tallet, men i seinere år har den igjen økt. Røyrvatn har også en liten bestand av røye etter at arten har blitt gjeninnført.

### 4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord

#### Bunndyr

I region VII ble totalt fem innsjøer undersøkt i 2011. Markhusdalsvatn, Nystølsvatn og Svartetjern undersøkes årlig, mens Oddmundalsvatn og Holmevatnet undersøkes hvert fjerde år. Bunnfaunaen i Markhusdalsvatn var meget sterkt forurensningsskadet frem til 1999. Fra dette året er det sporadisk registrert moderat forurensningssensitive bunndyrarter i lokaliteten. I 2011 ble det funnet to moderat sensitive arter. Steinfluen *Isoperla grammatica* ble registrert i utløpsbekken og døgnfluen *Siphonurus alternatus* ble registrert i strandsonen. Nystølsvatn viste en sterkt forurensningsskadet bunnfauna i årene 2000 og 2001. Etter dette har vatnet vist sporadiske tegn til forbedring, med registreringer av moderat sensitive bunndyr. I 2011 ble den moderat sensitive steinfluen *Diura nanseni* registrert i utløpselva. Nystølsvatn er svært ionefattig og følgelig følsom for forurensning. I Svartetjern ble det kun påvist tolerante arter. Holmevatn ligger nedstrøms Nystølsvatn og ligner denne innsjøen av type. Innslaget av følsomme bunndyrarter i Holmevatnet var større enn i Nystølsvatn. Det ble her registrert tre moderat sensitive arter: døgnfluen *Ameletus inopinatus* og steinfluene *Isoperla grammatica* og *Diura nanseni*. Samlet sett har det foregått markerte forbedringer i deler av region VII, mens andre lokaliteter fortsatt viser skader på bunndyrfaunaen.

#### Krepsdyr

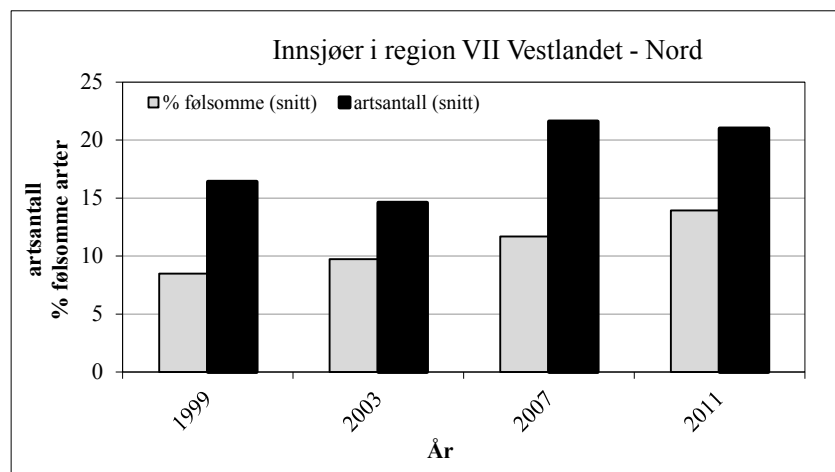
Totalt er det registrert 52 krepsdyrarter i region VII (12 innsjøer) i perioden 1996-2011. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

Et utvalg av innsjøene i region VII ble undersøkt i 1999 (SFT 2000), 2003 (SFT 2004), 2007 (SFT 2008) og på nytt i 2011. Antall arter var hhv. 35 (12 sjøer), 31 (7 sjøer), 38 (6 sjøer) og 43 (5 sjøer). Artsantallet for enkeltlokaliteter varierte i 2011 mellom 15 og 27 (Vedlegg G1-G3). Samlet artsliste for regionen inkluderer både forsuringfølsomme og forsuringstolerante arter, inklusive survannsindikatorene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*. Dafnier er ikke registrert i noen av de undersøkte lokalitetene verken i 2007 eller i 2011. Overvåkingssjøene 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 forsuringfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forsuret.

For tre av innsjøene i regionen fins det årlige krepsdyrdata (Vedlegg G1-G2); Markhusdalsvatn og Svartetjern (begge Masfjorden) og Nystølsvatn (Balestrand). Andelen forsuringfølsomme arter i Markhusdalsvatn var generelt noe høyere i perioden 2006-2010 sammenlignet med årene før 2006, men i 2011 var andelen lav, kun 7 %. I Nystølsvatn ble det i 2009 registrert en ny moderat forsuringfølsom art, vannloppen *Alona intermedia*. Denne ble funnet på nytt i 2011. Samtidig ble en svært forsuringstolerant art, vannloppen *Acantholeberis curvirostris*, funnet for første gang i Nystølsvatn. Sett under ett så viser verken Nystølsvatn eller Markhusdalsvatn noen klar trend mht. krepsdyrfaunaen.

Oddmundalsvatn (Vaksdal) og Holmevatn (Gaular) undersøkes hvert fjerde år, siste gang i 2011 (Vedlegg G3). Artsantall og andel forsuringfølsomme arter var lavt i begge innsjøer. I 2011 ble det registrert to nye arter i Oddmundalsvatn, hvorav en er moderat forsuringfølsom. I Holmevatn ble det kun registrert en ny forsuringstolerant art. Andel forsuringfølsomme arter var på samme nivå som tidligere (Holmevatn) eller noe høyere (Oddmundalsvatn).

Gjennomsnittlig artsantall og andel forsuringfølsomme arter i region VII har økt svakt i perioden 1999-2011 (Figur 56), men sammenligningen er kun basert på et fåtall innsjøer.

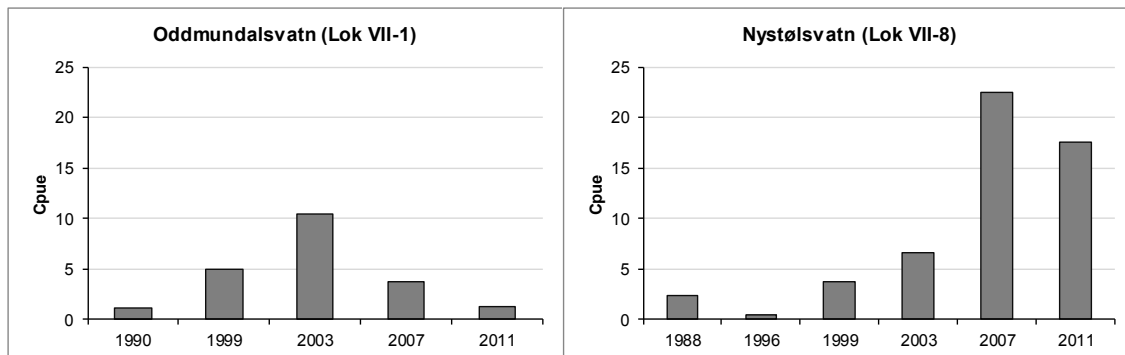


Figur 56. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsuringfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 5 innsjøer i region VII (Vestlandet – Nord) undersøkt i 1999, 2003, 2007 og 2011.

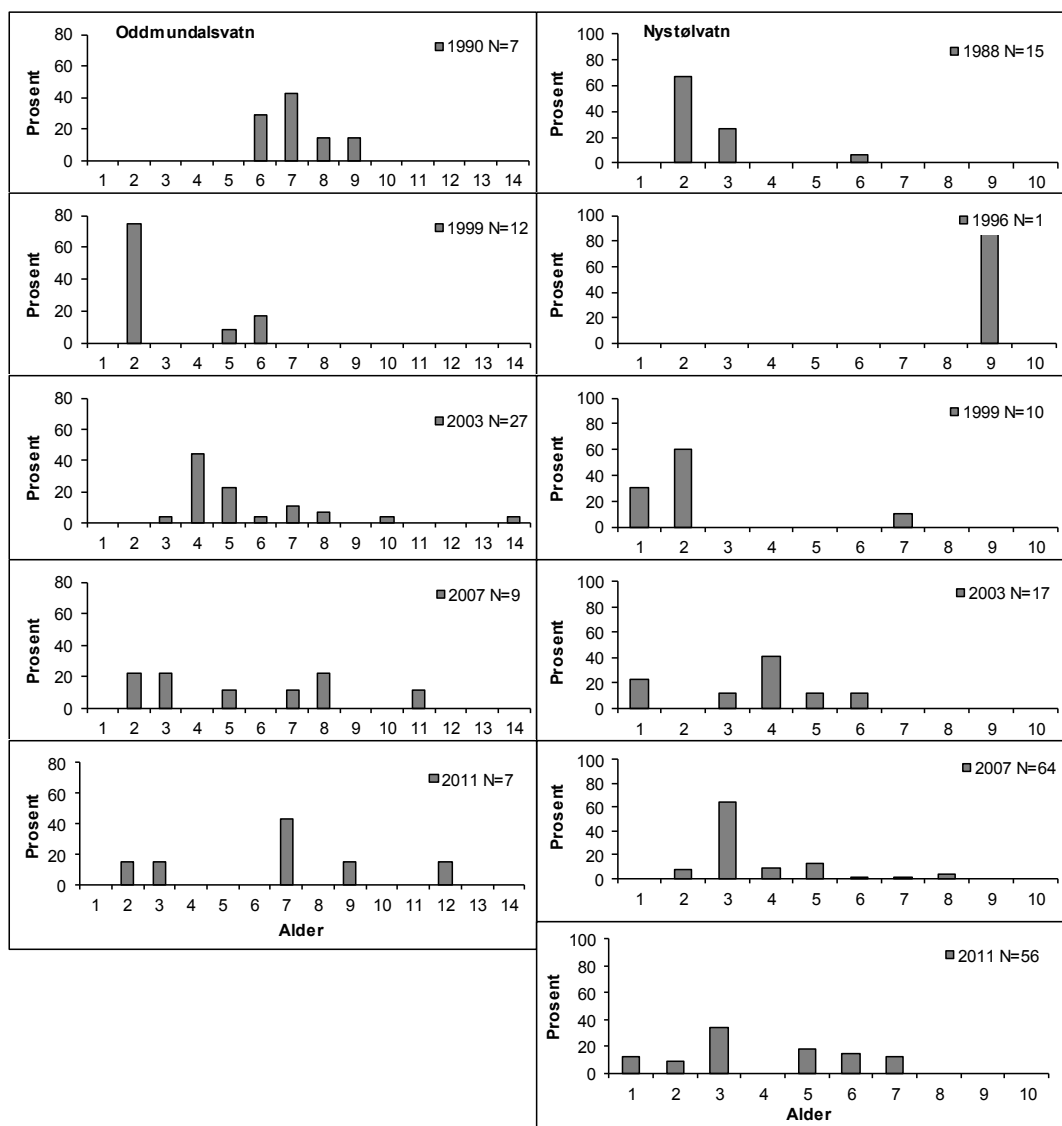
Basert på krepsdyrundersøkelsene i 1999 ble region VII den gang klassifisert som ubetydelig/litt til sterkt/svært sterkt forsuringsskadet (svært god/god-dårlig/svært dårlig økologisk tilstand). Det er sannsynlig at forsuringssituasjonen er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor). Datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å vurdere om det har vært noen endring i forsuringstilstanden samlet for regionen.

## Fisk

I region VII ble to lokaliteter prøvefisket i 2011. Forsuringsindeksen for de undersøkte aurebestandene har variert fra tynn/meget tynn til middels tett/tett. Oddmundalsvatn har en meget tynn aurebestand (Figur 57). Aldersfordelingen hos denne bestanden viser også at rekrutteringen er svært ujevn (Figur 58). I Nystølsvatn hadde aurebestanden en svært dårlig tilstand på 1980- og 1990-tallet. Det har imidlertid vært en positiv utvikling etter 2003, og tilstanden karakteriseres nå som god. Høsten 2011 ble det påvist rekord høy tetthet av yngel på innløpet av Nystølsvatn. Aldersfordelingen fra prøvefiske i selve vatnet viser også at rekrutteringen har blitt bedre i seinere år (Figur 58). Det er fortsatt en del tapte og reduserte aurebestander i denne regionen (Klif 2012).



Figur 57. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal (Cpue) på 0-6 m dyp i Oddmundalsvatn (Lok VII-1) og Nystølsvatn (Lok VII-8) i ulike år i perioden 1988-2011.



Figur 58. Aldersfordelingen hos aure i Oddmundalsvatn (Lok VII-1) og i Nystølsvatn (Lok VII-8) i ulike år i perioden 1988-2011. N = antall aldersbestemte individ.

#### 4.2.8 Region VIII - Midt-Norge

##### Bunndyr

I region VIII undersøkes Svartdalsvatn årlig. Det ble påvist tre moderat forsureningsensitive bunndyrarter i dette vatnet. Døgnfluen *Siphonurus lacustris* og steinfluen *Capnia sp.* ble registrert i strandsonen, mens steinfluen *Diura nanseni* ble registrert i utløpselven. Bunndyrfaunaen i Svartdalsvatnet har vist en stabil sammensetning i de seneste år og innsjøen må karakteriseres som moderat forsureningskaded.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 58 arter i region VIII (10 innsjøer) basert på overvåkingen i 1998-2011. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

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 forsurening 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 overvåkingsjøene, 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 (Lesja) overvåkes årlig (Vedlegg G1). Undersøkelser av denne høyfjellslokaliteten viser årlige forekomster av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina*. Med unntak av 1999 og 2000 utgjorde dafniene kun en liten mengde av planktonet, og de siste seks årene har andelen vært < 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. Undersøkelse gjennomført i 2011 som en del av basisovervåkingen (Haande m.fl., rapport fra basisovervåking i 2011, under utarbeidelse), bekrefter resultater fra sur nedbør overvåkingen, og tilstanden i Songsjøen mht. småkreps vurderes som god. Songsjøen har dessuten 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. Det er sannsynlig at forsuringssituasjonen er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor). Datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å vurdere om det har vært noen endring i forsuringstilstanden samlet for regionen.

### Fisk

Ingen innsjøer ble prøvefisket i region VIII i 2011. De fleste aurebestandene i regionen har hatt en positiv utvikling i seinere år, men med til dels stor variasjoner i forsuringindeksen (Klasse 2-4) (Figur 64). Forurensningsbelastningen for regionen er blant de laveste i landet (Klif 2012).

## 4.2.9 Region IX - Nord-Norge

### Bunndyr

I region IX er Nedre Kaperdalsvatn undersøkt årlig siden 1999. Antall registrerte taksa og individer har vært lavt i innsjøen. I 2011 ble det registrert tre moderat forsuringfølsomme taksa: døgnfluen *Ameletus inopinatus*, steinfluen *Isoperla grammatica* samt småmuslinger (*Pisidium* sp.). Lokaliteten karakteriseres som meget næringsfattig, noe som kan forklare den artsfattige faunaen. Dette tilsier også at innsjøen er svært følsom for surt nedfall.

### 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 forsurening, men



survannsindikatorerne *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 artsmangfold ble registrert i ionesvake innsjøer med Ca-konsentrasjoner  $< 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ . 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 overvåkes årlig (Vedlegg G2). Krepssdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn (Tranøy) er artsfattig med dominans av moderat forsuringstolerante arter. Krepssdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn varierer relativt mye mellom år med variable andeler forsuringfølsomme arter (15-29 %). Regionen vurderes som lite forsuringpåvirket, og krepssdyrfaunaen er sannsynligvis et resultat av andre forhold enn forsuring.

Innsjøene i region IX ble i 1999 vurdert som ubetydelig/litt til moderat forsuringsskadede (svært god/god – moderat økologisk tilstand) basert på krepssdyrfaunaen. 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 prøvofiske 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 fiskeskader. Region IX har også en lav forsuringbelastning (Klif 2012).

### **4.2.10 Region X - Øst-Finnmark**

#### **Bunndyr**

I region X skal bunnfaunaen i Dalvatn undersøkes årlig. Det ble ikke tatt bunndyrprøver i denne lokaliteten i 2011.

#### **Krepssdyr**

Totalt er det funnet 44 arter av krepssdyr i region X (6 innsjøer) i perioden 1996-2011. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2011.

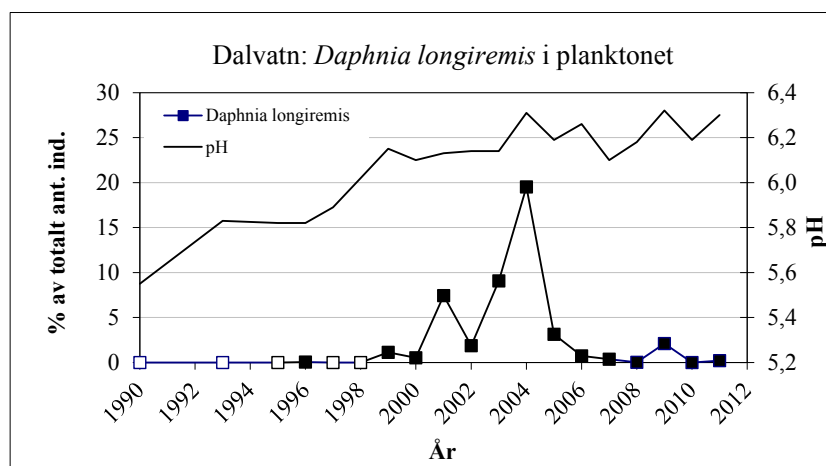
Et utvalg av innsjøene i region X ble undersøkt i 2000 (SFT 2001) og fire av innsjøene ble undersøkt på nytt i 2004 (SFT 2005) og i 2008 (SFT 2009). I disse undersøkelsene ble det registrert hhv. 31 (6 sjøer), 24 (4 sjøer) og 27 arter (4 sjøer).

Kun Dalvatn på Jarfjordfjellet i Sør-Varanger blir undersøkt årlig (Vedlegg G2). 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 syv 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 krepssdyrdata 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 krepssdyrfaunaen, 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 krepssdyrfaunaen. For eksempel kan forekomst av krepssdyrspisende fiskearter (røye og trepigget stingsild) være en forklaring på at dafniene ikke utgjør en større andel av planktonet i Dalvatn og Store Skardvatn. Dessuten er det målt økte konsentrasjoner av tungmetaller, særlig kobber og nikkel, i små innsjøer på Jarfjordfjellet fra og med 2004 (se kapittel 3.4.2). Store vannlopper, som 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 *Daphnia longiremis*.

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



Figur 59. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringsfølsomme vannloppen *Daphnia longiremis* i Dalvatn (region X, Øst-Finnmark) i 1990-2011. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH fra høstprøver i samme periode.

## Fisk

I region X ble ingen av de tre innsjøene (Dalvatn, Otervatn og Store Skardvatn) som inngår i overvåkingen prøvet fisket i 2011. I alle disse lokalitetene har det vært et økt fangstutbyttet av aure fra 1990-tallet og fram til 2008 (SFT 2009). Dalvatn og Store Skardvatn har også røye. Erfaringstall fra lokaliteter med aure og røye tyder på at aurebestandene i disse to lokalitetene har gått fra dårlig/svært dårlig tilstand på begynnelsen av 1990-tallet, til svært god tilstand. Regionen har store årlige variasjoner i forureningsbelastning, men vannkvaliteten har bedret seg kraftig i løpet av de siste 15 åra (Klif 2012).

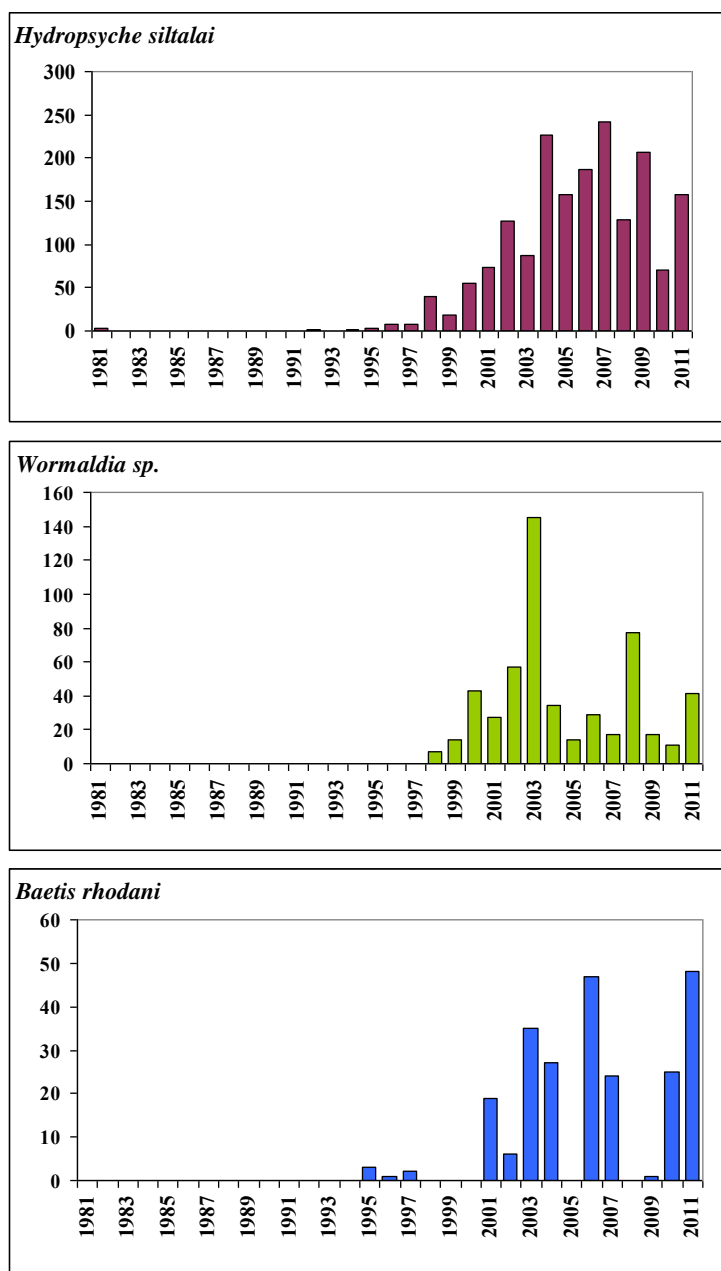
## 4.3 Utvikling i foruringsstilstanden

### Bunndyr

En del av elvene og innsjøene som inngår i overvåkingen har vært undersøkt over lange tidsrom. Lille Hovvatn (region IV) har vært undersøkt som referanse til det nærliggende kalkete Store Hovvatn. Innsjøen var meget sterkt forsuret i perioden 1977 til 1980. I siste halvdel av nittitallet ble det sporadisk registrert moderat forsuringsfølsomme arter: småmuslinger (*Pisidium* sp.) og døgnfluen *Siphonurus* sp. Sistnevnte er registrert sporadisk i lokaliteten og bestanden må karakteriseres som ustabil. I 2011 ble det registrert en ny moderat forsuringsfølsom art, steinfluen *Isoperla grammatica*. Rekrutteringen av disse sensitive bunndyrene skjer sannsynligvis fra det nærliggende Store Hovvatn, der de har blitt tallrike etter kalking.

Saudlandsvatn (region V) har vært overvåket siden 1981. Utviklingen av følsomme taksa i Saudlandsvatn og nærliggende områder har vært meget positiv fra 1990, med økt mangfold av sensitive arter. Vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Wormaldia* sp. er eksempler på følsomme arter som kom tilbake i siste halvdel av nittitallet i bekkelokaliteter nær Saudlandsvatn (Figur 60). Den sterkt forsuringsensitive døgnfluen *B. rhodani* har vist en ustabil gjenhentingsprosess i dette området. I 2011 ble det registrert 48 eksemplarer av arten. Sporadisk fravær er sannsynligvis forårsaket av sure

episoder. Vannkvaliteten er foreløpig for ustabil for en permanent etablering. Moderat følsomme arter viser derimot stabile bestander.

