



KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET

Statlig program for forurensningsovervåking  
Rapportnr. 1078/2010

OVERVÅKING AV LANGTRANSPORTERT  
FORURENSET LUFT OG NEDBØR  
ÅRSRAPPORT – EFFEKTER 2009

TA  
2696  
2010

Utført av





KLIMA- OG  
FORURENSNINGS  
DIREKTORATET

## Statlig program for forurensningsovervåking

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

SPFO-rapport: 1078/2010

TA-2696/2010

ISBN 978-82-577-5756-4

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

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

**Overvåking av  
langtransportert forurenset  
luft og nedbør**

**Rapport  
1078/2010**

Årsrapport – Effekter 2009



Prosjektansvarlig: NIVA  
NIVA-prosjektnummer: O-10200  
NIVA-rapport: 6021-2010

## 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 2009 av effekter; virkninger på vann, fisk, bunndyr og zooplankton. Resultatene for tilførsler for 2009 presenteres i en egen rapport (Klif-rapport 1074/2010), og bare en kortversjon av tilførselsresultatene presenteres i denne rapporten.

Hovedansvarlige for utarbeidelse av årsrapporten har vært:

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

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

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

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

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

Oslo, 1. oktober 2010

Brit Lisa Skjelkvåle  
Redaktør

# Innhold

<b>FORSURINGSSTATUS I NORGE I 2009</b> .....	<b>6</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>7</b>
<b>RESULTS FROM MONITORING EFFECTS OF LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION IN NORWAY 2009</b> .....	<b>10</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>12</b>
<b>2. LUFT OG NEDBØR</b> .....	<b>13</b>
2.1 UTSLIPP .....	13
2.2 NEDBØRKJEMI - VÅTAVSETNINGER.....	13
2.3 LUFTENS INNHOLD AV FORURENSNINGER - TØRRAVSETNINGER.....	17
2.4 TOTALAVSETNING FRA LUFT OG NEDBØR .....	18
2.5 BAKKENÆR OZON .....	19
<b>3. VANNKJEMISK OVERVÅKING</b> .....	<b>21</b>
3.1 PRESENTASJON AV DET VANNKJEMISKE OVERVÅKINGSPROGRAMMET .....	21
3.1.1 Overvåking av innsjøer .....	21
3.1.2 Overvåking av elver.....	22
3.1.3 Overvåking i feltforskningsområder.....	22
3.2 FORHOLDENE I FELTFORSKNINGSOMRÅDENE I 2009 .....	24
3.2.1 Birkenes (Aust-Agder).....	24
3.2.2 Storgama (Telemark).....	26
3.2.3 Langtjern (Buskerud) .....	26
3.2.4 Kårvatn (Møre og Romsdal).....	27
3.2.5 Dalelva (Finnmark).....	28
3.2.6 Svartetjern (Hordaland).....	29
3.2.7 Øygardsbekken (Rogaland).....	29
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 .....	57
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 2009.....	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.....	83
4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst .....	86
4.2.5 Region V - Sørlandet-Vest .....	87
4.2.6 Region VI - Vestlandet-Sør.....	91
4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord.....	92
4.2.8 Region VIII - Midt-Norge .....	93
4.2.9 Region IX - Nord-Norge.....	96

4.2.10 Region X - Øst-Finnmark .....	97
4.3 UTVIKLING I FORSURINGSTILSTANDEN .....	98
4.4 BIOLOGI I RENNENDE VANN .....	105
4.4.1 Bunndyr .....	105
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 .....	126
Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi .....	127
Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr.....	157

## Forsuringstatus i Norge i 2009

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

*Selv om vi kan glede oss over en positiv utvikling på forsuringssituasjonen, er det viktig å understreke at det er langt igjen før forsuringproblemet i Norge er løst. Problemet er avtagende, men fremdeles mottar store deler av Sør-Norge mer forsurende komponenter i nedbør enn naturen greier å ta hånd om. Resultatet av dette er fortsatt forsuring og dertil store skader på biologiske samfunn. Den bedringen vi observerer kan også reverseres og forsinkes av flere typer prosesser, slik som klimatiske endringer og økt utlekking av nitrogen.*

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

*Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 61-88 % fra 1980 til 2009. Nitrogenutslippene går også ned, i Sør-Norge har nitrat- og ammoniumkonsentrasjon i nedbør blitt redusert med hhv. 25-45 % og 45-63 % i samme tidsperiode. Endringene er i samsvar med de rapporterte endringer i utslipp i Europa. Konsentrasjon og avsetning av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i nedbør i 2009 er relativt lik eller noe høyere enn i 2008.*

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

*Nedgangen i sulfatdeposisjonen har medført nedgang i sulfatinnhold i elver og innsjøer med 40-80 % fra 1980 til 2009, med de største reduksjonene i den sørlige delen av landet. Nedgangen var markert også i 2009. Forsuringssituasjonen i vann og vassdrag har vist en klar bedring siden midten av 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet og pH og nedgang i uorganisk aluminium (LAl, "giftig aluminium").*

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

*Vi ser også en bedring i det akvatiske miljøet med begynnende, men ustabil gjenhenting av bunndyr- og krepsdyrsamfunn og bedret rekruttering hos fisk. I våre mest forsuringsbelastede områder er imidlertid situasjonen for fisk fortsatt alvorlig. Den klareste forbedringen er registrert i tidligere moderat forsurete vassdrag på Sør-Vestlandet. Faunaen i rennende vann har vist en klar, positiv utvikling etter 1990, mens endringene i innsjøfaunaen er små.*

## 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 61%, 25% og 25% fra 1990 til 2008 (EMEP Status report, 1/2010). 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 i Gøteborg-protokollen.

#### *Svovel og nitrogen*

Konsentrasjonene av svovel- og nitrogenforbindelser i luft og nedbør i 2009 var gjennomgående like eller på noe høyere nivå enn året før. Langtidsendringene er i samsvar med de rapporterte endringer i utslipp i Europa. Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant på alle målesteder på fastlands-Norge, mellom 61 % og 88 % siden 1980 og mellom 52 % og 76 % siden 1990, bortsett fra Karasjok hvor det ikke er observert signifikant reduksjon i den siste perioden. I luft er reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår beregnet til å være mellom 88 % og 94 % (72-95 % fra 1990), og for sulfat mellom 74 % og 81 % (50-62 % fra 1990).

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat i nedbør har hatt en signifikant reduksjon, mellom 25 % og 45 % siden 1980 på Kårvatn og alle stasjonene sør for denne. Reduksjonen fra 1990 har vært i samme størrelsesorden. For ammonium i nedbør har det også vært en signifikant reduksjon fra 1980, mellom 45 % og 63 %, ved nesten alle av de samme målestasjonene, mens det har vært en tydelig økning ved Tustervatn og Karasjok sannsynligvis grunnet økt påvirkning av lokal landbruksaktivitet. Lignende endringer i ammonium og nitratkonsentrasjonene i nedbør observeres fra 1990.

Årsmiddelkonsentrasjonene av ammonium og nitrat i luft viser derimot ingen entydig tendens siden målingene startet i 1986, det er både positive og negative trender på de forskjellige målestasjonene. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for NO<sub>2</sub>, 50 % reduksjon siden 1990 på alle fastlandstasjoner utenom Kårvatn.

#### *Ozon*

Målingene av bakkenært ozon i Norge i 2009 viste verdier blant de laveste som er målt. Årsaken til de lave nivåene er høyst sannsynlig meteorologiske forhold, blant annet den kjølige og regnfulle sommeren i Sør-Skandinavia. Høyeste timemiddelkonsentrasjon var 142 µg m<sup>-3</sup>, målt på Sandve i Rogaland 20. august. Det var med andre ord ingen overskridelser av EUs grense for melding til befolkningen (180 µg m<sup>-3</sup>). Det var heller ingen overskridelser av grenseverdiene for verken vegetasjon (3 måneders AOT40) eller skog (6 måneders AOT40) i 2009. EUs "long-term objective" ble ikke brutt i 2009, men har blitt overskredet de fleste av de siste ti årene. Det er vanskelig å identifisere noen langtidstrend i disse parameterne basert på observasjonene alene siden meteorologien er så bestemmende for nivåene fra år til år.

#### *Metaller*

De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og kadmium i nedbør ble målt på Svanvik i Sør-Varanger. Her observeres det også høyt konsentrasjonsnivå av de andre tungmetallene grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya. Våtavsetningen av bly var størst på Birkenes, mens Hurdal var høyest på kadmium og sink. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med mer enn 70 % siden 1980 på alle stasjoner utenom Svanvik, og innholdet av sink har avtatt med 75 % på Birkenes og Kårvatn.

Kadmiuminnholdet i nedbør har avtatt med ca 90 % på alle stasjoner med observasjoner fra 1980. Kvikksølv i nedbør på Lista/Birkenes viser en signifikant nedadgående trend på 49 % siden 1990 selv om nivået i 2009 var betydelig høyere enn i 2008.

## Vannkjemi

Redusert sulfatdeposisjonen har medført nedgang i sulfatinnhold i elver og innsjøer fra 40-85 % fra 1980 til 2009, med de største nedgangene i den sørlige delen av landet. Den årlige nedgangen i sulfat er mindre på 2000-tallet enn på 1990-tallet. Perioden 2007-2009 viser de laveste konsentrasjonene i sulfat som er registrert gjennom hele overvåkingsperioden, og tyder på at trenden fortsatt er nedadgående selv om endringene er mindre enn før. Forsuringssituasjonen i vann og vassdrag har vist en klar bedring siden begynnelsen av 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet og pH og nedgang i uorganisk aluminium (LAI, "giftig aluminium"). Bedringene var raskest på 90-tallet og går noe saktere på 2000-tallet. Bedringen i forsuringssituasjonen har vært mest markert i de sterkest forsurede områdene på Sørlandet og noe mindre markert på Vestlandet og Østlandet. Også Midt-Norge og Nord-Norge, som har svært lav forureningsbelastning, og Øst-Finnmark, som er påvirket av industriutslipp på Kola, har vist en positiv utvikling.

Nitrat viser nedgang i alle regioner av landet. Nitrat varierer noe fra år til år, men 2009 sett under ett viser de laveste nitrat-konsentrasjonene registrert så langt innen overvåkingen. I motsetning til sulfat, viser nitrat større nedgang på 2000-tallet enn på 1990-tallet.

Det er en klart økende (statistisk signifikant) trend i ANC gjennom overvåkingsperioden. I 2006 var det en markert økning i kalsium som ga utslag i en kraftig økning i ANC. I 2007-2009 har kalsiumkonsentrasjonene igjen avtatt, noe som har medført at også ANC har avtatt.

pH har også vist en økende trend hele overvåkingsperioden sett under ett. Fra 2002 har pH vært på omtrent samme nivå, men det er også relativt store år til år svingninger.

Uorganisk aluminium viser nær uendret konsentrasjonsnivå fra 2001 til 2007. Dette er interessant fordi nivået av aluminium er kritisk for biologien, og dermed også for den biologiske gjenhenting som følges i den biologiske delen av overvåkingsprogrammet. I 2008 observerte vi en ny nedgang i labilt Al som vedvarte i 2009 i de mest forsurede regionene.

Økningen i organisk karbon (TOC), som ble registrert i perioden fra 1989 til 2001, har flatet noe ut. De høyeste gjennomsnittsverdiene registrert så langt i overvåkingen ble imidlertid registrert i 2006, mens 2007 til 2009 har omtrent samme nivå (og noe lavere enn i 2006).

I Øst-Finnmark ser vi en økning i Ni- og Cu-konsentrasjoner i vann. Dette er mest sannsynlig en respons på den økte deposisjonen av metaller i området.

## Akvatisk fauna

### *Invertebrater*

Overvåkingen av bunndyr i elver viser at skadene på faunaen har avtatt i løpet av de siste 20 årene. Den forbedrete tilstanden vises både ved økt mangfold og ved økte andeler av forsuringfølsomme bunndyr i tidligere kronisk sure lokaliteter. Det er først og fremst lokaliteter i de mest forsurete områdene i sørvest som er blitt bedre i denne perioden. Det biologiske mangfoldet i 2009 er ennå lavt sammenlignet med ikke-forsurete lokaliteter i samme regioner. 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 generelt at skadene på bunndyrfaunaen 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.

Innsjøundersøkelsene av bunndyr og småkreps startet i 1996. Overvåkingsdataene fra 2009 indikerer at forsuringssituasjonen fremdeles er alvorlig i sørlige deler av Østlandet, på Sørlandet og Vestlandet (klassifisert som moderat til sterkt forsuringsskadet), men at det nå er en klar, om enn liten, positiv utvikling i økologisk tilstand i enkelte innsjøer, spesielt i deler av Sørlandet (region V Sørlandet - Vest). Innsjøene i Øst-Finnmark har en økologisk tilstand som viser relativt store år til år variasjoner. For de øvrige regionene (nordlige deler av Sør-Norge inklusive fjellregionen) er forsuringstilstanden



generelt mindre alvorlig, men kun et fåtall innsjøer har vært fulgt over tid og det er derfor vanskelig å ha noen formening om utviklingen i forsuringstilstanden.

Totalt sett er det små endringer over de 14 årene overvåkingen har pågått. For noen få innsjøer er endringene imidlertid så entydige at vi nå kan snakke om en begynnende gjenhenting av invertebratfaunaen. For flertallet av innsjøene er imidlertid mengden av forsuringfølsomme invertebrater fremdeles lave og ustabile. Resultatene viser at vannkvaliteten i mange forsurete innsjøer fremdeles er dårlig for overlevelse og reproduksjon hos forsuringfølsomme invertebrater. Det forventes at biologisk gjenhenting tar vesentlig lengre tid for innsjøene enn for elvene, og selv når vannkvaliteten har blitt tilfredsstillende kan det ta flere år før en klar biologisk respons observeres.

#### *Fisk*

Det biologiske innsjøprogrammet omfatter omkring 100 innsjøer. Siden 1977 er til sammen 77 av disse innsjøene prøvefisket én eller flere ganger. Vurdert ut fra fangstutbytte og alderssammensetning, er det en varierende grad av forsuringsskader på fisk i de enkelte lokalitetene. Undersøkelsene viser en positiv utvikling i flere regioner i Sør-Norge, men enkelte lokaliteter har fortsatt tynne fiskebestander som kan skyldes forsuring. I tillegg er det tapte fiskebestander i flere av de utvalgte innsjøene i denne landsdelen. Tilløpsbekker til innsjøer i Vikedal og Bjerkreim i Rogaland har hatt en positiv utvikling i tettheten av aureunger i løpet av de siste åra. I Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane har forholdene vært mer ustabile, men i 2005 ble det registrert en økt tetthet av aureunger også her. Fra Midt-Norge og nordover er bestandsforholdene hos fisk stort sett gode og uendrede, med en økning i tettheten i enkelte lokaliteter.

I 2009 ble ni innsjøer prøvefisket fordelt på regionene III (n=2), V (n=3) og VIII (n=4). Songsjøen i region VIII ble prøvefisket som en del basisovervåkingsprosjektet. I tillegg blir Atnsjøen (Lok. I-1) prøvefisket hvert år som en del av *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*.

## Results from monitoring effects of long-range transboundary air pollution in Norway 2009

### Air and precipitation

The concentration in precipitation and the deposition of main ions in precipitation in 2009 is similar or somewhat above the level in 2008. The observed long term reductions in concentration levels in deposition are however in agreement with emission reductions in Europe. Since 1980 the content of sulphate in precipitation at the Norwegian monitoring sites decreased by 61-88 % and between 52 % and 76 % from 1990 (except at Karasjok). Similar trends are seen in the airborne concentrations with 88-94 % and 74-81 % reductions for sulphur dioxide and sulphate, respectively from 1980, (72-95 % and 50-62 % from 1990). The decrease of sulphur was highest until the late nineties, the latter years the trend is slower. Nitrate and ammonium concentrations show significant decrease in concentration in precipitation at most sites in southern Norway, 25-45 % and 45-63 % reduction respectively. It is however, not observed any significant trends for nitrogen species in air except for a clear decrease in NO<sub>2</sub> concentration the last 10 years. For ammonium both positive and negative trends are observed at different sites, probably due to local influence of ammonia.

The measurements of ground-level ozone in 2009 show a lower level compared to the previous year. The maximum hourly average in 2009 was 142 µg m<sup>-3</sup> measured at Sandve. There were no exceedances of the threshold values for accumulated ozone exposure to crops (3 months AOT40) or to forest (6 months AOT40).

The highest annual mean concentrations of most of the heavy metals in precipitation were measured in Sør-Varanger (Svanvik) due to emissions in Russia. The wet deposition is highest at Birkenes and Hurdal. The heavy metal concentrations of Pb, Cd and Zn in precipitation have generally decreased by more than 70 % from the late seventies, but after 1990 the concentration level has been relatively constant. Also for mercury in precipitation at Lista/Birkenes there is a significant decrease of almost 50 % in concentration since 1990.

### Water

The decrease in sulphur deposition has caused a decrease in the concentration of sulphate in surface waters in Norway by approx. 40-80 % from 1980 to 2009. From 2001 to 2006 there was only a slight decrease in sulphate, but 2007 to 2009 showed the lowest concentrations of sulphate registered so far in the monitoring and show that there is still a decreasing trend. 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 increase in pH and ANC (Acid Neutralizing Capacity) and a decrease in inorganic (toxic) aluminium. The improvements have been most pronounced in southernmost Norway, and somewhat less 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. Inorganic aluminium showed small changes from 2001 to 2007, but in 2008 and 2009 there were again a decrease in the concentrations of inorganic aluminium. The increase in total organic carbon (TOC) from 1989 to 2001 has levelled out up to 2007. However, the highest concentrations of TOC registered so far was in 2006. Overall there is still increasing trends in TOC.

In eastern part of Finnmark in northern Norway, there is an increase in Ni and Cu-concentrations in the lakes since 2003, most probably due to the increased emissions from the Ni-smelter, and the increased deposition of metals in the area.

## **Aquatic fauna**

### *Invertebrates*

The invertebrate monitoring in rivers demonstrate that acidification damages generally have decreased during the last two decades. This biodiversity has increased, acid-sensitive invertebrates show increased distribution and are in a process of occupying areas which earlier were damaged. The southernmost locality gives an example to this. Here the most sensitive mayflies have been recorded some years. The populations are however unstable, probably as a result of strong sea-salt episodes during the winter.

The monitoring of benthic invertebrates as well as planktonic and littoral microcrustaceans in lakes (1996-2009) 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. Some acidified lakes, especially in the south-western part of Norway, show signs of slight improvements during the last years, with increased presence of acid-sensitive fauna and increased biodiversity. Biological recovery of lake communities are, however, still weak and unstable and therefore the ecological status of these lakes are unchanged. For some few sites, however, the improvements are unambiguous, indicating that the invertebrate fauna is now recovering in these lakes. 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*

The current status of fish populations in Norwegian lakes greater than 3.0 ha have been assessed in relation to effects of acidification during recent years. The number of lost and damaged populations of the six most common species of fish were per 1990 estimated to be about 9.600 and 5.400, respectively. Brown trout has suffered the most severe damage with a total loss of 8.200 stocks. Lakes in southernmost Norway (Agder Counties) have suffered the highest damage with about 5.000 lost brown trout stocks. Test-fishing with gill nets in lakes throughout Norway, indicate an increase in fish abundance in most areas. However, in the most damaged areas in southernmost Norway fish populations are still low in abundance, which can be due to acidification. The density of young brown trout in tributaries to lakes in Vikedal and Bjerkreim watersheds in southwestern Norway (Rogaland County) has increased significantly since the mid 1990s. Corresponding densities of young brown trout in Gaular watershed in western Norway have been more unstable; however, there has been an increase in abundance in recent 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 og nødvendig kunnskap om generelle forurensningsproblemer, og er i mange tilfeller et ledd i internasjonale avtaler som Norge har underskrevet. Overvåkingen gjennomføres for å kunne:

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

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

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

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

## 2. Luft og nedbør

Den atmosfæriske tilførselen av forurensende forbindelser 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 stasjonsnettets og måleprogrammet utvidet for å gi bedret informasjon om tilførsler i hele landet.

Måling av kjemiske hovedkomponenter i nedbør ble i 2009 utført døgnlig ved 6 stasjoner og på ukebasis ved 11 stasjoner (*Figur 1*). Konsentrasjonene av tungmetaller i nedbør er bestemt på 5 stasjoner med ukentlig prøvetaking. De uorganiske hovedkomponentene i luft er bestemt på totalt 7 stasjoner med ulik prøvetakingsfrekvens. Kontinuerlige målinger av ozonkonsentrasjoner i luft er utført på 8 stasjoner. Partikkelmålinger av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> er utført på Birkenes, der partikkelmasse og organisk og elementært karbon (OC og EC) er bestemt. Organiske miljøgifter og tungmetaller i luft er bestemt på to stasjoner, og miljøgifter i nedbør måles på Birkenes.

### 2.1 Utslipp

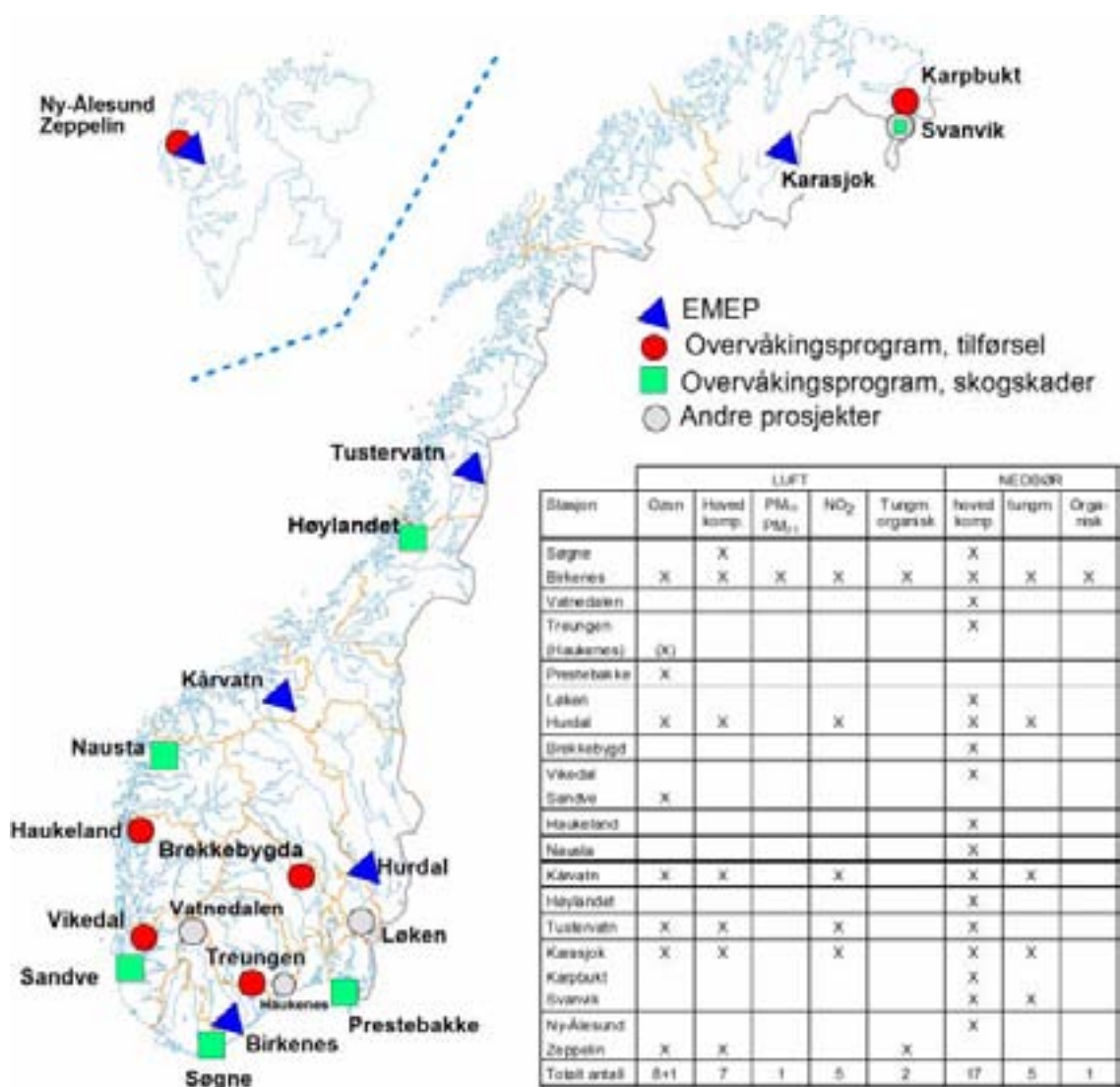
Utslipp av forurensninger til atmosfæren skjer fra en lang rekke naturlige og antropogene kilder. Forbrenning av fossilt brensel er den viktigste kilde til svoveldioksid og nitrogenoksider i Europa. I tidsrommet 1950-1970 var det en markert økning i utslippene av både svoveldioksid og nitrogenoksider, men siden 1980 har utslippene av spesielt svovel blitt redusert signifikant pga internasjonale avtaler. Utslippene av svoveldioksid, nitrogenoksider og ammoniakk har blitt redusert med hhv 61%, 25% og 25% fra 1990 til 2008 (EMEP Status report, 1/2010). Utslippsreduksjonen, spesielt for svovel, er en del høyere om man ser fra 1980, men det er naturlig å sammenligne med 1990 da dette er sammenligningsåret man bruker i Gøteborgprotokollen. Dette er en multikomponent protokoll og målsetningen er å redusere svovelutslippene med 63 % innen år 2010 sammenlignet med 1990. Utslippene av nitrogenoksider og ammoniakk skal reduseres med henholdsvis 41 % og 17 %.

### 2.2 Nedbørkjemi - våtavsetninger

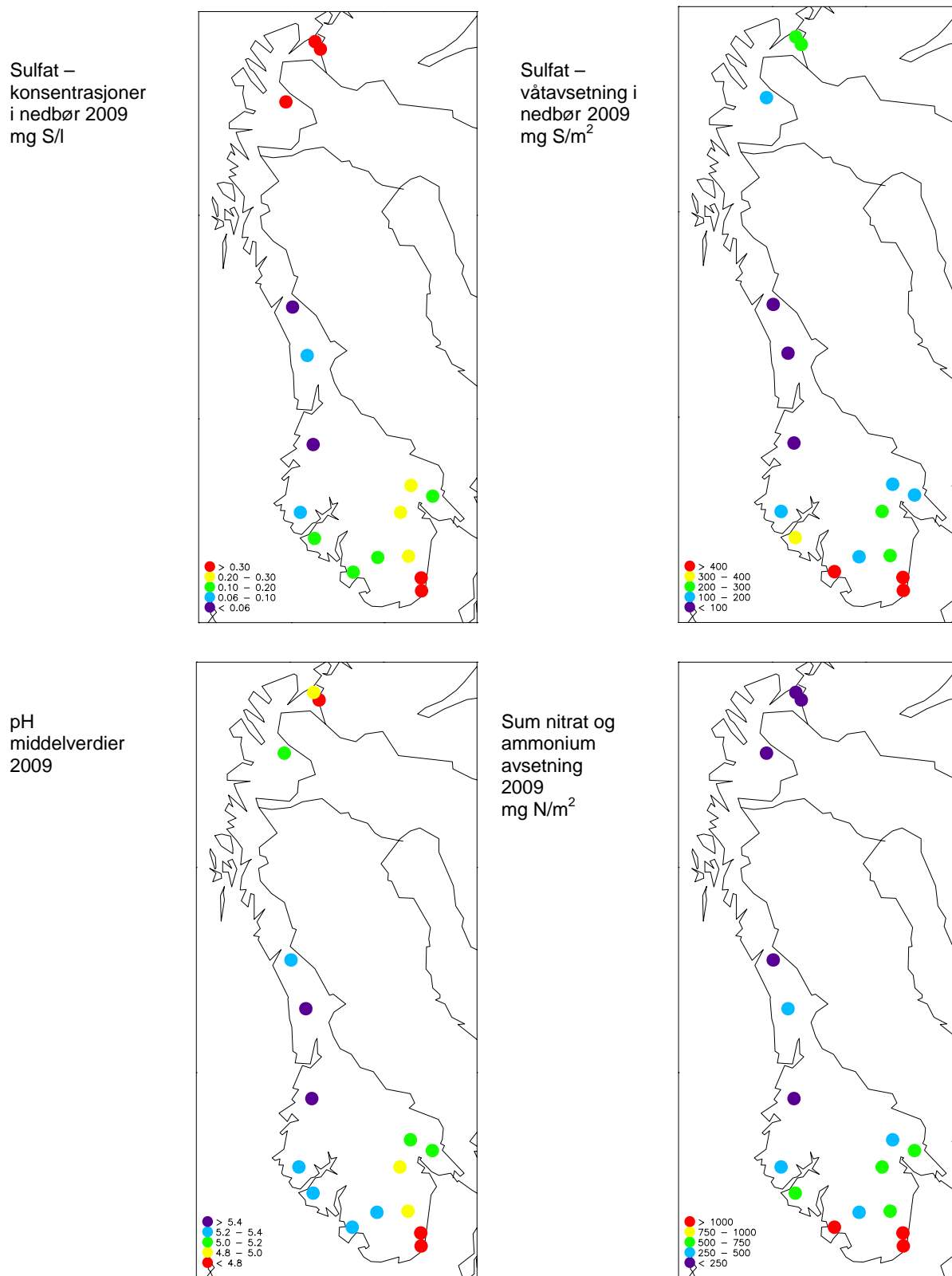
Ioneinnholdet utenom sjøsalter i nedbør avtar nordover fra Sør-Norge og er minst i fylkene fra Møre og Romsdal til Troms. De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner for de fleste hovedkomponentene ble i 2009 målt på Søgne. Våtavsetningen av sulfat, nitrat, ammonium og sterk syre var størst langs kysten fra Aust-Agder til Hordaland. Månedsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør i 2009 ikke hadde noen entydig sesongvariasjon. Man kan se en forhøyning på høst og vår på enkelte stasjoner i sør, mens man lenger nord mer ser en tendens til høyere nivå på sommeren. Regionale fordelinger av middelkonsentrasjoner og våtavsetninger er vist på kart i *Figur 2*.