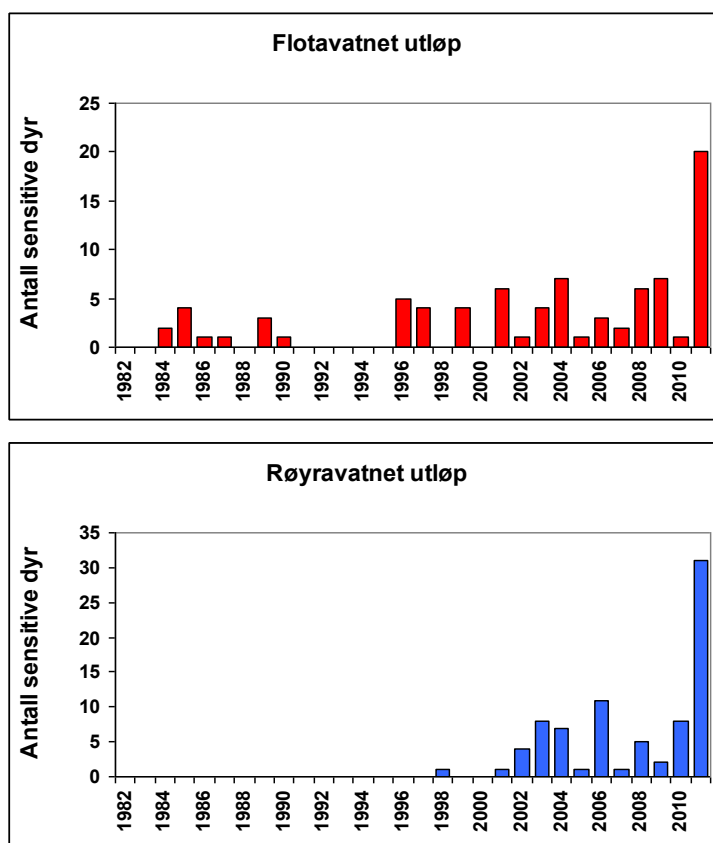


Figur 60. Antall registrerte individer av vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Wormaldia sp.* samt døgnfluen *Baetis rhodani* i Saudlandsområdet, Farsund, i perioden 1981-2011.

I tidligere rapporter er det påpekt at det er blitt registrert flere igler i lokaliteter på Sørlandet. I region V var kun en igleart, blodigle, oppført som sikker for regionen, mens andre igler er angitt med usikker forekomst i Fauna Norvegica (Aagaard & Dolmen 1996). Dyregruppen har trolig vært sparsomt utbredt i regionen tidligere, noe som kan skyldes forsurening. 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. Overvåkingsprogrammet for bunndyr har vist at tøyyet flatigle (*Helobdella stagnalis*), hundegle (*Erpobdella octoculata*) og andegle (*Theromyzon tessulatum*) har blitt mer vanlige i flere

lokaliteter på Sørlandet. I 2011 ble det registrert igler i Kleivsetvatn og Saudlandsvatn. Utviklingen tolkes som en positiv effekt av redusert forurening.

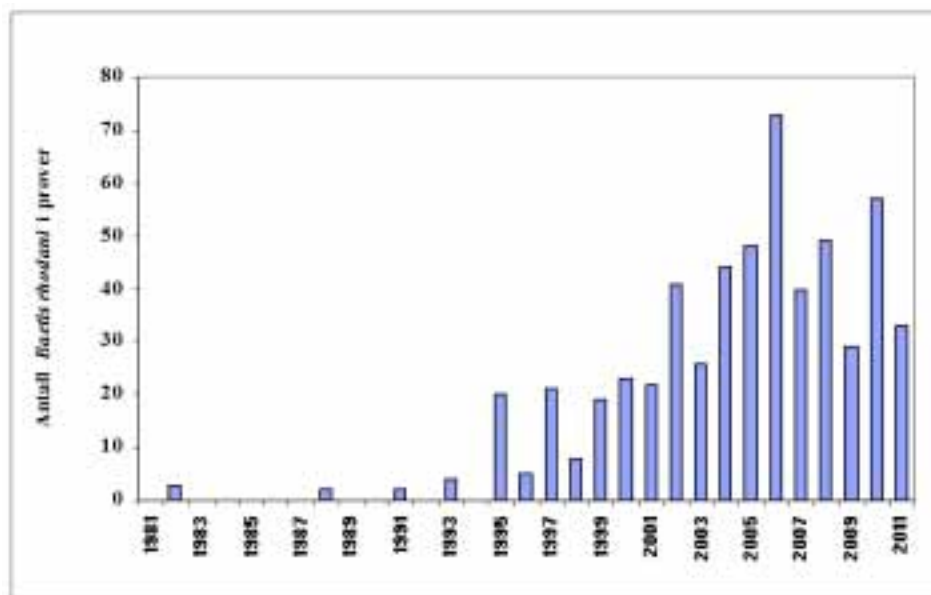
I region VI har den delen av Vikedalsvassdraget som ligger oppstrøms kalkdosereren inngått i overvåkingen siden 1982. Elva fra Flotavatn har gjennom hele perioden hatt sporadiske innslag av den moderat forureningsfølsomme steinfluen *Diura nanseni* (Figur 61). Døgnfluen *B. rhodani* ble første gang påvist i denne lokaliteten i 2001. I 2011 registrerte vi fem individer av arten her. Utviklingen over tid viser at forureningsnivået i lokaliteten er ennå ikke akseptabelt. Det biologiske mangfoldet i lokaliteten vil øke dersom vannkvaliteten bedres. Bunndyrfaunaen i elva fra Røyrvatn har vist at lokaliteten var sterkt forurenset i perioden 1982-1997. Situasjonen i de senere årene viser en endring i positiv retning (Figur 61), med redusert forureningsskade og økning i biologisk mangfold. Det observeres årlig ulike moderat sensitive arter. 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, men ikke i 2011. 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 *Itytrichia lamellaris*, *Lepidostoma hirtum*, *Hydropsyche silatalai* og *H. pellucidula*.



Figur 61. Forekomst av forureningssensitive bunndyr i utløpselvene fra Flotavatnet og Røyrvatnet, Vikedalsvassdraget, i perioden 1982-2011.

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

I region VII har vi overvåket Markhusdalsvatn siden 1991 og innløp og utløpselv fra Nystølsvatn siden 1984. Den førstnevnte av de to 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, som var sterkt forsuringsskadet i 2000 og 2001, har også vist en positiv utvikling de siste årene.



Figur 62. Forekomst av døgnfluen *Baetis rhodani* i en ukalket elvelokalitet nedstrøms Fjellgardsvatnet i Vikedalsvassdraget i perioden 1982-2011.

### Krepsdyr

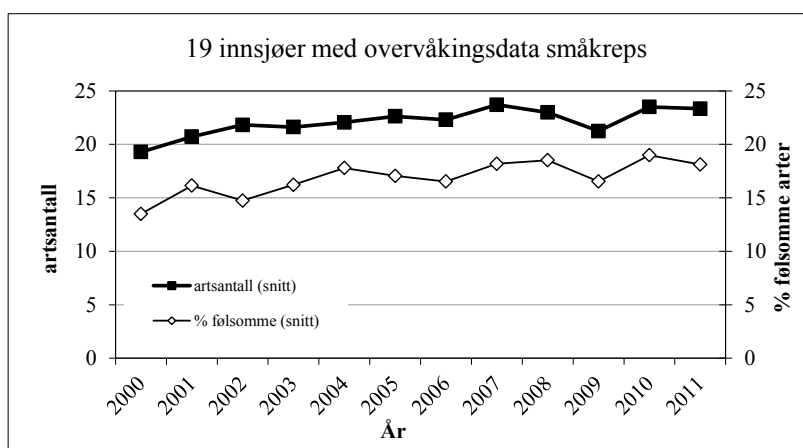
Totalt 19 av lokalitetene som ble undersøkt i 2011, var innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2 sjøer) inkludert tre referansesjøer. 16 av innsjøene er undersøkt siden 1997 eller tidligere. Fra og med 2000 finnes det årlige krepsdyrdata fra alle de 19 innsjøene. Basert på snittverdier har det vært en liten økning i andel forsuringfølsomme småkreps og antall arter fram til 2007 (Figur 63). Deretter er resultatene mindre entydige. Dette til tross for videre forbedring i vannkvaliteten, som for mange innsjøer nå synes å være tilfredsstillende. År til år variasjoner i faunaen kan ha andre årsaker enn forsuring (se nedenfor). 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 mht. 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.

For tre av innsjøene (Langvatn 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. Også i Bjorvatn (Sørlandet - Øst) indikerer endringer i krepsdyrfaunaen de siste par årene en begynnende gjenhenting. Dalvatn (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 syv-åtte årene. Artssammensetningen av krepsdyrfaunaen

indikerer at miljøforholdene er ustabile med relativt store år til år variasjoner. Disse variasjonene kan også ha andre årsaker enn forsurening, for eksempel variasjoner i beitetrykket fra fisk. Også i Sognevatn (Sørlandet – Øst) antas det at fiskepredasjon, framfor reforurening, er årsak til at økningen i tettheten av dafnier, som tidligere ble registrert, har flatet ut på et lavt nivå.

Når enkelte innsjøer viser en biologisk respons som indikerer dårligere forhold enn den generelle vannkjemiske 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 forsureningsfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 19 innsjøer med årlige undersøkelser i perioden 2000-2011.

## Fisk

Det har vært en positiv utvikling i fiskebestandene 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 av overvåkingslokalitetene i disse 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. De fleste lokaliteter i Sør-Norge har i løpet av 1990-tallet hatt økte fangster for aure, røye og abbor. Tre av regionene (region III, IV og VII) har fremdeles noen aurebestander med en forsureningsindeks 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 forsureningsindeks som tilsvarer 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 fangstutbyttet (Cpue) vært nærmest eksplosivt 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 innsjøer har fangstøkningen vært på over 30 individ. Hos aure og røye har økningen i Cpue til sammenligning i de fleste tilfeller vært under 10 individ.

De fleste lokalitetene i region I har eller har hatt bestander av aure, mens røye, ørekyte 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 forursningsskader for regionen.

I region II har de fleste lokalitetene svært tette abborbestander, og tilstanden er nå svært god i alle 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 en 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 2011a).

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

I region IV karakteriseres fiskesamfunnene av forholdsvis tynne aurebestander og tette abborbestander. Én lokalitet med bare aure har hatt en økende forursningsindeks i undersøkelsesperioden (*Figur 64*). Fire av innsjøene har nå tette abborbestander, og har god eller svært god tilstandsklasse (*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 forursningsindeks 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 forursningsskadet. Denne regionen har den høyeste forureningsbelastningen og de mest forsurede innsjøene her i landet (Klif 2011b). 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. Forursningsindeksen 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 at vannkvaliteten har bedret seg kraftig (Klif 2011b). 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.

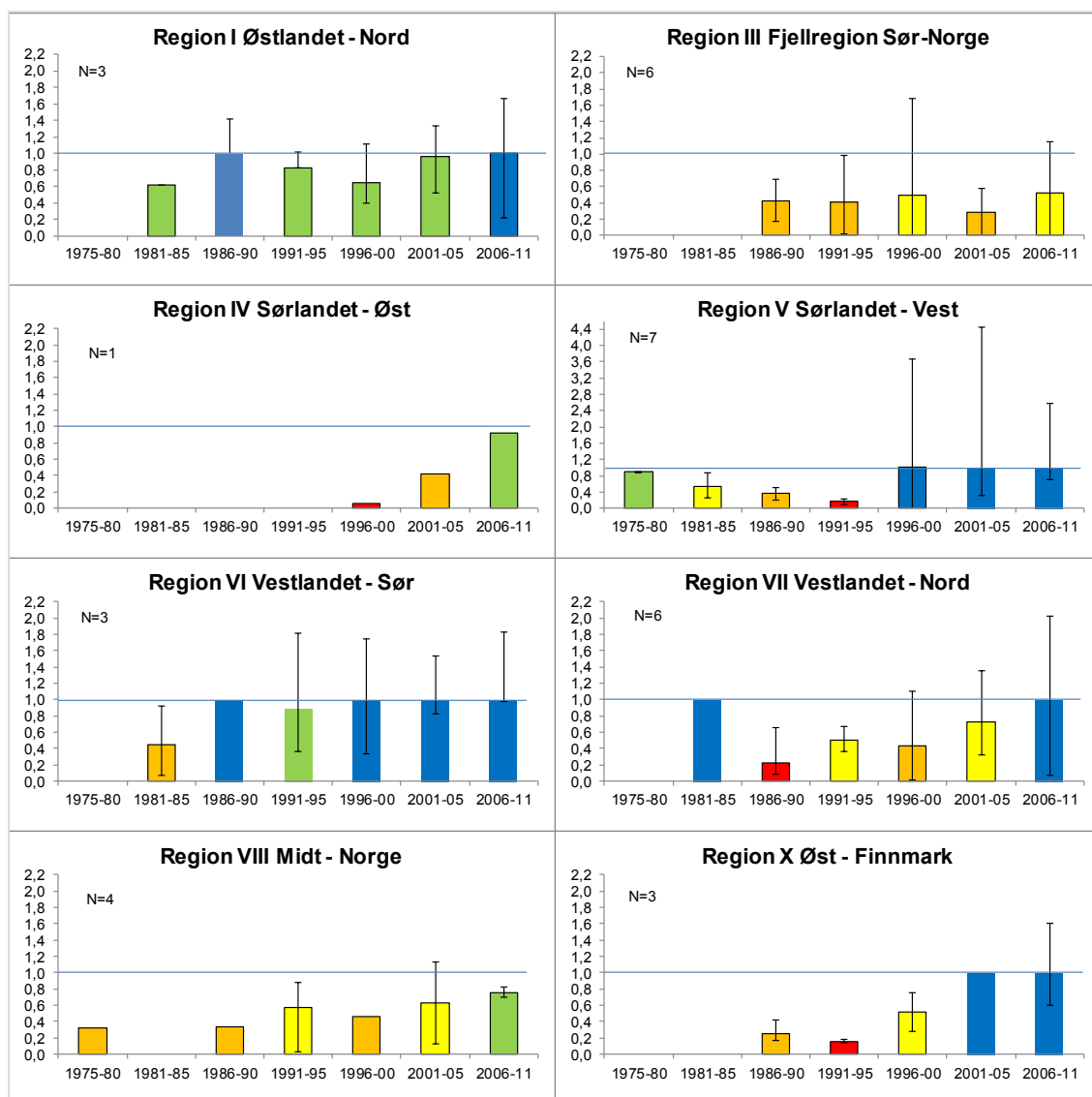
I region VII har det etter 2001 vært en positiv utvikling hos alle undersøkte aurebestander, med unntak av én (*Figur 64*). I tre av lokalitetene har aurebestanden gått fra Klasse 5 i perioden før 1995, til klasse 1-2 etter 2001. Bestanden i én av lokalitetene tilhører fremdeles Klasse 4-5. Denne regionen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

I region VIII har aurebestandene hatt en varierende utvikling i seinere år, med stor variasjon i forursningsindeksen mellom lokalitetene (*Figur 64*). Totalt sett har imidlertid tilstanden forbedret seg, 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 største forventet 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.

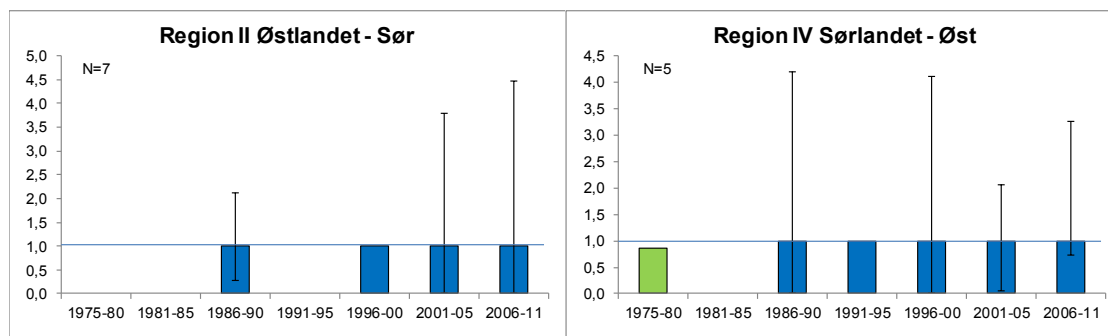
I region X viser ingen av de undersøkte aurebestandene lenger tegn til forursningsskader. I en av lokalitetene har aurebestanden økt kraftig fra slutten av 1980-tallet (Klasse 5) til ingen skade i siste periode (2006-10) (*Figur 64*). I to lokaliteter med både aure og røye har fangstutbyttet av røye 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 2011b).



Figur 64. Utviklingen i tilstandsklasser av mulig forsuringsskadede 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 maksimumsverdi. N = antall innsjøer som omfattes av beregningene.





Figur 65. Utviklingen i tilstandsklasser av mulig forsuringsskade 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.

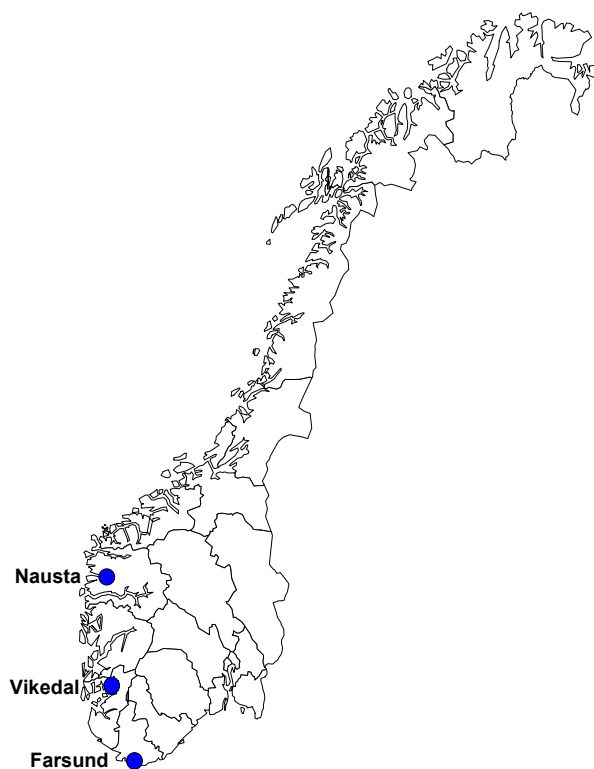
## 4.4 Biologi i rennende vann

### 4.4.1 Bunndyr

De regionale bunndyrundersøkelsene i elver omfatter overvåking av fem vassdrag. I 2011 ble det samlet inn prøver fra tre vassdrag. Resultatene viser at forsuringsbildet 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 2011 med prøvetaking av bekker ved Saudlandsvatn og Gjærvollstadvatn i Farsund, Vikedalselva og Nausta (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 *et al.* 1971). Forsuringssituasjonen er kartlagt med samme system som i de foregående årsrapporter. Systemet er utarbeidet på basis av forsurings-toleranse hos de ulike bunndyrgrupper- og arter (Fjellheim & Raddum 1990, Lien *et al.* 1991). Metoden går ut på å karakterisere vassdraget i forsuringsammenheng ved hjelp av bunndyrfaunaen. Det brukes en skala fra 0 (svært sterkt forsuringskaded) til 1 (lite påvirket). For detaljert beskrivelse henvises til Tabell 14, Raddum & Fjellheim (1985), Raddum *et al.* (1988), Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999).

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



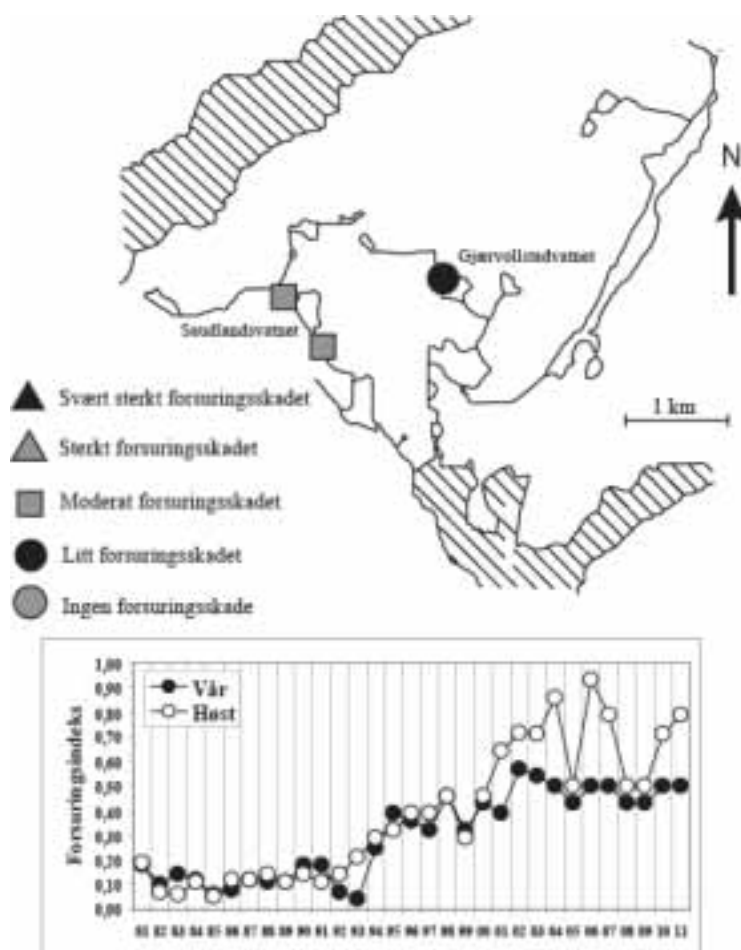
Figur 66. Lokalisering av overvåkingsstasjonene for invertebratundersøkelser i vassdrag i 2011.

## Region V - Sørlandet-Vest

### Farsund i Vest-Agder

Farsundområdet har vist en positiv trend med hensyn til mangfold av forursingssensitive bunndyr i de senere år. I 2011 viste foruringsindeksen 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 seks ulike arter forursingssensitive bunndyr, to færre enn i 2009. Foruringsindeksen har vist en betydelig bedring fra begynnelsen av 1990-årene. Bunndyrfaunaen i Farsund viser fremdeles avvik sammenlignet med forventet økologisk foruringsstilstand, og må karakteriseres moderat foruringskadedet.

Lokalitetene ved Farsund var sterkt foruringskadd i perioden 1981-1993. I de senere år har skadene på bunndyrfaunaen avtatt, men deler av området må fortsatt karakteriseres moderat foruringskadedet. Foruringsindeksen 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 2011 hadde *B. rhodani* gode tettheter om høsten. Dette gir seg utslag i høyere foruringsindeks enn de foregående år, spesielt i 2008 og 2009 da arten var nesten fraværende. Sammenlignet med perioden før 1990 har flere moderat følsomme arter etablert bestander i lokalitetene. Til sammen seks ulike sensitive bunndyrarter ble registrert i rennende vann i området i 2011, mot åtte i 2009. Regresjonsanalyser viser at det har vært en signifikant bedring ( $p < 0,001$ ) av foruringsindeksen i Farsundområdet i de årene overvåkingen har pågått.

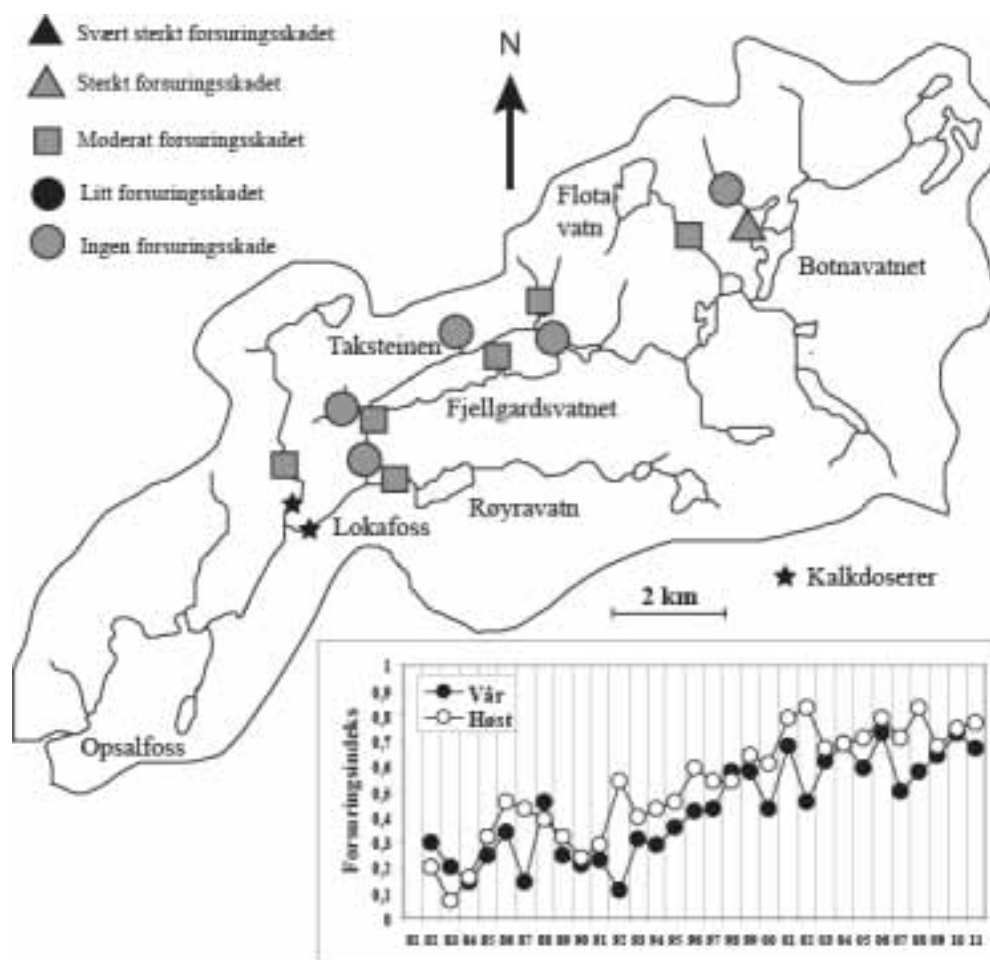


Figur 67. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Farsundområdet i 2011. Figuren viser også gjennomsnittlige foruringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1981-2011.

**Region VI - Vestlandet-Sør**  
**Vikedalsvassdraget i Rogaland**

Undersøkelsene av Vikedalselva i 2011 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 lokalitetene viser fremdeles skader sammenlignet med forventet tilstand for et uforsuret vassdrag i regionen.

Bunndyrundersøkelsene i de ukalkede delene av Vikedalsvassdraget i 2011 viste at det var markerte forsuringsskader i deler av nedbørfeltet (Figur 68). 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 68), med en økt artsdiversitet som resultat (Fjellheim & Raddum 1995, 1999, Fjellheim et al. 2011).



Figur 68. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Vikedalsvassdraget i 2011. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1982-2011. Kalkdoserere er merket med stjerne.

Forsuringssensitive taksa, som døgnfluen *Baetis rhodani*, steinfluen *Diura nanseni* og vårfluene *Tinodes waeneri*, *Hydropsyche* spp. og *Lepidostoma 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 (se Figur 61). *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*. Multivariate analyser (redundancy analysis - RDA) viser at bunndyrfaunaen i lokalitetene i rennende vann har respondert på en bedret vannkjemi, og at det pågår en naturlig gjenhenting av bunndyrsamfunnet på de fleste ukalkede lokalitetene i Vikedalsvassdraget (Jensen *et al.* 2010). Undersøkelsene tyder også på at det meste av gjenhenting har foregått etter 1998. Analysene indikerer at den undersøkte bunndyrfaunaen i rennende vann responderer raskere på en bedret vannkjemi enn den litorale bunndyrfaunaen i stillestående vann. 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 forsuringssindeksen i vassdraget en positiv trend ( $p < 0,001$ ) med hensyn til forsuringsskade.

## Region VII - Vestlandet-Nord

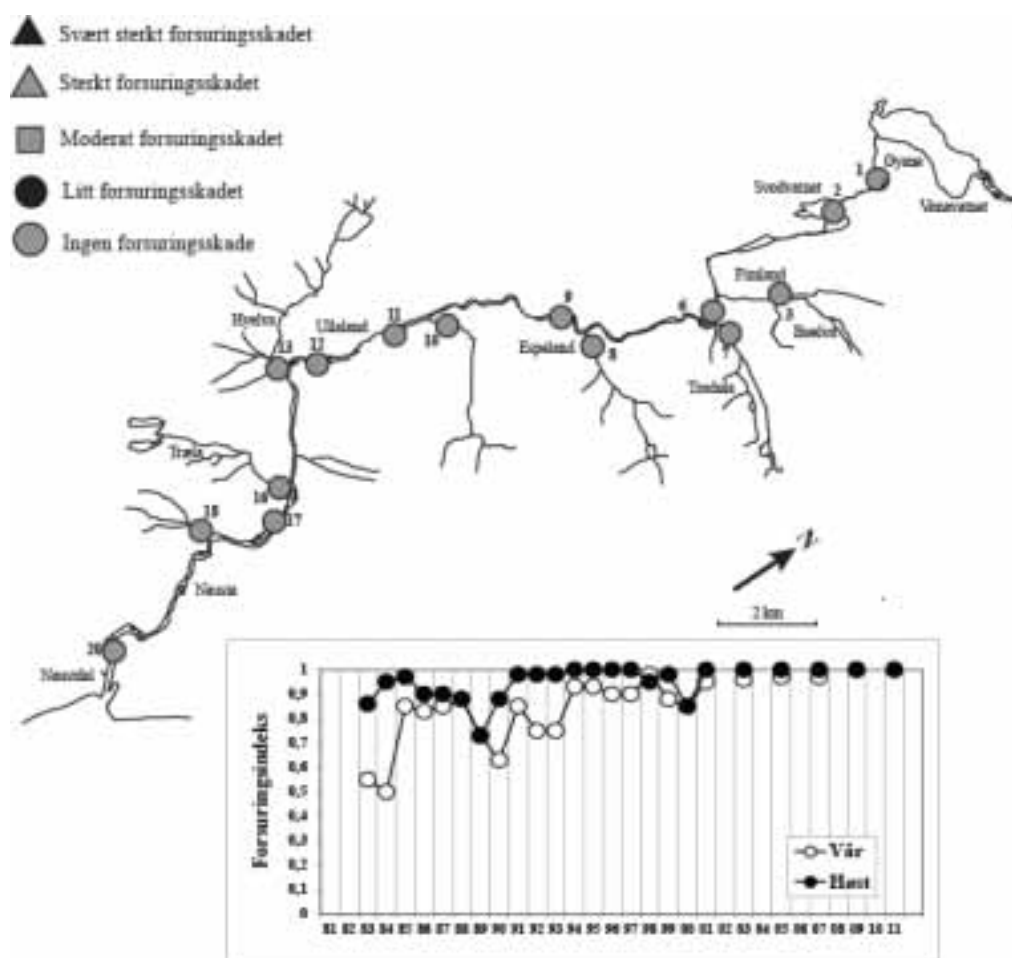
### *Nausta i Sogn og Fjordane*

*I Nausta viste bunndyrfaunaen lite tegn på skade i 2011. Vannkvaliteten i de nedre deler av hovedelven vurderes å være tilfredsstillende med hensyn til forsuring.*

Figur 69 viser at det ikke ble registrert forsuringsskader i Nausta i 2011. Det ble registrert 15 ulike forsuringfølsomme arter/grupper. Dette er noenlunde likt det som er registrert i vassdraget ved tidligere undersøkelser etter 2005.

Døgnfluen *Baetis rhodani* hadde høye tettheter i de fleste undersøkte lokaliteter. Dette var også tilfelle i de nedre, lakseførende deler. I motsetning til flere av de andre vassdragene i overvåkingsprogrammet er også vårgenerasjonen av denne arten stabil og livskraftig i Nausta. En må tilbake til 1989 for å finne alvorlige tegn til skader på disse bestandene (SFT 1991). I tillegg ble det registrert to nær beslektede arter: *Nigrobaetis niger* og *Baetis fuscatus*.

Det ble registrert flere moderat forsuringfølsomme arter, som døgnfluene *Ameletus inopinatus*, steinfluene *Diura nanseni*, *Capnia* sp. og *Isoperla* spp. og, og vårfluene *Apatania* spp., *Lepidostoma hirtum* og *Sericostoma personatum*. *L. hirtum* har hatt en sterk oppblomstring i vassdraget etter 1996. I de nedre delene av hovedelva ble det, i tillegg til *B. rhodani*, også funnet andre sterkt følsomme bunndyr. Vårfluen *Glossosoma intermedia* og døgnfluen *Ephemerella aurivilli* er vanlige i denne delen av elva. Nausta har vært minst skadet av de vassdrag som inngår i overvåkningen av bunndyr. Surere episoder rundt 1983 og 1989, med omfattende skader på bunndyrsamfunnene viser at vassdraget kan være ustabil og sårbart.

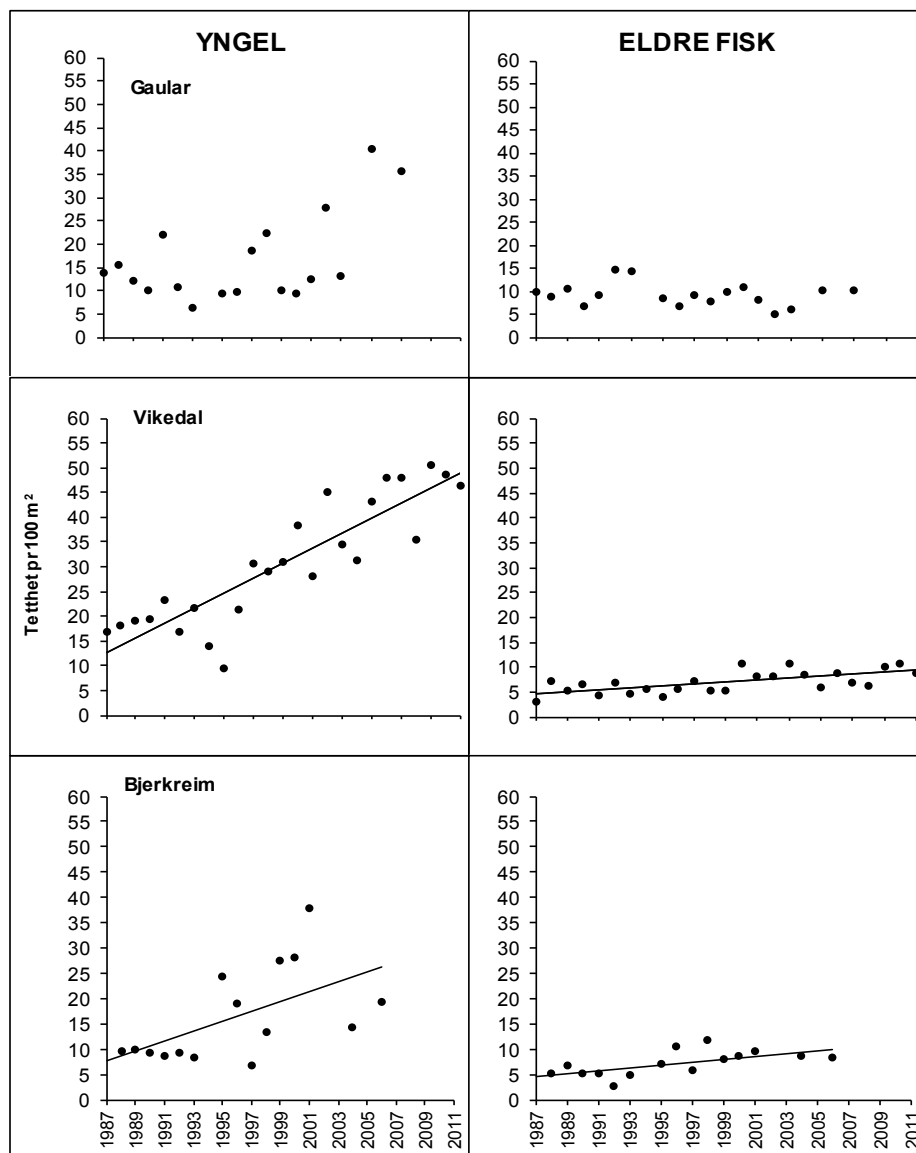


Figur 69. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Nausta i 2009. Figuren viser også gjennomsnittlige forurensningsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1983-2011.

#### 4.4.2 Ungfiskundersøkelser

Hensikten med disse undersøkelsene er å påvise mulige endringer i rekrutteringen hos aure i lokaliteter med forurensningsfølsom vannkvalitet, og analysere hvilke vannkjemiske parametre som påvirker tettheten. Innsjølevende aure gyter vanligvis i innløp/utløp og tilløpsbekker, hvor yngelen oppholder seg i en periode før den vandrer ut i tilstøtende innsjø. Reproduksjonssvikt med høy dødelighet på egg- og yngelstadiet er den vanligste årsaken til tap av aurebestander i forurensningsområder. Dette resulterer i at de innsjølevende fiskebestandene etter hvert avtar, samtidig med at det blir en dominans av eldre og større individ. Forekomsten av ungfisk i gytebekker blir undersøkt vha elfiske. I 2011 ble det elfisket i 23 lokaliteter i Vikedalsvassdraget, med en samlet fangst på 640 individ.

I bekker i Vikedalsvassdraget har rekrutteringen hos aure økt kraftig siden undersøkelsene startet i 1987. På 1980-tallet var gjennomsnittlig tetthet for alle stasjoner samlet rundt 20 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Tidlig på 1990-tallet inntraff en klar bestandsnedgang, noe som blant annet skyldtes sjøaltepisoder. Siden midten av 1990-tallet og fram til i dag har imidlertid den gjennomsnittlige yngeltettheten økt fra rundt 30 til 45-50 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 70). Det synes som om mengden yngel i bekkene i Vikedalsvassdraget er i ferd med å nå bæreevnen. Også blant eldre aureunger har det vært en klar økning i tettheten som ligger på rundt 8-10 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I Bjerkreimsvassdraget har også tettheten av yngel og eldre aureunger økt i seinere år. I Gaularvassdraget har tettheten av aureunger variert mye i løpet av forsøksperioden. Resultatene fra de siste åra med data tyder imidlertid på en positiv utvikling også i dette vassdraget.

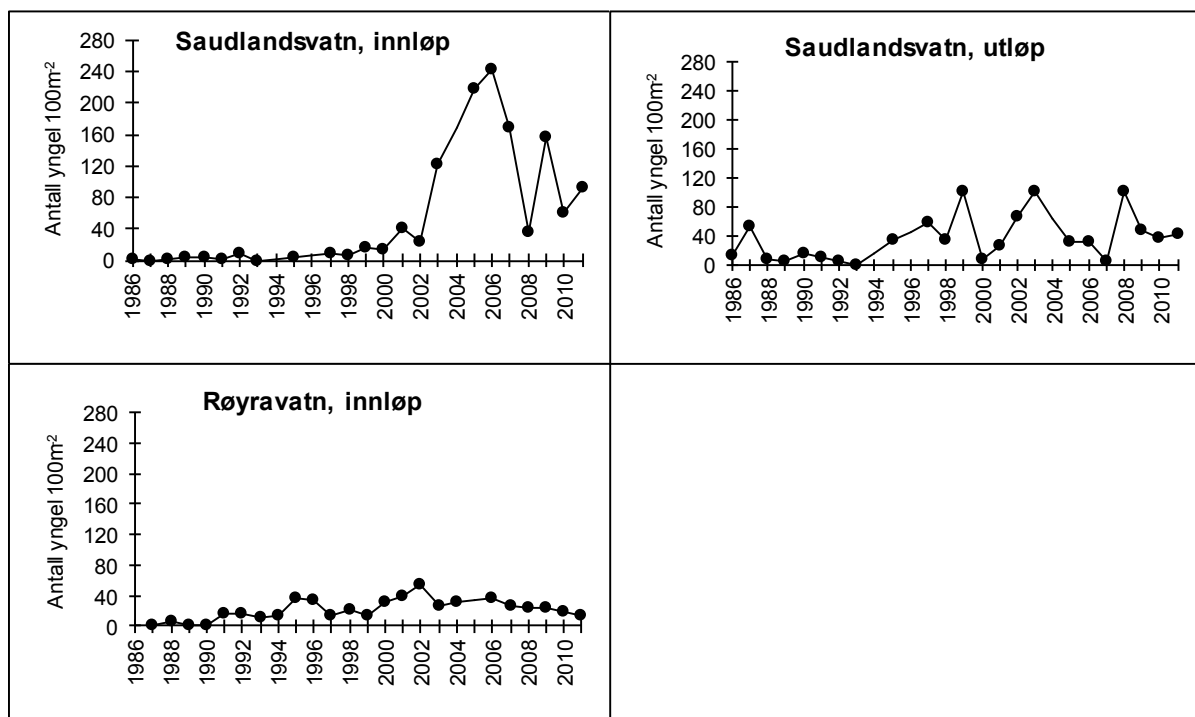


Figur 70. Beregnet gjennomsnittlig tetthet av yngel og eldre aureunger pr. 100 m<sup>2</sup> i bekker i Gaular-, Vikedal- og Bjerkreimsvassdraget i perioden 1987-2011 (minus 2004, 2006 og 2008-10 for Gaular og minus 2002, 2003, 2005, 2007-10 for Bjerkreim). Linjer er trukket der det er en statistisk 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 71). Bestandsøkningen som ble registrert i innsjøen tidlig på 2000-tallet, skyldtes først og fremst økt rekruttering på utløpet. Her ble det allerede i 1995 funnet en tetthet på over 30 yngel pr. 100 m<sup>2</sup>. Seinere har det vært store årlige variasjoner i mengden yngel på utløpet, men med en kraftig tilbakegang i perioden 2005-07. I 2008 var rekrutteringen igjen svært god, mens den har avtatt noe i de siste åra. Tettheten i 2011 var på nivå med det som ble registrert i de to foregående åra (40-45 individ pr. 100 m<sup>2</sup>). Innløpet av Saudlandsvatn hadde lave tettheter av yngel fram til 2001, da det ble registrert 42 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Men to år seinere var det nesten tre ganger mer yngel, 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>. Seinere 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 2011 var yngeltettheten igjen god, med over 90 individ pr. 100 m<sup>2</sup>.

På innløpselva til Røyrvatn i Vikedalsvassdraget har det vært bra med aureyngel siden 1995. Men det har 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 fem siste åra har den variert mellom 15-27 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 71).



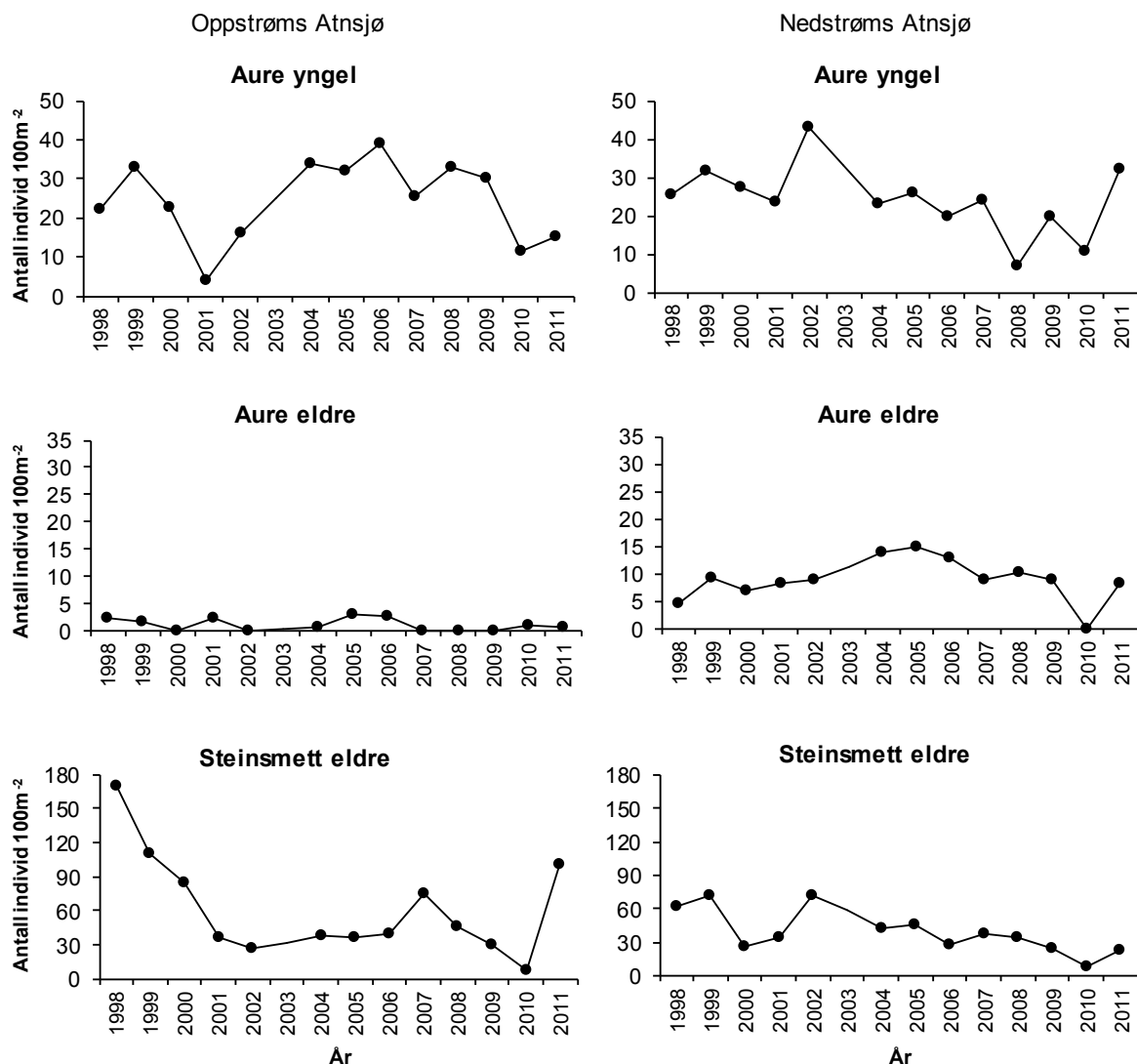
Figur 71. Antall aureyngel pr. 100 m<sup>2</sup> på innløpet og utløpet av Saudlandsvatn (1986-2011) og på innløpet av Røyrvatn (1987-2011). Det ble ikke samlet inn data på innløp/utløp av Saudlandsvatn i 1994, 1996 og 2004, og på innløpet av Røyrvatn i 2005.