Konsentrasjonene av sulfat, ammonium og nitrat, i 2009 var gjennomgående noe høyere eller på samme nivå som foregående år. Særlig på Karasjok var konsentrasjonen av sulfat markant høyere i 2009 enn i 2008. Våtavsetningen for de fleste komponenter er noe høyere særlig i Sør-Norge i 2009 enn for 2008, mens resten av landet viser noe lavere avsetning, utenom Karasjok hvor det er en tydelig økning i 2009. Dette henger en del sammen med årlige variasjoner i nedbørmengde, og for Karasjok sannsynligvis mer østlige vinder fra Kolahalvøya. I et lengre tidsperspektiv har årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat og sterk syre avtatt betraktelig de siste 20 årene. *Figur 3* viser veide gjennomsnittsverdier for 5 representative målesteder på Sørlandet og Østlandet, og man ser klart reduksjonen av nedbørens sulfatinnhold. Innholdet av nitrat og ammonium viser også noe lavere nivå.

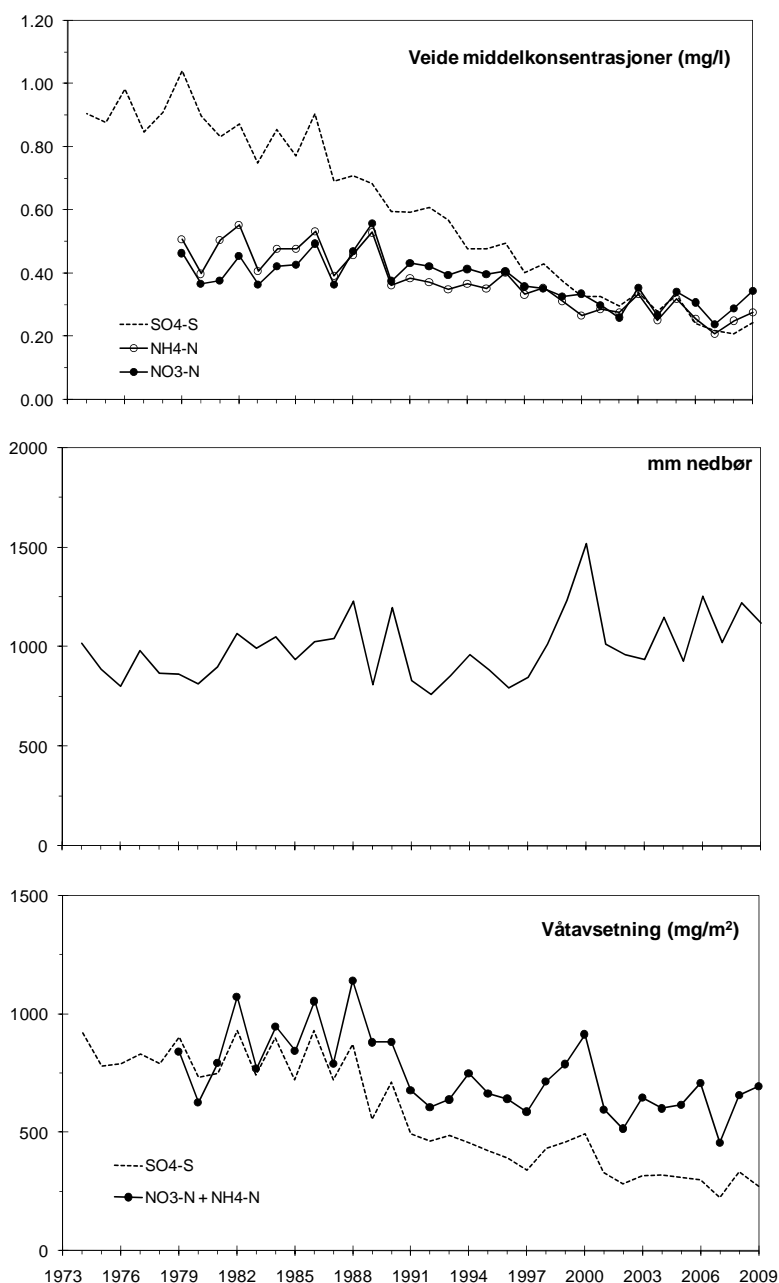
Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder. I perioden 1980-2009 var reduksjonen i sulfatkonsentrasjoner mellom 61 % og 88 %; fra 1990 mellom 52 % og 76 % reduksjon, men ikke signifikant trend på Karasjok pga relativt markant økning siste året. Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon siden 1980 på Kårvatn og alle stasjonene sør for denne. Reduksjonene har vært på mellom 25 % og 45 %. For ammonium har det vært en signifikant reduksjon ved nesten alle av de samme målestasjonene utenom Vatnedalen og Kårvatn, reduksjonen har vært større enn for nitrat, mellom 45 % og 63 %. Det har vært en økning av ammoniumkonsentrasjonen på Tustervatn og Karasjok. Nitrogentrendene er signifikante også fra 1990, men noe lavere reduksjoner enn sammenlignet med 1980. Basekationer (representert ved kalsium) har også hatt en signifikant reduksjon på flere stasjoner.



Figur 1. Lokalteter som inngår i overvåkingsprogrammet for atmosfærisk tilførsel og bakkenær ozon i 2009.



Figur 2. Middelskonsentrasjoner i nedbør av sulfat og pH, våtavsetning av sulfat og nitrat + ammonium på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

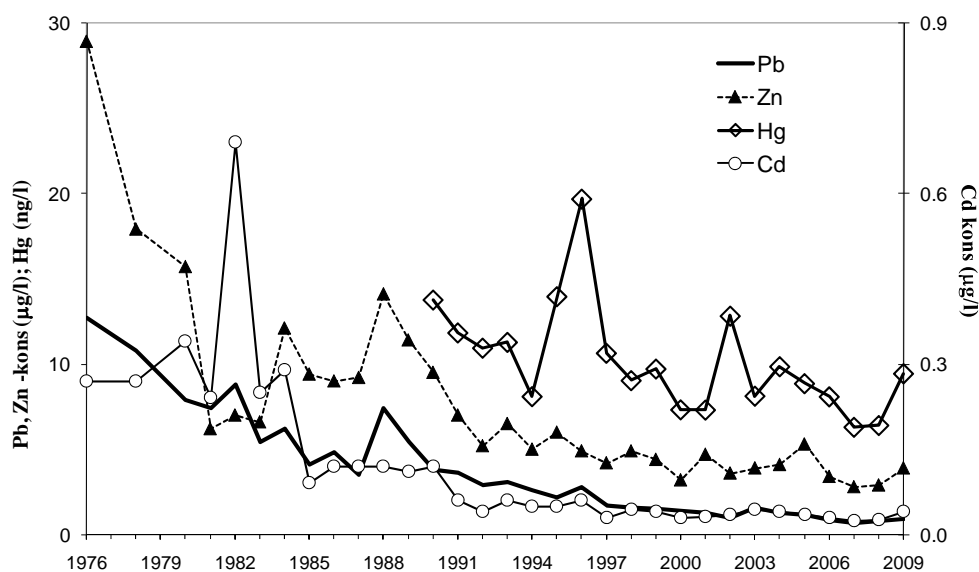


Figur 3. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og ammonium, gjennomsnittlige årlige nedbørmengder og våtavsetninger av sulfat og nitrogenkomponenter fra 1973 til 2009 for 5 representative stasjoner på Sørlandet og Østlandet: Birkenes, Vatnedalen, Treungen, Gulsvik/Brekkebygda og Løken.

De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og kadmium ble målt på Svanvik med henholdsvis 1,63 og 0,15 µg/l. Svanvik i Sør-Varanger har også høyest nivå av de andre tungmetallene grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya. Våtavsetningen av bly var størst på Birkenes, mens Hurdal hadde høyest avsetning av kadmium og sink. For de andre elementene var avsetningen høyest på Svanvik. Generelt har det vært betydelige reduksjoner i både utslipp og konsentrasjoner for mange tungmetaller, og de største reduksjonene fant sted frem til nittitallet. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med ca. 90 % eller mer på stasjoner med målinger fra 1980. Kårvatn med målinger fra 1987 viser en reduksjon på mer enn 70 %, mens Svanvik ikke viser noen signifikant trend. Kadmiuminnholdet har avtatt med 90 % eller mer på Birkenes, Kårvatn og Karasjok siden 1980. Hurdal og Svanvik med observasjoner fra 1987 viser ingen signifikant trend. Innholdet av sink har avtatt med ca. 75 % siden 1980 på Birkenes



og Kårvatn. Kvikksølvkonsentrasjon i nedbør på Birkenes er høyere i 2009 enn de siste årene, men for perioden 1990 til 2009 har reduksjonen vært på 49 %, *Figur 4*.

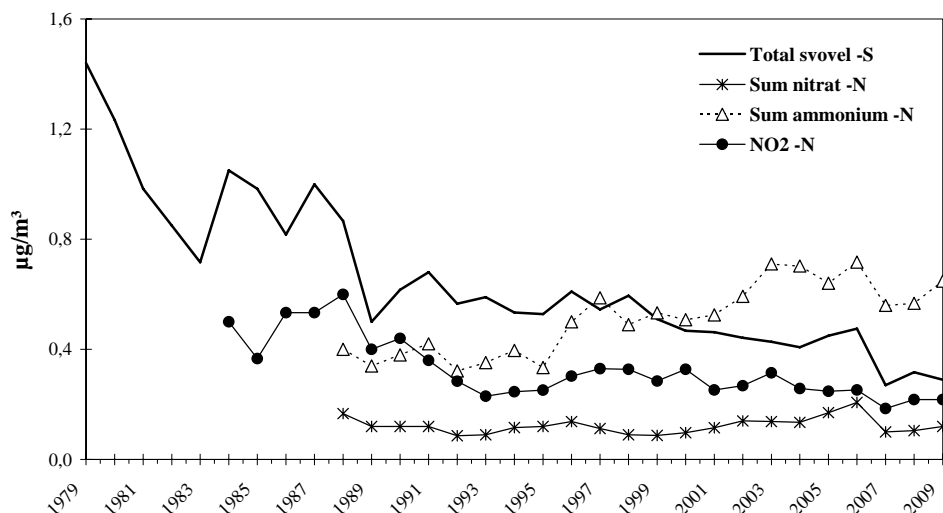


*Figur 4. Middelskonsentrasjonene av bly, kadmium og sink i nedbør på Birkenes, Aust-Agder for årene 1976-2008. For kvikksølv er målingene fra Lista i perioden 1990-2003.*

## 2.3 Luftens innhold av forurensninger - tørravsetninger

Årsmiddelskonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, representert med  $\text{SO}_2$ -konsentrasjon på Søgne på  $0,24 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$  og Karasjok med  $0,18 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ . Høyeste døgnmidlet ble målt i Karasjok med  $5,8 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$  8.februar 2009, og trajektoriene for denne dagen viser også at luftmassene kommer fra Kolahalvøya. Høyeste årsmiddel av partikulært sulfat ble målt på Søgne ( $0,36 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Den høyeste episoden ble observert på Birkenes 28. januar ( $1,74 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ ) hvor trajektoriene viser at luften kommer fra Storbritannia og Nord-Europa. Høyest  $\text{NO}_2$ -nivå observeres på Hurdal med årsmiddel på  $0,71 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ . Denne stasjonen påvirkes av den store biltrafikken i denne regionen. Den høyeste døgnmiddeldverdien av  $\text{NO}_2$  ble også målt på Hurdal ( $11,8 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 24. februar. Høyeste årsmiddeldverdi for "sum nitrat" hadde Søgne med  $0,31 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tustervatn har høyest nivå av sum ammonium med  $1,06 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ , men denne stasjonen er påvirket av lokal gårdsdrift.

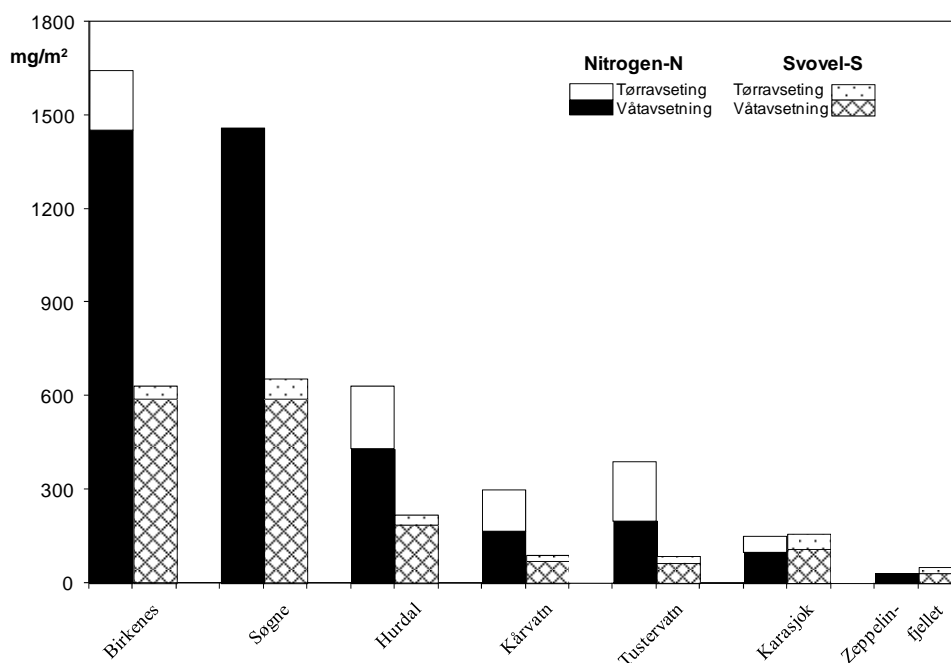
Reduksjonene er for svoveldioksid med 1980 som referanseår, beregnet til å være mellom 88 % og 94 % (72-95 % fra 1990), og for sulfat mellom 74 % og 81 % (50-62 % fra 1990) på fastlands-Norge. Årsmiddelskonsentrasjonen av summen ammonium+ammoniakk og summen nitrat+salpetersyre i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet i mellom 1986 og 1989. Det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for  $\text{NO}_2$  på flere av stasjonene, *Figur 5*.



Figur 5. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ( $SO_2+SO_4^-$ ), oksidert nitrogen ( $HNO_3+NO_3$ ), redusert nitrogen ( $NH_3+NH_4$ ) og  $NO_2$  på fire norske EMEP-stasjoner (Birkenes, Kårvatn, Tustervatn og Karasjok/Jergul).

## 2.4 Totalavsetning fra luft og nedbør

Figur 6 viser at våtavsetningen bidrar mest til den totale avsetningen i alle landsdeler. Tørravsetningsbidragene av nitrogenforbindelser på Tustervatn og Kårvatn skyldes delvis lokale ammoniakktutslipp. Tørravsetningsbidraget er kun beregnet for stasjonene med fullt måleprogram. Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetning var 14-32 % om sommeren og 3-25 % om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget høyere på grunn av relativt høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. På Karasjok er det hhv. 29 % tørravsetning om sommeren og 40 % om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.



Figur 6. Estimert totalavsetning (sum av våt- og tørravsetning) av svovel- og nitrogenforbindelser på norske bakgrunnstasjoner i 2009.

## 2.5 Bakkenær ozon

De høyeste maksimumsverdiene i 2009 ble registrert på Sandve ( $142 \mu\text{g m}^{-3}$ ) og på Prestebakke, Haukenes og Kårvatn ( $136 \mu\text{g m}^{-3}$ ), *Tabell 1*. Dette er ganske lave verdier sammenlignet med EUs grenseverdier og sammenlignet med data fra de norske stasjonene i tidligere år. Variasjonene fra år til år er i stor grad styrt av den dominerende meteorologien i de enkelte årene. Den kjølige sommeren i Sør-Norge 2009 bidro til de lave maksimalverdiene for ozon.

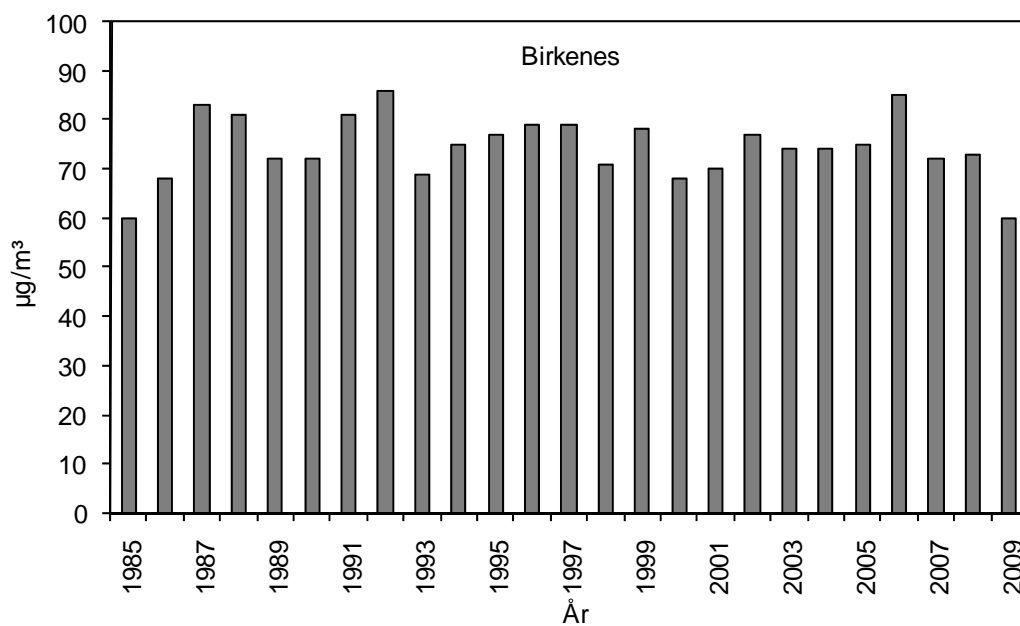
Timemiddelverdier over  $100 \mu\text{g m}^{-3}$  ble målt på alle målestedene. Dette viser at terskelverdien på  $100 \mu\text{g m}^{-3}$  er nær den storskala bakgrunnskonsentrasjonen i Nord-Europa, og små endringer i forhold til denne kan dermed gi store utslag i parametere som teller opp antall timer eller dager med overskridelser. EU-direktivene angir en målverdi ("target value") som skal være oppfylt innen 01.01.2010, der antall dager med overskridelse av løpende 8-timers middel på  $120 \mu\text{g m}^{-3}$  skal være 25 eller færre. Dette målet er oppfylt på de norske stasjonene med god margin.

Norske anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av plantevekst er de samme som tålegrensene fastsatt av ECE (1996) og EUs luftkvalitetsdirektiv (2008), i tillegg er det noen nasjonale grenseverdier (SFT 1992). Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong. Grenseverdien på  $50 \mu\text{g m}^{-3}$  som 7-timers middel for kl. 09-16 i vekstsesongen (april-september) ble overskredet i hele landet i 2009. Middelverdien var størst på Sandve ( $74 \mu\text{g m}^{-3}$ ). *Figur 7* viser 7-timers middelverdier for Birkenes i perioden 1985-2009. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden, men verdien i 2009 var spesielt lav sammenlignet med tidligere år. Ozonverdiene ved Birkenes var generelt svært lave i 2009, både sammenlignet med tidligere år og sammenlignet med andre stasjoner i Sør-Norge. Det er ingen åpenbar forklaring på dette.

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 2009. Høyest var verdien på Sandve med 2011 ppb-timer. Grenseverdien på 10.000 ppb-timer (april-september) for skog ble heller ikke overskredet på noen stasjoner i 2009. Den høyeste verdien var 4276 ppb-timer på Sandve.

*Tabell 1. Overskridelser av grenseverdier for helse. Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn 100, 160 and  $180 \mu\text{g m}^{-3}$  i 2009.*

Målested	Totalt antall		$100 \mu\text{g/m}^3$		$160 \mu\text{g/m}^3$		$180 \mu\text{g/m}^3$		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g/m}^3$	Dato
Prestebakke	8584	360	223	30					136	2009-08-20
Hurdal *	8708	365	64	18					126	2009-04-25
Haukenes	8157	343	107	30					136	2009-04-25
Birkenes	8410	357	28	8					119	2009-04-26
Sandve	8742	365	144	23					142	2009-08-20
Kårvatn	8729	365	213	32					136	2009-05-01
Tustervatn	8727	365	216	26					133	2009-04-25
Karasjok	8518	357	210	21					119	2009-05-02
Zeppelinfjellet	8681	365	29	4					110	2009-05-08
Sum datoer		365		73						



Figur 7. Middelkonsentrasjon av ozon for 7 timer (kl. 09-16) i vekstsesongen (april-september) ved Birkenes i perioden 1985-2009.

### 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 drøyt 100 innsjøer, syv 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 forureningsbelastning. 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 forurening og redusert forurening (recovery). 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 miljøvernavdelinger 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 *et al.* 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.

Fra og med 2004 er innsjølokalteter i nasjonale sedimentundersøkelser, AMAP, biologisk og vannkjemisk overvåking av effekter gjennomgått en samordning, slik at det er mest mulig overlapp i lokaliteter mellom disse fire programmene. Det betyr at i 2004, 2005 og 2006 har det vært en utvidet innsjøundersøkelse ut over de 78 sjøene som blir rapportert her. Resultatene for den samordnede innsjøundersøkelsen er rapportert separat (Skjelkvåle *et al.* 2008). I tillegg til de 78 innsjøene som rapporteres mht tidstrender, blir også ca 60 innsjøer overvåket for biologiske effekter. I disse 60 innsjøene blir også tatt prøver for vannkjemie. Det er et relativt stort overlapp mellom disse to dataseriene slik at 106 innsjøer totalt blir undersøkt for vannkjemie på årlig basis.

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

Lokalisering av de undersøkte innsjøene i 2009 er vist i *Figur 8*. Innsjøene, som brukes til overvåking av forsuringsutviklingen, er valgt ut fordi de er sure (lav pH), har lavt innhold av basekationer (Ca, Mg, Na, K) og er lokalisert slik at de ikke er påvirket av lokal forurensning eller lokale forhold i nedbørfeltet slik som kalking, hogst, beiting osv. Vannkjemien i overvåkingsinnsjøene reflekterer disse utvalgskriteriene. I overvåkingsinnsjøene er pH og ANC lavere enn middelverdien for den totale innsjøpopulasjonen i Norge og også lavere enn middelkonsentrasjonen for populasjonen i hver enkelt av regionene, mens sulfat, nitrat og labilt aluminium er høyere (SFT 1997). Det samme gjelder klorid og TOC. Middelverdien for basekationer er noe høyere for Sørlandet og Vestlandet i overvåkingsinnsjøene enn for middelverdien av den totale populasjonen av innsjøer i området.

Fra 1999 rapporteres resultatene fra innsjøene fordelt på ti regioner (se Vedlegg A for inndeling av regioner). Antall innsjøer og hvordan de fordeler seg, er vist i *Tabell 2*. Alle analyseresultater for 2009 og årlige middelverdier for innsjøer fordelt på geografiske regioner for perioden 1986-2009, er presentert i Vedlegg E.

### 3.1.2 Overvåking av elver

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

Kringinfo for disse to elvene er vist i *Tabell 3* og lokaliseringen i *Figur 8*. Alle analyseresultater for 2009 samt årlige middelverdier for perioden 1980-2009 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 *et al.* 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. 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 sju feltene er presentert i *Tabell 4*, og geografisk plassering er vist i *Figur 8*. Alle analyseresultater for 2009 samt veide årlige middelverdier for perioden 1980-2009, er presentert i Vedlegg E.



Figur 8. Lokalisering av alle de undersøkte lokalitetene i 2009 (innsjøer, elver og feltforskningsstasjoner). Linjene viser grensen til de 10 regionene (se Vedlegg A for inndeling av regioner).

Tabell 2. Antall 100-sjøer fordelt på regioner.

Region-nr.	Region	"100-sjøer"
I	Østlandet – Nord	1
II	Østlandet – Sør	15
III	Høgjellet 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 3. 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	Søndeleddammen	380	Noe kalking i nedbørfeltet
Rogaland	Årdalselva	VI	26.1	033.Z	Årdal	551	Sandvatn kalket siden 1998

Tabell 4. 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. Det er ingen vannføringsmålinger for Svartetjern.

	Birkenes	Storgama	Langtjern	Kårvatn	Dalelva	Svarte- tjern	Øygards- bekken
Kode	BIE01	STE01	LAE01	KAE01	DALELV	SVART01	OVELV19-23
Fylke	Aust-Agder	Telemark	Buskerud	Møre og Romsdal	Finnmark	Hordaland	Rogaland
<b>Region</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>VIII</b>	<b>X</b>	<b>VI</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 1994	fra 1993
Areal (km <sup>2</sup> )	0,41	0,6	4,8	25	3,2	0,57	2,55
Høyde over havet (m)	200-300	580-690	510-750	200-1375	0-241	302-754	185-544
<b>Middelverdier</b>							
Normal årsnedbør (1961-90) (mm)	1490	994	747	1547	500	3537	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	17.4	83
Myr	7	22	16	2	4		6
Skog, tykkere jorddekke	90	11	5	18	20	68.4	4
Vann	-	8	5	4	15	14	7
Dominerende berggrunn	granitt, biotitt	granitt	gneis	gneis, kvartsitt	glimmer- skifer, gneis	glimmer- gneis	gneis, migmatitt, anorthositt

## 3.2 Forholdene i feltforskningsområdene i 2009

Ser man de siste fem årene under ett, er det fortsatt nedgang å spore i ikke-marin sulfat i alle feltforskningsområdene unntatt Kårvatn og Dalelv. De siste tre årene er det imidlertid ingen eller kun marginale endringer i alle områdene, noe som tyder på at de nedadgående trendene er i ferd med å flate ut. 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 i hvilken grad feltet blir påvirket av sjøsaltepisoder. I 2009 var veid årsmiddel for ANC i Øygardsbekken igjen positiv etter å ha vært negativ i 2007 og 2008. Den positive utviklingen i Storgama og Svartetjern har gått noe saktere i senere år, og vannkvaliteten er fortsatt bare på grensen til å oppfylle betingelsene som innlandsørret trenger for å overleve. Selv om ANC i Langtjern ser ut til å ha stabilisert seg på rundt 40 µekv L<sup>-1</sup> de siste fem årene, forekommer det fremdeles episoder med vannkvalitet som er for dårlig for overlevelse av innlandsørret. Dette understreker at ANC bør korrigeres for det relativt høye TOC-nivået i feltet før variabelen holdes opp mot etablerte vannkvalitetsgrenser for fisk. Mange av overvåkingsparametrene (f.eks. nitrogenforbindelser og totalt organisk karbon) viser stor følsomhet i forhold til klimavariasjon, og vil derfor også ha stor relevans 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 rundt  $0,5-0,7 \text{ g S m}^{-2}$  (hvorav tørravsetning utgjør  $< 0,1 \text{ g S m}^{-2}$ ), mens summen av nitrat og ammonium har vist noe større variasjon i området  $1,0-1,7 \text{ g N m}^{-2}$  der årene 2006 (høyest) og 2007 (lavest) representerer intervallets ytterpunkter (hvorav tørravsetning utgjør opp til  $0,2 \text{ g N m}^{-2}$ ). Verdiene for total S og N avsetning målt i 2007, er de laveste som hittil er registrert for dette området. I 2009 er total S og N avsetning målt til hhv.  $0,6 \text{ g S m}^{-2}$  og  $1,6 \text{ g N m}^{-2}$ . Det har vært en signifikant ( $p < 0,05$ ) nedgang i deponisjon for både svovel og nitrogen siden målingene av tørravsetning kom i gang i 1987 (Mann-Kendall test, årsverdier). Nedbørsmengdene ved NILUs målestasjon Birkenes (190 m.o.h.) de siste tre årene (2007-2009) har vært hhv. 1441, 1990 og 1807 mm. Normal årlig nedbørsmengde (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Rislå (66 m.o.h.) er til sammenligning 1490 mm. Nedbørsmengdene i 2008 og 2009 var altså relativt høye.