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 ørekyte og harr nedstrøms Atnsjøen. Elva har bra forekomst av aureyngel, med 15-35 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i de siste åra (Figur 72). Tettheten av yngel er vanligvis høyest i øvre deler av vassdraget. I de to siste åra har tettheten vært noe lavere enn i tidligere år (15 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 2011). I 2008 og 2010 hadde de to stasjonene nedstrøms Atnsjøen uvanlig lave tettheter av aureyngel. I 2011 var det imidlertid en klar oppgang i yngeltettheten, med 32 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Lave tettheter i 2010 skyldtes trolig høy vannføring under elfisket, noe som påvirket fangsteffektiviteten.

Øvre deler av Atna har lave tettheter av eldre aureunger (alder ≥ 1+). Aure fra Atnsjøen gyter i dette området, og aureungene vandrer i stor grad tilbake til innsjøen i løpet av første leveår. Atna nedstrøms Atnsjøen har derimot betydelig høyere tettheter av eldre aureunger, med 8-15 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er avkom av stedeagne individ, da denne elvestrekningen trolig ikke fungerer som rekrutteringsområde for aure fra Atnsjøen. Tettheten av eldre steinsmett (alder ≥ 1+) har variert mye både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. Øvre deler har nå mye lavere tettheter av steinsmett enn i perioden 1998-2000. I



2010 var tetthetene spesielt lave, trolig pga høy vannføring under elfisaket. I 2011 ble det igjen registrert høye tettheter av steinsmett i øvre deler av Atna, med > 100 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av yngel av steinsmett kan ikke beregnes fordi de er svært små (18-24 mm) og har lav fangsteffektivitet.



Figur 72. Tettheten av fisk pr.100 m<sup>2</sup> i Atna på stasjoner oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen, fordelt på yngel (0+) og eldre individ ( $\geq 1+$ ) av aure og eldre individ ( $\geq 1+$ ) av steinsmett i perioden 1998-2011. 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.
- Dervo, B.K. & Halvorsen, G. 1989. Forsknings- og referansevassdrag Atna. Artssammensetning og populasjonsdynamikk hos plankton i Atnsjøen. - MVU rapp. B55, Oslo: 1-14.
- 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.
- EEA 2012. Air pollution by ozone across Europe during summer 2011. Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2011. EEA Technical report No 1/2012.
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. - *Kontaktutv. vassdragsreg.*, Univ. Oslo, Rapp. 41: 1-76.
- EMEP 2011. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2009. EMEP status report 1/2011. Norwegian Meteorological Institute (EMEP Report 1/2011).
- 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. 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. 2011. Bunndyr og dyreplankton i Vikedalsvassdraget, 1995 – 2008. I: Sandlund, O.T. (red.), *Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 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 mottiltak. 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.
- Hessen, D. O., Andersen, T., Larsen, S., Skjelkvåle, B. L. & de Wit, H. A. 2009. Nitrogen deposition, catchment productivity, and climate as determinants of lake stoichiometry. - *Limnology and Oceanography* 54: 2520-2528.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forursningskadede 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.
- Haande, S., Schartau, A.K., Edvardsen, H., Eriksen, T.E., Fløystad, Halvorsen, G., L., Jensen, T.C., Mjelde, M., Petrin, Z., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Selvik, J.R. & Skjelbred, B. 2012. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2011. Miljøovervåking i vann 2012-x (under bearbeidelse).
- Jensen, T. C., Bongard, T., Brettum, P., Fjellheim, A., Halvorsen, G. A., Hesthagen, T., Hindar, A., Kile, M. R., Saksgård, R., Schneider S., Skancke, L.B. & Skjelbred B. 2010. Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – resultater 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene. NINA Minirapport 334, 34 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 2011a. Overvåking av langtransporterte forurensninger 2010. Sammendragsrapport. Klif rapport 1093/2011, TA-2792/2011. NIVA-rapport 6183-2011
- Klif. 2011b. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2010. Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF). Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1094/2011. TA 2793/2011. 159 s.
- Klif 2012. Overvåking av langtransporterte forurensninger 2011. Sammendragsrapport. Klif rapport 1121/2012, TA-2933/2012. NIVA-rapport 6379-2012

- 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-Inr. 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.
- met.no 2011. Været i Norge. Klimatologisk oversikt året 2011. Meteorologisk institutt (met.no info 13/2011).
- Monteith DT, Stoddard J.L., Evans C.D., de Wit H.A., Forsius M., Hogasen T, Wilander A., Skjelkvale 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. & 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. 2011. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2009. Miljøovervåking i vann. 2010-1.
- 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 forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1998. Rapport 781/99. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1999. Rapport 804/00. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2000. Rapport 834/01. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2001. Rapport 854/02. Statlig program for forureningsovervåking. 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.
- Sinev, A.Y. 2009. Discrimination between two sibling species of *Acroperus* (Baird, 1943) from the Palearctic (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae). - *Zootaxa* 2176: 1-21.
- 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 forsuring, næringssalter 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 evertebratfauna i vassdragene på Lifjell, Telemark 1979. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 19: 1-55.
- Spikkeland, I. 1980b. Hydrografi og evertebrater 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. og Rognerud, S. 1996. Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. 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 forureningsbelastning (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	"	"	2
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-labilt aluminium (IIAl) 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 2011 (TA-2934/2012)

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	Tjurrmovatn	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	Homestadvatn	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	Glypstadvatn	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	Gjuvvatn	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	Etne	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	Movatn	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 2011 (TA-2934/2012)

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>
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	Saltådal	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	65139	32	16121
Rogaland	26	1	Årdalselva	Årdal	3412	65595	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	4801	65459	32	16133	580-690
Buskerud	Langtjern	LAE01 (utløp)	5401	66931	32	17151	510-750
Møre og Romsdal	Kårvatn	KAE01	4946	69614	32	14201	200-1375
Finnmark	Dalelva	DALELV 1	3987	77329	36	24342	0-241
Rogaland	Øygardsbekken	OVLEV 19 23	3319	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, fjellopsyn 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	Erik Kårvatn, 6645 Todalen, f.o.m. 1/7-11: Inger Astrid Moen Kårvatn, 6645 Todalen
Dalelva	Roy Hallonen, Karpbukta, 9912 Hesseng
Øygardsbekken	May Ann Skårland, Tjødnaråsen, 4389 Vikeså

## Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi

### Analyseresultater 2011 Årsmiddelverdier for hele overvåkingsperioden

Tabell E1. Analyseresultater for innsjøer 2011.

#### 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		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>
429-601	Holmsjøen	1	21.10	5,44	1,11	1,19	0,17	0,55	0,21	0,46	1,06	3	10	43	34	9	8,8	295	10	7	1	3,6	67	70	21	13
101-605	Holvatn	2	03.11	5,10	3,63	0,78	0,54	4,02	0,31	6,27	2,88	125	0	139	88	51	7,9	445	41	6	1	7,9	20	42	42	23
105-501	Isebakkjern	2	03.11	5,20	3,81	1,43	0,69	3,97	0,55	5,19	2,47	110	19	340	245	95	22,6	705	56	10	2	6,3	109	94	36	47
118-502	Breitjern	2	03.11	4,66	3,53	0,53	0,44	3,08	0,22	5,29	1,74	52	0	244	163	81	14,1	420	30	3	<1	21,9	13	28	21	6
137-501	Ravnsjøen	2	03.11	5,47	3,14	0,90	0,53	3,52	0,28	4,84	2,81	74	16	187	126	61	9,4	415	55	5	1	3,4	48	57	44	36
221-605	Store Lyseren	2	13.10	5,79	1,92	0,92	0,36	1,55	0,20	2,04	2,19	47	22	113	72	41	5,8	300	10	6	<1	1,6	42	62	40	18
221-607	Holvatn	2	21.10	5,79	2,01	1,14	0,41	1,58	0,41	2,02	1,46	59	34	146	117	29	12,1	385	13	4	<1	1,6	78	77	25	20
301-605	Langvann	2	12.10	6,00	1,32	0,99	0,21	0,97	0,20	0,92	1,50	46	28	69	55	14	5,3	285	11	4	<1	1,0	54	61	29	20
402-604	Storbørja	2	24.10	5,10	1,73	1,07	0,41	1,06	0,17	1,03	1,13	35	5	133	105	28	16,4	385	15	7	<1	7,9	82	80	21	21
418-603	Skurvsjøen	2	24.10	4,77	1,69	0,56	0,23	0,82	0,19	0,77	1,01	16	0	168	109	59	14,9	320	10	4	<1	17,0	44	42	19	17
423-601	Meitsjøen	2	24.10	4,91	1,76	1,01	0,36	0,86	0,28	0,83	0,90	31	0	150	116	34	17,8	410	23	12	1	12,3	80	75	16	17
LAE01	Langtjern, utløp	2	02.10	4,91	1,29	0,75	0,13	0,44	0,08	0,39	0,79	7	0	134	105	29	12,1	275	4	7	<1	12,3	41	46	15	10
623-603	Breidlivatnet	2	22.10	5,03	1,13	0,42	0,16	0,57	0,11	0,55	0,88	52	0	210	75	135	8,2	375	27	7	<1	9,3	24	31	17	11
631-607	Skakkjern	2	20.10	5,02	1,11	0,66	0,12	0,38	0,09	0,36	0,64	9	0	83	67	16	9,7	245	11	7	<1	9,6	38	40	12	8
713-601	Øyvannet (Store)	2	21.10	5,76	1,51	1,27	0,29	0,97	0,32	1,05	1,11	70	31	118	103	15	10,8	490	73	7	1	1,7	80	80	20	17
819-501	Nedre Furuvatn	2	06.11	5,03	1,27	0,76	0,17	0,57	0,07	0,73	0,81	30	0	133	91	42	10,5	320	19	4	1	9,3	39	47	15	7
827-601	Heddersvatnet	3	28.09	6,42	0,74	0,80	0,12	0,32	0,13	0,29	0,81	57	34	8	<5		0,87	132	5	6	<1	0,4	38	48	16	7
834-614	Stavsvatn	3	16.10	6,09	0,79	0,83	0,09	0,41	0,06	0,29	0,59	25	27	58	40	18	2,1	150	9	3	<1	0,8	46	47	11	11
1228-501	Steinavatn	3	10.10	5,58	0,89	0,19	0,15	0,86	0,10	1,55	0,58	56	4	10	6	4	0,45	129	7	2	<1	2,6	2	12	8	0
831-501	Brårvatn	4	16.10	6,01	0,73	0,47	0,11	0,50	0,07	0,63	0,80	80	12	18	11	7	1,0	165	10	<1	<1	1,0	16	28	15	6
833-603	Skurevatn	4	18.10	6,11	0,56	0,38	0,08	0,39	0,06	0,47	0,63	64	11	7	<5		0,45	147	6	1	<1	0,8	13	22	12	6
914-501	Sandvatn	4	06.11	5,13	2,39	0,65	0,37	2,24	0,20	3,30	1,82	76	0	181	127	54	10,1	470	75	7	2	7,4	29	41	28	17
919-606	Hundevatn	4	25.10	5,17	1,87	0,55	0,39	1,60	0,17	2,52	1,70	86	0	106	55	51	5,5	375	38	4	<1	6,8	21	43	28	9
935-7	Grunnevatn	4	20.10	5,31	1,93	0,67	0,29	1,80	0,12	2,76	1,65	50	5	151	104	47	6,6	305	18	4	<1	4,9	23	39	26	11
938-66	Grimsdalsvatn	4	20.09	4,89	1,20	0,23	0,10	0,71	0,05	0,94	0,79	26	0	139	95	44	6,4	290	17	4	<1	12,9	7	14	14	8
940-501	Tjurrmovatn	4	26.10	5,52	0,85	0,32	0,12	0,64	0,06	0,84	0,59	31	4	67	43	24	3,1	215	5	3	<1	3,0	17	20	10	7
940-502	Myklevatn	4	20.10	5,71	0,77	0,49	0,12	0,59	0,05	0,77	0,55	12	10	45	33	12	3,0	160	5	2	<1	2,0	27	29	9	7
940-527	Skammevatn	4	27.10	6,06	0,60	0,34	0,10	0,51	0,06	0,60	0,56	31	12	14	9	5	0,68	109	<2	<1	<1	0,9	18	21	10	8
941-24	Bånevatn	4	13.10	6,04	0,61	0,28	0,08	0,47	0,06	0,73	0,53	46	10	<5	<5		0,30	95	6	<1	<1	0,9	8	16	9	3
1014-12	Songevatn	4	05.11	5,89	2,67	1,29	0,45	2,51	0,67	3,74	2,09	84	25	104	90	14	7,7	565	58	18	11	1,3	73	77	33	19
1014-25	Drivenesvatn	4	05.11	5,31	2,66	1,0	0,39	2,65	0,28	3,92	2,38	67	4	128	94	34	7,7	505	46	14	8	4,9	40	56	38	20
1018-4	Kleivsetvannet	4	14.10	5,50	2,93	1,02	0,49	2,96	0,27	5,05	2,05	98	12	149	108	41	7,0	415	15	5	<1	3,2	35	58	28	6



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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	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>	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>
1021-14	Homestadvatnet	4	31.10	5,06	2,53	0,45	0,31	2,65	0,15	4,15	1,75	140	0	111	53	58	4,5	420	44	6	2	8,7	4	21	24	15
1004-13	Store Eitlandsvatn	5	16.11	5,24	2,08	0,36	0,28	2,25	0,15	3,59	1,45	135	0	46	11	35	1,7	300	30	4	<1	5,8	2	17	20	11
1004-15	Botnevatnet	5	14.10	5,69	3,55	0,77	0,64	4,04	0,29	7,21	2,24	170	6	48	34	14	2,3	350	14	8	2	2,0	12	44	26	1
1026-210	Stigebottsvatn	5	13.11	5,08	1,03	0,27	0,10	0,67	0,05	0,95	0,57	59	0	55	37	18	3,8	265	27	<1	<1	8,3	9	15	9	6
1032-14	Troldevatnet	5	14.11	4,93	2,55	0,29	0,31	2,37	0,14	3,97	1,36	185	0	79	38	41	3,1	420	41	4	<1	11,7	-7	14	17	7
1034-8	Trollseltvatn	5	20.09	4,77	1,45	0,23	0,13	0,87	0,04	1,12	0,53	27	0	132	100	32	8,9	330	11	7	<1	17,0	16	15	8	11
1034-19	Indre Espelandsvatnet	5	20.09	5,08	1,71	0,39	0,18	1,49	0,12	2,33	1,03	33	0	92	58	34	6,4	290	8	6	<1	8,3	13	19	15	8
1037-17	Heievatn	5	13.11	4,90	1,74	0,38	0,19	1,40	0,11	2,10	0,90	52	0	107	76	31	5,8	275	10	6	1	12,6	17	21	13	10
1101-43	Glypstadvatnet	5	14.10	6,15	3,69	1,15	0,77	3,68	0,46	6,89	2,45	420	14	8	7	1	1,1	545	14	5	<1	0,7	17	75	31	-7
1111-3	Ljosvatnet	5	18.11	5,35	2,96	0,42	0,45	3,47	0,17	6,01	1,70	170	0	34	10	24	0,96	300	23	5	<1	4,5	-4	18	18	5
1112-15	Gjuvvatnet	5	24.10	5,24	2,27	0,33	0,37	2,38	0,16	4,24	1,47	145	0	64	23	41	1,3	260	11	1	<1	5,8	-6	19	18	1
1119-602	Homsevatn	5	31.10	5,28	3,12	0,47	0,60	3,47	0,24	5,99	1,97	255	0	52	19	33	1,5	435	33	3	<1	5,2	2	33	24	6
1154-601	Røyrvatnet	6	15.11	5,62	1,64	0,43	0,28	1,69	0,14	3,02	0,96	79	5	23	15	8	1,3	185	17	4	<1	2,4	11	25	11	0
1211-601	Vaulavatn	6	16.10	6,04	0,89	0,37	0,13	0,83	0,11	1,42	0,64	45	11	5	<5		0,45	84	2	2	<1	0,9	11	20	9	2
1222-502	I.Sørilvatn/Ø. Steindalsv.	6	12.11	5,79	2,52	0,83	0,41	2,80	0,21	5,00	1,18	110	10	35	30	5	2,4	250	9	<1	<1	1,6	29	42	10	1
1251-601	Oddmunddalsvatnet	7	23.10	5,60	0,96	0,18	0,13	0,83	0,05	1,46	0,44	61	2	8	<5		0,37	110	2	3	1	2,5	2	10	5	1
1263-601	Båtevatn	7	13.11	5,27	1,54	0,20	0,22	1,64	0,10	2,80	0,77	81	0	22	10	12	0,76	175	3	2	<1	5,4	1	10	8	3
1401-501	Langevatn	7	23.10	5,72	1,57	0,41	0,29	1,72	0,09	3,18	0,82	105	5	12	8	4	0,81	185	7	3	<1	1,9	7	23	8	-2
1418-601	Nystølsvatn	7	27.10	6,00	0,63	0,27	0,12	0,57	0,07	0,87	0,44	34	8	6	5	1	0,34	84	5	2	<1	1,0	14	18	7	4
1443-501	Movtun	7	12.10	5,83	1,27	0,45	0,24	1,26	0,16	2,41	0,53	4	10	26	24	2	2,4	112	4	2	<1	1,5	22	26	4	-4
512-601	Svartdalsvatnet	8	13.10	6,53	0,68	0,66	0,08	0,35	0,22	0,22	0,92	33	25	<5	<5		0,42	86	4	4	<1	0,3	33	38	19	10
1502-601	Lundalsvatnet	8	16.10	6,43	1,92	0,72	0,39	2,10	0,25	3,17	0,73	6	36	38	35	3	3,8	140	<2	4	<1	0,4	61	47	6	15
1511-601	Blæjevatnet	8	17.10	6,28	1,65	0,62	0,24	1,74	0,14	2,93	1,26	20	15	<5	<5		0,31	77	2	2	<1	0,5	20	31	18	5
1569-601	Skardvatnet	8	24.10	6,20	1,81	0,49	0,38	2,13	0,15	3,64	0,88	14	16	18	13	5	1,9	115	7	2	<1	0,6	30	32	8	4
1630-601	Grovilvatnet	8	27.10	6,07	3,40	0,56	0,72	4,10	0,20	7,12	1,37	25	24	45	37	8	3,5	175	13	3	<1	0,9	39	40	8	6
1630-603	Skjerivatnet	8	15.11	6,41	2,48	0,54	0,44	3,11	0,14	5,23	1,18	26	30	13	13	0	1,1	104	8	2	<1	0,4	28	29	9	9
1640-603	Tufsingen	8	19.10	6,57	1,06	0,70	0,24	0,72	0,23	0,72	0,78	16	48	11	8	3	1,9	117	4	4	<1	0,3	54	50	14	14
1725-3-14	Bjørfarvatnet	8	11.10	5,63	3,05	0,56	0,62	3,79	0,15	6,84	1,31	9	11	39	35	4	4,1	146	9	3	<1	2,3	27	34	7	-1
1740-602	Storgåsvatnet	8	14.10	6,17	1,35	0,41	0,22	1,49	0,09	2,59	0,56	11	13	14	11	3	1,4	93	4	2	<1	0,7	20	22	4	2
1742-501	Grytsjøen	8	27.11	5,49	1,62	0,55	0,29	1,81	0,06	3,00	0,61	6	4	42	30	12	3,6	135	2	2	<1	3,2	34	32	4	6
1840-601	Kjemåvatnet	9	14.11	6,24	0,88	0,49	0,13	0,97	0,09	1,11	0,60	22	21	12	10	2	0,98	79	2	2	<1	0,6	34	28	9	15
1845-601	Tennvatn	9	04.10	6,23	1,68	0,51	0,29	1,81	0,42	2,97	0,73	9	26	22	18	4	2,3	180	<2	3	<1	0,6	39	30	7	7
1850-603	Kjerrvatn	9	12.12	5,98	2,44	0,58	0,38	2,95	0,38	4,84	0,94	13	19	33	28	5	2,4	136	2	4	<1	1,0	41	28	6	11
1859-601	Storvatn	9	15.11	6,06	4,71	0,63	0,87	6,24	0,28	10,80	2,03	6	15	9	12	0	1,1	109	6	4	<1	0,9	34	32	11	10
1927-501	Kapervatnet (Lille)	9	05.10	6,41	1,61	0,36	0,21	2,07	0,23	2,88	1,00	<1	32	12	8	4	1,0	215	30	3	1	0,4	29	16	12	20
2002-501	Oksevatn	10	17.10	6,55	4,27	0,71	0,85	4,99	0,22	9,32	2,36	1	34	<5	<5		1,0	92	<10	2	<1	0,3	16	44	22	-9
2030-501	Bårsajavri	10	15.10	6,68	2,28	1,24	0,46	1,83	0,21	2,76	2,07	<1	54	9	<5		2,1	137	4	4	<1	0,2	64	82	35	13
2030-503	Skaidejavri	10	15.10	6,22	1,74	0,72	0,38	1,75	0,12	3,01	1,66	11	15	8	<5		0,73	71	3	<1	3	0,6	26	47	26	3
2030-504	Råtjern	10	15.10	6,27	1,83	0,75	0,39	1,79	0,15	3,16	1,84	<1	19	6	<5		0,93	72	2	2	<1	0,5	24	49	29	1
2030-603	Otervatnet	10	15.10	6,62	2,98	1,64	0,90	2,23	0,20	3,32	4,62	<1	52	7	<5		2,3	150	3	6	2	0,2	68	134	87	17
2030-607	St.Valvatnet	10	15.10	6,50	3,21	1,32	0,73	2,84	0,32	4,76	4,07	13	36	10	7	3	1,1	96	<2	7	5	0,3	38	95	71	8
2030-612	Little Djupvatnet	10	15.10	5,99	2,78	0,93	0,58	2,64	0,18	4,69	3,69	<1	10	10	6	4	0,81	78	<10	2	<1	1,0	4	63	63	1
2030-614	Langvatnet	10	15.10	6,39	2,94	1,21	0,66	2,86	0,22	4,76	2,95	11	36	30	23	7	3,1	160	<2	3	<1	0,4	48	83	48	9
2030-619	Følvatnet	10	15.10	6,71	1,77	1,39	0,44	1,19	0,24	1,46	2,26	<1	61	6	<5		2,1	160	3	3	<1	0,2	75	96	43	16
2030-624	Ulekristajavri	10	15.10	6,47	1,62	1,06	0,32	1,27	0,20	1,81	1,90	<1	37	12	8	4	1,8	98	4	2	<1	0,3	49	67	34	11
2030-625	Holmvatnet	10	15.10	6,80	2,54	1,73	0,54	2,16	0,23	3,32	2,00	<1	71	7	<5		2,3	122	<2	<1	<1	0,2	95	109	32	14

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>

### Jarfjordfjellet

2030-JAR-05	Navnløst	10	15.10	5,93	2,37	0,70	0,52	2,29	0,16	3,75	3,40	<1	9	11	7	4	1,1	68	<2	1	1	1,2	5	53	60	9
2030-JAR-06	Navnløst	10	15.10	5,38	2,39	0,60	0,43	2,24	0,16	3,90	3,14	<1	0	19	<5		0,83	96	6	3	<1	4,2	-9	40	54	3
2030-JAR-07	Navnløst	10	15.10	5,95	2,45	0,96	0,53	2,30	0,13	3,77	3,54	2	12	13	9	4	1,1	78	<2	2	<1	1,1	15	67	63	9
2030-JAR-08	Navnløst	10	15.10	6,08	2,73	0,97	0,56	2,55	0,31	4,39	3,76	<1	13	5	<5		0,71	147	19	4	1	0,8	11	66	66	5
2030-JAR-12	Navnløst	10	15.10	5,39	2,59	0,68	0,51	2,32	0,16	4,08	3,50	<1	0	26	6	20	1,0	116	<2	2	<1	4,1	-7	49	61	2
2030-JAR-13	Navnløst	10	15.10	6,23	2,77	1,40	0,66	2,39	0,20	3,81	4,44	<1	23	13	10	3	1,3	78	<2	2	<1	0,6	33	99	81	12

### 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	05.07	6,39	0,77	0,72	0,12	0,34	0,33	0,25	0,80	26	37	23	16	7	1,9	143	6	6	0,4	43	44	16	9
430-I-1	Atnsjøen	I-1	12.08	6,33	0,76	0,77							40								0,5				
430-I-1	Atnsjøen	I-1	06.09	6,58	0,78	0,77	0,12	0,36	0,27	0,21	0,76	34	41	8	8	0	1,7	114	3	4	0,3	47	47	15	11
438-041	Stortjørna	I-5	04.07	6,37	0,72	0,71	0,07	0,58	0,15	0,23	0,63	<1	36	38	33	5	2,5	100	4	4	0,4	51	40	12	20
438-041	Stortjørna	I-5	07.09	6,64	0,75	0,76	0,08	0,62	0,11	0,17	0,62	<1	44	32	29	3	2,3	96	3	2	0,2	57	43	12	23
118-502	Bredtjenn	II-2	01.06	4,93	2,64	0,51	0,37	2,68	0,20	4,12	1,84	50	0	209	113	96	8,6	405	8	6	11,7	19	29	26	17
118-502	Bredtjenn	II-2	16.09	4,74	2,87	0,46	0,35	2,44	0,15	3,80	1,52	26	0	235	165	70	13,7	420	22	6	18,2	21	27	21	14
604-608	Øvre Jerpetjern	II-10	03.06	5,28	4,92	0,93	0,16	7,42	0,12	12,50	1,07	36	0	210	105	105	7,1	315	3	6	5,2	8	33	0	20
604-608	Øvre Jerpetjern	II-10	16.08	5,10	2,65	0,64	0,11	3,17	0,08	4,68	0,79	9	4	219	134	85	10,7	330	37	13	7,9	32	27	3	24
604-608	Øvre Jerpetjern	II-10	08.09	4,96	2,63	0,62	0,12	2,92	0,10	4,30	0,82	20	0	243	147	96	12,0	355	25	9	11,0	31	26	5	23
LAE01	Langtjern, utløp	II-12	12.06	4,95	1,27	0,77	0,12	0,50	0,08	0,29	0,79	<1	0	109	85	24	12,1	285	11	7	11,2	47	46	16	15
LAE01	Langtjern, utløp	II-12	19.09	4,74	1,47	0,63	0,11	0,43	0,08	0,36	0,78	8	0	117	91	26	12,2	285	4	5	18,2	34	38	15	10
517-041	Rondvatnet	III-1	06.07	5,90	0,41	0,22	0,05	0,13	0,26	0,14	0,48	79	10	14	8	6	0,44	150	4	4	1,3	8	14	10	2
517-041	Rondvatnet	III-1	08.09	5,94	0,41	0,27	0,05	0,12	0,26	0,14	0,47	89	8	10	8	2	0,35	147	6	5	1,1	9	17	9	2
827-601	Heddersvatnet	III-5	13.07	6,60	0,69	0,63	0,10	0,30	0,11	0,31	0,72	67	31	12	11	1	0,92	143	<2	3	0,3	27	38	14	6
827-601	Heddersvatnet	III-5	27.08	6,35	0,64	0,63	0,10	0,31	0,11	0,30	0,73	57	24	6	<5		0,93	195	8	3	0,4	28	38	14	6
919-401	Bjorvatn	IV-3	01.06	5,66	2,20	1,03	0,42	1,98	0,42	3,22	2,41	115	3	84	60	24	3,9	375	10	5	2,2	34	65	41	8
919-401	Bjorvatn	IV-3	22.07	5,70	2,08	0,96							20								2,0				
919-401	Bjorvatn	IV-3	15.09	5,49	2,04	0,94	0,37	1,72	0,35	2,55	2,04	38	14	140	114	26	7,2	400	33	7	3,2	44	61	35	13
928-402	Risvatn/Resvatn	IV-4	01.06	6,39	3,78	2,24	0,69	3,48	0,49	5,63	4,03	220	37	28	23	5	3,4	490	8	5	0,4	74	132	68	15
928-402	Risvatn/Resvatn	IV-4	29.08	6,51	3,67	2,27	0,62	3,19	0,37	4,99	3,42	80	63	22	20	2	4,7	370	16	13	0,3	95	131	57	18
928-2-20	Lille Hovvatnet	IV-5	01.06	4,89	1,42	0,31	0,13	1,00	0,08	1,38	1,03	85	0	118	64	54	4,7	370	17	5	12,9	5	17	17	10
928-2-20	Lille Hovvatnet	IV-5	22.07	5,01	1,35	0,25							0								9,8				
928-2-20	Lille Hovvatnet	IV-5	16.09	4,79	1,45	0,28	0,11	0,79	0,08	1,09	0,86	57	0	137	101	36	7,4	425	38	6	16,2	7	16	15	8
1014-25	Drivenesvatn	IV-8	03.06	5,71	2,31	0,96	0,38	2,61	0,24	3,88	2,10	21	8	78	63	15	4,7	320	9	14	2,0	44	54	32	20
1014-25	Drivenesvatn	IV-8	29.08	5,71	2,09	0,92	0,35	2,13	0,12	2,94	1,64	<1	23	108	96	12	8,2	390	50	18	2,0	53	55	26	21
1014-12	Sognevatn	IV-9	10.06	6,26	2,82	1,81	0,50	2,50	0,70	3,91	2,04	160	54	56	49	7	6,0	470	24	11	0,6	94	106	31	14
1014-12	Sognevatn	IV-9	01.09	6,19	2,52	1,70	0,44	2,17	0,58	3,26	1,41	44	56	91	84	7	9,3	430	51	14	0,6	106	100	20	15
1018-4	Kleivsetvannet	IV-10	03.06	5,62	3,12	1,12	0,52	3,45	0,30	5,53	2,56	200	5	102	72	30	4,4	490	13	5	2,4	33	62	37	16
1018-4	Kleivsetvannet	IV-10	29.08	5,72	2,67	1,02	0,43	2,83	0,20	4,13	2,03	74	23	126	106	20	8,0	445	22	10	1,9	50	59	30	23
1003-2-4	Saudlandsvatnet	V-1	21.06	6,27	3,96	1,06	0,75	4,78	0,27	7,86	2,80	98	29	15	14	1	2,2	280	8	3	0,5	42	63	35	17
1003-2-4	Saudlandsvatnet	V-1	16.08	6,11	3,51	0,84							30								0,8				
1003-2-4	Saudlandsvatnet	V-1	26.08	6,20	3,54	0,98	0,71	4,16	0,18	6,94	2,60	22	29	25	21	4	3,1	245	6	4	0,6	41	62	34	13
1003-2-4	Saudlandsvatnet	V-1	05.10	5,98	3,52	0,85	0,63	4,05	0,20	6,92	2,38	48	19	45	35	10	3,4	245	6	4	1,0	27	49	29	8

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>	
1111-3	Ljosvatnet	V-4	20.06	5,39	3,08	0,36	0,45	3,78	0,18	6,27	1,94	190	2	33	9	24	0,70	300	18	2	4,1	-7	14	22	13	
1111-3	Ljosvatnet	V-4	16.08	5,59	2,81	0,35							6									2,6				
1111-3	Ljosvatnet	V-4	04.10	5,52	2,81	0,37	0,38	3,24	0,14	5,65	1,76	150	2	34	12	22	1,1	260	5	3	3,0	-12	13	20	4	
1114-1-34	Lomstjøerni	V-8	20.06	6,55	3,30	1,36	0,69	3,53	0,30	5,96	1,83	115	55	24	21	3	2,4	295	8	4	0,3	71	85	21	9	
1114-1-34	Lomstjøerni	V-8	04.10	6,58	3,34	1,31	0,57	2,65	0,31	4,32	1,77	175	49	33	25	8	2,9	340	4	4	0,3	64	84	24	11	
1154-601	Røyrvatnet	VI-3	22.06	5,73	1,48	0,37	0,21	1,68	0,09	2,67	0,97	59	10	26	19	7	1,5	142	<2	2	1,9	11	18	12	8	
1154-601	Røyrvatnet	VI-3	11.08	6,13	1,22	0,36							22									0,7				
1154-601	Røyrvatnet	VI-3	05.10	5,83	1,39	0,41	0,22	1,39	0,12	2,28	0,97	56	11	32	25	7	1,9	290	8	2	1,5	14	24	14	5	
1251-601	Oddmunddalsvatnet	VII-1	02.07	5,64	0,65	0,15	0,08	0,61	0,05	0,94	0,38	62	4	<5	<5		0,33	101	6	3	2,3	3	8	5	4	
1251-601	Oddmunddalsvatnet	VII-1	25.08	5,71	0,55	0,13	0,05	0,48	0,04	0,64	0,35	31	5	<5	<5		0,45	86	4	<1	2,0	5	6	5	5	
1266-401	Markhusdalsvatnet	VII-4	30.06	5,14	1,55	0,19	0,19	1,77	0,08	2,18	1,09	27	0	82	71	11	5,2	210	8	5	7,2	18	11	16	24	
1266-401	Markhusdalsvatnet	VII-4	10.08	5,51	1,37	0,22							12									3,1				
1266-401	Markhusdalsvatnet	VII-4	26.10	4,94	2,75	0,35	0,45	2,71	0,21	5,49	1,10	36	0	62	32	30	2,2	142	4	1	11,5	-3	18	7	-15	
SVART01	Svartetjernet	SVII-6	30.06	5,40	1,51	0,20	0,21	1,82	0,14	2,54	0,86	15	8	90	76	14	4,3	170	10	4	4,0	19	11	11	18	
SVART01	Svartetjernet	SVII-6	26.10	5,15	1,99	0,31	0,32	2,15	0,17	3,85	0,84	16	0	81	53	28	3,2	137	5	3	7,1	12	16	6	0	
1418-601	Nystølsvatn	VII-8	29.06	5,83	0,73	0,27	0,09	0,70	0,08	1,12	0,52	56	10	<5	<5		0,32	97	5	2	1,5	7	14	8	3	
1418-601	Nystølsvatn	VII-8	15.08	6,15	0,59	0,20							14									0,7				
1418-601	Nystølsvatn	VII-8	30.09	6,05	0,59	0,23	0,09	0,54	0,07	0,78	0,44	33	10	<5	<5		0,43	155	3	2	0,9	11	14	7	5	
1430-401	Holmevatn	VII-10	29.06	5,71	0,53	0,16	0,07	0,51	0,06	0,64	0,39	39	8	13	12	1	0,68	86	4	1	2,0	9	10	6	7	
1430-401	Holmevatn	VII-10	30.09	5,93	0,52	0,22	0,08	0,46	0,06	0,62	0,38	12	10	9	8	1	0,70	57	<2	3	1,2	13	13	6	5	
512-601	Svartdalsvatnet	VIII-1	08.07	6,25	0,52	0,36	0,08	0,30	0,15	0,36	0,52	36	20	6	<5		0,29	83	2	2	0,6	18	22	10	4	
512-601	Svartdalsvatnet	VIII-1	05.08	6,28	0,53	0,42							23									0,5				
512-601	Svartdalsvatnet	VIII-1	09.09	6,51	0,80	0,56	0,07	0,33	0,20	0,24	0,75	12	31	5	<5		0,44	78	5	4	0,3	30	32	15	9	
1927-3-1	Kapervatnet/Nedre Kaperdalsv	IX-5	04.07	6,40	2,21	0,43	0,27	2,38	0,17	3,80	1,41	<1	25	10	10	0	0,53	155	11	3	0,4	15	19	18	11	
1927-3-1	Kapervatnet/Nedre Kaperdalsv	IX-5	22.09	6,19	1,76	0,49	0,26	2,10	0,15	3,23	1,42	<1	21	6	<5		0,62	54	6	3	0,6	20	25	20	13	
2030-801	Dalvatn	X-5	28.06	6,22	2,92	1,24	0,69	3,06	0,24	4,82	3,15	6	27	20	17	3	2,5	106	6	2	0,6	56	87	52	16	
2030-801	Dalvatn	X-5	19.09	6,30	2,90	1,17	0,64	2,84	0,21	4,74	3,14	<1	29	17	14	3	2,5	133	2	2	0,5	41	80	52	9	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

Tabell E2. Analyseresultater for elver 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	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	16.01	6,43	3,35	2,18	0,49	2,49	0,38	4,28	2,80	170	59	94	83	11	6,1	430	25	0,4	76	121	46	5
3 1	17.02	6,10	3,23	2,25	0,49	2,49	0,41	4,25	2,76	175	48	101	91	10	5,9	485	55	0,8	82	125	45	5
3 1	15.03	6,15	4,24	2,73	0,55	3,87	0,40	7,13	2,88	195	49	77	63	14	5,5	430	30	0,7	85	135	39	-4
3 1	01.04	6,16	4,15	2,45	0,51	3,85	0,42	6,78	2,90	215	47	75	65	10	5,8	495	51	0,7	75	120	41	3
3 1	18.04	6,15	2,81	1,76	0,41	2,38	0,34	3,77	2,50	210	35	84	54	30	5,6	425	30	0,7	60	97	41	12
3 1	01.05	6,07	2,73	1,79	0,40	2,29	0,36	3,61	2,41	210	29	73	46	27	5,2	445	13	0,9	64	99	40	12
3 1	15.05	6,21	2,81	1,76	0,41	2,28	0,33	3,47	2,50	205	42	60	48	12	4,7	455	10	0,6	65	99	42	15
3 1	04.06	6,16	2,78	1,97	0,42	2,50	0,35	3,93	2,53	190	39	56	47	9	4,5	380	11	0,7	73	107	41	14
3 1	16.06	6,26	2,70	1,85	0,37	2,41	0,34	3,73	2,45	145	42	48	36	12	4,7	355	12	0,6	70	98	40	14
3 1	15.07	6,15	2,45	1,85	0,31	2,16	0,26	3,06	2,11	79	47	54	47	7	6,1	310	18	0,7	83	98	35	20
3 1	15.08	6,21	2,18	1,53	0,30	1,65	0,24	1,91	1,95	76	55	104	88	16	8,4	415	12	0,6	79	88	35	25
3 1	22.09	6,16	2,05	1,70	0,40	1,56	0,29	1,99	1,83	80	43	110	98	12	9,1	380	8	0,7	93	105	32	20
3 1	16.10	6,22	2,21	1,80	0,39	1,69	0,31	2,28	1,96	115	44	105	95	10	8,2	400	16	0,6	90	107	34	18
3 1	15.11	6,08	2,31	1,72	0,39	1,84	0,33	2,33	2,03	88	40	83	75	8	7,8	405	27	0,8	92	103	35	24
3 1	16.12	6,09	2,66	1,69	0,41	2,21	0,33	3,34	2,17	135	38	92	83	9	6,9	430	27	0,8	74	96	35	15
<b>Årdalselva</b>																						
26.1	17.01	6,16	2,53	0,79	0,33	2,73	0,35	5,08	1,17	130	23	24	22	2	1,6	235	9	0,7	17	34	10	-4
26.1	15.02	6,57	2,59	1,13	0,38	2,59	0,25	4,55	1,41	185	44	20	18	2	1,1	260	<2	0,3	36	58	16	2
26.1	01.03	6,12	2,64	1,14	0,41	2,66	0,26	4,72	1,38	170	34	16	15	1	1,0	220	<2	0,8	39	60	15	1
26.1	15.03	6,43	2,89	1,26	0,44	3,02	0,37	5,32	1,48	220	31	15	12	3	1,2	310	2	0,4	43	64	15	2
26.1	01.04	6,34	2,46	1,04	0,37	2,58	0,31	4,37	1,25	130	31	15	13	2	1,3	225	22	0,5	44	54	13	6
26.1	15.04	6,23	2,21	0,93	0,33	2,31	0,26	3,93	1,18	135	24	17	14	3	1,3	240	20	0,6	36	48	13	5
26.1	02.05	6,37	2,02	0,91	0,29	2,11	0,21	3,47	1,16	115	25	15	8	7	1,1	205	2	0,4	36	46	14	8
26.1	16.05	6,29	1,94	0,83	0,29	2,08	0,22	3,10	1,06	105	32	24	22	2	1,7	255	8	0,5	44	45	13	15
26.1	31.05	6,25	2,07	0,94	0,34	2,34	0,22	3,92	1,11	105	16	21	19	2	1,3	200	9	0,6	41	49	12	7
26.1	15.06	6,24	2,04	1,02	0,30	2,31	0,21	3,45	1,01	86	27	26	22	4	2,1	185	4	0,6	57	53	11	17
26.1	15.07	6,50	2,03	0,99	0,28	2,09	0,20	3,33	1,16	120	37	11	10	1	1,3	195	5	0,3	42	51	14	10
26.1	16.08	6,60	2,10	1,01	0,29	2,18	0,23	3,29	1,21	130	44	12	10	2	1,3	250	<2	0,3	48	53	16	15
26.1	15.09	6,20	1,79	0,78	0,27	1,87	0,19	2,92	1,01	110	27	33	31	2	2,1	265	9	0,6	36	42	13	11
26.1	16.10	6,42	2,11	1,11	0,36	2,05	0,21	3,54	1,20	150	32	14	12	2	1,4	255	5	0,4	44	62	15	3
26.1	14.11	6,28	2,14	1,07	0,34	2,16	0,23	3,50	1,24	165	31	8	<5		1,1	325	16	0,5	45	58	16	9
26.1	16.12	5,78	3,31	1,22	0,52	3,45	0,34	6,91	1,28	150	14	22	19	3	0,91	300	7	1,7	30	58	7	-17

Tabell E3. Analyseresultater for feltforskningsstasjoner 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>
<b>Birkenes</b>																								
BIE01	03.01	5,24	3,15	1,00	0,29	3,07	0,12	4,62	3,04	180	9	169	76	93	3,6	410	69	3	<1	6	4	45	50	22
BIE01	10.01	5,29	2,97	0,98	0,29	3,03	0,11	4,59	2,97	175	10	164	81	83	3,9	415	76	2	<1	5	4	44	49	21
BIE01	17.01	5,11	3,25	0,89	0,30	3,07	0,14	4,47	3,12	300	3	245	106	139	4,6	510	46	3	<1	8	-6	40	52	25
BIE01	24.01	4,89	3,28	0,76	0,28	3,16	0,09	4,63	3,32	235	0	281	106	175	4,4	430	21	2	<1	13	-16	33	56	25
BIE01	31.01	4,99	3,18	0,82	0,28	3,15	0,09	4,61	3,28	210	0	258	101	157	4,1	400	28	2	<1	10	-10	36	55	25
BIE01	07.02	4,82	3,29	0,68	0,27	3,19	0,08	4,56	3,29	220	0	330	142	188	5,3	390	11	2	<1	15	-16	29	55	28
BIE01	14.02	4,83	3,24	0,65	0,27	3,07	0,08	4,37	3,22	195	0	296	114	182	4,7	360	4	3	<1	15	-14	28	54	28
BIE01	21.02	4,98	3,12	0,77	0,27	3,09	0,09	4,45	3,21	180	0	251	118	133	4,4	355	25	2	<1	10	-8	34	54	27
BIE01	28.02	4,99	3,16	0,81	0,29	3,07	0,12	4,31	3,24	270	0	248	96	152	4,2	435	36	2	<1	10	-7	36	55	29
BIE01	07.03	5,00	3,09	0,78	0,29	3,09	0,10	4,42	3,30	220	0	254	104	150	4,4	375	24	2	<1	10	-9	34	56	27
BIE01	14.03	4,88	3,24	0,77	0,28	3,13	0,10	4,32	3,27	240	0	291	109	182	4,9	395	18	<1	<1	13	-7	34	56	31
BIE01	21.03	4,95	3,12	0,75	0,28	3,10	0,10	4,46	3,19	205	0	266	106	160	4,6	365	16	2	<1	11	-9	33	53	27
BIE01	28.03	4,73	3,35	0,59	0,26	3,26	0,11	4,37	3,02	200	0	319	117	202	5,3	365	11	2	<1	19	-5	25	50	36
BIE01	04.04	4,65	3,30	0,46	0,22	2,99	0,10	4,17	2,81	180	0	333	141	192	6,1	350	7	2	<1	22	-15	19	46	29
BIE01	11.04	4,66	3,11	0,42	0,19	2,67	0,09	3,28	2,77	180	0	310	143	167	6,3	350	11	3	<1	22	-8	18	48	37
BIE01	18.04	4,75	2,80	0,45	0,19	2,48	0,09	2,99	2,69	260	0	298	102	196	6,2	420	49	3	<1	18	-11	19	47	35
BIE01	25.04	4,82	2,79	0,59	0,20	2,45	0,08	3,11	2,65	290	0	255	78	177	5,2	470	11	2	<1	15	-9	26	46	31
BIE01	02.05	5,02	2,73	0,79	0,22	2,65	0,09	3,56	2,89	195	0	208	63	145	4,4	365	9	3	<1	10	1	36	50	29
BIE01	09.05	5,13	2,76	0,90	0,24	2,84	0,11	3,84	3,03	120	5	161	64	97	4,0	290	4	4	<1	7	11	41	52	30
BIE01	16.05	5,13	2,73	0,89	0,24	2,79	0,16	3,79	2,66	96	6	170	81	89	5,1	320	19	5	<1	7	20	40	44	30
BIE01	23.05	5,12	2,58	0,82	0,24	2,74	0,09	3,62	2,55	76	0	181	90	91	5,5	290	7	4	<1	8	22	37	43	31
BIE01	30.05	4,93	2,71	0,73	0,26	2,74	0,06	3,54	2,65	160	0	262	135	127	7,0	360	8	5	<1	12	12	35	45	33
BIE01	06.06	4,93	2,76	0,84	0,25	2,83	0,10	3,81	2,78	115	0	216	107	109	6,1	325	9	6	<1	12	15	38	47	31
BIE01	13.06	4,96	2,71	0,75	0,22	2,83	0,08	3,76	2,60	82	0	215	109	106	6,7	295	10	5	<1	11	15	34	43	32
BIE01	20.06	4,83	2,81	0,55	0,18	2,69	0,05	3,53	2,51	75	0	267	134	133	7,9	335	<2	4	4	15	3	24	42	31
BIE01	27.06	5,00	2,76	0,87	0,26	2,87	0,08	3,99	2,62	60	0	193	106	87	6,1	250	7	4	<1	10	20	39	43	28
BIE01	04.07	4,99	2,65	0,78	0,18	2,77	0,08	4,08	2,32	50	0	194	102	92	7,0	270	15	5	<1	10	9	35	36	22
BIE01	11.07	4,75	2,81	0,62	0,19	2,44	0,05	3,35	2,08	100	0	321	187	134	12,0	455	9	10	<1	18	9	27	34	25
BIE01	18.07	4,65	2,89	0,60	0,20	2,23	0,14	2,77	1,88	150	0	358	220	138	17,2	700	23	21	3	22	19	28	31	30
BIE01	25.07	4,69	2,76	0,48	0,22	2,51	0,04	3,11	2,43	49	0	327	186	141	10,3	320	3	3	<1	20	10	22	42	34
BIE01	01.08	4,95	2,77	0,66	0,19	2,83	0,07	3,85	2,51	55	0	228	120	108	7,0	295	8	4	<1	11	9	29	41	30
BIE01	08.08	4,70	2,63	0,53	0,20	2,38	0,07	3,00	2,00	69	0	316	203	113	12,9	420	11	10	<1	20	17	23	33	31
BIE01	15.08	4,87	2,76	0,66	0,18	2,78	0,06	3,79	2,46	56	0	222	121	101	7,2	295	8	5	<1	13	8	29	40	29
BIE01	22.08	4,83	2,52	0,63	0,18	2,46	0,06	3,16	1,95	64	0	275	168	107	11,0	405	8	7	<1	15	20	28	31	30
BIE01	29.08	4,69	2,76	0,45	0,17	2,50	0,04	3,18	2,37	45	0	298	187	111	9,9	295	3	3	<1	20	4	19	40	32
BIE01	05.09	4,84	2,62	0,58	0,18	2,44	0,13	3,25	2,16	81	0	236	142	94	8,3	360	<1	9	<1	14	11	26	36	27
BIE01	12.09	4,56	2,85	0,37	0,14	2,27	0,04	2,93	2,05	25	0	348	234	114	12,9	335	<2	7	<1	28	3	15	34	28
BIE01	19.09	4,53	2,80	0,34	0,16	1,87	0,16	2,66	1,62	14		282	205	77	14,7	450	12	17	3	30	6	14	26	17
BIE01	26.09	4,81	2,55	0,43	0,15	2,41	0,05	3,14	2,45	37	0	246	138	108	8,0	235	3	2	<1	15	-2	18	42	29
BIE01	02.10	4,97	2,57	0,63	0,19	2,56	0,08	3,39	2,40	51	0	227	140	87	7,4	290	18	5	<1	11	11	28	40	29
BIE01	10.10	4,92	2,74	0,76	0,22	2,70	0,13	3,79	1,98	64	0	282	172	110	9,2	330	10	3	<1	12	24	34	30	26
BIE01	17.10	5,15	2,55	0,79	0,21	2,68	0,09	3,70	2,26	78	0	192	111	81	6,4	305	32	5	1	7	19	36	36	27
BIE01	24.10	5,18	2,56	0,87	0,26	2,66	0,09	3,59	2,15	88	8	219	107	112	7,3	340	19	3	<1	7	30	41	34	29
BIE01	31.10	4,69	3,01	0,54	0,27	2,59	0,06	3,96	2,24	35	0	316	164	152	9,1	355	2	5	<1	20	3	23	35	17