Til tross for stadig forbedring i vannkvalitet, må Birkenes-feltet fremdeles karakteriseres som betydelig forsuret. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av ikke-marin sulfat har vært stabile de siste tre årene ( $37-41 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Blant feltforskningsstasjonene er det kun Dalelva som har høyere verdier. Vannkvalitetsbedringen gjennom mesteparten av 1990-tallet ser ut til å fortsette også etter 2000. I 2009 lå veide årsmidler for ANC, pH og labilt Al på hhv.  $-10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , 4,63 og  $154 \mu\text{g L}^{-1}$ .

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2007-2009 er vist i *Figur 9*. Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat var relativt stabil i tidsrommet 2007-2009. I år med tørre sommere har variasjonene vært større.

Nitrat er sterkt påvirket av den biologiske aktiviteten i feltet, og de laveste konsentrasjonene registreres derfor nesten alltid i perioden juni-august, når den biologiske aktiviteten er størst. I vinterhalvåret skjer det vanligvis en gradvis økning i nitratkonsentrasjonene, fram til et maksimum på senvinteren eller i forbindelse med snøsmeltingen. Vinteren 2008-2009 er ikke noe unntak i så måte. De veide årsmiddelkonsentrasjone av nitrat for årene 2008 og 2009 på hhv.  $74$  og  $82 \mu\text{g N L}^{-1}$  er de laveste som er registrert siden målingene startet i 1980.

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. Med unntak av en høy verdi i forbindelse med en tørkeperiode sommeren 2009, varierer konsentrasjonene i intervallet  $2,7-12,3 \text{ mg L}^{-1}$  i tidsrommet 2007-2009.

pH i Birkenes fluktuerer stort sett mellom 4,5 og 5,5 og viser mindre sesongvariasjon enn for eksempel nitrat og TOC. Veide årsmiddelverdier i pH i 2007-2009 på 4,63-4,70, viser at vannet fortsatt er svært surt. Tidligere år har Birkenes vært preget av kraftige sjøsaltepisoder, slik som våren 2005 (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltepisodene har ofte gitt tydelig respons i form av svært høye verdier av labilt (uorganisk) aluminium. Birkenes ble i kun mindre grad påvirket av sjøsaltepisoder i i tidsrommet 2007-2009. Konsentrasjonen av labilt aluminium er halvert siden 1990, men er fremdeles betydelig høyere enn grensen for biologiske skadevirkninger. Etter en gradvis økning i årsmiddelkonsentrasjonen av labilt aluminium de foregående fem årene til  $201 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2007, er verdien  $154 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2009 den laveste som er registrert siden målingene startet i 1980.

### 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 fem årene ligget rundt 0,2-0,4 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 middelveier). Nedbørmengdene ved Treungen de siste tre årene (2007-2009) har vært hhv. 1006, 1150 og 1213 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Tveitsund (252 m.o.h.) er til sammenligning 994 mm, slik at 2009 er noe våtere enn et normalår for nedbør i Storgama.

Storgama karakteriseres som betydelig forsuret, om enn i noe mindre grad enn Birkenes. Veid middel-pH har de siste tre årene ligget stabilt på 4,9, mens årets (2009) ANC verdi er 12 µekv L<sup>-1</sup>. Sistnevnte er identisk med verdien fra 2007 som til da var høyeste registrerte verdi. Årlig middelkonsentrasjon av TOC i Storgama er om lag på nivå med Birkenes, og har siden 2001 ligget rundt 5,1-6,1 mg L<sup>-1</sup>. Storgama mobiliserer betydelig mindre aluminium enn Birkenes og har merkbart lavere konsentrasjoner av alle aluminiumsfraksjoner. Årlig middelkonsentrasjonen i 2009 av labilt Al på 24 µg L<sup>-1</sup> er den laveste som har blitt registrert siden målingene startet.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2007-2009 er vist i *Figur 10*. I motsetning til nitrat og TOC, viser ikke pH noen tydelig sesongvariasjon. I den nevnte treårsperioden har pH variert mellom 4,7 og 5,5, med unntak av en tørrværsperiode sommeren 2006 da pH var oppe til 6,0.

I 2009 varierte konsentrasjonen av uorganisk (labilt) aluminium mellom 6 og 58 µg L<sup>-1</sup>, et mindre spenn enn det som ble observert i 2008. I treårsperioden har det bare vært tre episoder der ANC har underskredet 0 og ingen av dem inntraff i 2009. Fortsatt ligger imidlertid ANC under 20 µekv L<sup>-1</sup> mesteparten av tiden, og det er derfor trolig fortsatt et stykke igjen før vannkvaliteten i Storgama-området kan regnes som akseptabel for fisk (Henriksen *et al.* 1996).

Nitratkonsentrasjonene i 2009 fortsatte på det relativt moderate nivået som er registrert i løpet av de senere årene. Konsentrasjonene om høsten i de tre årene 2007-2009 er lave sammenlignet med tidligere år. 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 *et al.* 2005). Som for Birkenes, opptrer vanligvis de høyeste toppene i nitrat om vinteren eller i forbindelse med snøsmeltingen om våren.

### 3.2.3 Langtjern (Buskerud)

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

Forurensningsbelastningen på Langtjern er moderat; årlig våtavsetning av sulfat har de siste fire årene vært stabil på 0,2 g S m<sup>-2</sup> (NILUs målestasjon Brekkebygda, 390 m.o.h.), mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,4-0,6 g N m<sup>-2</sup>. Det har vært en signifikant reduksjon i våtavsetningen av svovel (p<0,01) og ammonium (p<0,01) siden 1985 (Mann-Kendall test, årlige middelveier). Nedbørmengdene ved Brekkebygda de siste tre årene (2007-2009) har vært hhv. 1093, 950 og 924 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Gulsvik (149 m.o.h.) er til sammenligning 747 mm.

Langtjern kan karakteriseres som moderat forsuret. Veid årsmiddel for pH lå mellom 4,9-5,0 i tidsrommet 1996-2008, men økte i 2009 til 5,19. ANC økte også fra 36  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2008 til 49  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2009, noe som er på nivå med registreringene i tidsrommet 2003-2005. Konsentrasjonen av uorganisk (labilt) aluminium økte imidlertid fra 20 til 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  fra 2008 til 2009.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2007-2009 er vist i *Figur 11*. Den relativt lange og stabile vinteren i området, samt den markerte snøsmeltingsflommen preger ofte sesongmønsteret av 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 konsentrasjonsfall under- og rett etter toppen av snøsmeltingsflommen. Det inntraff en relativt stor høstflom i 2009, men dette påvirket ikke høstkonsentrasjonene av sulfat og nitrat i særlig grad sammenlignet med foregående år.

Langtjern har den høyeste TOC-konsentrasjonen blant feltforskningsområdene. Dette reflekterer at nedbørfeltet har lav avrenning, mye skog og større andel av myr enn de andre feltene. Årsmiddelkonsentrasjonen på 10,0  $\text{mg L}^{-1}$  i 2009 er marginalt høyere enn fjorårets verdi på 9,3  $\text{mg L}^{-1}$ , men lavere enn i tidsrommet 2005-2007. 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 ( $>40 \mu\text{g L}^{-1}$ ), 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. Om høsten i årene 2007 og 2009 var konsentrasjonene for eksempel oppe i hhv. 80 og 50  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Arbeider av Lydersen *et al.* (2004), Hindar og Larssen (2005) og Hesthagen *et al.* (2008) viser at en i vannforekomster som Langtjern med mye organisk materiale, bør ANC korrigeres for TOC-bidraget ( $\text{ANC}_{\text{org}}$ ) før parameteren brukes til å definere vannkvalitetsgrenser for fisk og andre akvatiske organismer.

### 3.2.4 Kårvatn (Møre og Romsdal)

Kårvatn er lite påvirket av sur nedbør, og danner en referanse for de andre feltforskningsområdene. Sulfat som følger med nedbøren i dette området, har derfor i hovedsak marin opprinnelse. Feltet ligger for det meste over skoggrensen, har skrint jorddekke og er et typisk fjellområde. Høyeste punkt i nedbørfeltet er på 1375 m.o.h. mens prøvetakingspunktet er på 200 m.o.h. Med sine 25  $\text{km}^2$  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  $\text{g S m}^{-2}$ , (hvorav tørravsetning utgjør  $< 0.03 \text{ g S m}^{-2}$ ), mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,3-0,5  $\text{g N m}^{-2}$  (hvorav tørravsetning utgjør ca 50%). På tross av den lave forurensningsbelastningen har også Kårvatn opplevd et signifikant ( $p < 0,01$ ) nedgang i total svoveldeposisjon siden målingene av tørravsetning kom i gang i 1988 (Mann-Kendall test, årlige middelerverdi). Nitrogenavsetningen viser ingen tilsvarende trend. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Kårvatn (210 m.o.h.) de siste tre årene (2007-2009) har vært hhv. 1930, 1426 og 1310 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. I 2009 er veid årsmiddel-pH 6,3, labilt Al 2  $\mu\text{g L}^{-1}$ , mens ANC er 31  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Dette er tilnærmet samme verdier som de foregående tre årene. Vannet ved Kårvatn er humusfattig, og årsmiddelerverdien for TOC har ligget mellom 0,8 og 1,1  $\text{mg C L}^{-1}$  siden 2001. Den årlige nedbørmengden ved Kårvatn er vanligvis høy, og bidrar til fortykning av forvitnings-

produkter som kalsium og magnesium. Etter et av historiens våteste år i Kårvatn i 2007, har nedbørmengdene vært i underkant av normalnivå i 2008 og 2009.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2007-2009 er vist i *Figur 12*. 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.

Kårvatn har den laveste konsentrasjonen av ikke-marin sulfat av alle feltforskningsområdene. Middelveidien i 2009 er lik de to foregående årene ( $5 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og må anses å være tilnærmet lik naturlig bakgrunnskonsentrasjon for ikke-marin sulfat. Likeledes er pH-verdiene ved Kårvatn høyere enn ved noen av de andre feltforskningsområdene. Det har ikke vært registrert pH-verdier under 6,0 i treårsperioden 2007-2009.

Konsentrasjonene av labilt Al er lave og alle verdiene i fra 2009 ligger rundt grensen for hva som er mulig å detektere med de analysemetodene vi bruker. Konsentrasjonen av nitrat er moderat med veid årsmiddel i 2009 på  $14 \mu\text{g N L}^{-1}$ . 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 *et al.* 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 1991-2009. Ved Svanvik ser det ut til å ha vært en nedgang i totalavsetningen av svovel i måleperioden 1987-2002 (Mann-Kendall test, årlige middelveidier,  $p < 0,05$ ), mens det ikke er noen tydelig trend for nitrogen. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Karpbukt de siste tre årene (2007-2009) har vært hhv. 678, 507 og 526 mm. Normalnedbør (1961-90) på den nærliggende met.no stasjonen ved Karpbukt (12 m.o.h.) er til sammenligning 500 mm.

Konsentrasjonene av basekationer er forholdsvis høye i Dalelva, hvilket gjenspeiler en relativt høy forvittringshastighet i jordsmonnet. På grunn av den store svovelbelastningen fra smelteverkene i Nikkel, Russland, er vassdraget likevel forsuret. Dette vises blant annet ved at vassdraget fremdeles har høye konsentrasjoner av ikke-marin sulfat i avrenningsvannet; de siste 5 årene har årsmiddelskonsentrasjonen vært høyest av feltforskningsstasjonene. Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2007-2009 er vist i *Figur 13*. 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 2009 er ikke noe unntak i så måte.

Hvert år de siste 5 årene har det blitt registrert ny bestenotering for årsmiddel-pH i Dalelva siden målingene startet i 1989, og årets verdi var så høy som 6,3. I tidsrommet 2007-2009 er 5,6 den laveste

pH som er registrert; minimumsverdiene inntreffer i forbindelse med snøsmeltingsflommen om våren. I samme tidsrom er det bare gjort én enkelt måling der konsentrasjonen av uorganisk (labilt) aluminium har overskredet  $15 \mu\text{g L}^{-1}$ . ANC holder seg vanligvis relativt høy pga. stabile konsentrasjoner av basekationer, og i 2009 ble den laveste verdien beregnet til  $44 \mu\text{ekv L}^{-1}$ .

TOC-nivået i Dalelva er moderat, og varierer vanligvis mellom 3 og  $6 \text{ mg C L}^{-1}$ . Lavere og høyere verdier inntreffer henholdsvis i forbindelse med vårflommen og i perioder med lav vannføring om sommeren. Nitratkonsentrasjonene er generelt lave i vassdraget, med verdier omkring deteksjonsgrensen ( $1 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) i vekstsesongen og topper rundt  $40\text{-}50 \mu\text{g N L}^{-1}$  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 Dalelva er tidligere vurdert av Kaste og Skjelkvåle (2002).

### 3.2.6 Svartetjern (Hordaland)

Feltforskningsstasjonen Svartetjern i Matre i Nord-Hordaland ble etablert i juli 1994. Feltet er valgt ut fordi det har en svært ionefattig vannkvalitet, og at det derfor er meget følsomt for endringer i atmosfæriske tilførsler. Feltet mottar store årlige nedbørmengder og er sterkt sjøsaltpåvirket. På grunn av det ionefattige vannet responderer feltet raskt og tydelig på sjøsaltepisoder.

Området mottar middels stor tilførsel av langtransporterte forurensninger; årlig våtavsetning av sulfat de siste fem årene ved NILUs stasjon Haukeland (204 m.o.h.) har ligget rundt  $0,3\text{-}0,8 \text{ g S m}^{-2}$ , mens summen av nitrat og ammonium har variert i området  $0,7\text{-}1,2 \text{ g N m}^{-2}$ . Det har vært en signifikant reduksjon i våtavsetningen av svovel ( $p < 0,01$ ), nitrat ( $p < 0,01$ ) og ammonium ( $p < 0,01$ ) siden 1985 (Mann-Kendall test, årsverdier). Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Haukeland de siste tre årene (2007-2009) har vært hhv. 4124, 3649 og 3105 mm. Normalnedbør (1961-90) på den nærliggende met.no stasjonen på Haukeland (196 m.o.h.) er til sammenligning 3537 mm.

Svartetjern kan karakteriseres som moderat til betydelig forsuret. Middel-pH i 2009 var 5,2, ANC  $10 \mu\text{ekv L}^{-1}$  og uorganisk (labilt) Al  $30 \mu\text{g L}^{-1}$ . TOC-nivået i bekken er moderat, med årlige middelveidier i 2007-2009 i området  $2,6\text{-}3,2 \text{ mg C L}^{-1}$ . Middelkonsentrasjonen av ikke-marin sulfat i avrenningsvannet fra Svartetjern utgjør bare rundt halvparten ( $8 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2009) av det som registreres i Langtjern og Storgama (hhv. 14 og  $17 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) til tross for at nedbørfeltene har omtrent samme tilførsel av langtransportert forurensning. Dette skyldes at store nedbørmengder tynner ut konsentrasjonene av løste stoffer i avrenningen.

Årsvariasjon i vannkjemi i perioden 2007-2009 er vist i *Figur 14*. Det måles dessverre ikke vannføring i bekken. På grunn av sjøsaltpåvirkning inntreffer det vanligvis en topp i kloridkonsentrasjonen i løpet av vinterhalvåret. Sjøsaltepisodene fører til at ANC og pH faller betydelig, og at uorganisk (labilt) aluminium øker.

Konsentrasjonene av nitrat i Svartetjern følger den tradisjonelle sesongvariasjonen, med de høyeste verdiene om vinteren og de laveste i plantenes vekstsesong. Konsentrasjonsforløpene var ganske like i 2008 og 2009, mens maksimumskonsentrasjonen ( $66 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) i 2007 var noe høyere.

### 3.2.7 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 & Hessen 1997), og har siden 1996 inngått i overvåkingsprogrammet. Øygardsbekken er typisk for heiområdene på Sør-Vestlandet, med milde vintre uten permanent snødekke og hyppige smelteperioder og småflommer gjennom hele vinteren. Nedbørmengden er høy, og feltet mottar betydelige mengder sur nedbør.

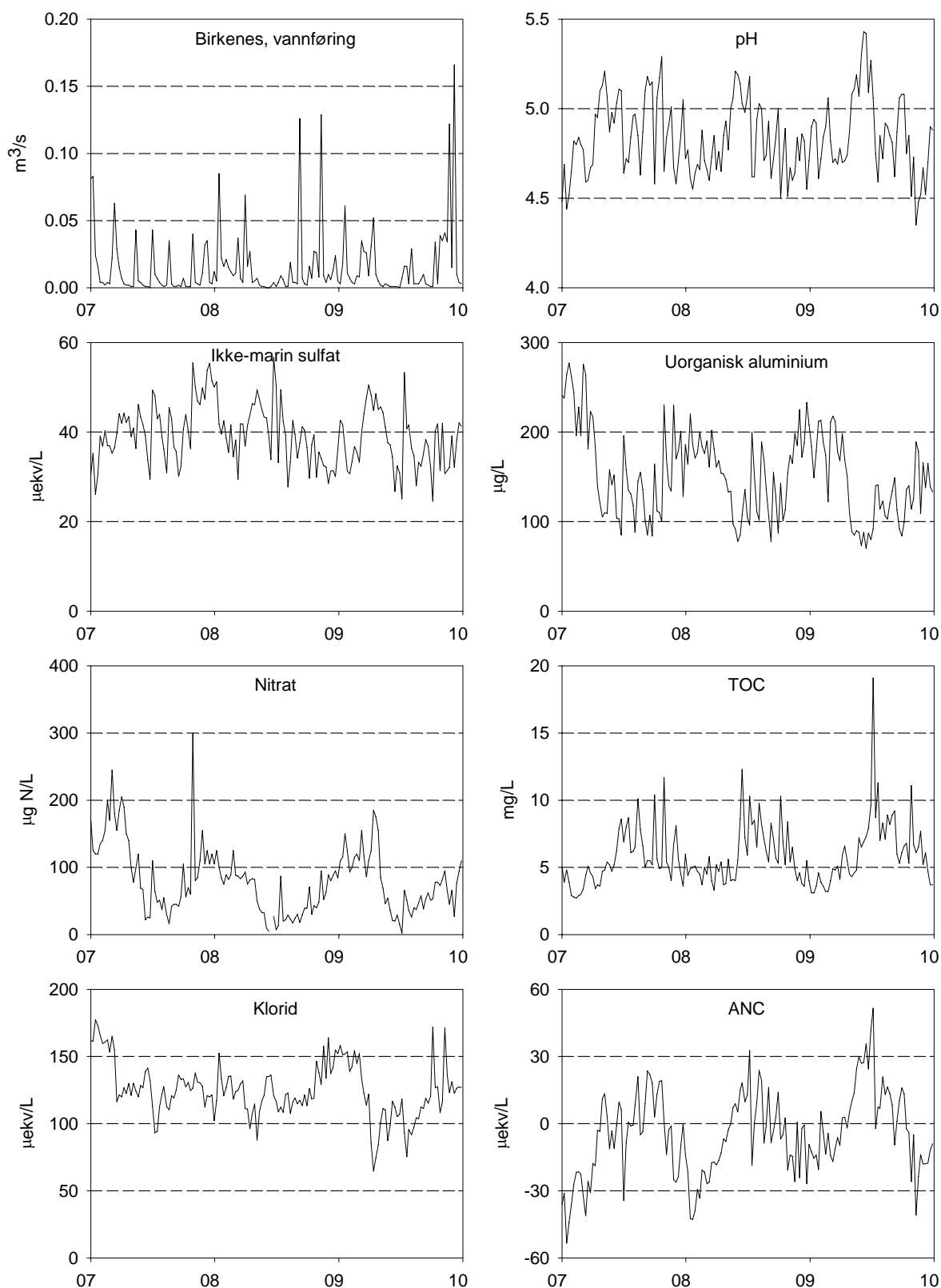
Nærmeste og mest representative bakgrunnsstasjon med kontinuerlig tidsserie for våt- og tørravsetning har vært Skreådalen i Sirdal (474 m.o.h.), Vest Agder. Denne er imidlertid nedlagt fra og med 2005 og

nærmeste NILU-stasjon er nå Vikedal (60 m.o.h.), som ligger nesten 100 km nord for Øygardsbekken. Total våtavsetning av svovel og nitrogen på denne stasjonen har vært hhv. 0,4-0,6 g S m<sup>-2</sup> og 1,1-1,5 g N m<sup>-2</sup> de siste fem årene. Det har vært en klar nedgang i våtavsetning av svovel ved Vikedal-stasjonen siden 1985 (p<0,01), en nedangående trend for deponisjon av nitrat (p<0,05) og ingen trend for ammonium. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon i Vikedal de siste tre årene (2007-2009) har vært hhv. 3147, 2986 og 2545 mm. Normalnedbør (1961-90) på met.no stasjonen Hundseid i Vikedal (156 m.o.h.) er til sammenligning 2816 mm. Det er ingen met.no stasjon i umiddelbar nærhet til Øygardsbekken, men ut fra normal avrenning i området antas gjennomsnittlig årsnedbør å ligge omkring 2500 mm.

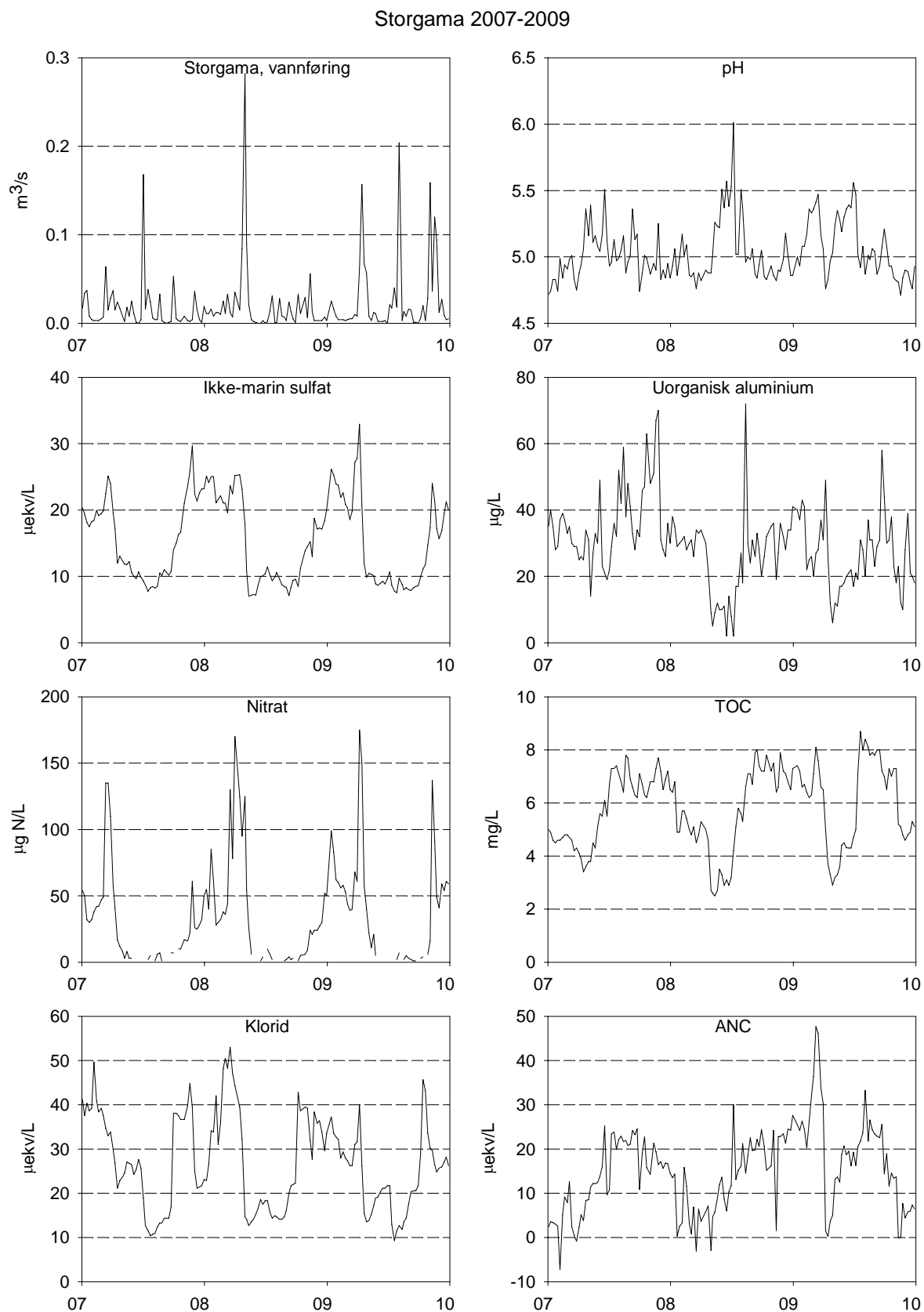
Øygardsbekken kan karakteriseres som moderat til betydelig forsuret. Middel-pH er høyere enn i Birkenes, Storgama og Langtjern. Veid middel-pH og ANC i 2009 (hhv. 5,4 og 2 µekv L<sup>-1</sup>) var noe høyere enn i 2007 og 2008, mens uorganisk (labilt) Al (30 µg L<sup>-1</sup>) var lavere. TOC-nivået er lavt, med veid middel de siste fem årene i intervallet 1,4-1,8 mg C L<sup>-1</sup>. Øygardsbekken har høyest midlere nitrat-konsentrasjon av feltforskningsområdene, men en reduksjon har vært observert hvert år fra 2006 (162 µg N L<sup>-1</sup>) til 2009 (96 µg N L<sup>-1</sup>). Verdien for 2009 er den laveste som har vært registrert i Øygardsbekken siden overvåkingen startet i 1993. 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 *et al.* 2007).

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2007-2009 er vist i *Figur 15*. Hele treårsperioden er preget av sjøsaltepisoder på samme måte som i 2005 (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltepisodene preger vannkvaliteten i Øygardsbekken i form av episodevis høye kloridkonsentrasjoner (maksimum 350 µekv L<sup>-1</sup> i 2007), lave pH-verdier (≤ 5,0 i 2007) og høye konsentrasjoner av uorganisk Al (maksimum 123 µg L<sup>-1</sup> i 2007). I motsetning til i 2005 da en økning i basekationer forhindret enda lavere ANC-verdier, bidro sjøsaltepisodene i tidsrommet 2007-2009 til ANC-verdier ned mot -40 µekv L<sup>-1</sup>.

Birkenes 2007-2009

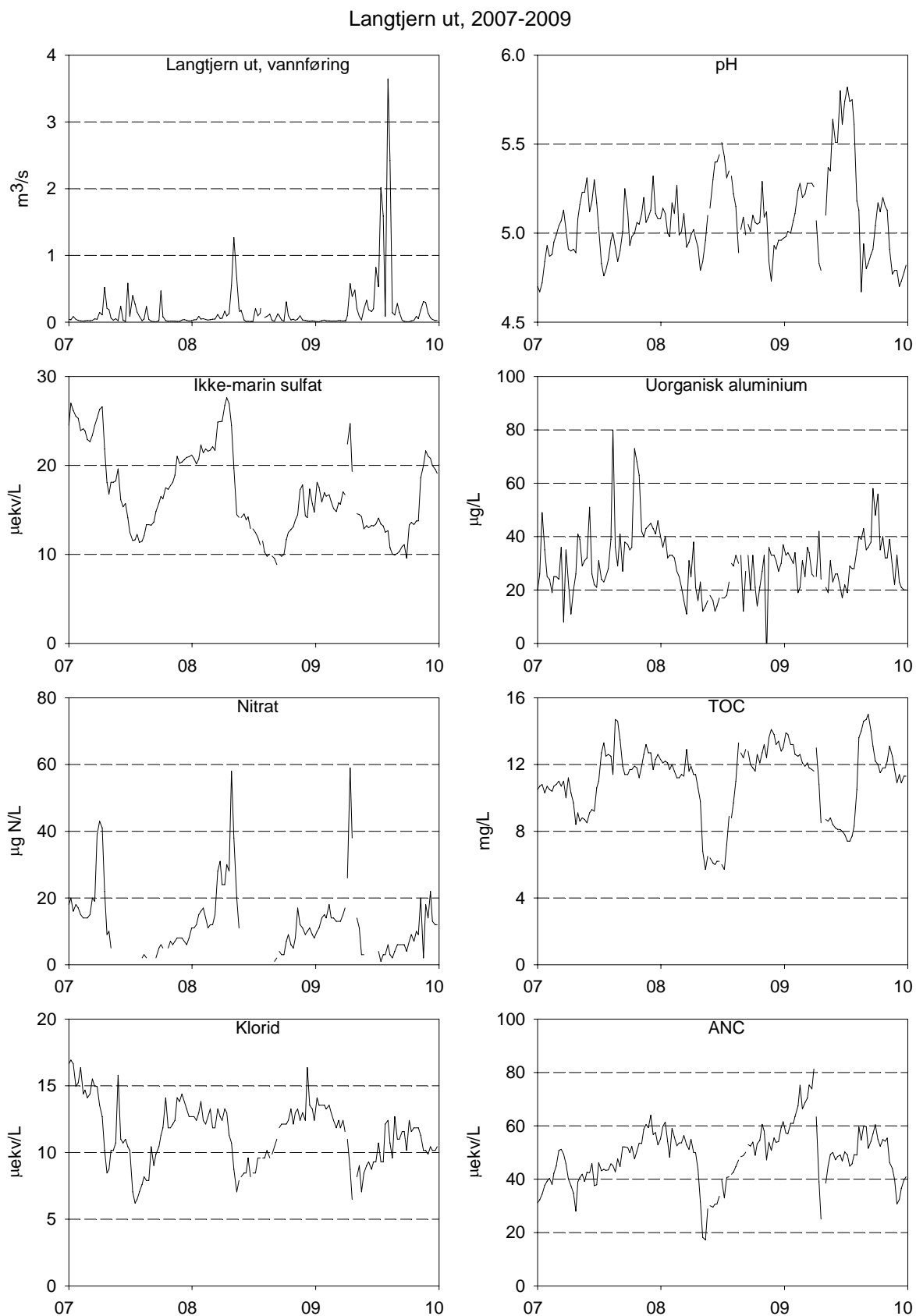


Figur 9. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Birkenes i perioden 2007-2009.



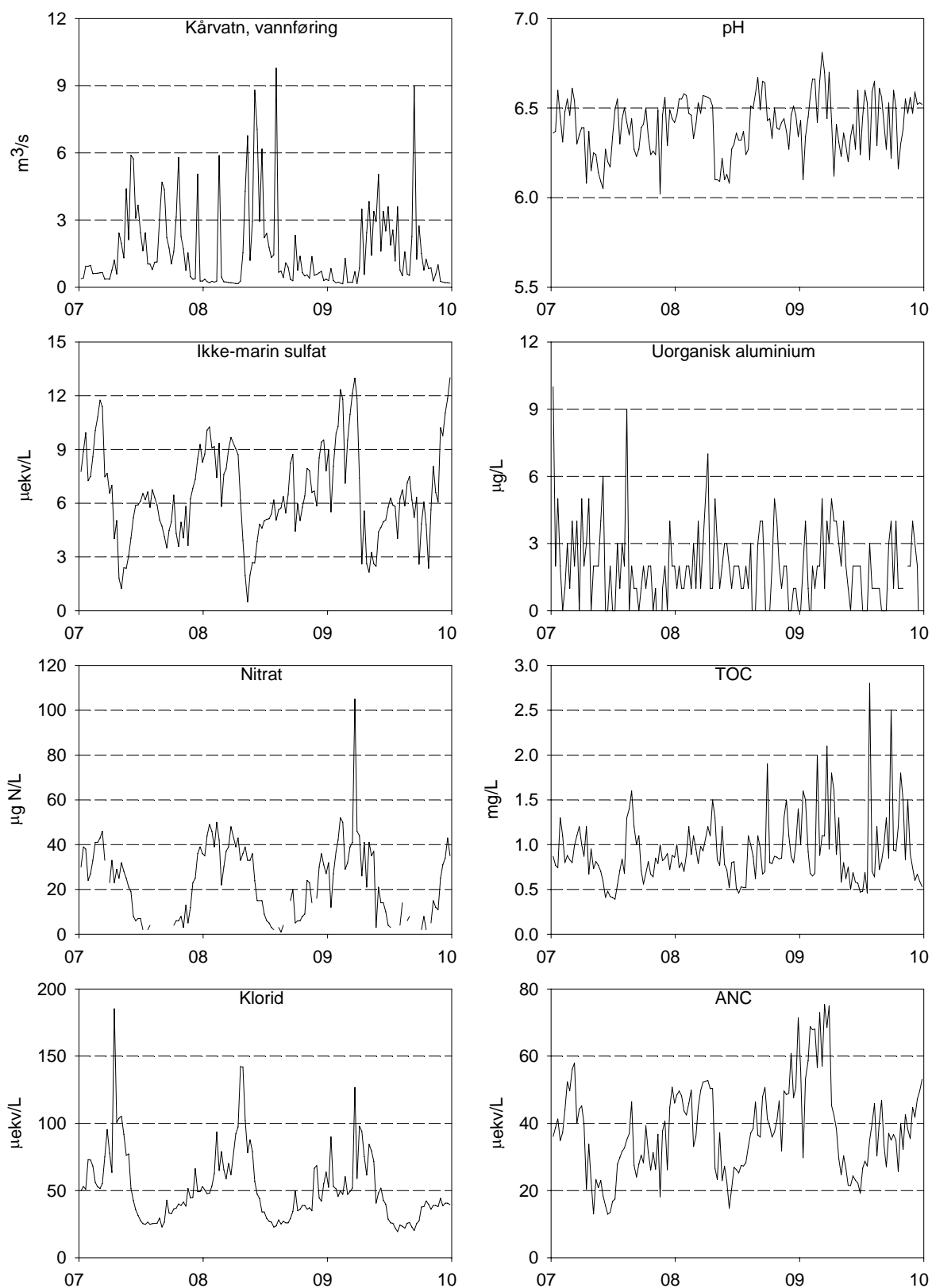
Figur 10. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Storgama i perioden 2007-2009.



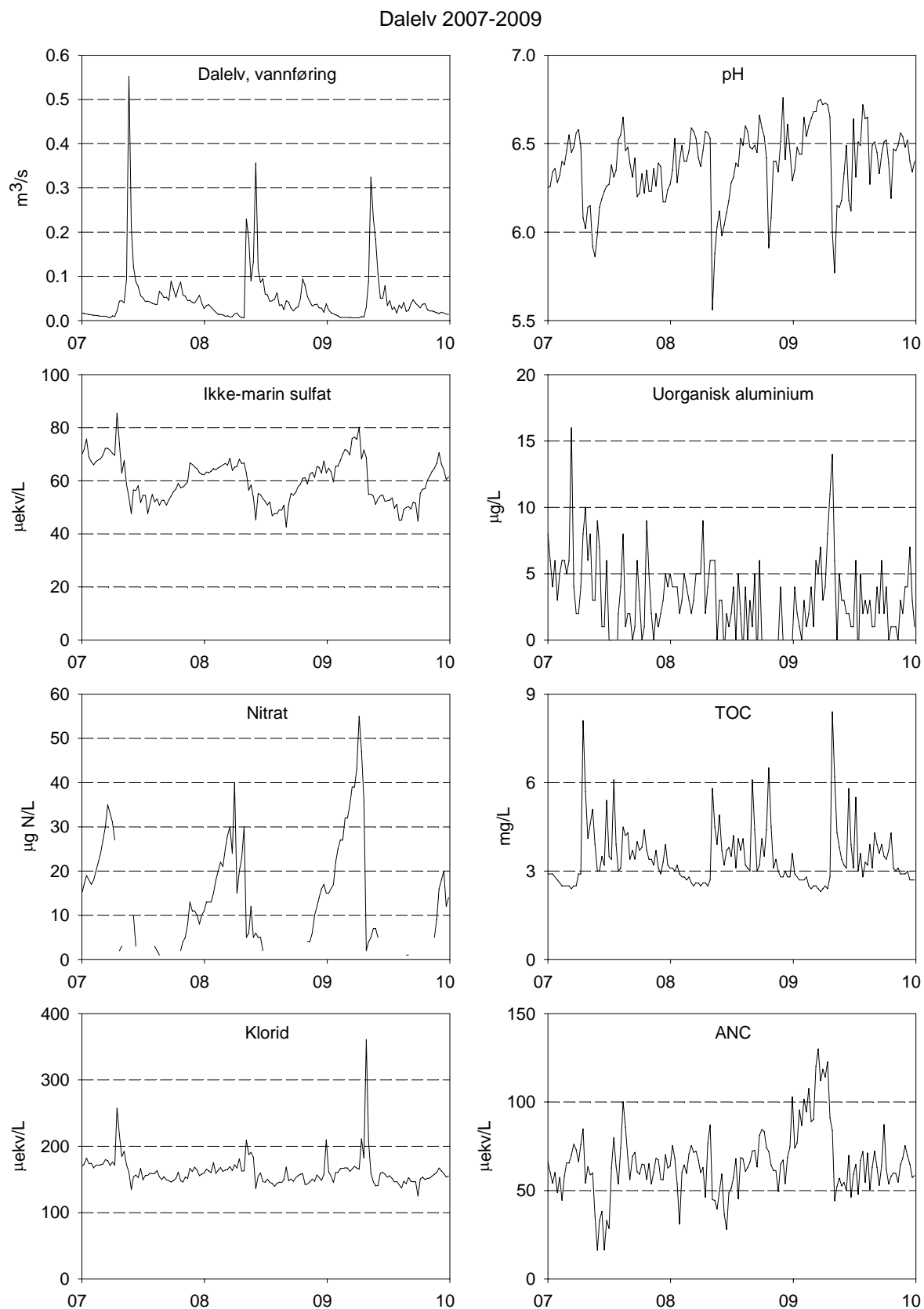


Figur 11. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Langtjern, utløp i perioden 2007-2009. Vannføringsdata for perioden 31/5-17/8 2009 er svært dårlig (info fra NVE).

Kårvatn 2007-2009

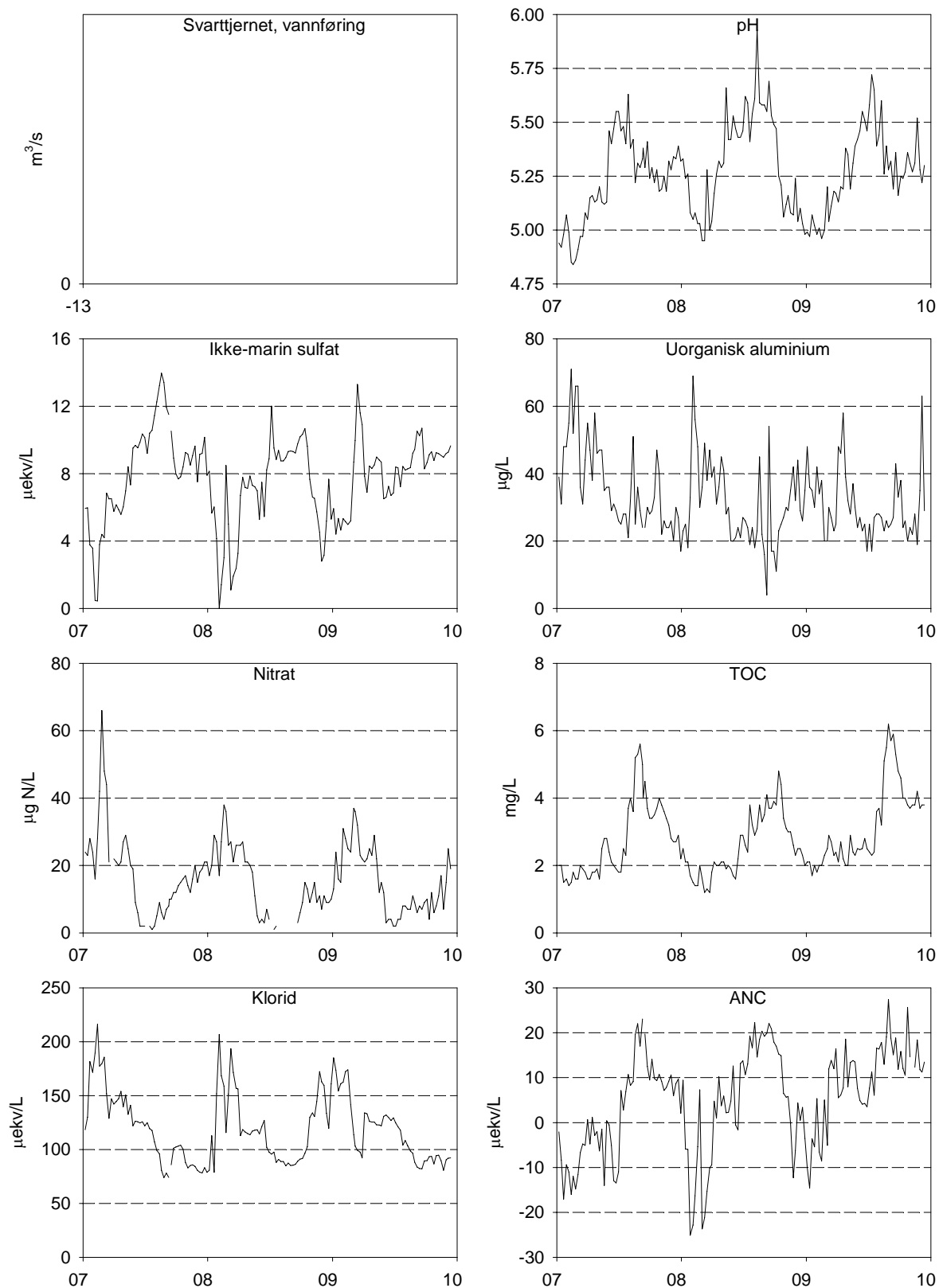


Figur 12. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Kårvatn i perioden 2007-2009.

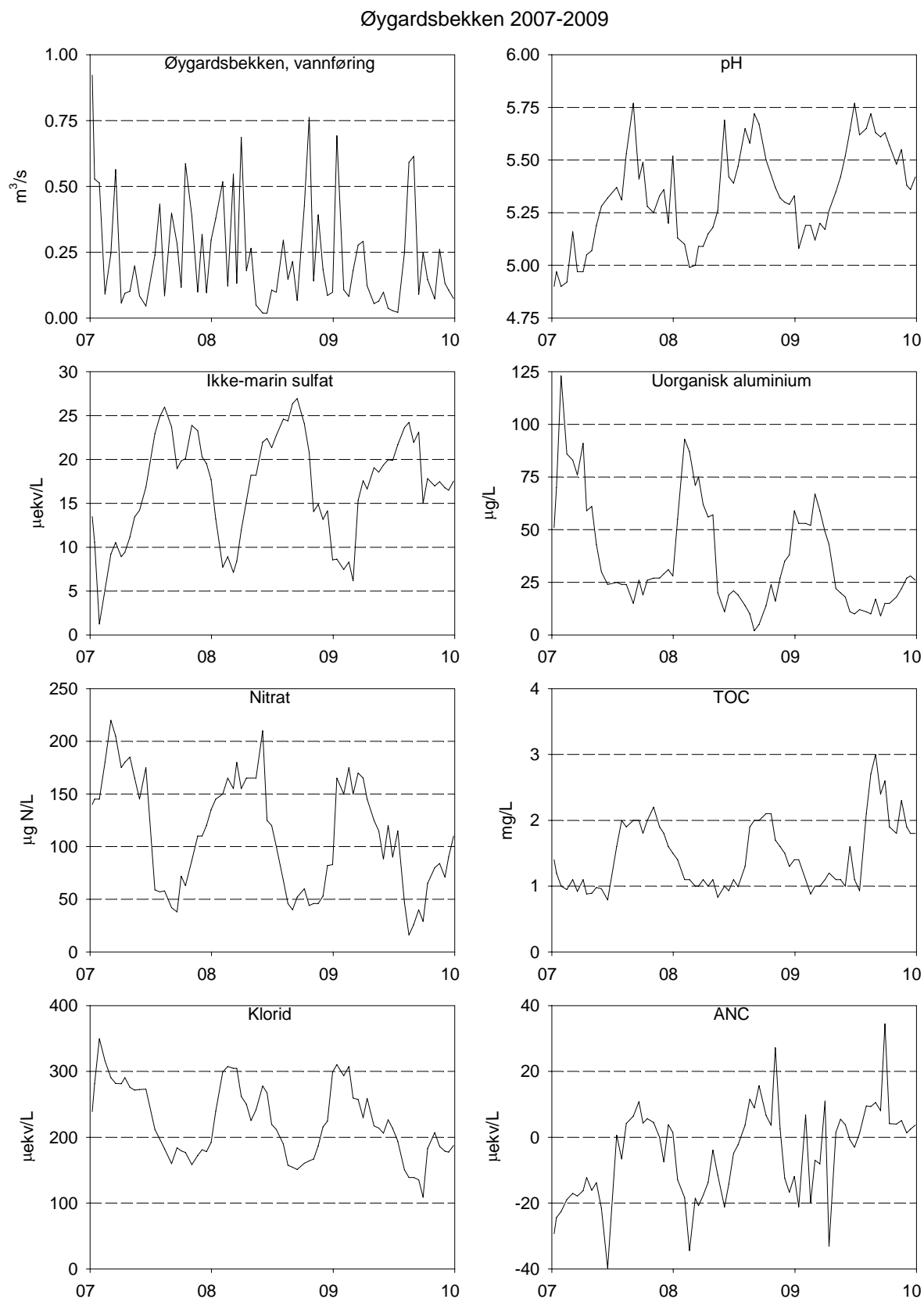


Figur 13. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Dalelva i perioden 2007-2009.

Svarttjernet 2007-2009



Figur 14. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Svarttjern i perioden 2007-2009. OBS! Ingen vannføringsstasjon



Figur 15. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Øygardsbekken i perioden 2007-2009.

### 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 41 % for innsjøer i region X (Øst-Finnmark) til 76 % for innsjøer i region II (Østlandet-Sør) for perioden 1986-2009, mens enkeltlokaliteter (feltforskningsstasjoner) i Sør-Norge viser reduksjoner > 80 % for perioden 1980-2009 (*Tabell 5*).

Vannkjemien reflekterer endringer i nedbørkjemien. Konsentrasjonene av sulfat i nedbør i 2009 var gjennomgående lavere eller på samme nivå som foregående år. For ammonium og nitrat var konsentrasjonene i nedbør noe høyere enn 2007, men tilsvarende nivåer som tidligere år (se kapittel 2).

Det har vært en tendens til utflating av nedgangen i sulfat i vann og vassdrag de siste ti årene, siden starten av 2000. Perioden 2007- 2009 viser likevel de laveste konsentrasjonene i sulfat som er registrert gjennom hele overvåkingsperioden, og viser med det at det fortsatt er en nedadgående trend.

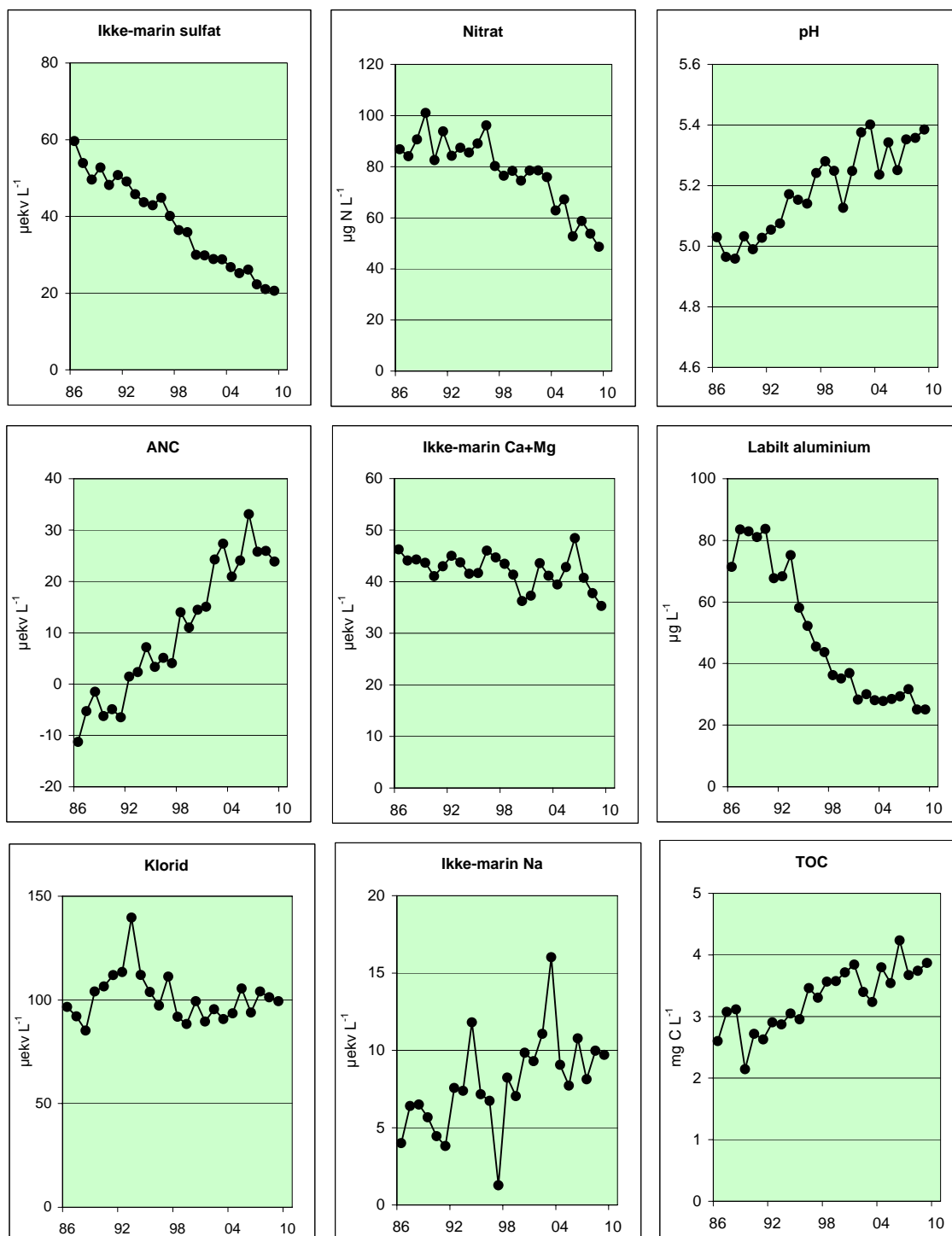
*Tabell 5. Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1986 til 2009 for innsjøene. Tallene er basert på lineær regresjon.*

Innsjøer Region	Antall innsjøer	1986 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	2009 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% nedgang fra 1986-2009
I. Østlandet - Nord	1	56	21	-63
II. Østlandet - Sør	15	99	24	-76
III. Fjellregion - Sør-Norge	3	36	10	-72
IV. Sørlandet - Øst	14	62	17	-72
V. Sørlandet - Vest	11	59	16	-73
VI. Vestlandet - Sør	3	33	9	-73
VII. Vestlandet - Nord	5	19	7	-65
VIII. Midt-Norge	10	18	9	-50
IX. Nord-Norge	5	19	8	-58
X. Øst-Finnmark	11	73	43	-41

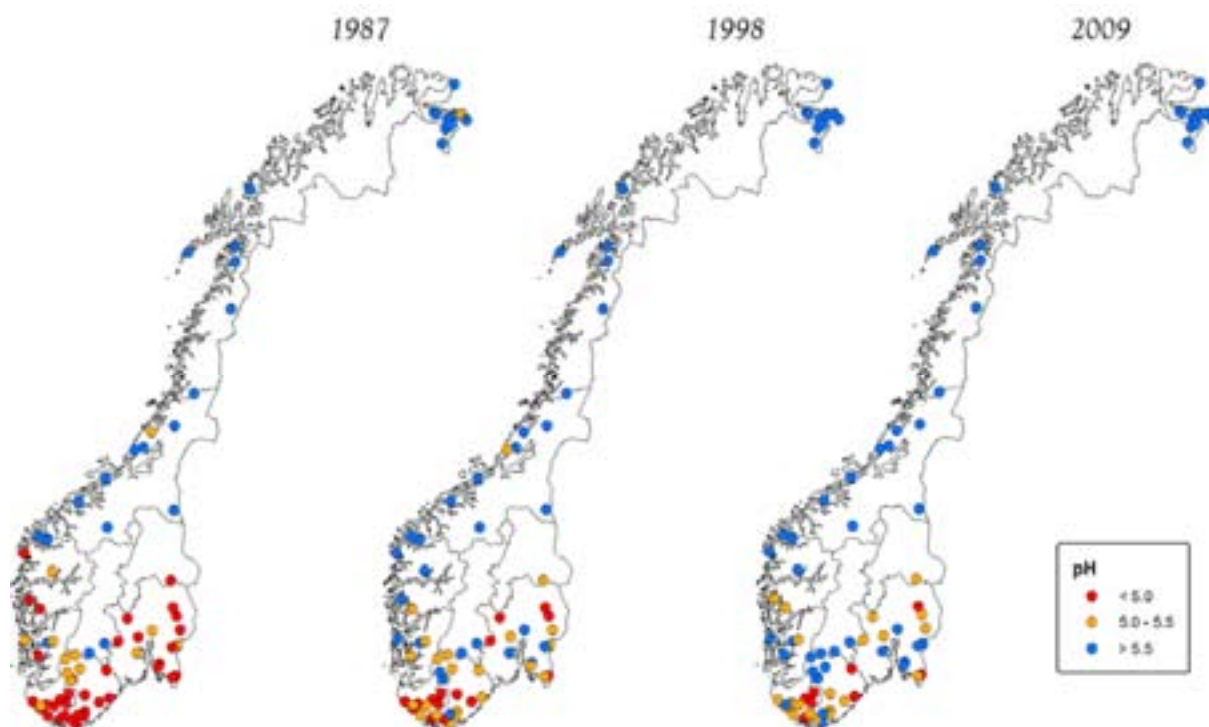
Innsjøovervåkingen viser generelt høyere nitrat-konsentrasjoner i årene før 1996 enn årene fra 1997 og frem til i dag (*Figur 16*). Fra 2005 til 2006 var det en kraftig nedgang i nitrat i flere av regionene i Sør-Norge, og nivået har holdt seg på omtrent det nye, lave nivået også i 2007 og 2008. 2009 viser den laveste gjennomsnittverdien så langt innen overvåkingen. 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 gjennom overvåkingsperioden har hatt en tydelig innvirkning på vannkjemien i alle lokalitetene innen overvåkingsprogrammet. Hele landet sett under ett (*Figur 16*) har vist en klar økning i pH selv om år til år variasjonene er relativt store (se også *Figur 17*). Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og alkalitet viser også jevn økning, selv om ANC de to siste årene har avtatt noe pga nedgangen i Ca. Konsentrasjonen av labilt aluminium (uorganisk "giftig" aluminium) var omtrent uendret fra 2001 til 2007, men har i 2008 og 2009 igjen vist tegn til nedgang.

### Gjennomsnittlig endring i 78 innsjøer fra hele landet



Figur 16. Endring i gjennomsnittlige konsentrasjoner for et utvalg av komponenter i 78 innsjøer fordelt over hele landet fra 1986-2009 (se Figur 8).



Figur 17. pH i overvåkingsinnsjøene i 1987, 1998 og 2009. Figuren illustrerer tydelig forbedringen i forsuringssituasjonen, ved at sjøene blir mindre sure (får høyere pH).

Statistisk beregning av trender for viktige forsøringsparametere fordelt på regioner (Tabell 6) viser at mange av endringene vi observerer er signifikante hvis vi ser på hele perioden fra 1990-2009. Sulfat og ANC har store årlige endringer, mens nitrat,  $H^+$  og alkalitet viser små årlige endringer.

Basekationene (kalsium og magnesium) viser ingen systematiske trender, noen regioner viser økning, andre nedgang og noen regioner viser ingen endring. Det er likevel verd å merke at det er de mest forsurede regionene i Sør-Norge som viser en statistisk signifikant nedgang i basekationer. Organisk karbon (TOC) som er fulgt med interesse de siste årene pga økende trend, viser statistisk signifikant økning i 7 av 10 regioner, med årlig økning fra 0,003 - 0,208 mg C  $L^{-1}$  per år fra 1990 til 2009.

Tabell 6. Tosidig regional Kendall test og estimert trend for perioden 1990-2009. Verdiene angir estimert trend for de enkelte regioner. Signifikante resultater ( $p < 0,05$ ) vises i gult (avtagende) og blått (økende). Enheter for  $SO_4^*$ ,  $NO_3$ ,  $H^+$ , ikke-marine basekationer, alkalitet og ANC er  $\mu\text{ekv } L^{-1} \text{ år}^{-1}$ , labilt Al  $\mu\text{g } L^{-1} \text{ år}^{-1}$ , TOC mg C  $L^{-1} \text{ år}^{-1}$ . n er totalt antall observasjoner i innsjøene i perioden (bare høstprøver).