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
BIE01	07.11	4,62	3,17	0,50	0,21	2,82	0,06	4,21	2,32	79	0	315	160	155	7,6	310	9	1	<1	24	-6	21	36	21
BIE01	14.11	4,94	2,84	0,67	0,22	2,93	0,07	4,06	2,35	91	0	232	80	152	5,9	310	23	5	<1	11	11	29	37	29
BIE01	21.11	5,07	2,73	0,70	0,22	2,88	0,08	3,99	2,34	105	0	186	88	98	5,7	320	33	2	<1	9	12	31	37	29
BIE01	28.11	4,79	2,95	0,67	0,24	2,84	0,08	3,85	2,01	160	0	275	136	139	8,0	430	23	5	<1	16	17	29	31	30
BIE01	05.12	4,68	3,55	0,60	0,28	3,36	0,08	5,60	2,26	105	0	316	122	194	5,5	325	28	<1	<1	21	-11	24	31	10
BIE01	12.12	4,64	4,02	0,61	0,33	3,66	0,08	6,91	2,23	100	0	345	108	237	4,6	290	18	<1	<1	23	-30	23	26	-8
BIE01	19.12	4,52	4,46	0,65	0,37	3,79	0,09	8,03	2,09	85		386	100	286	3,7	250	19	2	<1	30	-46	24	20	-30
BIE01	26.12	4,83	3,94	0,78	0,36	3,71	0,08	7,53	2,11	110	0	302	57	245	3,3	270	20	3	<1	15	-32	31	22	-21
<b>Storgama</b>																								
STE01	03.01	5,07	1,45	0,74	0,12	0,91	0,04	1,23	1,45	36	0	129	90	39	6,6	310	31	4	<1	9	20	39	27	10
STE01	10.01	5,10	1,42	0,62	0,11	0,88	0,05	1,14	1,39	39	0	125	89	36	6,4	320	42	2	<1	8	16	32	26	11
STE01	16.01	5,21	1,34	0,63	0,11	0,86	0,05	1,11	1,32	41	6	122	89	33	6,2	295	44	4	<1	6	17	33	24	11
STE01	21.01	5,14	1,28	0,65	0,10	0,84	0,05	1,01	1,27	35	0	117	86	31	6,0	320	42	4	<1	7	21	34	24	12
STE01	29.01	5,36	1,27	0,59	0,10	0,83	0,05	0,98	1,27	44	10	117	88	29	6,1	330	40	3	<1	4	18	31	24	12
STE01	08.02	5,25	1,18	0,62	0,10	0,81	0,05	0,91	1,25	41	0	116	90	26	5,9	310	47	3	<1	6	21	33	23	13
STE01	15.02	5,45	1,18	0,63	0,10	0,82	0,06	0,84	1,23	41	13	117	95	22	5,9	305	54	3	<1	4	25	34	23	15
STE01	22.02	5,46	1,18	0,71	0,10	0,81	0,06	0,81	1,19	41	11	115	85	30	6,0	305	57	3	<1	3	30	38	22	16
STE01	01.03	5,50	1,15	0,70	0,10	0,82	0,07	0,79	1,17	35	14	116	95	21	6,2	320	74	4	<1	3	31	38	22	17
STE01	08.03	5,49	1,12	0,69	0,10	0,81	0,06	0,73	1,23	46	13	109	89	20	6,0	310	61	4	<1	3	30	38	23	18
STE01	14.03	5,47	1,15	0,75	0,10	0,80	0,07	0,72	1,20	40	14	109	86	23	6,2	320	67	2	<1	3	34	41	23	17
STE01	21.03	5,52	1,18	0,78	0,10	0,80	0,07	0,73	1,26	68	12	105	86	19	6,1	370	79	5	<1	3	32	42	24	17
STE01	28.03	4,87	1,54	0,54	0,11	0,90	0,11	0,78	1,41	170	0	102	79	23	6,4	390	20	4	<1	13	14	31	27	20
STE01	04.04	4,88	1,51	0,44	0,10	0,87	0,06	0,80	1,34	120	0	92	72	20	6,7	360	13	4	<1	13	11	25	26	18
STE01	11.04	4,99	1,02	0,25	0,06	0,56	0,04	0,54	0,78	48	0	60	53	7	4,8	215	9	2	<1	10	8	14	15	11
STE01	18.04	5,15	0,73	0,27	0,05	0,43	0,03	0,40	0,56	20	0	55	34	21	3,8	185	9	7	<1	7	13	15	10	9
STE01	25.04	5,32	0,72	0,28	0,05	0,47	0,03	0,45	0,62	6	0	55	32	23	3,7	210	10	5	<1	5	13	15	12	10
STE01	02.05	5,48	0,69	0,35	0,05	0,50	0,04	0,46	0,66	1	0	54	33	21	4,0	255	32	7	1	3	18	19	12	11
STE01	10.05	5,77	0,79	0,49	0,06	0,54	0,07	0,51	0,69	<1	25	46	32	14	4,6	400	54	32	4	2	26	26	13	11
STE01	16.05	5,46	0,69	0,35	0,06	0,53	0,04	0,49	0,64	<1	11	44	34	10	3,7	290	11	9	<1	3	19	19	12	11
STE01	23.05	5,47	0,74	0,41	0,06	0,56	0,04	0,57	0,69	5	8	53	35	18	3,9	280	19	7	<1	3	20	22	13	11
STE01	30.05	5,21	0,89	0,39	0,07	0,64	0,03	0,65	0,66	5	2	71	50	21	5,4	315	9	6	<1	6	21	21	12	12
STE01	07.06	5,23	1,01	0,41	0,08	0,64	0,04	0,67	0,70	9	4	75	52	23	6,0	335	36	9	1	6	22	23	13	12
STE01	14.06	5,10	0,93	0,38	0,07	0,61	<0,02	0,57	0,54	1	0	73	40	33	7,0	290	8	5	<1	8	24	21	10	13
STE01	20.06	5,09	0,92	0,38	0,06	0,54	<0,02	0,48	0,47	2	0	72	54	18	6,7	260	8	4	2	8	24	21	8	12
STE01	02.07	5,26	0,89	0,34	0,07	0,50	0,02	0,44	0,47	6	6	87	61	26	7,0	295	13	5	<1	5	22	20	9	11
STE01	11.07	5,03	0,93	0,33	0,06	0,41	<0,02	0,34	0,40	5	0	95	69	26	7,8	320	4	12	<1	9	21	19	7	10
STE01	17.07	4,92	1,02	0,33	0,07	0,34	0,03	0,30	0,45	6	0	82	67	15	8,5	315	16	5	<1	12	20	20	8	8
STE01	25.07	4,86	1,05	0,37	0,08	0,33	<0,02	0,21	0,45	3	0	88	71	17	8,5	320	6	4	<1	14	24	24	9	9
STE01	01.08	5,14	0,88	0,40	0,07	0,35	<0,02	0,21	0,48	1	4	102	75	27	7,8	320	14	6	<1	7	25	24	9	10
STE01	08.08	4,88	0,99	0,34	0,07	0,35	<0,02	0,27	0,41	<1	0	92	72	20	8,6	330	5	6	<1	13	22	21	8	9
STE01	15.08	5,06	0,88	0,38	0,07	0,37	<0,02	0,28	0,46	5	0	94	66	28	7,9	335	6	6	<1	9	23	23	9	9
STE01	22.08	5,02	0,87	0,40	0,07	0,39	<0,02	0,31	0,42	<1	0	92	69	23	7,8	325	4	6	<1	10	26	24	8	9
STE01	29.08	4,90	1,08	0,38	0,07	0,44	<0,02	0,41	0,51	2	0	89	64	25	8,0	300	6	2	<1	13	22	22	9	9
STE01	05.09	4,74	1,34	0,39	0,08	0,47	0,03	0,51	0,69	36	0	90	68	22	8,8	355	28	6	<1	18	16	23	13	8
STE01	12.09	4,79	1,29	0,34	0,07	0,52	0,03	0,66	0,67	5	0	86	71	15	8,1	265	<2	8	<1	16	13	18	12	7
STE01	19.09	4,78	1,33	0,35	0,08	0,53	0,05	0,77	0,64	6	0	76	61	15	7,5	280	5	4	<1	17	13	19	11	4
STE01	26.09	4,87	1,18	0,39	0,07	0,56	0,02	0,73	0,65	5	0	87	68	19	7,7	250	4	3	<1	13	16	20	11	7

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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	02.10	5,03	1,08	0,39	0,09	0,57	0,02	0,70	0,64	<1	0	93	70	23	7,3	255	3	5	<1	9	19	22	11	8
STE01	11.10	5,08	1,12	0,53	0,09	0,63	0,03	0,91	0,71	<1	0	88	68	20	7,0	260	4	4	<1	8	22	28	12	5
STE01	17.10	4,99	1,15	0,48	0,08	0,65	0,03	0,90	0,72	10	0	94	66	28	6,7	265	5	6	<1	10	18	25	12	6
STE01	24.10	5,00	1,24	0,54	0,11	0,75	0,04	1,13	0,82	11	0	100	68	32	6,6	260	8	3	<1	10	20	29	14	5
STE01	31.10	4,93	1,41	0,48	0,13	0,74	0,04	0,99	1,02	22	0	95	70	25	7,4	285	11	5	1	12	17	28	18	8
STE01	07.11	4,81	1,44	0,47	0,09	0,74	0,03	0,81	1,12	35	0	96	71	25	7,1	330	16	3	<1	15	15	26	21	13
STE01	14.11	4,90	1,37	0,52	0,09	0,76	0,03	0,80	1,14	28	0	98	72	26	7,2	315	10	1	<1	13	19	28	21	14
STE01	21.11	5,00	1,40	0,59	0,10	0,81	0,03	0,86	1,21	33	0	99	66	33	7,8	300	8	2	<1	10	22	32	23	14
STE01	30.11	4,93	1,37	0,51	0,09	0,75	0,02	0,73	1,15	33	0	88	46	42	6,7	285	10	2	<1	12	19	28	22	15
STE01	05.12	4,86	1,48	0,55	0,10	0,86	0,02	0,91	1,25	25	0	101	60	41	7,1	275	7	2	<1	14	20	30	23	15
STE01	12.12	4,88	1,50	0,55	0,10	0,88	0,03	0,97	1,35	29	0	109	84	25	7,3	280	9	2	<1	13	17	29	25	15
STE01	19.12	4,83	1,48	0,52	0,10	0,87	0,03	0,99	1,27	25	0	98	78	20	6,7	270	6	<1	<1	15	17	28	24	14
STE01	27.12	4,81	1,73	0,50	0,12	1,02	0,03	1,54	1,18	27	0	88	76	12	5,9	265	15	5	<1	15	10	25	20	7
<b>Langtjern, utløp</b>	Prøver merket med * er slettet i databasen, og resultatene er ikke benyttet. Se kapittel 3 for mer info.																							
LAE01	02.01	4,96	1,57	1,08	0,16	0,61	0,09	0,51	1,23	21	0	178	139	39	13,9	355	20	7	<1	11	54	64	24	14
LAE01	10.01	4,89	1,49	1,05	0,15	0,59	0,09	0,50	1,21	17	0	181	145	36	14,7	345	21	5	<1	13	52	61	24	14
LAE01	17.01	4,97	1,44	1,02	0,14	0,56	0,08	0,47	1,16	16	0	173	144	29	13,4	295	13	5	<1	11	50	59	23	13
LAE01	23.01	4,93	1,44	1,03	0,14	0,63	0,08	0,45	1,13	15	0	174	141	33	13,3	320	14	5	<1	12	55	60	22	17
LAE01	29.01	5,02	1,48	1,01	0,15	0,55	0,08	0,44	1,12	16	2	175	147	28	13,9	330	16	5	<1	10	52	60	22	13
LAE01	06.02	4,99	1,40	1,02	0,15	0,57	0,09	0,47	1,12	18	0	170	141	29	13,3	315	18	5	<1	10	52	60	22	13
LAE01	13.02	5,06	1,41	1,06	0,15	0,61	0,15	0,52	1,12	21	3	174	150	24	13,0	380	38	6	<1	9	56	62	22	14
LAE01	20.02	5,06	1,38	1,04	0,15	0,55	0,08	0,43	1,07	22	0	170	142	28	12,9	305	17	5	<1	9	54	61	21	14
LAE01	27.02	5,02	1,41	1,03	0,15	0,57	0,09	0,46	1,09	24	0	163	135	28	13,3	305	20	5	<1	10	53	61	21	14
LAE01	06.03	5,08	1,37	1,07	0,15	0,57	0,09	0,46	1,16	26	3	168	138	30	12,6	295	21	5	2	8	54	63	23	14
LAE01	13.03	5,03	1,40	1,05	0,15	0,59	0,10	0,49	1,17	27	0	176	147	29	13,0	320	27	6	1	9	53	62	23	14
LAE01	20.03	5,06	1,39	1,10	0,15	0,56	0,08	0,43	1,11	24	0	155	119	36	12,7	295	20	4	<1	9	57	64	22	14
LAE01	27.03	5,06	1,54	1,08	0,17	0,66	0,20	0,49	1,27	68	0	136	106	30	12,9	375	38	7	<1	9	57	65	25	17
LAE01	05.04	5,02	1,47	1,05	0,17	0,66	0,22	0,46	1,39	58	0	135	106	29	12,5	350	21	6	2	10	55	63	28	18
LAE01	10.04	4,94	1,35	0,79	0,12	0,54	0,21	0,33	1,17	38	0	90	68	22	10,6	270	15	6	<1	11	42	47	23	15
LAE01	18.04	5,09	1,14	0,65	0,11	0,45	0,17	0,29	0,97	21	0	96	61	35	8,6	235	16	9	1	8	36	40	19	13
LAE01	24.04	5,24	1,08	0,70	0,11	0,46	0,13	0,33	0,96	15	0	108	70	38	9,0	235	14	6	1	6	37	42	19	12
LAE01*	01.05																							
LAE01*	08.05																							
LAE01	15.05	5,40	0,99	0,81	0,12	0,51	0,12	0,33	0,97	8	14	107	80	27	8,0	265	10	4	<1	4	45	48	19	14
LAE01	22.05	5,33	1,03	0,79	0,12	0,50	0,12	0,37	0,94	<1	0	122	91	31	8,8	260	15	4	<1	5	44	47	18	13
LAE01	29.05	5,32	1,04	0,86	0,13	0,53	0,12	0,37	1,00	7	0	129	97	32	9,3	280	11	6	<1	5	48	51	20	14
LAE01	05.06	5,33	1,04	0,90	0,14	0,56	0,11	0,37	0,94	<1	0	132	101	31	9,7	255	6	6	<1	5	54	54	18	15
LAE01	12.06	4,95	1,27	0,77	0,12	0,50	0,08	0,29	0,79	<1	0	109	85	24	12,1	285	11	7	<1	11	47	46	16	15
LAE01	20.06	5,08	1,10	0,82	0,10	0,48	0,06	0,25	0,69	<1	4	110	73	37	12,1	265	11	6	<1	8	50	48	14	15
LAE01	27.06	4,92	1,21	0,71	0,10	0,48	0,05	0,24	0,66	<1	0	117	94	23	12,4	260	<2	2	2	12	45	42	13	15
LAE01	04.07	4,92	1,19	0,74	0,11	0,47	0,05	0,25	0,63	2	0	121	90	31	12,7	270	4	7	<1	12	47	44	12	14
LAE01	11.07	5,01	1,15	0,71	0,12	0,48	0,04	0,27	0,62	2	2	144	109	35	11,9	275	7	6	1	10	47	44	12	14
LAE01	17.07	4,96	1,13	0,77	0,12	0,48	0,04	0,27	0,60	4	0	139	106	33	12,7	275	11	6	<1	11	50	47	12	14
LAE01	25.07	4,79	1,43	0,74	0,11	0,45	0,03	0,25	0,64	6	0	137	114	23	14,0	295	5	4	<1	16	46	44	13	14
LAE01	01.08	4,82	1,34	0,68	0,11	0,43	0,04	0,25	0,58	<1	0	134	105	29	13,5	295	4	6	<1	15	44	41	11	13
LAE01	07.08	4,80	1,35	0,75	0,14	0,44	0,04	0,28	0,60	<1	0	137	109	28	14,1	305	12	7	<1	16	49	47	12	12
LAE01	15.08	4,82	1,39	0,65	0,11	0,42	0,04	0,32	0,57	4	0	127	98	29	14,0	345	14	6	<1	15	40	39	11	11

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>	
LAE01	21.08	4,79	1,38	0,80	0,12	0,42	0,04	0,26	0,63	<1	0	120	98	22	14,3	340	7	7	<1	16	49	48	12	12	
LAE01	28.08	4,81	1,51	0,76	0,13	0,42	0,05	0,28	0,62	7	0	116	99	17	14,2	290	20	8	<1	15	47	47	12	11	
LAE01	04.09	4,72	1,49	0,70	0,12	0,42	0,05	0,31	0,69	11	0	138	113	25	13,9	295	14	6	<1	19	40	43	13	11	
LAE01	11.09	4,76	1,48	0,72	0,11	0,42	0,07	0,33	0,81	8	0	120	98	22	12,8	285	7	4	<1	17	38	43	16	10	
LAE01	19.09	4,74	1,47	0,63	0,11	0,43	0,08	0,36	0,78	8	0	117	91	26	12,2	285	4	5	<1	18	34	38	15	10	
LAE01	24.09	4,93	1,35	0,72	0,10	0,44	0,08	0,36	0,79	7	0	123	99	24	12,8	265	6	10	<1	12	38	42	15	10	
LAE01	02.10	4,91	1,29	0,75	0,13	0,44	0,08	0,39	0,79	7	0	134	105	29	12,1	275	4	7	<1	12	41	46	15	10	
LAE01	10.10	5,01	1,23	0,91	0,11	0,46	0,09	0,38	0,83	7	0	142	110	32	12,0	275	11	4	<1	10	48	52	16	11	
LAE01	17.10	5,02	1,21	0,87	0,11	0,46	0,08	0,37	0,79	7	0	146	109	37	11,4	270	12	6	<1	10	47	50	15	11	
LAE01	24.10	4,99	1,23	1,00	0,16	0,49	0,08	0,41	0,87	4	0	146	103	43	11,6	280	15	3	<1	10	56	60	17	11	
LAE01	30.10	4,98	1,25	0,94	0,10	0,47	0,08	0,38	0,83	9	0	139	106	33	12,0	285	5	5	<1	10	49	53	16	11	
LAE01	06.11	4,98	1,28	0,77	0,12	0,48	0,07	0,36	0,90	13	0	139	108	31	11,2	275	16	3	1	10	41	46	18	12	
LAE01	14.11	5,02	1,26	0,89	0,13	0,49	0,08	0,38	0,89	14	0	121	99	22	11,3	270	18	6	<1	10	48	53	17	12	
LAE01	21.11	5,15	1,29	0,93	0,14	0,52	0,09	0,41	0,93	2	0	140	103	37	12,2	300	16	7	1	7	52	55	18	13	
LAE01	28.11	5,00	1,34	0,89	0,14	0,52	0,08	0,42	0,97	18	0	152	93	59	12,2	280	13	4	<1	10	47	53	19	12	
LAE01	04.12	5,03	1,32	0,93	0,14	0,55	0,08	0,41	1,00	15	0	148	98	50	11,8	300	12	3	<1	9	50	55	20	14	
LAE01	11.12	4,96	1,37	0,91	0,14	0,55	0,09	0,42	1,04	18	0	154	120	34	12,3	290	12	4	<1	11	48	54	20	14	
LAE01	18.12	4,97	1,36	0,85	0,14	0,55	0,09	0,41	1,00	16	0	144	112	32	11,9	290	11	3	<1	11	47	51	20	14	
LAE01	23.12	5,06	1,34	0,87	0,14	0,54	0,09	0,41	1,02	16	0	129	87	42	9,9	285	14	4	1	9	47	52	20	14	
<b>Kårvatn</b>	Prøver merket med * er slettet i databasen, og resultatene er ikke benyttet. Se kapittel 3 for mer info.																								
KAE01*	02.01																								
KAE01*	09.01																								
KAE01*	16.01																								
KAE01*	23.01																								
KAE01*	30.01																								
KAE01*	06.02																								
KAE01*	14.02																								
KAE01*	20.02																								
KAE01*	27.02																								
KAE01	13.03	6,66	1,56	1,04	0,24	1,40	0,17	1,89	0,94	38	49	11	10	1	1,1	82	<2	<1	<1	0	61	59	14	15	
KAE01	20.03	6,59	1,54	1,06	0,24	1,36	0,17	1,72	0,94	41	54	14	10	4	1,2	99	3	<1	<1	0	65	61	15	17	
KAE01	28.03	6,41	1,52	0,78	0,24	1,58	0,19	2,36	0,78	15	27	15	14	1	1,1	75	3	2	<1	0	48	43	9	12	
KAE01	03.04	6,66	2,43	1,02	0,39	2,40	0,26	4,84	1,01	19	38	22	21	1	2,1	119	7	2	<1	0	35	51	7	-13	
KAE01	10.04	6,36	2,94	1,29	0,49	2,81	0,43	6,08	1,24	85	32	25	24	1	1,8	155	5	2	<1	0	35	65	8	-25	
KAE01	17.04	6,24	2,25	1,15	0,39	2,23	0,31	4,31	1,02	56	23	23	16	7	1,6	124	15	7	<1	1	48	61	9	-7	
KAE01	24.04	6,18	1,88	0,71	0,32	1,95	0,19	3,98	0,61	27	16	15	9	6	0,77	58	<2	<1	<1	1	25	36	1	-12	
KAE01	01.05	6,25	1,79	0,66	0,29	1,85	0,17	3,81	0,57	25	14	12	9	3	0,84	61	<2	1	<1	1	20	32	1	-12	
KAE01	08.05	6,44	1,73	0,77	0,27	1,66	0,19	2,93	0,65	40	20	12	6	6	0,89	71	<2	3	<1	0	39	41	5	1	
KAE01	15.05	6,17	1,28	0,58	0,20	1,30	0,17	2,18	0,64	26	27	18	14	4	1,1	86	<2	2	<1	1	30	31	7	4	
KAE01	22.05	6,28	1,22	0,51	0,16	1,26	0,13	2,10	0,51	17	13	14	11	3	0,66	53	6	3	<1	1	26	25	5	4	
KAE01	29.05	6,19	1,02	0,46	0,16	1,11	0,12	1,67	0,47	10	23	15	13	2	1,1	82	4	2	<1	1	30	25	5	8	
KAE01	05.06	6,06	0,84	0,40	0,14	0,95	0,11	1,39	0,44	12	19	15	11	4	0,70	56	5	1	<1	1	26	22	5	8	
KAE01	12.06	6,17	0,70	0,33	0,09	0,77	0,10	0,91	0,39	6	23	10	8	2	0,69	67	8	5	<1	1	26	18	5	11	
KAE01	19.06	6,41	0,69	0,32	0,08	0,76	0,11	0,88	0,40	4	25	5	<5		0,52	55	5	2	<1	0	25	17	6	12	
KAE01	27.06	6,53	0,73	0,38	0,09	0,79	0,09	0,86	0,40	3	34	10	9	1	1,0	58	<2	3	1	0	30	21	6	14	
KAE01	04.07	6,21	0,67	0,36	0,09	0,74	0,08	0,77	0,39	<1	25	9	8	1	0,93	43	<2	3	<1	1	30	20	6	14	
KAE01	11.07	6,50	0,72	0,35	0,10	0,77	0,08	0,78	0,41	1	31	9	9	0	0,79	155	3	4	<1	0	31	21	6	15	



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
KAE01	25.07	6,49	0,71	0,39	0,12	0,82	0,09	0,76	0,41	<1	34	9	7	2	0,87	50	3	<1	<1	0	37	24	6	17
KAE01	01.08	6,56	0,86	0,42	0,12	0,88	0,10	0,81	0,44	<1	39	11	10	1	1,0	57	<2	3	<1	0	40	26	7	19
KAE01	08.08	6,54	0,81	0,42	0,14	0,90	0,11	0,84	0,46	1	39	9	9	0	1,1	70	4	3	<1	0	41	27	7	19
KAE01	15.08	6,57	0,86	0,49	0,14	0,92	0,11	0,88	0,49	1	42	6	5	1	0,75	60	3	<1	<1	0	44	30	8	19
KAE01	22.08	6,75	0,91	0,49	0,12	0,90	0,10	0,81	0,45	<1	52	9	8	1	1,0	59	2	<1	<1	0	44	29	7	20
KAE01	29.08	6,53	0,74	0,42	0,11	0,79	0,09	0,76	0,42	<1	34	14	9	5	1,1	59	2	7	<1	0	36	25	7	16
KAE01	05.09	6,57	0,87	0,54	0,14	0,90	0,12	0,82	0,47	<1	41	8	7	1	0,79	53	<2	1	<1	0	48	33	7	19
KAE01	12.09	6,61	0,94	0,59	0,15	0,92	0,13	0,91	0,43	<1	43	17	14	3	1,5	81	3	2	<1	0	50	36	6	18
KAE01	19.09	6,38	0,77	0,46	0,11	0,82	0,11	0,84	0,47	<1	34	6	<5		0,81	38	<2	5	<1	0	37	26	7	15
KAE01	26.09	6,36	0,80	0,46	0,10	0,82	0,12	0,85	0,46	1	36	11	8	3	0,83	41	2	7	<1	0	36	26	7	15
KAE01	03.10	6,41	0,99	0,57	0,17	0,91	0,19	1,32	0,38	<1	31	23	22	1	2,1	92	<2	2	<1	0	42	34	4	8
KAE01	10.10	6,57	1,06	0,68	0,16	0,97	0,19	1,26	0,56	22	40	15	14	1	1,5	137	<2	1	<1	0	45	39	8	12
KAE01	17.10	6,33	0,89	0,56	0,15	0,86	0,10	1,18	0,42	4	29	12	10	2	0,93	53	4	1	<1	0	38	33	5	9
KAE01	24.10	6,36	0,88	0,55	0,18	0,89	0,10	1,25	0,41	<1	28	12	8	4	0,84	55	3	2	<1	0	40	34	5	8
KAE01	31.10	6,35	0,79	0,49	0,12	0,85	0,09	1,14	0,35	5	23	11	10	1	1,0	57	2	1	1	0	34	27	4	9
KAE01	07.11	6,42	0,89	0,50	0,13	0,87	0,11	1,10	0,43	9	30	8	6	2	0,58	63	4	2	<1	0	36	28	6	11
KAE01	14.11	6,47	0,95	0,67	0,15	0,93	0,13	1,16	0,48	<1	34	6	<5		0,74	96	12	3	1	0	47	38	7	12
KAE01	21.11	6,57	0,91	0,58	0,14	0,87	0,10	1,13	0,43	<1	32	<5	<5		0,88	61	6	2	<1	0	40	33	6	10
KAE01	28.11	6,11	1,13	0,63	0,17	1,09	0,12	1,52	0,52	24	36	9	7	2	0,69	87	8	3	<1	1	40	35	6	11
KAE01	05.12	5,97	1,12	0,69	0,18	1,11	0,11	1,53	0,55	16	29	7	<5		0,74	77	3	<1	<1	1	45	39	7	11
KAE01	12.12	6,21	1,11	0,71	0,18	1,08	0,12	1,37	0,56	21	32	7	6	1	0,61	67	<2	<1	<1	1	48	41	8	14
KAE01	19.12	6,25	1,16	0,76	0,18	1,08	0,12	1,34	0,61	26	37	7	<5		0,55	78	<2	<1	<1	1	50	44	9	15
KAE01	27.12	5,76	3,40	1,22	0,58	3,62	0,21	7,75	1,19	8	8	20	14	6	1,2	83	4	3	<1	2	27	58	2	-30
<b>Dalelv</b>																								
DALELV	03.01	6,52	3,56	1,51	0,80	3,49	0,27	5,39	3,94	19	55	24	20	4	2,9	155	9	3	<1	0	64	106	66	21
DALELV	10.01	6,44	3,60	1,52	0,82	3,53	0,28	5,35	3,90	21	56	29	26	3	3,0	170	12	1	<1	0	70	108	66	24
DALELV	17.01	6,37	3,57	1,52	0,79	3,47	0,28	5,38	3,94	21	50	27	26	1	2,9	124	7	2	<1	0	64	105	66	21
DALELV	24.01	6,48	3,63	1,56	0,80	3,51	0,29	5,41	3,96	24	58	26	22	4	2,8	180	10	3	<1	0	67	108	67	22
DALELV	31.01	6,70	3,62	1,63	0,79	3,50	0,29	5,39	3,96	25	61	24	21	3	2,8	150	5	2	<1	0	70	111	67	22
DALELV	07.02	6,58	3,59	1,59	0,81	3,51	0,29	5,34	4,00	26	52	28	26	2	2,8	150	8	2	<1	0	70	111	68	23
DALELV	14.02	6,68	3,60	1,54	0,81	3,50	0,29	5,32	3,99	28	61	24	23	1	2,8	140	9	2	<1	0	68	109	68	23
DALELV	21.02	6,67	3,69	1,60	0,81	3,43	0,29	5,21	3,90	28	67	23	21	2	2,7	142	8	2	<1	0	73	112	66	23
DALELV	28.02	6,62	3,75	1,65	0,87	3,52	0,30	5,28	4,00	33	63	22	20	2	2,6	143	10	2	<1	0	80	119	68	25
DALELV	07.03	6,66	3,78	1,65	0,86	3,55	0,32	5,43	4,07	36	68	23	18	5	2,7	144	10	2	<1	0	75	117	69	23
DALELV	14.03	6,57	3,77	1,72	0,88	3,57	0,33	5,33	4,09	38	63	19	16	3	2,5	148	9	2	<1	0	84	123	70	26
DALELV	21.03	6,57	3,86	1,75	0,87	3,77	0,31	5,54	4,12	41	65	22	18	4	2,6	155	9	2	<1	0	86	122	70	30
DALELV	28.03	6,68	3,90	1,87	0,90	3,83	0,36	5,26	4,19	44	70	18	13	5	2,6	165	13	3	<1	0	104	133	72	39
DALELV	04.04	6,65	4,66	2,04	1,03	4,57	0,40	7,11	4,44	80	73	20	16	4	2,9	215	11	4	<1	0	97	140	72	27
DALELV	11.04	6,47	4,81	2,11	1,10	4,73	0,45	7,29	4,47	55	73	28	25	3	3,4	185	9	2	<1	0	110	148	72	29
DALELV	18.04	5,85	5,91	2,05	1,46	5,76	0,57	11,40	5,43	12	19	63	52	11	6,3	180	9	5	<1	1	52	147	80	-26
DALELV	25.04	5,80	5,06	1,74	1,21	5,00	0,39	9,60	4,43	8	19	71	48	23	6,2	195	4	4	<1	2	50	123	64	-15
DALELV	02.05	6,04	3,83	1,50	0,92	3,96	0,31	6,76	3,65	9	19	38	30	8	4,0	142	8	3	<1	1	63	106	56	8
DALELV	09.05	6,09	3,63	1,38	0,81	3,69	0,27	6,24	3,54	7	29	41	35	6	4,5	139	2	5	<1	1	53	94	56	9
DALELV	16.05	5,98	3,28	1,24	0,71	3,41	0,25	5,28	3,14	6	15	42	36	6	4,0	150	5	1	<1	1	60	86	50	20
DALELV	23.05	6,03	3,09	1,17	0,54	3,20	0,25	5,14	3,19	<1	26	34	34	0	3,7	155	2	3	<1	1	37	69	51	15
DALELV	30.05	6,22	3,03	1,29	0,70	3,18	0,27	5,01	3,29	10	22	32	29	3	3,3	165	14	5	<1	1	57	89	54	17
DALELV	06.06	6,08	3,01	1,27	0,70	3,15	0,25	5,00	3,29	9	30	34	29	5	3,4	127	3	2	<1	1	54	88	54	16

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
DALELV	13.06	6,37	3,06	1,37	0,65	3,20	0,23	5,01	3,26	1	38	23	19	4	3,2	115	3	6	<1	0	58	89	53	18
DALELV	20.06	6,63	3,22	1,36	0,65	3,39	0,24	4,95	3,25	<1	42	18	12	6	3,1	122	<2	4	<1	0	68	89	53	28
DALELV	27.06	6,44	3,15	1,37	0,68	3,44	0,24	4,98	3,20	<1	44	21	18	3	3,41	124	<2	3	1	0	73	92	52	29
DALELV	04.07	6,51	3,29	1,34	0,66	3,25	0,21	5,15	3,19	<1	46	27	25	2	3,6	144	3	4	<1	0	56	87	51	17
DALELV	11.07	6,42	3,10	1,34	0,66	3,36	0,24	5,13	3,19	3	45	20	21	0	3,1	160	<2	6	<1	0	62	87	52	22
DALELV	18.07	6,27	3,06	1,37	0,77	3,16	0,22	4,89	3,08	<1	37	27	23	4	3,7	127	<2	6	<1	1	73	100	50	19
DALELV	25.07	6,21	3,11	1,48	0,84	3,27	0,22	5,03	2,93	<1	41	39	41	0	5,0	165	<2	2	<1	1	88	110	46	20
DALELV	01.08	6,62	3,14	1,47	0,76	3,23	0,23	5,01	3,09	2	57	22	20	2	3,5	160	<2	4	<1	0	76	103	50	19
DALELV	08.08	6,40	3,18	1,58	0,84	3,33	0,21	5,18	3,00	<1	45	33	32	1	4,6	165	3	4	<1	0	90	114	47	19
DALELV	15.08	6,07	3,24	1,38	0,67	3,26	0,23	5,09	3,13	2	47	18	15	3	3,4	150	6	<1	<1	1	63	91	50	18
DALELV	22.08	6,71	3,44	1,64	0,82	3,32	0,25	5,17	3,23	2	64	16	12	4	2,9	155	<2	3	<1	0	87	115	52	19
DALELV	29.08	6,37	3,59	1,63	0,88	3,53	0,27	5,36	3,46	<1	57	53	50	3	7,5	190	<2	1	<1	0	91	119	56	24
DALELV	05.09	6,61	3,41	1,52	0,82	3,24	0,27	5,10	3,27	<1	62	25	22	3	3,2	125	<2	5	<1	0	79	110	53	17
DALELV	12.09	6,41	3,36	1,53	0,78	3,17	0,37	5,13	3,29	<1	61	17	15	2	3,3	147	<2	7	<1	0	75	107	54	14
DALELV	19.09	6,58	3,45	1,56	0,84	3,27	0,30	5,31	3,38	<1	61	21	17	4	3,4	133	<2	3	<1	0	77	112	55	14
DALELV	26.09	6,43	3,74	1,73	0,93	3,29	0,32	5,26	3,51	<1		21	21	0	3,5	107	<2	5	1	0	93	128	58	16
DALELV	03.10	6,03	3,95	1,78	1,04	3,71	0,46	5,98	4,21	<1	35	79	76	3	8,3	220	6	5	<1	1	91	135	70	16
DALELV	10.10	6,29	3,24	1,45	0,82	3,16	0,26	5,19	3,59	<1	35	35	33	2	4,0	136	6	2	<1	1	63	106	60	12
DALELV	17.10	6,26	3,23	1,42	0,79	3,10	0,23	5,06	3,53	<1	34	30	29	1	3,5	123	3	6	2	1	60	103	59	12
DALELV	24.10	6,37	3,29	1,46	0,89	3,24	0,23	5,06	3,62	<1	34	32	31	1	3,7	135	<2	3	<1	0	75	113	61	18
DALELV	31.10	6,27	3,31	1,40	0,77	3,40	0,23	5,09	3,70	<1	39	38	29	9	3,8	155	4	4	1	1	66	100	62	25
DALELV	07.11	6,15	3,43	1,41	0,83	3,57	0,23	5,00	4,00	<1	27	54	51	3	6,0	190	7	4	<1	1	75	106	69	34
DALELV	14.11	6,24	3,27	1,27	0,74	3,30	0,24	5,13	3,56	<1	30	22	17	5	3,3	160	10	8	1	1	55	91	59	19
DALELV	21.11	6,36	3,33	1,33	0,77	3,40	0,24	5,15	3,64	8	38	22	18	4	3,2	155	9	1	<1	0	62	96	61	23
DALELV	28.11	5,83	3,38	1,40	0,81	3,56	0,24	5,13	3,65	<1	30	32	23	9	3,4	147	10	3	<1	1	77	103	61	31
DALELV	05.12	5,87	3,37	1,31	0,76	3,40	0,23	5,15	3,68	5	29	27	24	3	3,2	144	8	3	<1	1	59	94	62	23
DALELV	12.12	6,03	3,45	1,42	0,80	3,52	0,25	5,31	3,83	10	34	27	27	0	3,0	137	11	<1	<1	1	66	102	64	24
DALELV	19.12	6,09	3,44	1,36	0,78	3,43	0,25	5,23	3,81	7	39	25	21	4	2,9	131	4	3	<1	1	60	98	64	22
DALELV	26.12	6,21	3,45	1,44	0,81	3,53	0,26	5,15	3,80	12	38	25	20	5	2,8	141	5	4	<1	1	73	105	64	29
<b>Øygardsbekken</b>																								
19 23	02.01	5,78	2,91	0,55	0,50	3,36	0,22	5,60	2,05	220	10	42	30	12	1,7	340	11	3	<1	2	4	32	26	10
19 23	09.01	5,71	3,09	0,53	0,53	3,54	0,30	5,96	1,95	205	9	46	32	14	2,0	375	17	5	<1	2	8	31	23	10
19 23	16.01	5,63	2,68	0,45	0,43	2,97	0,26	5,23	1,70	200	8	48	34	14	1,9	345	18	5	1	2	-4	23	20	2
19 23	23.01	5,65	2,85	0,42	0,45	2,98	0,25	5,63	1,54	225	5	50	29	21	1,3	340	13	2	<1	2	-13	21	16	-7
19 23	30.01	5,52	2,86	0,45	0,48	3,07	0,24	5,59	1,57	250	4	48	27	21	1,2	365	7	2	<1	3	-7	25	16	-2
19 23	06.02	5,45	2,63	0,44	0,44	2,91	0,23	5,23	1,54	205	0	60	34	26	1,4	295	9	2	<1	4	-4	24	17	0
19 23	13.02	5,48	3,26	0,54	0,58	3,60	0,25	6,89	1,62	215	4	62	27	35	1,2	280	5	1	<1	3	-6	29	14	-10
19 23	20.02	5,64	3,50	0,60	0,63	3,82	0,26	7,20	1,73	235	0	47	23	24	0,98	295	3	2	<1	2	-1	34	15	-8
19 23	27.02	5,47	3,16	0,52	0,57	3,43	0,30	6,26	1,64	270	0	51	26	25	1,3	365	7	4	<1	3	0	32	16	-2
19 23	06.03	5,41	3,18	0,56	0,59	3,50	0,25	6,43	1,78	330	0	54	22	32	1,1	375	3	2	<1	4	-7	34	18	-4
19 23	13.03	5,43	3,55	0,66	0,66	3,77	0,32	7,01	1,85	395	0	57	21	36	1,1	490	28	<1	<1	4	-5	41	18	-6
19 23	20.03	5,36	3,48	0,60	0,64	3,75	0,27	6,84	1,83	380	0	59	21	38	1,1	445	13	<1	<1	4	-6	38	18	-3
19 23	27.03	5,32	2,59	0,45	0,43	2,88	0,26	4,65	1,43	250	0	49	22	27	1,4	350	19	2	<1	5	11	27	16	13
19 23	03.04	5,54	2,52	0,43	0,41	2,77	0,27	4,53	1,44	265	0	43	26	17	1,6	350	8	3	<1	3	6	25	17	11
19 23	10.04	5,55	2,21	0,42	0,35	2,44	0,27	3,97	1,44	220	3	45	32	13	1,7	315	10	2	<1	3	5	24	18	10
19 23	17.04	5,54	2,34	0,47	0,38	2,63	0,23	4,12	1,62	185	0	47	21	26	1,6	270	6	5	<1	3	12	28	22	15
19 23	24.04	5,60	2,32	0,45	0,37	2,63	0,21	4,16	1,62	170	0	31	17	14	1,5	260	<2	1	<1	3	9	26	22	14

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
19 23	01.05	5,67	2,43	0,46	0,39	2,71	0,19	4,37	1,75	185	0	31	14	17	1,3	265	<2	2	<1	2	5	26	24	12
19 23	08.05	5,72	2,40	0,49	0,41	2,81	0,21	4,36	1,79	155	12	26	18	8	1,2	220	<2	2	<1	2	14	30	25	17
19 23	15.05	5,63	2,58	0,38	0,37	2,76	0,17	4,20	1,72	165	9	56	35	21	1,8	275	<2	3	<1	2	8	22	24	18
19 23	23.05	5,69	2,23	0,45	0,34	2,43	0,17	4,28	1,74	170	0	39	26	13	1,5	250	6	2	<1	2	-9	22	24	2
19 23	29.05	5,59	2,51	0,43	0,38	2,86	0,16	4,72	1,54	140	6	42	26	16	1,6	275	<2	2	<1	3	6	22	18	10
19 23	05.06	5,61	2,55	0,51	0,45	2,82	0,18	5,12	1,67	150	0	36	23	13	1,4	230	4	2	<1	2	0	29	20	-1
19 23	13.06	5,88	2,62	0,59	0,47	3,13	0,17	5,34	1,69	135	14	20	14	6	1,2	220	5	3	<1	1	13	33	20	7
19 23	19.06	5,73	2,59	0,47	0,44	3,10	0,19	5,32	1,69	125	8	23	15	8	1,2	200	<2	2	<1	2	5	25	20	6
19 23	26.06	5,85	2,65	0,55	0,44	3,32	0,15	5,32	1,70	115	12	17	12	5	1,2	200	<2	2	2	1	18	29	20	16
19 23	03.07	5,87	2,61	0,47	0,40	3,02	0,13	5,16	1,69	110	12	35	26	9	1,8	200	<2	3	<1	1	2	22	20	6
19 23	12.07	5,81	2,40	0,44	0,39	2,85	0,11	4,66	1,64	91	13	37	28	9	1,9	195	<2	4	<1	2	9	23	21	11
19 23	17.07	5,72	1,86	0,31	0,30	2,29	0,06	3,01	1,58	30	14				3,8	215	2	6	<1	2	21	20	24	27
19 23	24.07	5,78	2,00	0,37	0,31	2,43	0,08	3,47	1,66	46	16	50	42	8	2,5	200	<2	5	4	2	16	21	24	22
19 23	31.07	5,84	2,08	0,38	0,31	2,53	0,09	3,76	1,68	51	12	36	31	5	2,2	185	3	3	<1	1	12	20	24	19
19 23	07.08	5,74	1,90	0,38	0,36	2,39	0,07	3,35	1,75	33	12	62	53	9	2,9	185	4	4	<1	2	21	27	27	23
19 23	14.08	5,83	2,03	0,40	0,31	2,43	0,08	3,63	1,69	35	14	47	36	11	2,5	190	3	<1	<1	1	13	22	25	18
19 23	21.08	6,05	2,04	0,45	0,35	2,44	0,07	3,61	1,69	42	16	31	27	4	2,2	205	<2	4	<1	1	19	28	25	19
19 23	28.08	5,85	2,15	0,41	0,36	2,64	0,12	3,85	1,55	31	14	77	62	15	3,4	195	3	7	<1	1	25	25	21	22
19 23	04.09	5,88	2,03	0,46	0,37	2,38	0,09	3,54	1,58	44	13	55	45	10	2,9	190	<2	2	<1	1	23	30	23	18
19 23	11.09	5,77	1,91	0,36	0,32	2,25	0,09	3,34	1,56	44	11	58	48	10	2,7	200	9	2	<1	2	15	22	23	17
19 23	18.09	5,72	1,95	0,35	0,32	2,23	0,10	3,54	1,51	48	10	47	38	9	2,4	180	3	3	<1	2	9	21	21	11
19 23	25.09	5,67	1,94	0,38	0,30	2,23	0,11	3,58	1,49	53	9	46	37	9	2,4	160	<2	2	<1	2	8	20	21	10
19 23	02.10	5,92	2,02	0,42	0,35	2,27	0,13	3,58	1,50	68	14	40	32	8	2,3	185	<2	5	1	1	15	26	21	12
19 23	09.10	5,62	2,52	0,46	0,43	2,80	0,20	5,16	1,45	57	4	55	38	17	2,2	170	<2	2	<1	2	5	24	15	-3
19 23	16.10	5,60	2,25	0,46	0,42	2,46	0,13	4,34	1,48	80	6	48	33	15	2,0	185	5	2	<1	3	9	29	18	2
19 23	23.10	5,58	2,54	0,53	0,54	2,82	0,17	5,18	1,54	100	3	48	29	19	1,8	200	<2	3	<1	3	13	37	17	-3
19 23	30.10	5,45	2,62	0,47	0,46	3,00	0,18	5,31	1,57	125	0	49	29	20	1,9	240	5	3	<1	4	5	26	17	2
19 23	06.11	5,50	2,63	0,50	0,47	3,02	0,16	5,24	1,56	135	0	48	26	22	1,7	240	4	2	<1	3	9	29	17	4
19 23	13.11	5,43	2,63	0,57	0,49	3,01	0,15	5,19	1,53	135	0	40	13	27	1,5	255	<2	3	<1	4	16	35	17	5
19 23	20.11	5,56	2,67	0,55	0,49	3,05	0,16	5,25	1,48	175	0	39	24	15	1,7	285	8	6	<1	3	13	33	16	5
19 23	27.11	5,27	4,24	0,71	0,79	4,58	0,26	9,44	1,85	165	0	62	22	40	1,8	270	10	2	<1	5	-10	38	11	-30
19 23	04.12	5,33	4,50	0,73	0,86	4,99	0,24	9,98	1,59	165	3	86	25	61	1,3	275	9	<1	<1	5	4	42	4	-25
19 23	11.12	5,15	5,31	0,74	0,98	5,90	0,26	12,20	1,67	150	0	78	25	53	1,3	260	6	2	<1	7	-9	37	0	-39
19 23	18.12	5,06	5,77	0,77	1,06	6,56	0,28	13,60	1,86	155	0	117	26	91	0,95	255	6	3	1	9	-15	36	0	-44