### 1990-2009

Region	N	$SO_4^*$	$NO_3$	$H^+$	Ca+Mg*	Alkalitet	ANC	Labilt Al	TOC
I. Østlandet - Nord	20	-1.68	-0.03	-0.17	0.40	0.57	2.37	-0.33	0.208
II. Østlandet - Sør	297	-3.09	-0.09	-0.16	-1.09	0.00	2.33	-2.41	0.164
III. Fjellr. - Sør-Norge	57	-1.04	-0.22	-0.09	0.09	0.29	1.75	-1.00	0.013
IV. Sørlandet - Øst	277	-1.57	-0.23	-0.34	-0.24	0.00	1.81	-3.14	0.047
V. Sørlandet - Vest	215	-1.82	-0.34	-0.71	-0.16	0.00	2.57	-7.00	0.047
VI. Vestlandet - Sør	59	-0.87	-0.16	-0.25	0.25	0.00	1.35	-1.25	0.010
VII. Vestlandet - Nord	100	-0.51	-0.11	-0.15	0.12	0.00	0.84	-0.67	-0.001
VIII. Midt-Norge	199	-0.35	-0.03	-0.02	0.36	0.37	0.94	0.00	0.003
IX. Nord-Norge	99	-0.46	-0.02	-0.03	0.34	0.60	1.24	0.00	0.011
X. Øst-Finnmark	215	-1.11	-0.01	-0.02	0.01	0.71	1.65	0.00	-0.001



Hvis vi deler perioden i to, kan vi se på endringene i trender i perioden 1990-2000 og 2000-2009 (Tabell 7). Da kan vi bedre se hvordan utviklingen endrer seg over tid.

Sulfat har vist en markert nedgang de siste 20-årene. De største årlige endringene i sulfat fant sted på 90-tallet, mens den årlige nedgangen har vært noe mindre på 2000-tallet. Dette er et direkte resultat av at de store utslippsreduksjonene fant sted tidlig på 90-tallet og følgelig var også nedgangen i deposisjon størst i denne perioden. På 2000-tallet har de årlige nedgangene i sulfat vært lavere i alle regioner med unntak av region VII og IX. Endringene i nedgangen i sulfat mellom de to 10-årene reflekteres også i forsurningsparameterene pH, alkalitet, ANC og labilt Al. Endringen i alle disse parameterene var større på 90-tallet enn på 2000-tallet.

Tabell 7. Tosidig regional Kendall test og estimert trend for perioden 1990-2009. Verdiene angir estimert trend for de enkelte regioner. Signifikante resultater ( $p < 0,05$ ) vises i gult (avtagende) og blått (økende). Enheter for  $SO_4^*$ ,  $NO_3$ ,  $H^+$ , ikke-marine basekationer, alkalitet og ANC er  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{år}^{-1}$ , labilt Al  $\mu\text{g L}^{-1} \text{år}^{-1}$ , TOC  $\text{mg C L}^{-1} \text{år}^{-1}$ . n er totalt antall observasjoner i innsjøene i perioden (bare høstprøver).

### 1990-2000

Region	n	$SO_4^*$	$NO_3$	$H^+$	Ca+Mg*	Alkalitet	ANC	Labilt Al	TOC
I. Østlandet - Nord	10	-1.65	-0.04	-0.14	0.89	1.23	2.24	-1.33	0.43
II. Østlandet - Sør	149	-3.14	-0.13	-0.42	-0.69	0	3.00	-6.25	0.30
III. Fjellr. - Sør-Norge	30	-1.24	-0.05	-0.18	0.00	0	1.34	-2.33	0.02
IV. Sørlandet - Øst	137	-1.23	-0.07	-0.63	0.19	0	2.39	-7.00	0.10
V. Sørlandet - Vest	110	-1.66	-0.09	-1.20	0.36	0	2.61	-9.00	0.08
VI. Vestlandet - Sør	29	-1.20	-0.18	-0.47	0.61	0	1.56	-2.54	0.01
VII. Vestlandet - Nord	50	-0.47	-0.06	-0.23	0.21	0	0.52	-1.00	-0.02
VIII. Midt-Norge	100	-0.38	-0.01	-0.06	0.40	1.13	0.75	-0.29	0.02
IX. Nord-Norge	50	-0.40	0.01	-0.04	0.14	1.29	0.68	-0.43	0.03
X. Øst-Finnmark	110	-1.04	0.02	-0.01	-0.12	0.98	0.75	0.00	-0.01

### 2000-2009

Region	n	$SO_4^*$	$NO_3$	$H^+$	Ca+Mg*	Alkalitet	ANC	Labilt Al	TOC
I. Østlandet - Nord	10	-0.84	-0.07	-0.19	0.70	0.27	1.31	-0.25	0.12
II. Østlandet - Sør	148	-1.81	-0.12	-0.13	-0.43	0.00	1.29	0.33	0.07
III. Fjellr. - Sør-Norge	27	-0.85	-0.20	-0.04	0.18	0.36	1.35	0.00	0.01
IV. Sørlandet - Øst	140	-1.15	-0.30	-0.18	-0.15	0	1.39	-1.00	0.01
V. Sørlandet - Vest	105	-1.48	-0.66	-0.49	-0.27	0	1.75	-3.23	0.03
VI. Vestlandet - Sør	30	-0.77	-0.21	-0.09	-0.12	0	0.59	-0.25	0.00
VII. Vestlandet - Nord	50	-0.60	-0.21	-0.11	-0.01	0	0.71	-0.33	0.00
VIII. Midt-Norge	99	-0.28	-0.05	0.01	0.12	0	-0.15	0.00	0.00
IX. Nord-Norge	49	-0.50	0.00	-0.01	0.46	0.50	0.74	0.50	0.00
X. Øst-Finnmark	105	-0.76	-0.02	-0.02	0.39	1.10	1.21	0.00	0.00

Nitrat derimot viser større nedgang på 2000-tallet enn på 90-tallet. Nitrat viste en svak, men signifikant nedgang i fire regioner på 90-tallet mens på 2000-tallet er nedgangen signifikant i åtte regioner, samtidig som den årlige nedgangen er større. Dette viser at nedgangen i nitrat har vært større de siste 10 årene enn tidligere. Dette kan forklares med at nedgangen i N-utslipp i Europa har vært mer markert de siste 10 årene enn tidligere.

TOC viser signifikant økende trend i sju av ti regioner hvis vi ser hele perioden 1990-2009 under ett. Når vi deler opp i to perioder er endringene i hver region ikke lenger signifikante. Årsaken til dette er at år til år variasjonen i TOC er såpass stor at det skal ganske store endringer til før trendene blir

signifikante. Dette viser at for enkelte parametere med stor år til år variasjon, samtidig med relativt sett små endringer over tid er det nødvendig med mange års overvåking for å avdekke trender.

Trender for perioden fra 1986 til 2009 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 5* for antall innsjøer). Det er de samme lokalitetene som har inngått i programmet hvert år siden 1986.

### **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 mhp forsurening. I denne regionen har vi bare én lokalitet, men den er typisk for forsuringfølsomme sjøer i denne regionen. Fra 2001 til 2007 flatet konsentrasjonen av ikke-marin sulfat ut på et nivå mellom 25-28  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , men 2009 viser den laveste konsentrasjonen av sulfat hittil på 21  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . pH viser økende trend fra  $\text{pH} < 5,3$  før 1993 til  $> 5,5$  etter 2002. Både 2006 og 2009 viser lave pH-verdier på hhv 4,89 og 5,20. Begge årene er dette sammenfallende med svært høye konsentrasjoner av TOC. I denne innsjøen er TOC vanligvis i konsentrasjonsintervallet 4-6  $\text{mg C L}^{-1}$ , men øker til 13,5  $\text{mg C L}^{-1}$  i 2006 og 10,0  $\text{mg C L}^{-1}$  i 2009. Dette er mest sannynlig årsaken til de lave pH-verdiene disse to årene. ANC, som er et mål på vannets syrenøytraliserende effekt, har relativt høye verdier i denne lokaliteten. Fram til 1992 var ANC  $< 20 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Fra 2002 til 2009 (med unntak av 2008) har verdien vært  $> 50 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Labilt Al (den formen som er antatt giftig for fisk) var i perioden frem til 1990 opp til 37  $\mu\text{g L}^{-1}$ , men har siden 1991 (med unntak av 2005) vært  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$ . Nitrat viser en nedgang i perioden. I 2009 var gjennomsnittskonsentrasjonen 1  $\mu\text{g L}^{-1}$ , som er den laveste verdien som analysemetoden vi bruker, kan måle. Organisk karbon (TOC) viser en signifikant økning i denne lokaliteten.

### **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 og relativt lite nedbør og lange oppholdstider i sjøene. Innsjøene i denne regionen har vist en kraftig forbedring i forsuringssituasjonen gjennom overvåkingsperioden. Ikke-marin sulfat er redusert med gjennomsnittlig 76 % fra 1986 til 2009 i de 15 sjøene som representerer denne regionen. Sulfatkonsentrasjonene i 2009 (27  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ) er på samme nivå som i 2008, og er de laveste som er registrert. Gjennomsnittsverdien for pH var  $< 5,0$  fram til 1993, og har økt til 5,0 - 5,2 i perioden 1994 til 2009, 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  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , i perioden 1992-1997 15-20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , 1998-2003 25-40  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  og siden 2003  $> 40 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Gjennomsnittskonsentrasjon av ANC i 2006 var 57  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , og dette er den høyeste verdien som er registrert så langt. Innsjøene som representerer denne regionen, hadde ikke alkalitet fram til 1993 ( $< 1 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Siden da har bikarbonatsystemet sakte bygget seg opp og nivået er nå omkring 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Gjennomsnittsverdien av labilt Al var i perioden fram til 1994  $> 90 \mu\text{g L}^{-1}$ , men har siden avtatt markert. Fra 2001 til 2007 har labilt Al vært  $< 65 \mu\text{g L}^{-1}$ , og fra 2008  $< 50 \mu\text{g L}^{-1}$ . Det er nedgang i nitrat (signifikant for perioden 1990-2009), mens TOC har vist en jevn økning gjennom hele 90-tallet; fra  $< 9 \text{mg C L}^{-1}$  frem til 1997, til foreløpig høyeste registrerte gjennomsnittsverdi på 11  $\text{mg C L}^{-1}$  i 2006.

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

Alle de tre lokalitetene i fjellregionen i Sør-Norge ligger over tregrensa og 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 relativ lav, og sulfatnivået i innsjøene er i dag på nivå med det en finner i de minst belastede regionene i Norge. Likevel finner vi også her en markert nedgang i sulfat på 72 % fra 1986 til 2009. I årene 2000-2006 var gjennomsnittsnivået for sulfat tilnærmet uforandret (15-17  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ), men 2008 og 2009 viser det laveste nivået registrert så langt (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. I 2006 var gjennomsnittsverdien på 29  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  som er den høyeste som er registrert så langt. ANC vil

sannsynligvis aldri bli særlig høy i dette området pga det generelt ionefattige vannet. Labilt Al viser nedgang fra et gjennomsnittsnivå på  $> 30 \mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1986-1990 til konsentrasjoner  $< 15 \mu\text{g L}^{-1}$  etter 1997. Nitrat viser nedgang fra nivåer  $> 80 \mu\text{g N L}^{-1}$  før 1999 og  $< 55 \mu\text{g N L}^{-1}$  siden 2004. Gjennomsnittskonsentrasjonen i 2007 på  $40 \mu\text{g N L}^{-1}$  er den laveste som er registrert så langt. TOC viser en svak økning på gjennomsnittlig  $0,013 \text{ mg C L}^{-1}$  per år (Tabell 5).

#### **Sørlandet – Øst (region IV)**

Regionen Sørlandet – Øst strekker seg fra kysten, gjennom skogbeltet til heiområdene. Forurensningsbelastningen er høy, og sulfatnivået i innsjøene i denne regionen er også høyt. I Sør-Norge er det bare region II som har høyere sulfatnivå enn denne regionen. Nedgangen i sulfat i de 14 innsjøene som representerer denne regionen har vært 72 % fra 1986 til 2009. Nedgangen i sulfat flatet noe ut fra 2000-2006, men har de tre siste årene (2007-2009) ligget på et konsentrasjonsnivå fra  $19\text{-}21 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . 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. Gjennomsnitts-pH i 2009 var 5,31. ANC har vært sterkt negativ med konsentrasjoner  $< -20 \mu\text{ekv L}^{-1}$  fram til 1991. Siden 2002 har gjennomsnittsnivået vært  $> 10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Tilsvarende gjelder for alkalitet som fram til 1993 var  $< 0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Fra 1994 til 2008 har alkaliteten økt gradvis til  $> 5 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Labilt Al har avtatt fra nivåer  $> 100 \mu\text{g L}^{-1}$  fra 1986 til 1993 til  $< 45 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Konsentrasjonsnivået av LAI har imidlertid holdt seg på samme nivå siden 2001. 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. Gjennomsnittskonsentrasjonen i 2008 på  $59 \mu\text{g N L}^{-1}$  er den laveste verdien som er registrert så langt. TOC viser en klar tendens til økning fra et gjennomsnittlig konsentrasjonsnivå  $< 3 \text{ mg C L}^{-1}$  i perioden 1986 til 1995 til  $> 3 \text{ mg C L}^{-1}$  siden 1996.

#### **Sørlandet – Vest (region V)**

Regionen Sørlandet – Vest er dominert av heiområder med lite jordsmonn og lite vegetasjon. Denne regionen har den høyeste forurensningsbelastningen. Det er også i denne regionen vi finner de mest forsurede innsjøene. De 11 innsjøene som representerer denne regionen, har i 2009 de laveste gjennomsnittlige verdiene for pH (5,07) og alkalitet ( $1 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) av alle de ti regionene. Denne regionen har til nå også hatt de høyeste gjennomsnittsverdiene av labilt Al, men nedgangen av LAI i denne regionen har vært kraftigere enn i region II. Nå ligger region II og V på samme nivå. Reaktivt og ikke labilt Al er mye høyere i region II enn i region V siden denne regionen har mye høyere konsentrasjonsnivå av TOC. Denne regionen har også den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjon av nitrat som en konsekvens av høy N-deposisjon. Regionen må 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, 73 % fra 1986 til 2009, en økning i pH og ANC og nedgang i labilt Al. Siden 2007 viser pH gjennomsnittsverdier  $> 5,0$ . ANC har økt fra konsentrasjonsnivåer  $< -50 \mu\text{ekv L}^{-1}$  til nivåer opp mot  $0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , og var i 2003 for første gang positiv ( $4 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Labilt Al viser nedgang fra konsentrasjoner  $> 165 \mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1986-1994 til  $< 75 \mu\text{g L}^{-1}$  fra 2002. Den laveste gjennomsnittsverdien av labilt Al ( $48 \mu\text{g L}^{-1}$ ) ble registrert i 2009. Nitrat viser nedgang, og gjennomsnittskonsentrasjonen i 2009 ( $125 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) er den laveste som er registrert i overvåkingsperioden. TOC viser en svakt økende trend med lavere konsentrasjoner før 1994 ( $< 2,3 \text{ mg C L}^{-1}$ ), enn perioden 1995-2009 ( $2,3\text{-}3,2 \text{ mg C L}^{-1}$ ).

#### **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 fortynning 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 ( $1,5 \text{ mg C L}^{-1}$ ). Sulfatnivået i innsjøene i regionen er lavt, og innsjøene er moderat forsuret. Nedgangen i sulfat i de tre innsjøene, som representerer denne regionen, er 73 % fra 1986 til 2009. Gjennomsnittsverdien for sulfat i 2007-2009 har vært  $10\text{-}11 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Denne regionen viste for første gang i 1996 en gjennomsnittlig positiv verdi for ANC, men ANC varierer en del fra år til år. I 2009 var gjennomsnitt ANC  $15 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Variasjonen i ANC skyldes variasjon i ikke-marine basekationer (kalsium) fra år til år. Siden 1996 har pH vært  $> 5,4$ , og 2008 hadde den høyeste registrerte gjennomsnittsverdien så langt (pH 5,88). I 2009 var gjennomsnittlig pH 5,78. Sammenfallende med dette viser labilt Al en

nedadgående trend. Gjennomsnittsverdien for labilt Al var  $> 30 \mu\text{g L}^{-1}$  før 1993 og  $< 15 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2000. Nitratnivået er relativt høyt (gjennomsnittlig  $64 \mu\text{g N L}^{-1}$  i 2008) av samme grunn som i regionen Sørlandet-Vest (høy N-deposisjon og lite kapasitet for retensjon av nitrogen i jorda). Det er en svak nedgang i nitrat i denne regionen, men TOC viser ingen signifikant trend.

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

Region Vestlandet-Nord har mange likhetstrekk med Vestlandet-Sør, men forurensnings-belastningen er lavere og nedbørsmengdene større. Dette medfører at ionestyrken i innsjøene i denne regionen er den laveste av alle regionene ( $\text{Ca} < 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ ). Nedgangen i sulfat har vært markert i overvåkingsperioden (65 %), og gjennomsnittskonsentrasjonen av ikke-marin sulfat i de 5 sjøene som representerer denne regionen, var  $6 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2009. Region VII har det laveste gjennomsnittlige konsentrasjonsnivået av sulfat av alle de 10 regionene. Dette har resultert i endringer i forsuringsskjemien. ANC har økt fra  $< -10 \mu\text{ekv L}^{-1}$  før 1991 til  $< 5 \mu\text{ekv L}^{-1}$  siden 2005, mens pH har økt fra  $< 5,2$  før 1991 til  $> 5,4$  etter 2002 og  $> 5,60$  siden 2008. Labilt Al har avtatt fra nivåer  $> 25 \mu\text{g L}^{-1}$  til  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Nitrat viser en svak nedadgående signifikant trend, mens TOC ikke viser noen trend i denne regionen.

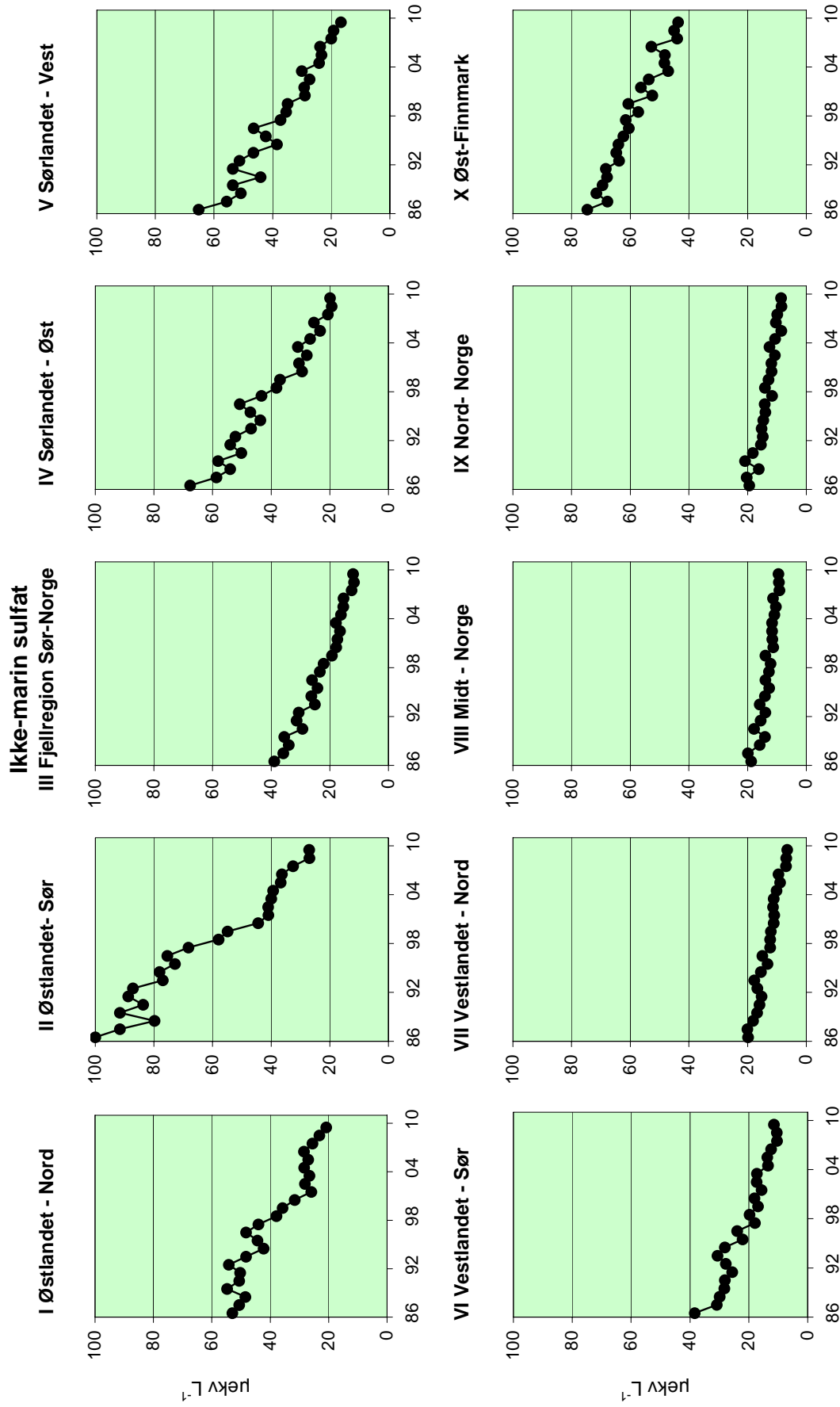
#### **Midt-Norge (region VIII) og Nord-Norge (region IX)**

Disse to regionene spenner over store områder med svært variert natur fra vegetasjonsfattig kystlandskap til høyfjell og skogkledte 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. 50 % og 58 % fra 1986 - 2009), 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 2009 hhv. 5,91 i region VIII og 6,16 i region IX. Nitrat viser en svak nedgang selv i disse regionene som i utgangspunktet har veldig lave konsentrasjoner. Gjennomsnittlig konsentrasjonsnivå av nitrat er i 2009 hhv.  $17$  og  $14 \mu\text{g N L}^{-1}$  i region VIII og IX. TOC viser en svak økning i begge regionene.

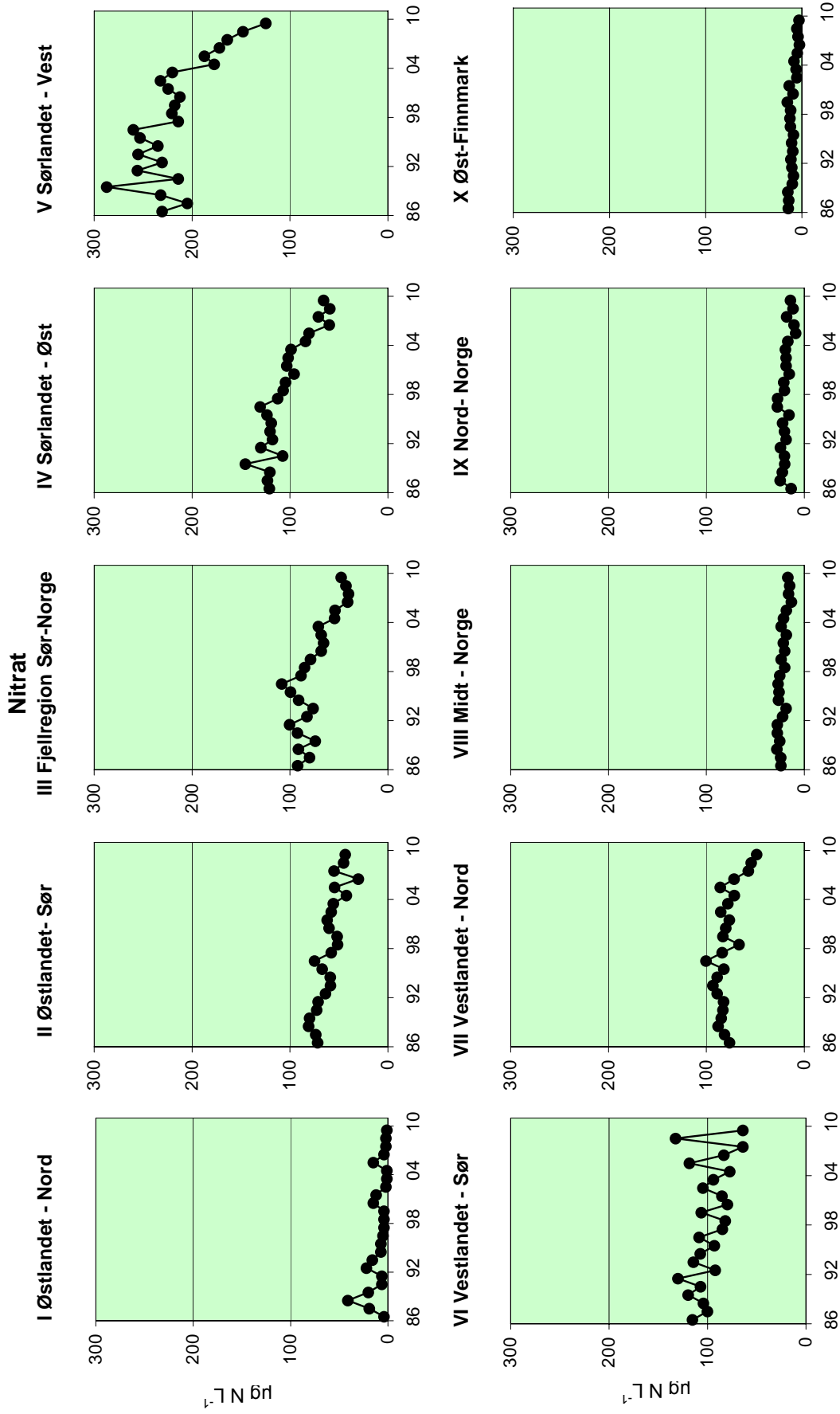
#### **Øst-Finnmark (region X)**

Region Øst-Finnmark dekker områdene inn mot Kolahalvøya og er påvirket av svovel, kobber og nikkel fra utslipp fra smelteverksindustrien. Forurensningsbelastningen av svovel er relativt stor, mens N-deposisjonen er lav. Utslippene av  $\text{SO}_2$  fra Ni-verket er redusert med 75 % fra 400.000 tonn i 1979 til 100.000 tonn i 2006. De siste årene har NILU målt økte konsentrasjoner av tungmetaller i nedbør, særlig nikkel og kobber, men også andre komponenter som kobolt. Undersøkelser i 1986 viste at for innsjøene i Øst-Finnmark var konsentrasjonene av sulfat i innsjøene 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 forsuringsutviklingen hadde stoppet opp og stabilisert seg på 1986-nivået. I 1992 var pH-verdiene gjennomgående høyere enn tidligere. Siden 1993 har gjennomsnittlig pH for disse sjøene vært  $> 6$ . I 2009 var gjennomsnittlig pH 6,46, som er den høyeste verdien som er registrert så langt innen overvåkingen. Samtidig ser vi en økende trend i alkalitet og ANC. Sulfat har vist nedgang på 41 % fra 1986 til 2009, og gjennomsnittskonsentrasjonen for 2007-2009 har vært mellom  $44 - 45 \mu\text{ekv L}^{-1}$  som er de laveste gjennomsnittskonsentrasjonene som er registrert så langt innen overvåkingen i denne regionen. Konsentrasjonen av labilt Al har i hele overvåkingsperioden vært  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$ .