Tabell E4. Årsmidler - innsjøer for perioden 1986-2011. 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	1,97	0,18	3,1	1,4	57	13	68	48	20	4,2	227	14	5	1	3,9	28	38	21	11
2011	5,41	1,95	0,69	0,34	1,86	0,19	3,0	1,4	54	15	64	44	20	4,5	241	15	4	1	3,9	32	43	21	9
<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 2011 (TA-2934/2012)

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
2011	5,44	1,11	1,19	0,17	0,55	0,21	0,5	1,1	3	10	43	34	9	8,8	295	10	7	1	3,6	67	70	21	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
2011	5,09	2,06	0,88	0,34	1,62	0,23	2,2	1,5	51	10	158	109	49	11,8	385	27	6	1	8,2	53	57	25	18

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>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
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
2011	5,89	0,81	0,61	0,12	0,53	0,10	0,7	0,7	46	22	25	17	8	1,1	137	7	4	1		1,3	29	35	12	6
<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		54				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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
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
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
2011	5,38	1,59	0,58	0,24	1,44	0,16	2,2	1,3	64	8	88	59	28	4,6	303	25	5	2	4,2	24	35	20	10
<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
2011	5,13	2,38	0,46	0,37	2,37	0,18	4,0	1,4	150	2	65	38	28	3,4	343	20	5	1	7,4	6	26	18	5
<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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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	5,16	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
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			2,6	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
2011	5,78	1,68	0,54	0,27	1,77	0,15	3,1	0,9	78	9	21	17	4	1,4	173	9	2	1	1,6	17	29	10	1
<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



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
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
2010	5,65	1,09	0,27	0,15	1,17	0,08	1,9	0,6	55	7	16	10	6	0,8	130	4	2	1	2,2	9	14	8	5
2011	5,61	1,19	0,30	0,20	1,20	0,09	2,1	0,6	57	5	15	10	4	0,9	133	4	2	1	2,5	9	17	6	0
<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			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	2,01	0,55	0,33	2,33	0,16	3,8	1,0	13	22	27	24	3	2,4	128	8	2	1	0,8	32	30	10	10
2011	6,02	1,90	0,58	0,36	2,13	0,16	3,5	1,0	17	22	23	19	4	2,2	119	6	3	1	1,0	35	35	10	7
<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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>	
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	
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	
2011	6,16	2,26	0,51	0,38	2,81	0,28	4,5	1,1	10	23	18	15	2	1,6	144	8	3	1	0,7	36	27	9	13	
<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	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
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
2011	6,41	2,54	1,15	0,57	2,32	0,21	3,9	2,7	4	38	10	7	3	1,7	112	4	3	2	0,4	46	79	44	8

Tabell E5. Årsmidler - overvåkingselver for perioden 1980-2011.

**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	2,4	163	34	84	74	9	5,2	377	20	0,7	60	92	42	15
2011	6,17	1,94	0,42	2,38	0,34	3,7	2,4	153	44	81	68	13	6,3	416	23	0,7	77	106	39	13

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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*	SO4*	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
2011	6,25	1,01	0,35	2,41	0,25	4,1	1,2	138	30	18	16	3	1,4	245	8	0,6	40	52	13	6

Tabell E6. Årlig veid middelverdi - feltforskningsstasjoner.

**Birkenes (BIE01)**

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>	
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	23,7	-14	27	46	20	
2011	1212	4,72	0,57	0,23	2,77	0,09	4,0	2,4	112	0,2	295	147	148	8,2	367	13	6	19,2	-2	24	38	22	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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	12,5	13	22	16	9	
2011	1089	4,92	0,41	0,08	0,58	0,03	0,6	0,8	25	0,9	86	65	21	7,2	302	14	5	11,9	18	23	14	10	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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 <sup>+</sup>	ANC	CM <sup>*</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>*</sup>	Na <sup>*</sup>	
	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 <sup>1</sup>	616	4,97	0,80	0,12	0,52	0,07	0,3	0,8	14	1,2	149	120	29	11,9	260	14	5	10,8	46	47	16	14	
2011	1009	4,89	0,76	0,12	0,47	0,08	0,3	0,8	9	0,4	124	97	27	12,4	288	11	6	12,9	44	46	15	13	

<sup>1</sup> Noen av de volumveide middelverdiene fra Langtjern 2010 er marginalt forskjellig fra de som ble rapportert i Klif 2011b.



**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 <sup>2</sup>	1712	6,34	0,44	0,12	0,82	0,11	1,0	0,5	11	24,8	15	13	2	1,1	60	3	2	0,5	32	25	7	11	
2011	1968	6,30	0,61	0,19	1,25	0,15	2,0	0,6	17	28,4	13	10	3	1,0	76	4	3	0,5	35	33	6	6	

**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

<sup>2</sup> Noen av de volumveide middelverdiene fra Kårvatn 2010 er marginalt forskjellig fra de som ble rapportert i Klif 2011b.

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2011 (TA-2934/2012)

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>
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
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	27,6	41	40	1	4,1	137	4	3	0,6	59	84	54	23
2011	471	6,15	1,39	0,76	3,42	0,27	5,5	3,5	6	33,1	34	30	4	3,9	151	5	4	0,7	61	96	56	17

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
2011	2783	5,47	0,51	0,54	3,48	0,20	6,3	1,7	145	5,6	57	31	27	1,8	260	7	3	3,4	3	28	16	-2

## Vedlegg F. Forsuringsindikatorer småkrepss

Forslag til forsuringsindikatorer av småkrepss (vannlopper og hoppekrepss) er basert på et datasett bestående av ca 3 100 norske vannforekomster i Norge (<http://www.nina.no/Temasider/Krepsdyriferskvann.aspx>). Forekomsten av alle arter som er registrert i  $\geq 30$  innsjøer er analysert i forhold til pH.

**Kategori 1 - svært forsuringsfølsomme arter** (arter som primært er funnet ved pH>6.0 og som sjelden eller aldri er funnet ved pH<5.0):

*Daphnia* spp. (primært *D. cristata*, *D. galeata*, *D. longiremis*, *D. longispina*, *D. pulex*)  
*Alona rectangula*  
*Eucyclops macrurus*  
*Eucyclops macruroides*  
*Cryptocyclops bicolor*

**Kategori 2 – moderat forsuringsfølsomme arter** (arter som er dobbelt så vanlig ved pH>6.0 enn ved pH<5.0 med unntak av arter i kategori 1):

*Ceriodaphnia pulchella*  
*Simocephalus vetula*  
*Simocephalus serrulatus* (få funn)  
*Bosmina longirostris*  
*Ophyroxus gracilis*  
*Alona costata*  
*Alona intermedia*  
*Alon quadrangularis*  
*Alona karelica* (få funn)  
*Camtocercus rectirostris*  
*Chydorus piger*  
*Monoepilus dispar*  
*Pleuroxus laevis*  
*Pseudochydorus globosus*  
*Bythotrepe longimanus*  
*Leptodora kindti*  
*Acanthodiptomus denticornis*  
*Eudiptomus graciloides*  
*Arctodiptomus laticeps*  
*Mixodiptomus laciniatus*  
*Heterocope appendiculata*  
*Macrocyclops albidus*  
*Eucyclops denticulatus*  
*Eucyclops serrulatus*  
*Eucyclops speratus*  
*Paracyclops affinis*  
*Cyclops abyssorum*  
*Megacyclops gigas*  
*Thermocyclops oithonoides*

**Kategori 3 – moderat forsuringstolerante** (arter som er dobbelt så vanlig ved pH<5.0 enn ved pH>6.0 med unntak av arter i kategori 4):

*Diaphanosoma brachyurum*  
*Sida crystallina*  
*Ceriodaphnia quadrangula*  
*Scapholeberis mucronata*  
*Streblocerus serricaudatus*

*Alonella excise*  
*Chydorus ovalis*  
*Eudiaptomus gracilis*  
*Heterocope saliens*  
*Macrocyclops fuscus*  
*Achantocyclops capillatus*

**Kategori 4 – svært forsuringstolerante** (arter som primært er funnet ved pH<5.0 og som sjelden eller aldri er funnet ved pH>6.0):

*Acantholeberis curvirostris*  
*Alona rustica*  
*Acanthocyclops vernalis*  
*Diacyclops nanus*

I beregning av andel forsuringfølsomme arter i denne rapporten er kategori 1 og 2 slått sammen.

## Vedlegg G. Planktoniske og litorale krepsdyr

**Tabell G1.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ni Gruppe 1-sjøer (overvåkes årlig), x: 2011 og tidligere, +: ikke i 2011, men tidligere, o: kun i 2011. NB. Øvre Jerpøtjern (region II) er tatt ut av programmet f.o.m. 2011. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.

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

Lokalitet	I-1*	IV-3*	IV-6	V-1	V-4	VI-3	VII-4	VII-8	VIII-1
	Atnsj	Bjørvatn	L Hovv	Saudland	Ljosv	Røyrv	Markhusv	Nystølvsv	Svartdalsv
<b>Cladocera</b>									
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liév.)T	+	x	x	x		x	x		
<i>Latona setifera</i> (O.F.M.)		x	x			x	x		
<i>Sida crystallina</i> (O.F.M.)	x	x	x	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		+			
<i>Daphnia galeata</i> Sars						+			
<i>Daphnia longispina</i> (O.F.M.)	x			x					x
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.M.)	+	+		x	+	+	x	+	
<i>Simoccephalus vetula</i> (O.F.M.)	+	x		+					
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F.M.)		+	x	+	x	x	x	o	
<i>Drepanothrix dentata</i> (Eurén)			+						
<i>Illocryptus acutifrons</i> Sars		+							
<i>Illocryptus sordidus</i> (Liév.)			o	o	x		+		
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F.M.)		+							
<i>Ophryoxus gracilis</i> Sars	x	x		+	+				
<i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fisch.)		x	x	x		+	o		+
<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
<i>Alona guttata</i> Sars	+	x	x	x	x	x	x	+	+
<i>Alona intermedia</i> Sars	+	+		x		+		x	
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F.M.)		+		+					
<i>Alona rustica</i> Scott	+	+	x	x	x	x	x	x	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Alonella exigua</i> (Fischer)		+		+					+
<i>Alonella nana</i> (Baird)	+	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	o								
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler		x				x	+		
<i>Chydorus gibbus</i> Lilljeborg						+			
<i>Chydorus latus</i> Sars	+			+		+	+	+	+
<i>Chydorus piger</i> Sars	+	+		+	x	x	+		+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eurycercus lamellatus</i> (A.F.M.)	x	x	x	x	+	x	x	x	x
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Sars)	+	+		x	x	+	+		
<i>Monospilus dispar</i>				x	+		+		
<i>Pleuroxus laevis</i>	+								
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.M.)	+	x		+					
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)	+	x				+			
<i>Rhynchotalona falcata</i> Sars	+	+	x	x	+	x	x		
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)	x	x	x	x	+	x	x	x	+
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	x	x		x		+			
<i>Leptodora kindti</i> Focke		x							
<b>Copepoda</b>									
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars		x	x	x	x	+	x		
<i>Arctodiaptomus laticeps</i> (Sars)	x								
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars	1998								
<i>Heterocope saliens</i> (Lillj.)	x		x	+	x	x	x	+	
<i>Calanoida</i> indet.									x
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jur.)	x	x		x	+	x	x	+	
<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jur.)		x	+	x	x	x	x		
<i>Eucyclops denticulatus</i> (A.Graet.)		1993							
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)	+	x	+	x	+	x	x	x	x
<i>Eucyclops speratus</i> (Lillj.)				x		x			
<i>Paracyclops affinis</i> Sars		x		x		+			
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisch.)		+		+		+	+		
<i>Cyclops abyssorum</i> S.L.			+					+	
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	x	x	+	x	+	x	x	x	x
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus)	+	+	+			+	+	x	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)		+		+	+			+	
<i>Megacyclops</i> sp.	+			+	+				
<i>Acanthocyclus capillatus</i> Sars	+		+				+		+
<i>Acanthocyclus robustus</i> Sars	x	1992	+	x	x	x	x	+	+
<i>Acanthocyclus vernalis</i> (Fisch.)	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Acanthocyclus</i> sp.							+		
<i>Diacyclops languidus</i> (Sars)				+	+			+	
<i>Diacyclops nanus</i> (Sars)	+	+	x	x	x	x	x	+	x
<i>Diacyclops</i> sp.								+	
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)		x	+	x	+				+
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)									
antall vannlopper 1996-2011	29	34	21	32	21	29	25	16	16
antall hoppekreps 1996-2011	12	14	12	15	13	13	13	12	9
antall krepsdyr totalt 1996-2011	41	48	33	47	34	42	38	28	25
antall krepsdyr i 2011	20	29	22	34	19	27	27	16	14

**Tabell G2.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 2-sjøer (overvåkes årlig), x: 2011 og tidligere, +: ikke i 2011, men tidligere, o: kun i 2011. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.  
\* Andre undersøkelser: II-12 (1977): Hobæk & Raddum (1980); III-1 (1940-tallet, 1986): Strøm (1944), Schartau (1987); III-5 (1978): Spikkeland (1980b); IV-9 (1989): Walseng (1990); X-5 (1990, 1993, 1995-96): Nøst m.fl. (1997).

Lokalitet	I-5 Stortj	II-2 Bredtj	II-12* Langtj	III-1* Rondv	III-5* Heddersv	IV-9* Sognev	V-8 Lomstj	VII-6 Svartetj	IX-5 N Kaperc	X-5 Dalv
<b>Cladocera</b>										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T		+	x			x	+	x		+
Latona setifera (O.F.M.)			x			+		x		
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	+	1978	x	x	x	+	+
Holopedium gibberum Zaddach	x		x	+	x	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x	x	+		+	x	x	+		
Daphnia longiremis Sars										x
Daphnia longispina (O.F.M.)			x	+		x	x			
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	+	x	x	+		x		+	+	
Simocephalus vetula (O.F.M.)						x				
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	+	x	x		+	x	+	+	x	+
Drepanothrix dentata (Eurén)					+	o				+
Iliocryptus sordidus (Liév.)	+	+	+			+		o		
Lathonura rectirostris (O.F.M.)						+	+			
Ophryoxus gracilis Sars	x		x			x	x		x	+
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)	+	+	x			x	x	x	+	+
Acroperus angustatus Sars						o				
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
Alona guttata Sars	+	x	+			x	x	x		+
Alona intermedia Sars						x	+	+	x	
Alona karelica Stenroos	+	+				+				
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	+
Alonella exigua (Fischer)						x		+		
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x
Anchistropus emarginatus Sars						+				
Camptocercus rectirostris Schoedler			+			x	+			
Chydorus gibbus Lilljeborg					+					+
Chydorus latus Sars		+	o	x	+	+	+	+		
Chydorus piger Sars			+		+	+	+	x	+	
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	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		
Monospiulus dispar		+								
Pleuroxus laevis			+							
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x	x	+		x	x	+		
Pseudochydorus globosus (Baird)	+					x	+			
Rhynchotalona falcata Sars	x	+	+		x	+	+	+	x	+
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	+	x	x	+	+	x
Bythotrephes longimanus Leydig	x	+				+	+		x	x
Leptodora kindti Focke		+								
<b>Copepoda</b>										
Acanthodiaptomus denticornis (Wierz.)			+							+
Eudiaptomus gracilis Sars		x				x	x			+
Eudiaptomus graciloides (Lillj.)										x
Arctodiaptomus laticeps (Sars)				x						
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)								x	+	
Heterocope appendiculata Sars										1993
Heterocope saliens (Lillj.)	x		x			x	x	x		
Calanoida indet.					+				o	
Macrocyclus albidus (Jur.)	x	x	x		+	x	x	+		x
Macrocyclus fuscus (Jur.)	x	x	+			x	+	+		
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)	o					x	x			+
Eucyclops macruroides (Lillj.)	o									+
Eucyclops macrurus (Sars)						x	+			
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	+	x	+	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)	+		+			x	x			+
Paracyclops affinis Sars		x	+			x	+	x		
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)			+			+	+			
Cyclops abyssorum S.L.				x			x		x	
Cyclops scutifer Sars	x	+	x		x	x	+	x	x	x
Megacyclops gigas (Claus)		+	+	+	+	+	+	+	x	+
Megacyclops viridis (Jur.)		+			x		+		+	+
Megacycl. sp			+			+	+			
Acanthocyclops capillatus Sars	+		x			+	+	+	+	x
Acanthocyclops robustus Sars	+	+	x		+	+	x		x	+
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	+	+	+	x	x				+	x
Acanthocyclops sp.		+								
Diacyclops bicuspidatus (Sars)							+			
Diacyclops languidus (Sars)		+				+				
Diacyclops nanus (Sars)	+	+	x	+		+	x	x	x	x
Mesocyclops leuckarti (Claus)			+			x	+	+		1993
Thermocyclops oithonoides (Sars)										
Cryptocyclops bicolor (Sars)						x				
antall vannlopper 1996-2011	24	26	29	15	19	39	29	27	21	21
antall hoppekreps 1996-2011	12	13	16	6	8	18	20	11	12	16
antall krepsdyr totalt 1996-2011	36	39	45	21	27	57	49	38	33	37
antall krepsdyr i 2011	23	22	26	10	15	39	28	23	22	18

**Tabell G3.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for innsjøer i region IV (Sørlandet-Øst) og region VII (Vestlandet-Nord) som overvåkes hvert 4.år, x: 2011 og tidligere, +: ikke i 2011, men tidligere, o: kun i 2011. M:registrert kun i mageprøver fra fisk. \*Lokalitetene er i tillegg undersøkt i 1996/97 (inngår i artslisten).

Lokalitet	IV-4 Risv	IV-8* Drivnesv	IV-10* Kleivsetv	VII-1 Oddmund.v	VII-10 Holmev
<b>Cladocera</b>					
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x	x	x		
Latona setifera (O.F.M.)					
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x		o
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x	x	o	x	o
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	+			
Daphnia pulex (De Geer)	+				
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	+	x		+
Simocephalus expinosus (Koch)	+				
Simocephalus vetula (O.F.M.)	o	x			
Bosmina longirostris (O.F.M.)	x				
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	o	x	x	x	x
Drepanothrix dentata (Eurén)				+	
Iliocryptus sordidus (Liév.)					
Lathonura rectirostris (O.F.M.)	x	o			
Ophryoxus gracilis Sars	x	x	x		
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)	+		x		+
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	o	x	x		
Alona intermedia Sars	+	+	+		
Alona karelica Stenroos	+				
Alona rustica Scott	+	x	+	x	o
Alonella excisa (Fischer)	x	x	x	x	x
Alonella exigua (Fischer)	x	x			
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x
Anchistropus emarginatus Sars					
Camptocercus rectirostris Schoedler	x	x			
Chydorus latus Sars					
Chydorus piger Sars	o				
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	x	x	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Sars)	x	+			
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x	x		
Pseudochydorus globosus (Baird)					
Rhynchotalona falcata Sars	o	+		x	
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	+
Bythotrephes longimanus Leydig	M		x		
Leptodora kindti Focke	+				
<b>Copepoda</b>					
Acanthodiptomus denticornis (Wierz.)	+				
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x		
Mixodiptomus laciniatus (Lillj.)					
Heterocope saliens (Lillj.)	+	+	+	x	
Calanoida indet.					o
Macrocyclops albidus (Jur.)	x	x	x	o	
Macrocyclops fuscus (Jur.)	o	+	x		
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)	x	x	o		
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)	x	x			
Paracyclops affinis Sars	x				
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)			o		
Ectocyclops phaleratus	o	x			
Cyclops abyssorum S.L.					+
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x
Megacyclops gigas (Claus)		+	o	x	o
Megacyclops viridis (Jur.)			+		o
Acanthocyclops capillatus Sars					
Acanthocyclops robustus Sars	x	x		o	
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	+			+	+
Diacyclops nanus (Sars)		x	x	x	x
Mesocyclops leuckarti (Claus)	x	x	x		
Thermocyclops oithonoides (Sars)					
antall vannlopper 1999/2003/2011	34	27	22	15	16
antall hoppekreps 1999/2003/2011	14	13	12	8	8
antall krepsdyr totalt 1999/2003/2011	48	40	34	23	24
antall krepsdyr i 2011	38	32	30	21	19



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 978-82-577-6146-2
---	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Brit Lisa Skjelkvåle	Kontaktperson Klif Gunnar Skotte	TA-nummer 2934/2012
--	-------------------------------------	------------------------

	År 2012	Sidetall 160	Klifs kontraktnummer 5012001
--	------------	-----------------	---------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 6411-2012	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 2011 Monitoring long-range transboundary air pollution. Effects 2011</p>
--

<p><b>Sammendrag</b> Rapporten presenterer resultater fra 2011 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 2011 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.