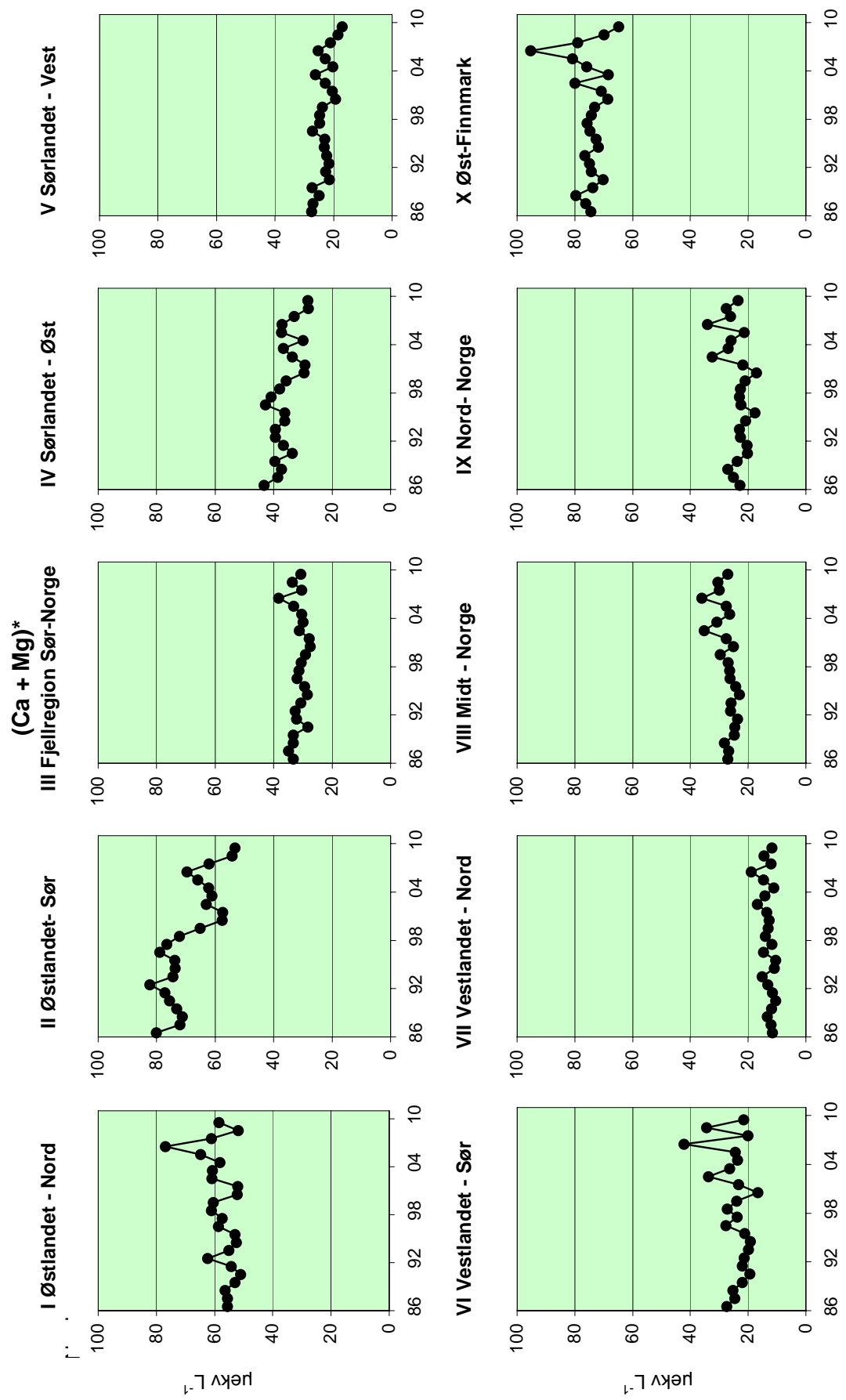
I Øst-Finnmark er det også overvåking av seks små innsjøer på Jarfjordfjellet. I disse innsjøene måles det på metaller. Overvåkingen viser at Ni-konsentrasjonene i disse sjøene har økt fra gjennomsnittlig  $8-11 \mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1990 - 2003, til  $12-16 \mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 2004-2009. Cu-konsentrasjonen har tilsvarende økt fra gjennomsnittlig  $1,5 - 2,5 \mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1990 - 2003, til  $2,6 - 3,1 \mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 2004-2009. Dette er mest sannsynlig en respons på den økte deposisjonen av Ni i området.



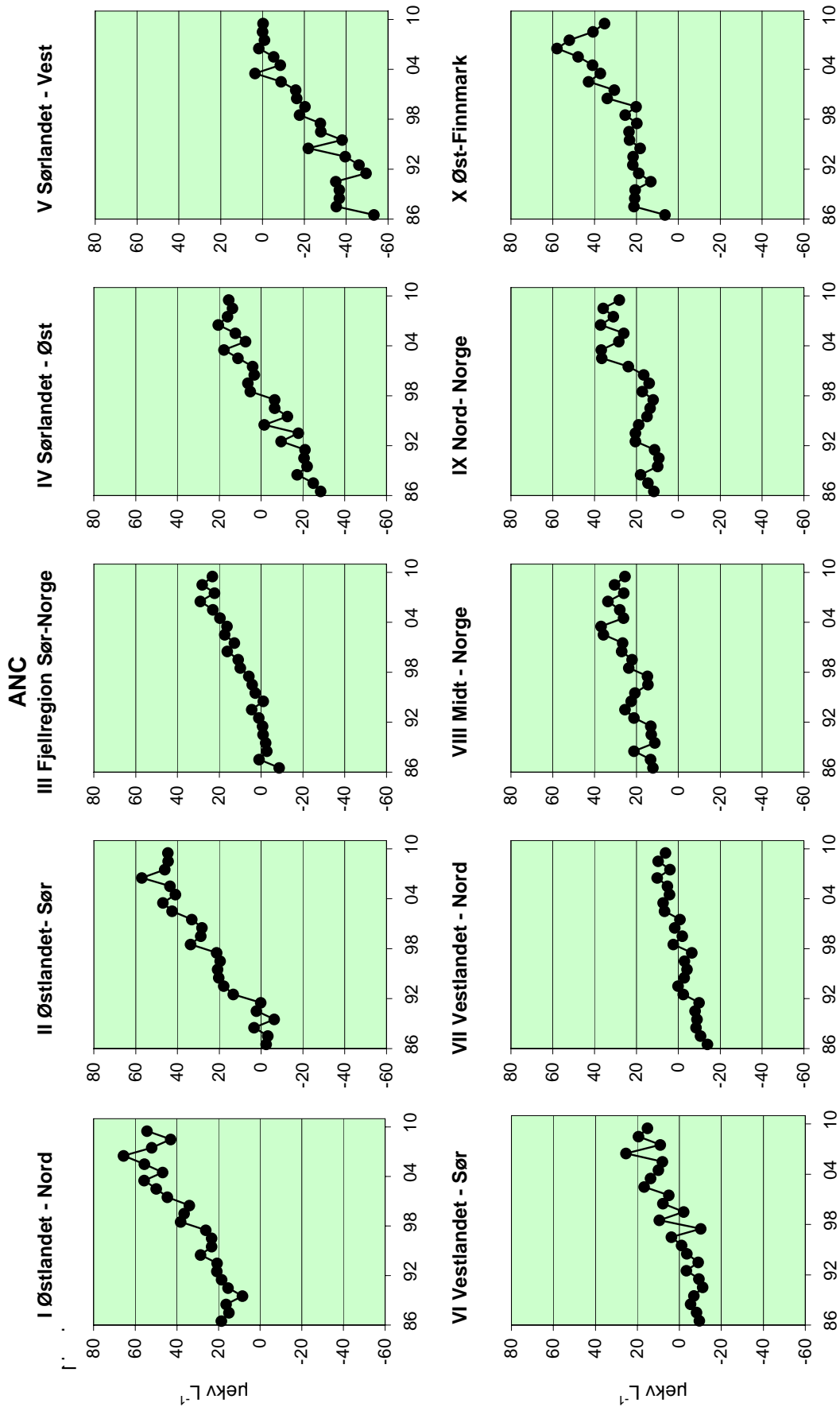
Figur 18. Trender for perioden 1986-2009 for ikke-marin sulfat for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 19. Trender for perioden 1986-2009 for nitrat for innsjøer i de 10 regionene.

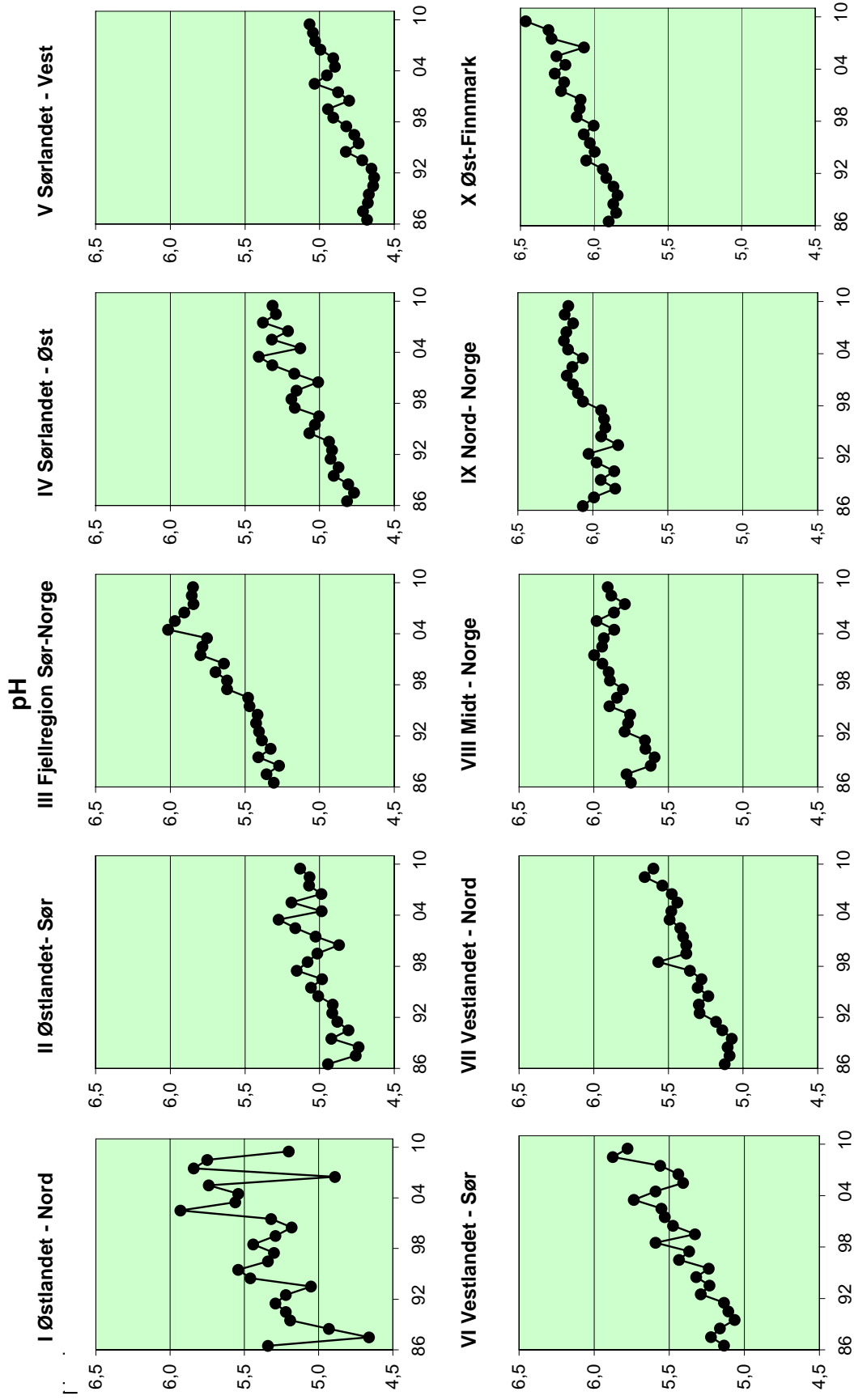


Figur 20. Trender for perioden 1986-2009 for basekationer for innsjøer i de 10 regionene.

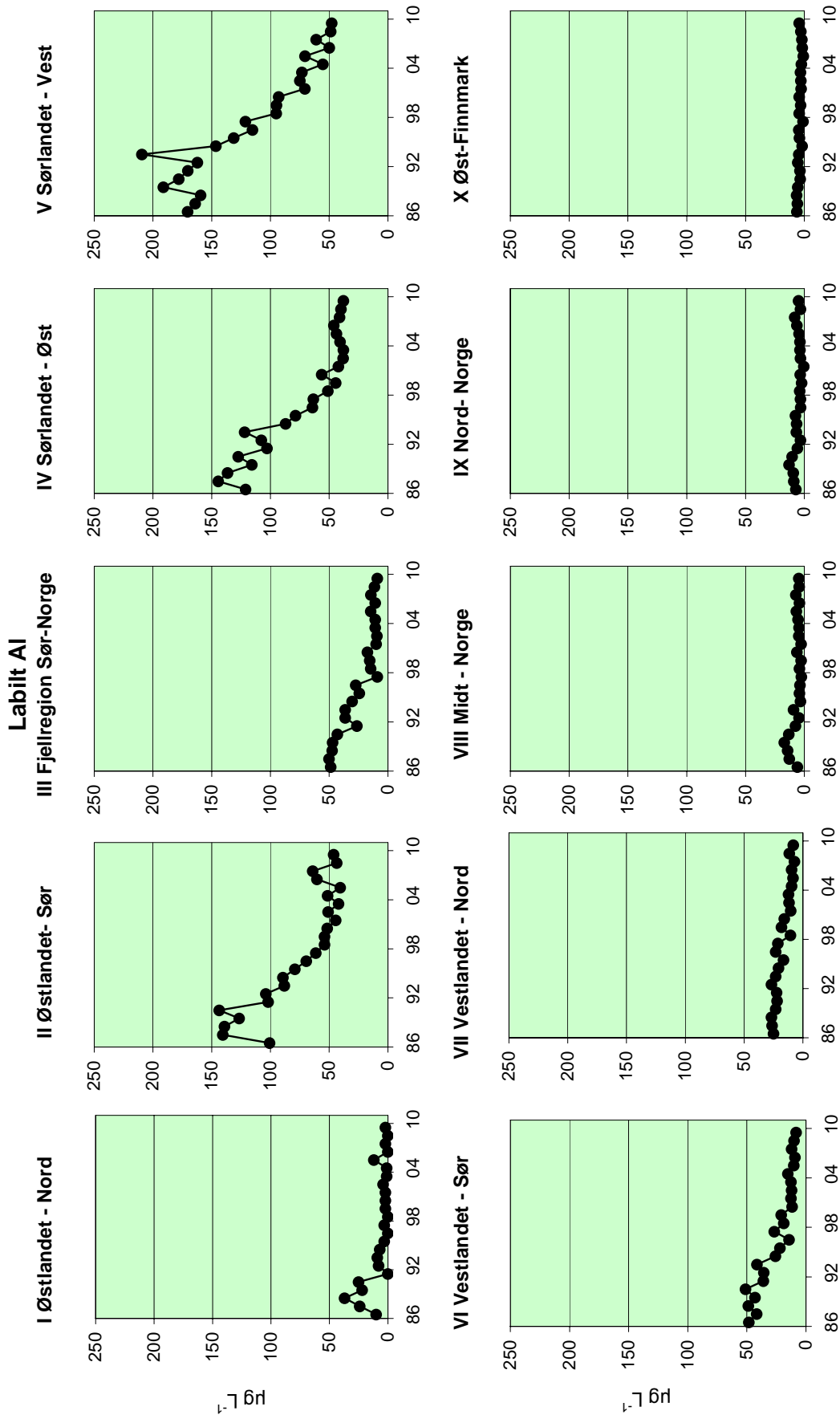


Figur 21. Trender for perioden 1986-2009 for ANC (syreøytraliserende kapasitet) for innsjøer i de 10 regionene.

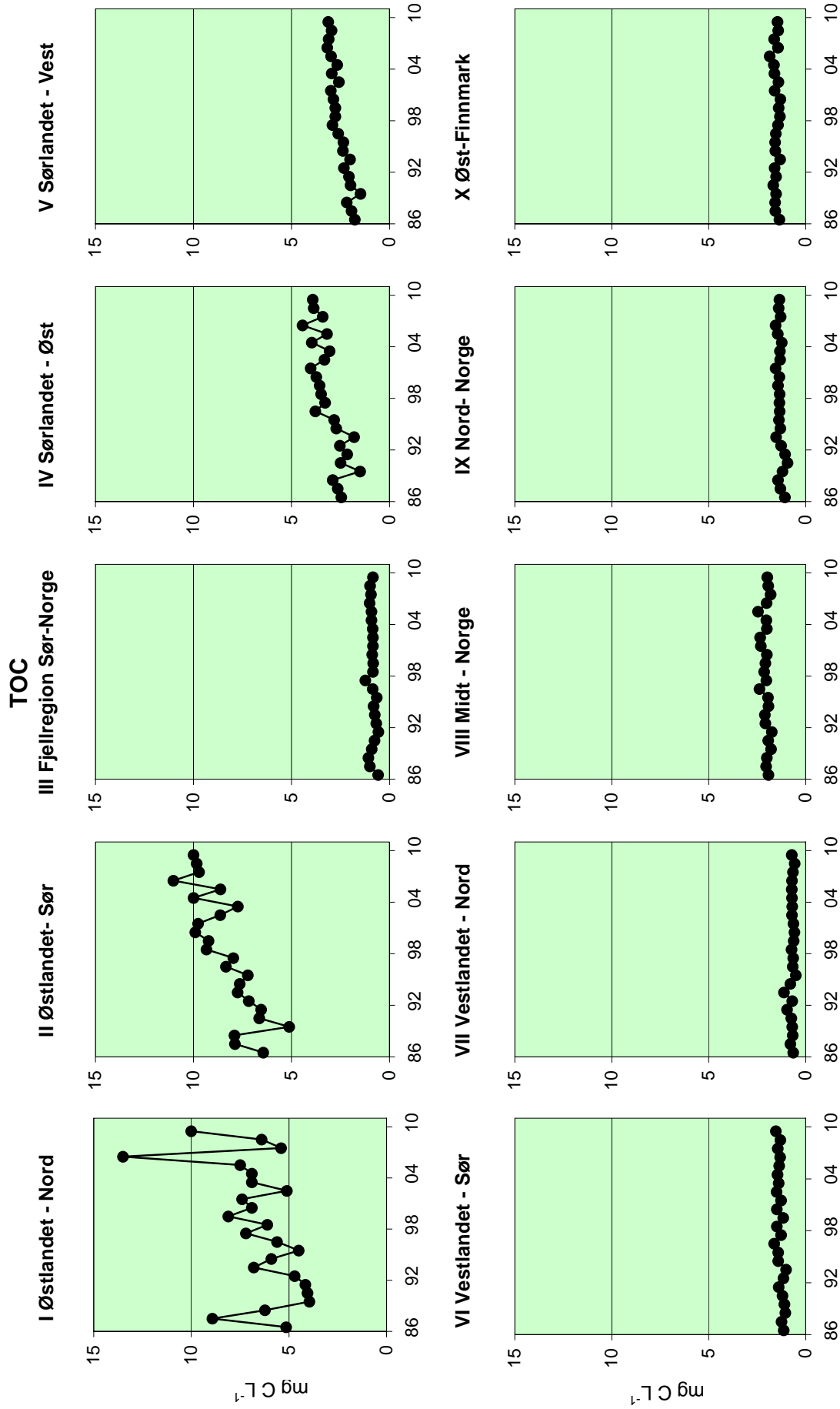




Figur 22. Trender for perioden 1986-2009 for pH for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 23. Trender i LAI (labilt uorganisk (bundet) aluminium) for perioden 1986-2009 for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 24. Trender i TOC (total organisk karbon) for perioden 1986-2009 for innsjøer i de 10 regionene.

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

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

Øst-Finnmark har tidligere vært gjenstand for et eget overvåkingsprogram; Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Fra 1996 har resultatene fra Øst-Finnmark blitt rapportert sammen med det nasjonale programmet for *Overvåking av langtransporterte luftforurensninger*. Seks små vann på Jarfjordfjellet helt mot grensen til Russland (Figur 25) er i tillegg til forsuringsparametere også blitt analysert for tungmetaller (Cu og Ni) siden 1990 (med unntak av 1996 og 1997). Fra 2000 har vi også analysert mht Pb, Zn, Cd, Cr, Co og As.

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

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

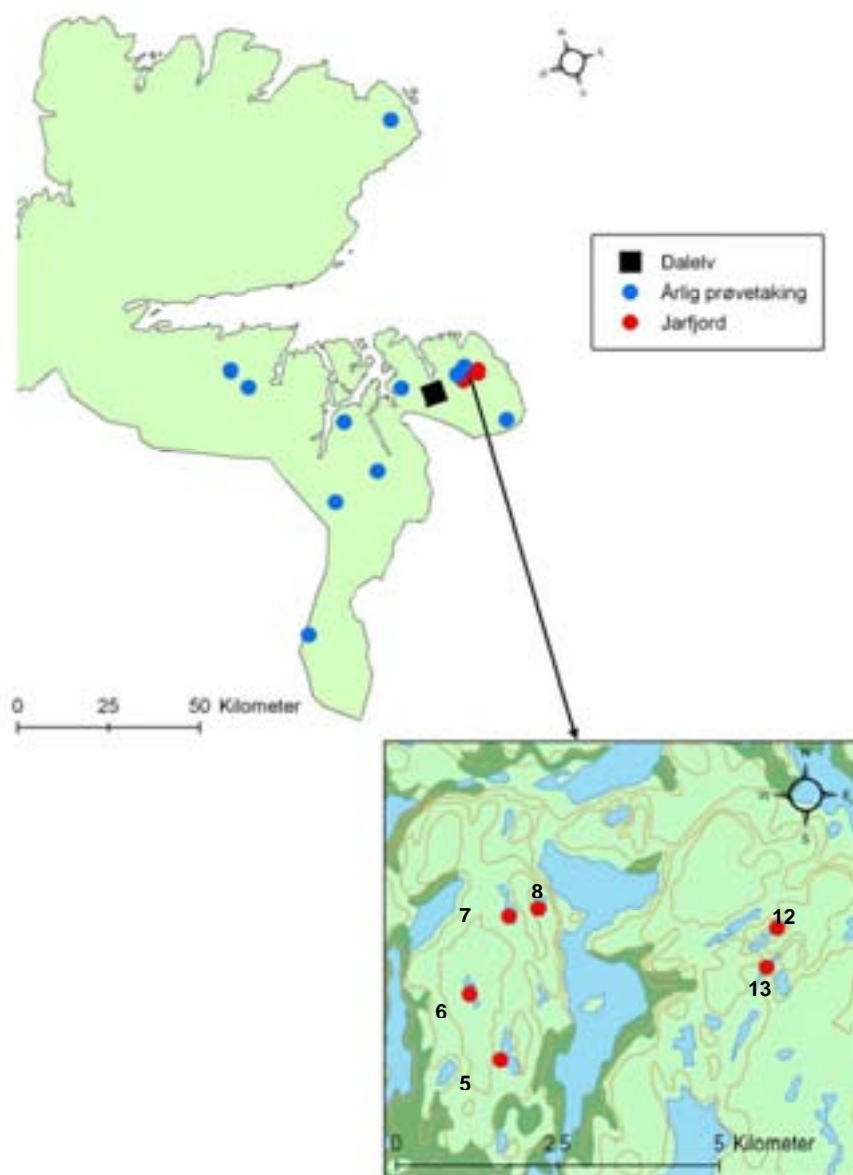
#### 3.4.1 Forsuring

Innsjøene på Jarfjordfjellet har vist en stabil og positiv vannkjemisk utvikling siden overvåkingen startet i 1987 (Figur 26). Sulfat har vist en markert nedgang gjennom overvåkingsperioden. Gjennomsnittlig konsentrasjon av ikke-marin sulfat i de seks sjøene har falt fra 113 µekv L<sup>-1</sup> i 1988 til 57 µekv L<sup>-1</sup> i 2009, det laveste gjennomsnittet som hittil er registrert.

Fra 1986 fram til 2003 har det vært en jevn økning i pH fra en gjennomsnitts-pH < 5 i 1989 til rundt 5,6 de tre siste årene. I 2009 var verdiene for pH de høyeste som er målt siden overvåkingen startet i 1986 (pH 5,66). Alkalitet viste positive verdier første gang i 1992, mens ANC viste positive verdier første gang i 2000. Siden den gang har gjennomsnittlig ANC variert fra 0 µekv L<sup>-1</sup> i 2001 til 15 µekv L<sup>-1</sup> i 2007. Aluminium har stabilisert seg på et lavt nivå siden 2005.

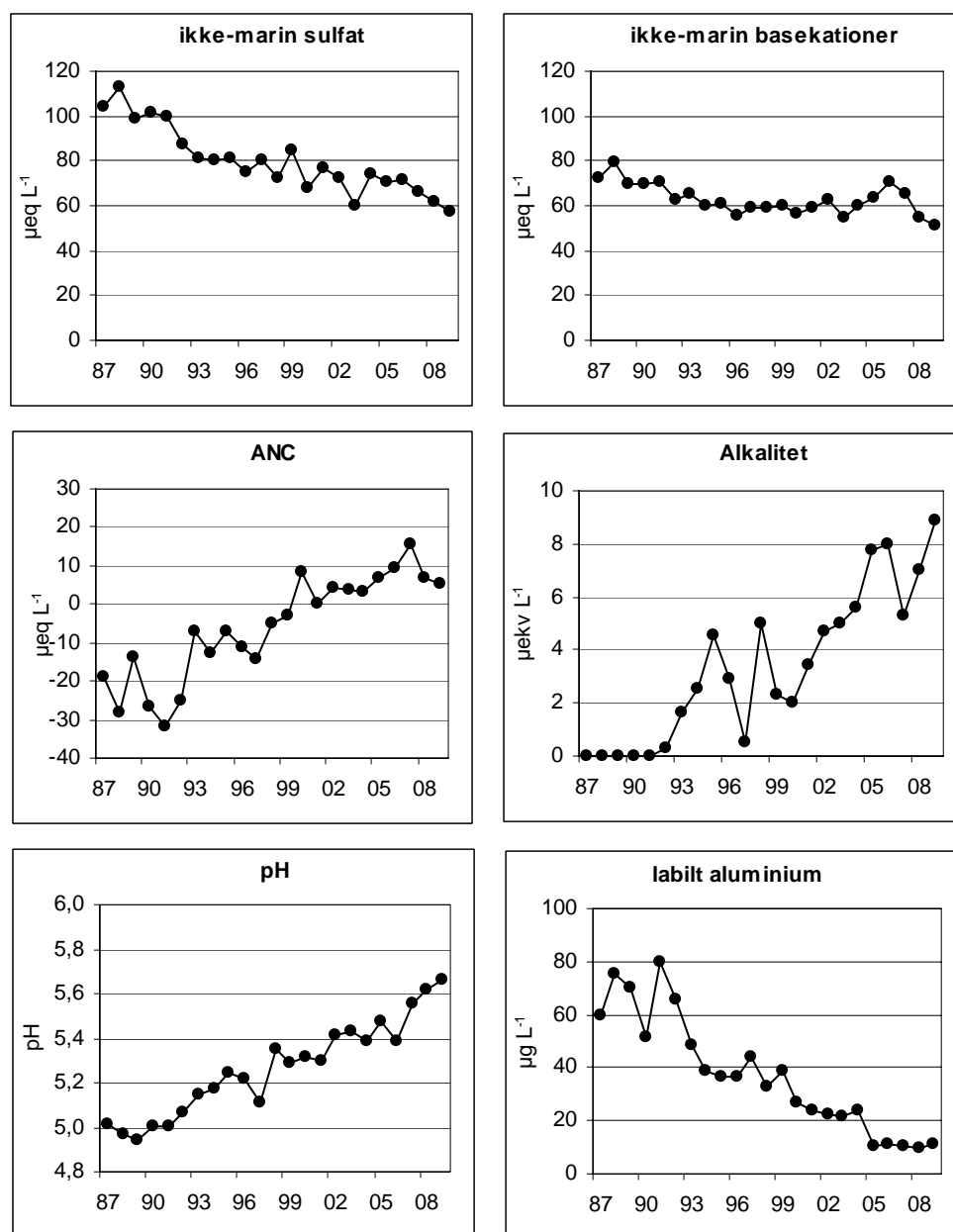
Basekationer (sum ikke-marin Ca+Mg) viser nedgang fra 80 til 60 µekv L<sup>-1</sup> fra 1987 til 1994, og har siden fluktuert rundt 60 µekv L<sup>-1</sup>. Etter fire påfølgende år med økning i konsentrasjonen av ikke-marine basekationer mellom år 2003 og 2006, har de fire siste årene vist en tilsvarende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

Innsjøene er ikke påvirket av N-deposisjon. Gjennomsnittsverdien for NO<sub>3</sub>-N var < 1 µg L<sup>-1</sup> og for NH<sub>4</sub>-N < 2 µg L<sup>-1</sup> i 2009.



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.



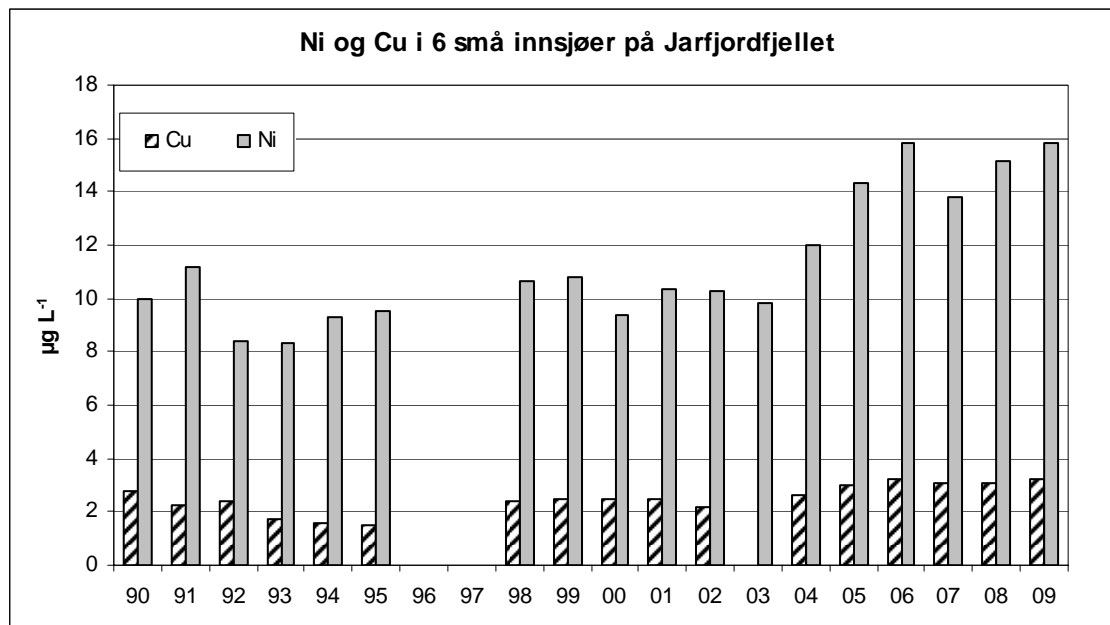
Figur 26. Forsuringsparametre for seks små vann på Jarfjordfjellet i 1987-2009. Middelerverdier for ikke-marine basekationer ( $\text{BC}^*$ ), ikke-marin sulfat ( $\text{SO}_4^*$ ), ANC, alkalitet, pH og labilt aluminium.

### 3.4.2 Tungmetaller

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

Konsentrasjonene av nikkell og kobber viste ingen endringer fra 1990 fram til 2003 (Figur 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 nikkell og kobber i nedbørfeltene fortsatte. Utvaskingen av tungmetaller fra nedbørfeltene var betydelig lavere enn de luftbårne tilførslene (for nikkell ca 50 % og for kobber ca 10 % av tilførslene). Man kan ikke forvente noen markert nedgang i konsentrasjonene av tungmetaller i vann så lenge konsentrasjonene i jordsmonn og sedimenter sannsynligvis stadig øker. Smelteverket i Nikell har de siste årene sluttet å bruke malmen fra Norilsk med høyt svovelinnhold og bruker lokal malm med lavt svovelinnhold. Dette har imidlertid ikke påvirket metallutslippene i særlig grad. Fra 2004 til 2009 viser både Cu og Ni høyere konsentrasjoner i innsjøene på Jarfjordfjellet enn årene før (Figur 27, Tabell 8). I samme periode har det også vært en markert økning i nedfallet av Cu og Ni (Klif 2010). De regionale innsjøundersøkelsene fra 2004-2006 viste også en kraftig økning i Ni og Cu i den øverste delen av sedimentprofilen (Christensen *et al.* 2008, Rognerud *et al.* 2008).



Figur 27. Årlige middelveier for nikkell og kobber i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet fra 1990 til 2009.

I 1998 ble analyseprogrammet utvidet til å omfatte flere sporelementer enn kobber og nikkell (Tabell 8). Av disse er det spesielt kobolt som har markert høyere konsentrasjoner enn det som er vanlig i norsk overflatevann (Skjelkvåle *et al.* 1996). Det er små endringer i metallkonsentrasjonene fra 2009 sammenlignet med foregående år.

Tabell 8. Sporelementer i seks små innsjøer på Jarffjordfjellet, oktober 2009, og middelveier av de samme elementene i perioden 2000-2008. Middelveiene for Norge fra 1995 er vist for sammenligning (Skjelkvåle1999)

VANN	Ni	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Co	As
	µg L <sup>-1</sup>							
JAR-05	14,3	2,9	0,06	1,8	0,031	0,2	0,59	0,2
JAR-06	20,7	4,9	0,08	2,2	0,034	0,2	1,01	0,22
JAR-07	11,0	2,2	0,03	1,4	0,010	0,2	0,17	0,2
JAR-08	14,6	2,1	0,04	2,5	0,025	0,1	0,24	0,2
JAR-12	21,8	4,5	0,10	2,4	0,032	0,1	1,31	0,27
JAR-13	12,6	2,6	0,03	1,3	0,010	0,2	0,32	0,2
<b>Middelveier 2009</b>	15,8	3,2	0,06	1,9	0,024	0,2	0,61	0,22
Middelveier for Norge 1995 n=998	0,05	0,3	0,17	1,5	<0,02	<0,1	0,05	<0,1
Middelveier 2008	15,1	3,1	0,03	2,2	0,041	0,2	0,62	0,21
Middelveier 2007	13,8	3,0	0,09	2,1	0,049	<0,1	0,61	0,13
Middelveier 2006	15,9	3,2	0,08	2,2	0,062	0,22	0,69	0,20
Middelveier 2005	14,3	3,0	0,14	2,2	0,038	0,12	0,65	0,32
Middelveier 2004	12,0	2,6	0,07	2,5	0,025	0,10	0,68	
Middelveier 2003	9,8				0,024	<0,1	0,59	0,17
Middelveier 2002	10,3	2,2	0,07	2,2	0,022	<0,1	0,63	0,13
Middelveier 2001	10,3	2,5	0,12	2,8	0,023	0,10	0,63	0,21
Middelveier 2000	9,4	2,5	0,10	1,8	0,016	<0,1	0,59	0,22



### 3.5 Vannkjemiske trender i elver

I elveovervåkingen inngår nå kun to elver. Disse elvene har en del kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltet som man antar kan påvirke vannkjemien i hovedelva. Begge elvene viser det samme mønsteret som i andre deler av den vannkjemiske overvåkingen. Sulfat avtar, men nedgangen har vært mindre markant på 2000-tallet enn på 1990-tallet. I 2009 viser Gjerstadelva den hittil laveste registrerte årsmiddelkonsentrasjonen av sulfat siden målingene startet, mens verdien for Årdalselva er blant de laveste. Gjerstadelva viser klar nedgang i nitrat, men ikke Årdalselva. Hvis elvene skulle være påvirket av kalking ville vi først og fremst sett dette på nivået av basekationer. I Gjerstadelva er det ingen målbar økning i basekationer. I Årdalselva ble det observert en svak økning av konsentrasjonen av basekationer fram til år 2002, men den har siden sunket noe igjen. Dette viser at disse to elvene er lite påvirket av kalkingsaktivitetene i nedbørsfeltet. Den kraftige nedgangen i sulfat sammen med små endringer i nivået av basekationer har medført en økning i ANC i begge elvene. pH i elvene er høyere i dag enn ved starten av overvåkingen, men det er ingen tydelig trend og økningen ser ut til å ha foregått over noen få år på begynnelsen av 90-tallet. Labilt (uorganisk bundet) aluminium hadde mye høyere konsentrasjoner i starten av overvåkingen enn det vi observerer i dag. Nivået har vært nokså stabilt siden midten av 90-tallet. Konsentrasjonen av TOC har økt i Gjerstadelva siden slutten av 80-tallet, men ser nå ut til å ha stabilisert seg. Årdalselva har lave konsentrasjoner av TOC og ingen trend over tid. Det inntraff en sjøsaltepisode i Gjerstadelva i mars 2009. I etterkant falt pH under 6,0 og det ble målt en konsentrasjon av labilt aluminium på  $38 \mu\text{g L}^{-1}$ .

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 nedbørsfeltet som man kan anta påvirker vannkjemien i hovedelva. Vi har satt starttidspunkt for "kalking" til 1984-86 for Gjerstadelva og 1995-97 for Årdalselva. Dette baserer seg på at de generelle kalkingsaktiviteten i vassdraget startet omtrent da, men det sier ingenting om intensiteten av kalkingen. Middelverdier for utvalgte nøkkelparametre i 2009 i de to elvene er gitt i Tabell 9.

Tabell 9. Middelverdier for utvalgte parametre i 2009. ANC=syrenøytraliserende kapasitet, TOC=total organisk karbon. LAl=labilt aluminium.

Region	Fylke	Elv	Ikke-marin SO <sub>4</sub> $\mu\text{ekv L}^{-1}$	pH	Ikke- marin (Ca+Mg) $\mu\text{ekv L}^{-1}$	ANC $\mu\text{ekv L}^{-1}$	TOC $\text{mg C L}^{-1}$	LAL $\mu\text{g L}^{-1}$
IV	Aust-Agder	Gjerstadelva	37	6,11	97	73	5,4	13
VI	Rogaland	Årdalselva	14	6,35	50	41	1,2	3

Tidstrender for et utvalg av parametre er vist som enkeltobservasjoner i Figur 28 til Figur 35, og som årsmiddelverdier i Figur 36. I det følgende vil disse trendene bli diskutert og kommentert.

#### Sulfat

Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat i elvene er høyere i Gjerstadelva i øst ( $37 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2009) enn i Årdalselva i vest ( $14 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2009). Dette skyldes både den sterke øst/vest-gradienten i nedbørsmengde og avrenning, og forskjeller i svovelavsetning. Begge elvene har hatt en sterk prosentvis nedgang i konsentrasjonene av ikke-marin sulfat siden 1980. Basert på lineær regresjon har nedgangen fra 1980 til 2009 for Årdalselva og Gjerstadelva vært hhv 58 % og 66 % (Tabell 10). En stor del av reduksjonen skjedde fram til 2000, og etter dette har endringene avtatt. Middelkonsentrasjonen for 2009 av ikke-marin sulfat i Gjerstadelva er den laveste som er registrert siden 1980, mens tilsvarende verdi for Årdalselva er identisk med den fra 2007.

Tabell 10. Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1980 til 2009. Tallene er basert på lineær regresjon.

	Region	1980 $\text{SO}_4^* \mu\text{ekv L}^{-1}$	2009 $\text{SO}_4^* \mu\text{ekv L}^{-1}$	Endring per år $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% endring 1980-2009
Gjerstad	IV	111	38	2,5	66
Årdalselva	VI	35	15	0,7	58

### Nitrogen

Konsentrasjonene av nitrat er relativt lav i begge elvene. Årsmiddelkonsentrasjonene i Gjerstadelva har de siste 30 årene vært noe høyere enn i Årdalselva, og det var gjaldt også for 2009 (Tabell 11). I motsetning til Årdalselva har imidlertid Gjerstadelva vist en avtagende trend siden overvåkingen startet, så nitratkonsentrasjonene i de to elvene har nærmet seg hverandre.

Fra 2005 har det blitt analysert mhp ammonium i elvene. Middelkonsentrasjonene er generelt lave,  $\leq 18 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2009, og prøvetakingen i 2009 avdekket ingen episoder med høye konsentrasjoner. Ved å analysere på ammonium, lar det seg også gjøre å beregne konsentrasjonen av totalt organisk nitrogen (TON), ved å trekke konsentrasjonen av nitrat og ammonium fra konsentrasjonen av totalt nitrogen. TON henger sammen med TOC. Masseforholdet mellom TOC og TON ligger på 25 i Gjerstad, og noe lavere i Årdalselva (11).

Tabell 11. Årsmiddelkonsentrasjon av ulike nitrogenforbindelser i overvåkingselvene i 2009. Totalt organisk nitrogen (TON) er beregnet som differansen mellom total nitrogen (Tot-N), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

Elv	$\text{NO}_3^-$ $\mu\text{g N L}^{-1}$	$\text{NH}_4^+$ $\mu\text{g N L}^{-1}$	TON $\mu\text{g N L}^{-1}$	TOC/TON $\mu\text{g } \mu\text{g}^{-1}$
Gjerstadelva	143	18	213	25
Årdalselva	122	4	105	11

### ANC og basekationer

Gjerstadelva og Årdalselva har en del kalkingsaktivitet (innsjøkalking) i nedbørsfeltet. Det er først og fremst endringer i nivået av kalsium som viser om en lokalitet er kalket. I denne rapporten uttrykker vi basekationene ved hjelp av den ikke-marine delen (dvs bare den delen som "produseres" i nedbørsfeltet). I Gjerstadelva er det ingen klare trender i basekationer som antyder at kalkingsaktiviteten på noe tidspunkt kan ha vært så omfattende og intens at den har målbart påvirket vannkjemien i hovedelva. I Årdalselva viste konsentrasjonen av basekationer en økende trend i tidsrommet 1990-2002, men har siden sunket noe. Dette mønsteret kan være forårsaket av kalking, men kan også være et resultat av den kjemiske gjenhentingsprosessen som observeres i mange andre overvåkingslokaliteter i Sør-Norge. Den kraftige nedgangen i sulfat sammen med en uendret, eller svak økning i basekationer, medfører en markert økning i ANC i begge elvene. Middelerdiene for ANC i de to elvene i 2009 var  $41 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Årdalselva og  $73 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Gjerstadelva. Begge elvene har nå en vannkvalitet som teoretisk sett skal kunne være tilstrekkelig for overlevelse og reproduksjon av både ørret og laks. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det fortsatt forekommer episoder som kan være problematiske for fisk.

### pH

Langtidstrender i pH i Gjerstadelva (fra 1965) og Årdalselva (fra 1972) viser begge omtrent det samme mønsteret, men med litt tidsforskyvning. I Gjerstadelva fluktuerte alle pH-observasjonene mellom 5 og 6 fram til omkring 1990, deretter steg pH inntil 1995. Fra 1995 og fram til i dag har hovedtyngden av alle målinger av pH vært mellom 5,5 og 6,5. I Årdalselva var pH mellom 5,5 - 6,2 fram til midten av 80-tallet, etter 1995 har pH variert mellom 6 og 6,6. Middel-pH i de to elvene var hhv 6,35

(Årdalselva) og 6,11 (Gjerstadelva) i 2009. Det var kun i Gjerstadelva at det ble registrert to pH-målinger under 6,0 i 2009.

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

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

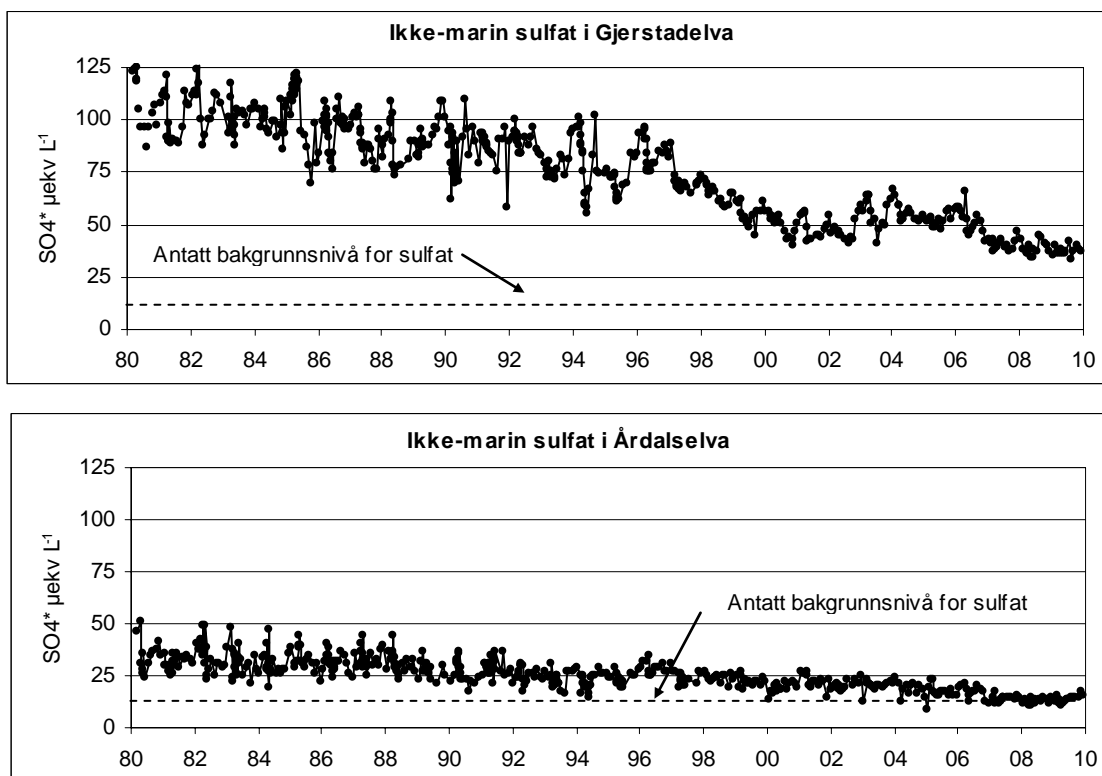
De to elvene har ganske likt nivå av klorid. Dette skyldes at de har omtrent samme vindeksponering og nærhet til kysten til tross for at de ligger i to forskjellige landsdeler. Langstidstrendene viser at det med ujevne mellomrom inntreffer sjøsaltepisoder som fanges opp av overvåkingen. I Gjerstadelva inntraff en sjøsaltepisode i mars 2009. Kloridkonsentrasjonene var på høyde med dem som ble målt i 2006, men mindre enn under episoden som inntraff mot slutten av 1987. I Årdalselva er det særlig episoder i 1993, 1994 og 2005 som er dokumentert. I 2009 fanger ikke overvåkingen opp noen sjøsaltepisoder i Årdalselva. De høyeste kloridkonsentrasjonene i 2009 ble registrert 15. mars og 1. april for hhv. Gjerstadelva og Årdalselva.

### **TOC**

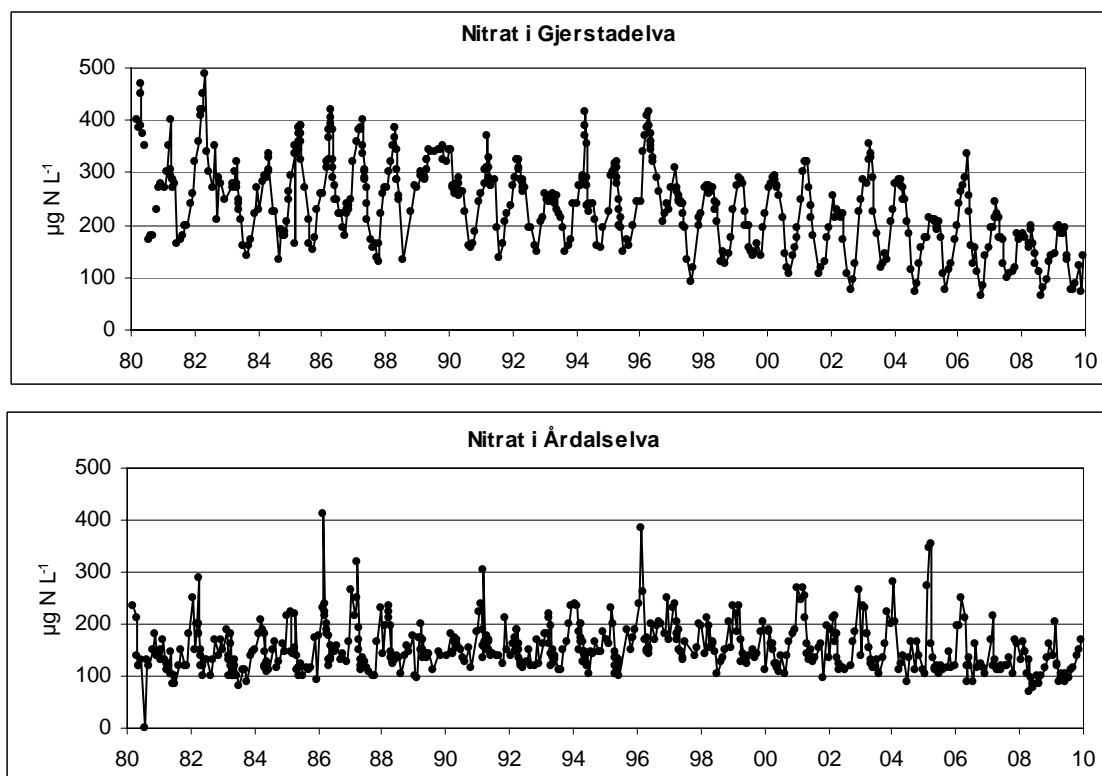
Gjerstadelva og Årdalselva hadde middelkonsentrasjon av TOC på hhv 5,4 mg C L<sup>-1</sup> og 1,2 mg C L<sup>-1</sup> i 2009. Etter et relativt høyt TOC-nivå i Gjerstadelva på midten av 1980-tallet (årsmiddelkonsentrasjon 5,3 mg C L<sup>-1</sup>), sank årsmiddelkonsentrasjonene gradvis fram til 1989 (3,2 mg C L<sup>-1</sup>). Deretter steg verdiene kraftig gjennom 1990-tallet. I 2000 ble det registrert et midlertidig avtak trolig som følge av ekstremt mye avrenning om høsten og fortykning av TOC-konsentrasjonen i elvene. Etter dette økte verdiene gradvis igjen, og i 2006 hadde Gjerstadelva den høyeste middelkonsentrasjonen av TOC som er registrert i løpet av hele overvåkingsperioden (5,8 mg C L<sup>-1</sup>). Konsentrasjonen av TOC i Gjerstadelva varierer mye både mellom enkeltmålinger og fra år til år. De siste åtte årene har årsmiddelkonsentrasjonen ligget på 5-6 mg C L<sup>-1</sup> uten å vise noen systematisk trend. Årdalselva har lavt nivå av TOC og liten år til år variasjon. Det er ikke mulig å spore noen endringer i TOC over tid i Årdalselva.

### **Aluminium**

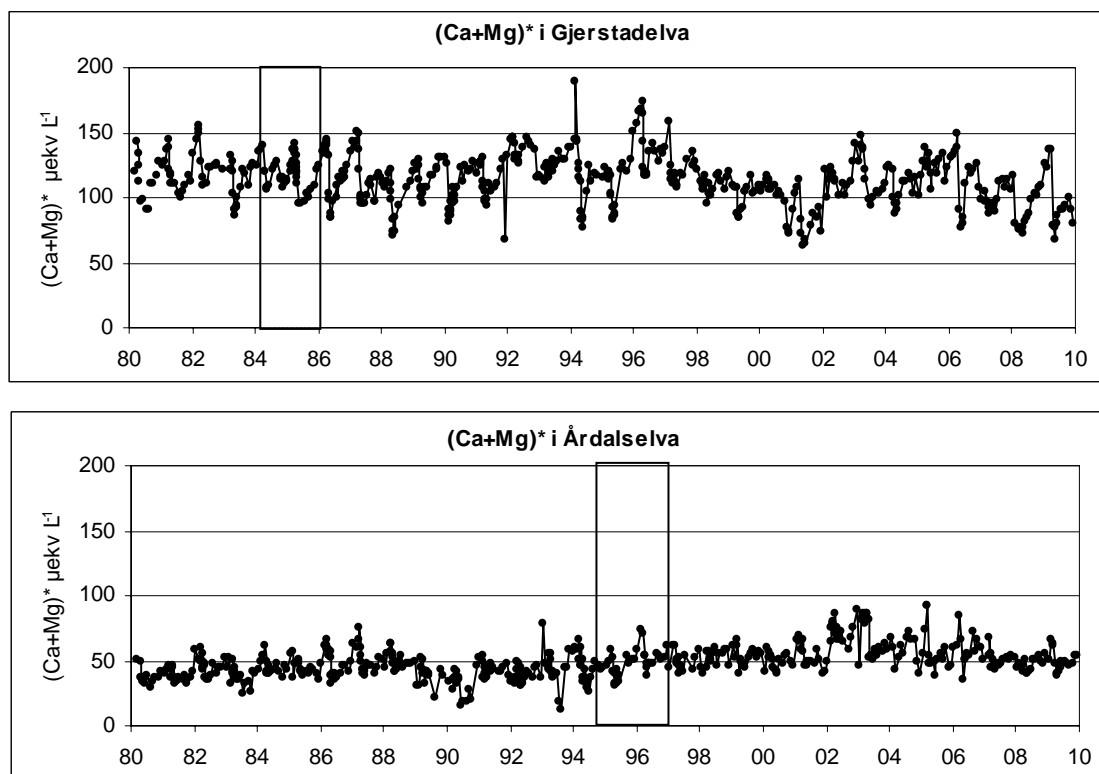
Begge elvene viser en markert nedgang i labilt aluminium (LAl) gjennom overvåkingstidsrommet. Det høyeste årsmidlet av labilt Al var på 90 µg L<sup>-1</sup> i 1988 i Gjerstadelva og 21 µg L<sup>-1</sup> i Årdalselva i 1990. I 2009 var årsmiddelverdiene av labilt Al på hhv. 10 og 3 µg L<sup>-1</sup>. I Gjerstadelva har imidlertid årsmiddelkonsentrasjonene av LAl, i likhet med pH, holdt seg tilnærmet konstant siden midten av 90-tallet. Det er bare registrert fire enkeltmålinger av LAl-konsentrasjoner mellom 30 og 40 µg L<sup>-1</sup> de siste 4 årene, deriblant én i 2009 (38 µg L<sup>-1</sup>). Dette er nivåer hvor det kan oppstå skader på laks i vassdragene. Mest sannsynlig er vannkvaliteten i Gjerstadelva marginal, dvs at vannkvaliteten er bra nok mesteparten av tiden, men suboptimal under spesielle episoder (flom, tørke, sjøsaltepisoder, evt også episoder med mer forurenset luft). I Årdalselva har middelkonsentrasjonen av LAl vært lav (< 5 µg L<sup>-1</sup>) siden 90-tallet. Det har heller ikke blitt målt konsentrasjoner over 10 µg L<sup>-1</sup> siden år 2000, så episoder spiller nå en mindre rolle i dette vassdraget.



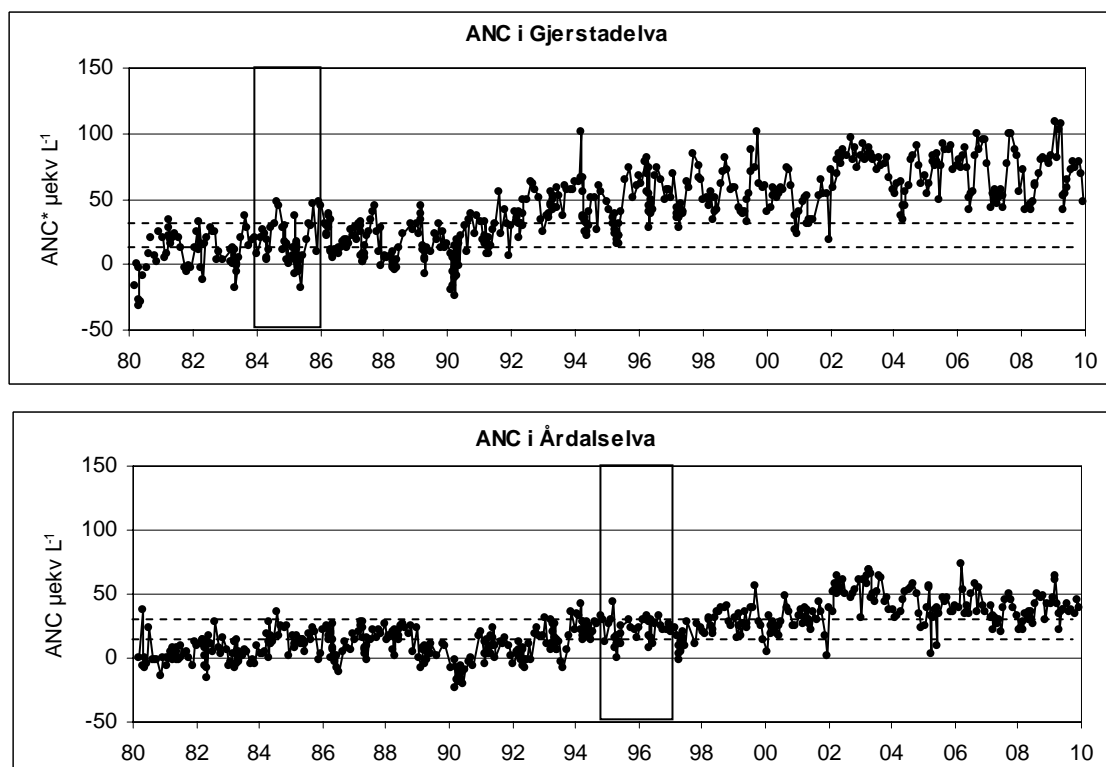
Figur 28. Ikke-marin sulfat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2009. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Den stiplede linjen antyder antatt bakgrunnsnivå for sulfat, ca.  $10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ .



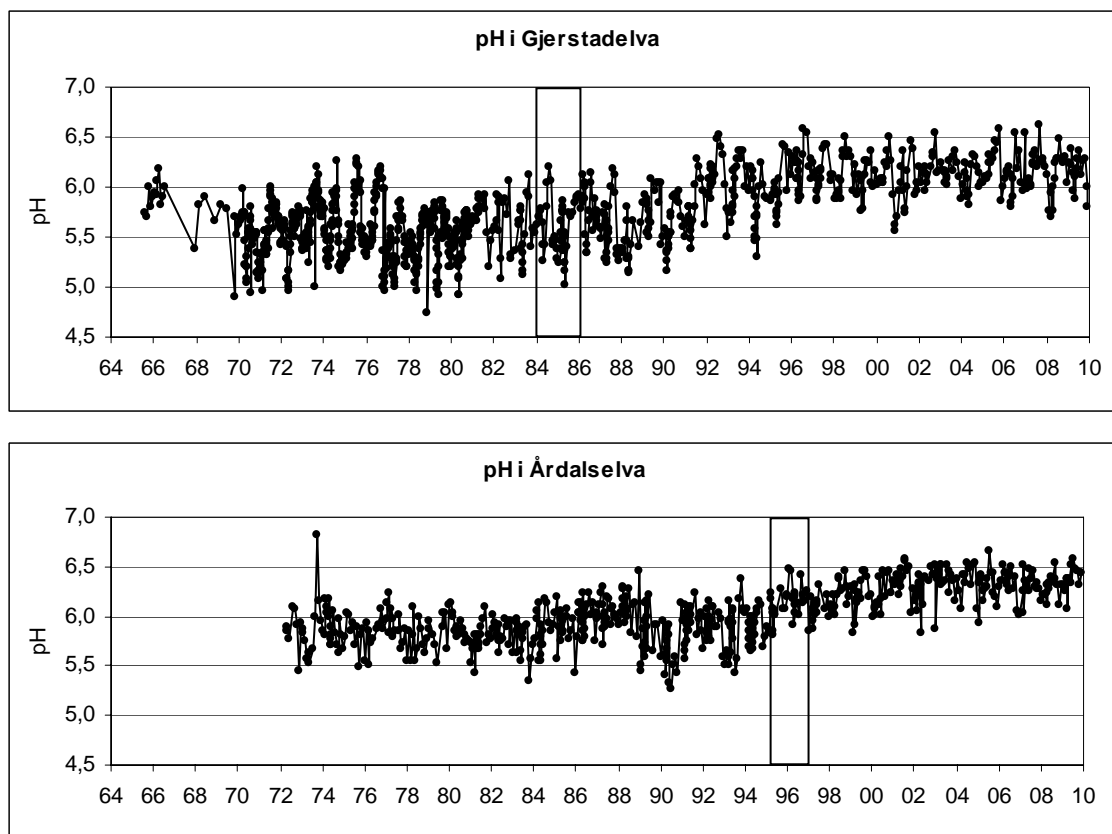
Figur 29. Nitrat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2009. Enhet  $\mu\text{g N L}^{-1}$ .



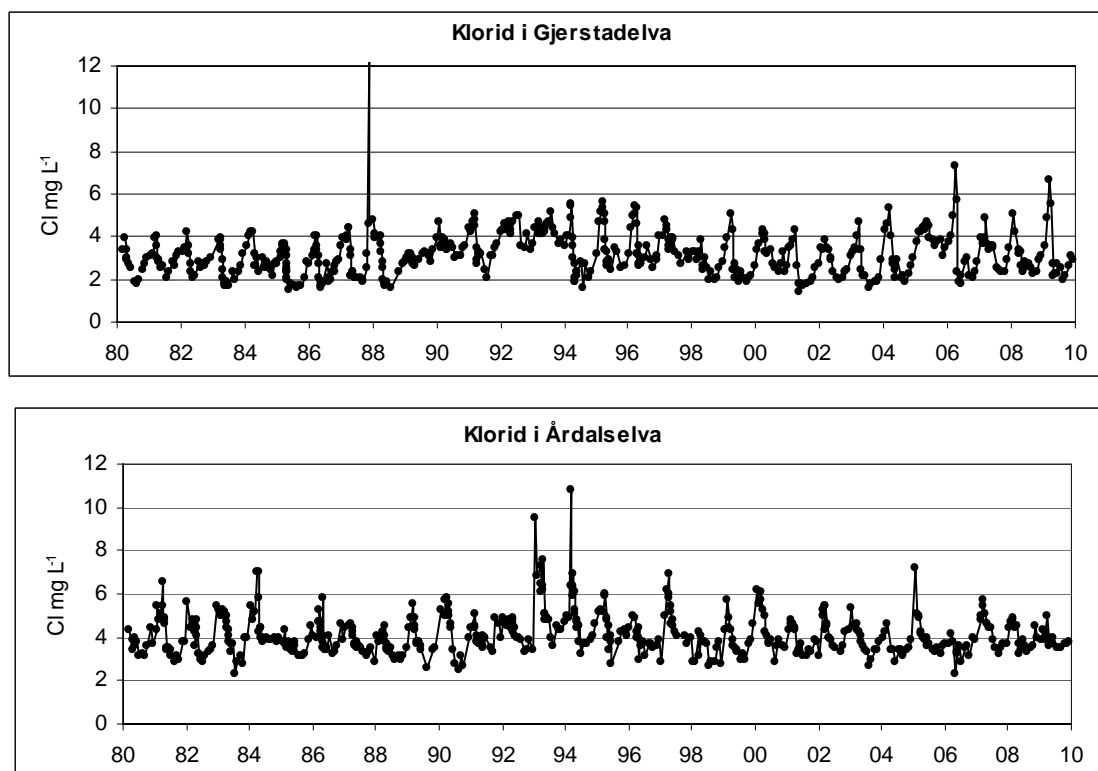
Figur 30. Ikke-marin kalsium + magnesium i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2009. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltet til elvene.



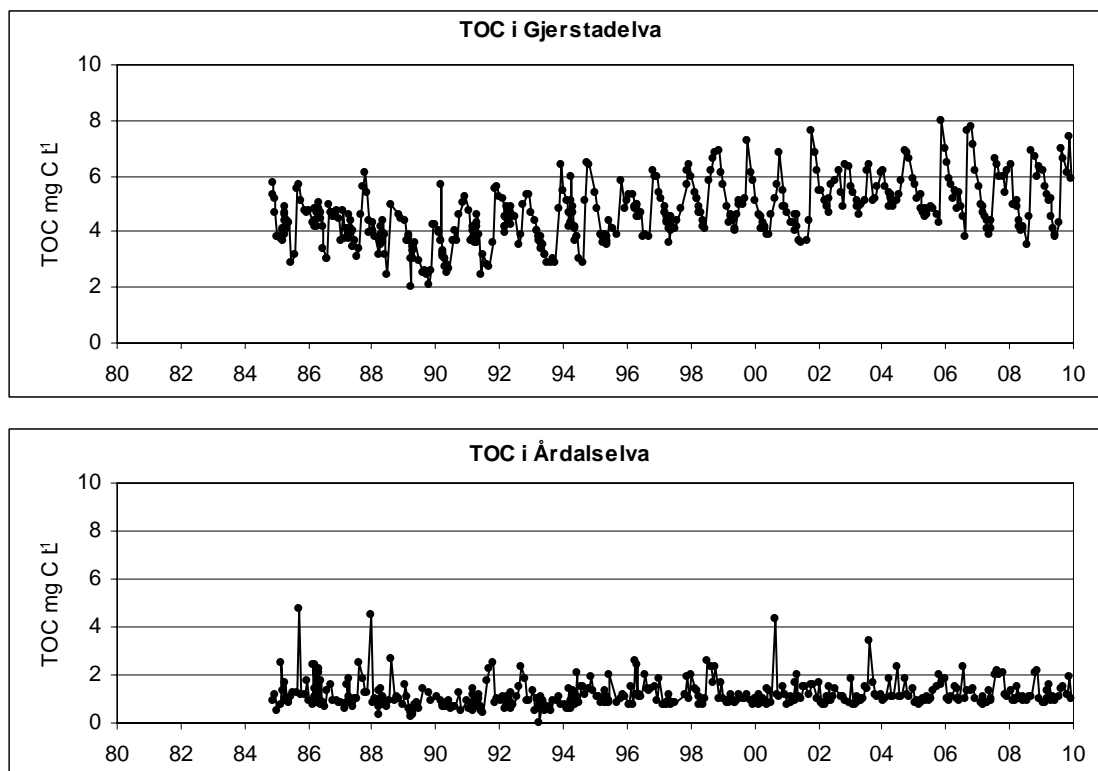
Figur 31. ANC i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2009. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltet til elvene. De stiplede linjene antyder antatte grenseverdier for laks ( $30 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og innlandsørret ( $15 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) (Henriksen et al. 1995, Kroglund et al. 2002).



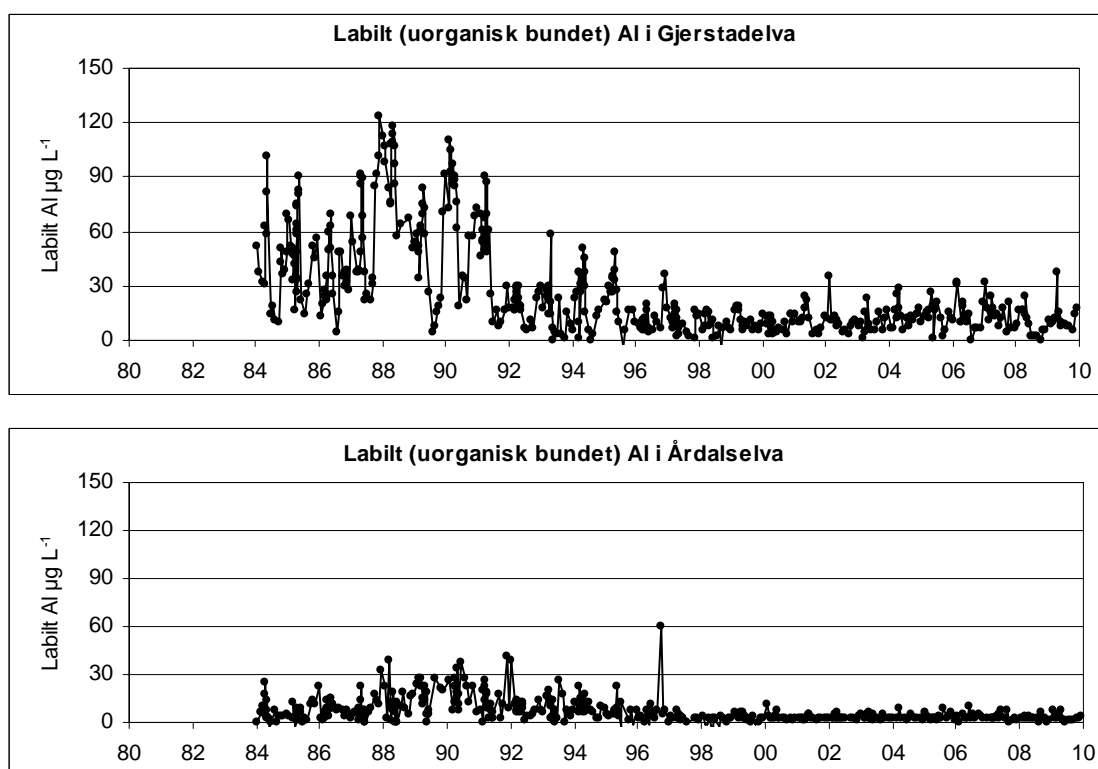
Figur 32. pH i Gjerstadelva og Årdalselva fra hhv 1965 og 1972 frem til 2009. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltene.



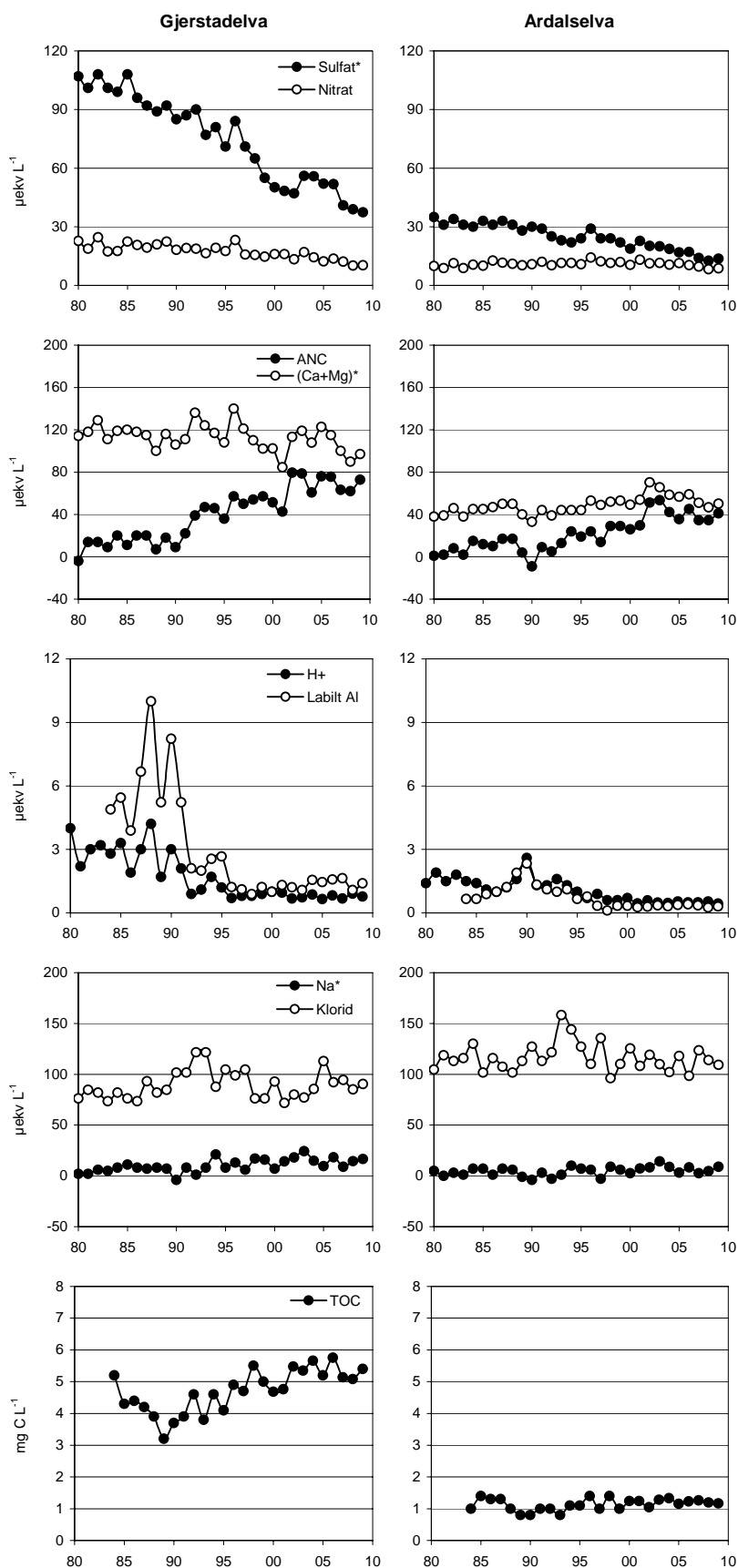
Figur 33. Klorid i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2009. Enhet mg L<sup>-1</sup>.



Figur 34. Total organisk karbon (TOC) i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2009. Enhet  $\text{mg C L}^{-1}$ .



Figur 35. Labilt (uorganisk bundet) Al i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1984 - 2009. Enhet  $\mu\text{g L}^{-1}$ .



Figur 36. Årsmiddelverdier av utvalgte parametre i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980-2009.



### 3.6 Vannkjemiske trender i feltforskningsområdene

Perioden 1980 til 2000 var preget av en sterk nedadgående trend i konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i alle feltforskningsområdene. Etter 2000 fortsetter nedgangen, selv om noen av feltforskningsstasjonene viser en gradvis utflating av trendene (spesielt Dalelv og Langtjern). Vi kan derfor ikke forvente like store årlige vannkvalitetsforbedringer nå som på 1990-tallet. Sees hele overvåkingsperioden under ett, har sulfat-konsentrasjonene avtatt med 72-85 % i Birkenes, Storgama og Langtjern og med 48-54 % i de andre feltforskningsområdene. Den kraftige reduksjonen av ikke-marin sulfat siden 1980 har medført store forbedringer mht. ANC, pH og labilt Al i de mest forsurede områdene. Trendanalyser viser at Storgama, Langtjern og Dalelva har hatt en signifikant nedgang i nitrat-konsentrasjon i perioden 1990-2009. I samme periode har Birkenes, Storgama og Øygardsbekken vist en signifikant oppadgående trend i TOC-konsentrasjoner. Ingen felter viser avtakende trend i TOC. Utviklingen ser ut til å være del av en større, regional trend i Nord-Europa og Nord-Amerika, som settes i sammenheng med både klimatiske forhold og redusert sur nedbør.

Årsmiddelkonsentrasjoner for feltforskningsstasjonene beregnes som årlige volumveide middelkonsentrasjoner, bortsett fra Svartetjern der aritmetisk middelvei er brukt siden stasjonen mangler vannføringsmålinger. Volumveide årsmidler er 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, Langtjern (Tabell 12). Det gjennomsnittlige avtaket på disse stasjonene samt Dalelva i Øst-Finnmark i 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 og Svartetjern startet målingene i hhv. 1993 og 1994, og siden den gang og fram til 2000 ble sulfat-konsentrasjonen redusert med hhv. 46 og 51 %.

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, 2000-2009 og 1980-2009. Beregningene er gjort ved enkel regresjon av årlig aritmetisk middelvei for hver enkelt stasjon. Svartetjern, Øygardsbekken og Dalelva har ikke full måleserie siden 1980 og årstallene i parentes angir start-år.

	1980-1990		1990-2000		2000-2009		1980-2009	
	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	-1.8	-29.2	-3.2	-72
Storgama	-1.2	-16	-3.6	-56	-1.2	-40.7	-2.3	-85
Langtjern	-1.3	-19	-3.4	-52	-1.3	-42.2	-2.0	-81
Kårvatn	-0.2	-13	-0.2	-18	-0.5	-43.0	-0.3	-54
Dalelva (89)			-2.9	-27	-1.7	-20.1	-1.8	-48
Svartetjern (94)			-2.3	-51	-1.1	-55.7	-0.4	-50
Øygardsbekken (93)			-4.0	-46	-1.6	-45.4	-0.7	-51

Siden 2000 har det vært en utflating i sulfat-trenden spesielt for Dalelv, med små år til år variasjoner. De andre feltforskningsstasjonene viser fremdeles en nedadgående trend i ikke-marin sulfat.

Ser en hele overvåkingsperioden (1980-2009) under ett, har konsentrasjonene avtatt med 72-85 % i Birkenes, Storgama og Langtjern, og 48-54 % i de andre feltforskningsområdene. Birkenes har hatt den største årlige nedgangen i sulfatkonsentrasjon i perioden 1980-2009 med -3,2  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ , etterfulgt

av Storgama og Langtjern med hhv.  $-2,3$  og  $-2,0 \mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ . Dalelva har siden 1989 hatt en gjennomsnittlig nedgang på  $-1,8 \mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ .

### Nitrat

Nitratkonsentrasjonene i feltforskningsområdene gjenspeiler i stor grad deposisjonsnivået; med de høyeste konsentrasjonsnivåene i Øygardsbekken, og deretter Birkenes og Storgama (*Figur 37*). Tre av feltene (Storgama, Langtjern og Dalelva) viser en signifikant ( $p < 0,01$ ) nedadgående trend i nitratkonsentrasjon fra 1990 basert på årsmidler og Mann-Kendall test. 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 2009 i feltforskningsfeltene. Denne gir en fin illustrasjon på hvordan biologisk aktivitet regulerer de ulike fraksjonene, med effektivt opptak av ammonium og nitrat gjennom vekstsesongen samtidig som konsentrasjonen av organisk nitrogen bygger seg opp. Forholdet mellom uorganisk og organisk nitrogen viser stor regional variasjon, på samme måte som TOC.

### ANC

Birkenes er nå det eneste av feltforskningsområdene som fremdeles har negativ årsmiddel-ANC hvert år ( $-10 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2009). 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. Vannkvaliteten er på grensen til å oppfylle betingelsene som innlandsørret trenger for å overleve. I Øygardsbekken har årsmiddel-ANC vekslet mellom positive og negative verdier siden 2003. I Dalelva har reduksjon av svovelavsetningen på 1990-tallet ført til en klar økning i ANC i løpet av samme periode. Etter et par år med noe lavere årsmiddel-ANC, er verdien for 2009 ( $61 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) tilbake på nivå med den høyeste som er registrert i Dalelva ( $65 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2006). I Langtjern, hvor organiske anioner dominerer ANC, forekommer det også perioder hvor vannkvaliteten er for dårlig for overlevelse av fisk i bekkene (Hindar og Larssen 2005). Dette på tross av at midlere ANC-verdi har stabilisert seg rundt  $40 \mu\text{ekv L}^{-1}$  de ti siste årene.

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

Feltene har en stor spennvidde i konsentrasjoner av ikke-marin kalsium og magnesium, verdiene fra 2009 varierer mellom  $9 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Svartetjern og  $93 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Dalelva (*Figur 38*). Dette gjenspeiler både forvittringshastighet (lavest ved Svartetjern og høyest ved Dalelva) og avrenningsmengde (fortynning). Birkenes, Storgama og Langtjern har vist signifikante ( $p < 0,01$ ) nedadgående tidstrender i ikke-marin kalsium og magnesium fram til i dag (Mann-Kendall test, årsverdier 1990-2009). Dette er også tilfelle for Dalelva ( $p < 0,01$ ), men her har trenden flatet noe ut siden 2002 sammenliknet med de tre førstnevnte feltforskningsstasjonene. Nedgangen i basekationer gjør at økningen av ANC ikke tilsvarer reduksjonen av sulfatkonsentrasjonen. Økningen i ANC i Birkenesfeltet er for eksempel liten sammenliknet 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 flere år før en ser en tydelig økning i konsentrasjonene av basekationer i avrenningsvannet (Larssen *et al.* 2002).

### 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 2009 var de to stasjonene fortsatt surest, men Storgama har gjennomgått en større forbedring (pH 4,9) enn Birkenes (4,7). Rangert etter surhetsnivå i 2009, følger deretter Langtjern (pH 5,2), Svartetjern (pH 5,2), Øygardsbekken (pH 5,4), Dalelva (pH 6,3) og Kårvatn (pH 6,3). Den største pH-forbedringen i de forsurede feltene skjedde i perioden 1990-

2002. Etter dette har trenden flatet mer ut, og det har vært noe større variasjon fra år til år. En stor del av denne variasjonen skyldes hydrologiske forhold og varierende sjøsaltpåvirkning.

### **Aluminium**

Blant de mest forsurede feltene; Birkenes, Langtjern og Øygardsbekken, har det vært en signifikant ( $p < 0,01$ ) reduksjon i konsentrasjonene av labilt Al (Mann-Kendall test, årsverdier) i perioden 1990-2009 (*Figur 39*). Birkenes har hatt spesielt stor nedgang totalt sett, men nivået i 2009 ( $154 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er fortsatt langt over kritisk grenseverdi for skader på fisk. Det er også langt over hva man finner i Øygardsbekken, Svartetjern og Langtjern; i alle disse feltene ble middelkonsentrasjon målt til  $30 \mu\text{g L}^{-1}$ , mens nivået i Storgama var litt lavere ( $24 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

Dalelva og Kårvatn har begge svært lav årsmiddelverdi (under deteksjonsgrensen på ca  $5 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Det er verdt å merke seg at det mobiliseres betydelig mer uorganisk aluminium per  $\text{H}^+$  ekvivalent i Birkenes enn for eksempel 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, Øygardsbekken og Svartetjern er mest påvirket av sjøsalter. Med unntak av enkelte år i Svartetjern, har disse feltene kloridkonsentrasjoner som gjennomgående ligger over  $100 \mu\text{ekv L}^{-1}$  på årsbasis (*Figur 40*). Året 1993 utmerker seg som et ekstremt sjøsaltår, særlig i Birkenes og Øygardsbekken. Sjøsaltepisoden i 1993 påvirket de fleste andre kjemiske komponenter, særlig ved å gi lave ANC- og pH-verdier i feltforskningsområdene. Årene 1997, 2000, 2005, 2007, 2008 og 2009 var også karakterisert ved betydelige sjøsaltepisoder, om enn ikke så sterke som i 1993. Sjøsaltepisodene i januar 2005 gav størst effekt i Birkenes og i Øygardsbekken, mens i 2007, 2008 og 2009 ble også Svartetjern berørt. Langtjern, Storgama og til dels Kårvatn har vesentlig lavere kloridkonsentrasjoner, fordi disse feltene ligger lenger vekk fra kysten. Her er sjøsaltpåvirkningen beskjeden, noe som gjenspeiles i mer stabil vannkjemi fra år til år og jevnere langtidstrender.

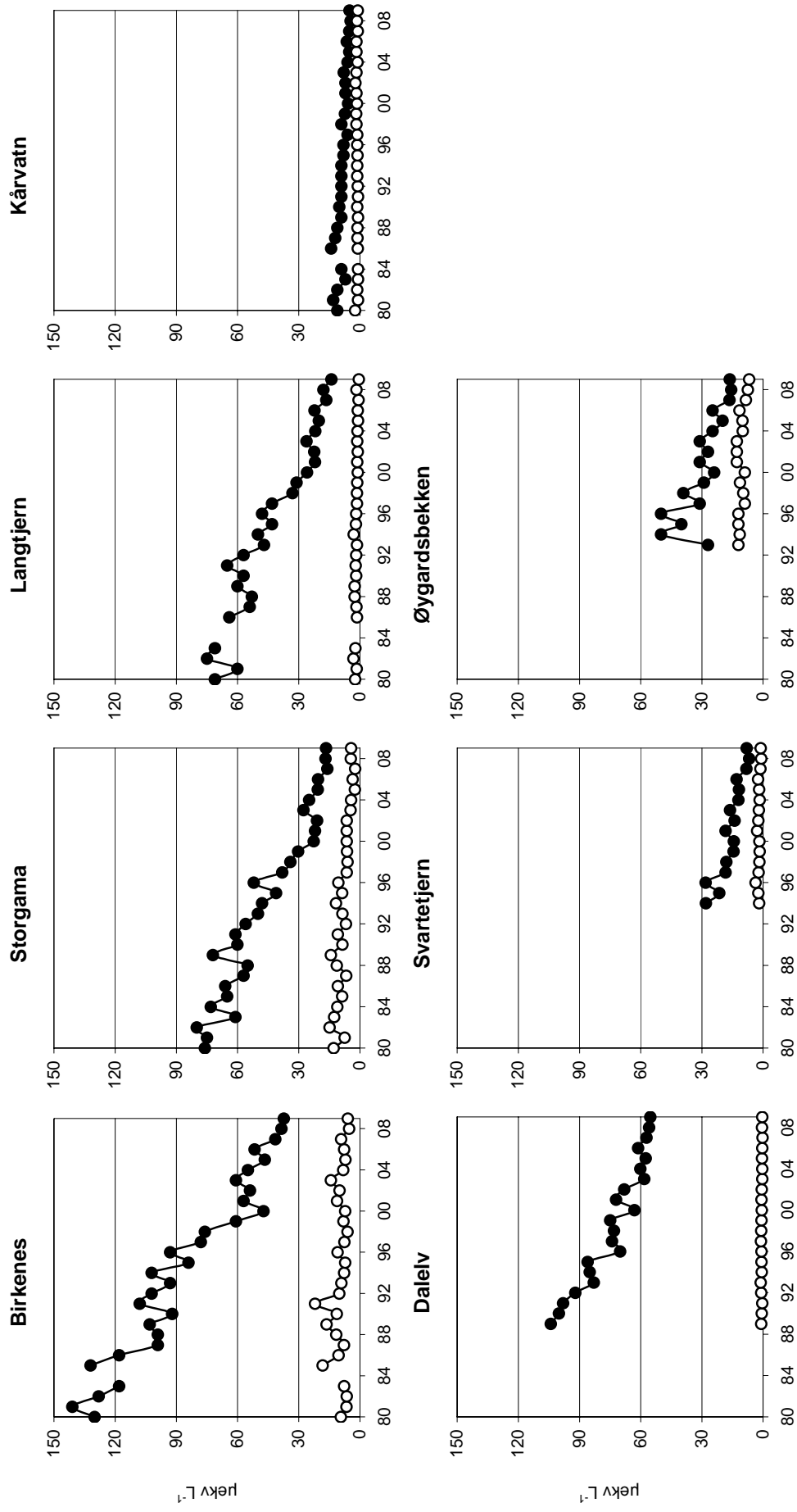
Sjøsaltepisoder vises også tydelig når man ser på veide årsmidler av ikke-marin natrium (*Figur 40*). Negative verdier indikerer år med sterke sjøsaltepisoder. Episoder med spesielt høye konsentrasjoner av sjøsalter i nedbøren kan forårsake at en del av natriumionene byttes ut med  $\text{H}^+$ -ioner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

### **TOC**

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon (TOC) er høyest i Langtjern ( $10 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2009) og lavest i Kårvatn ( $1,0 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2009) og Øygardsbekken ( $1,8 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2009) (*Figur 41*). Langtjern er karakterisert av lite nedbør, samt høy andel myr og barskog. Alle 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.

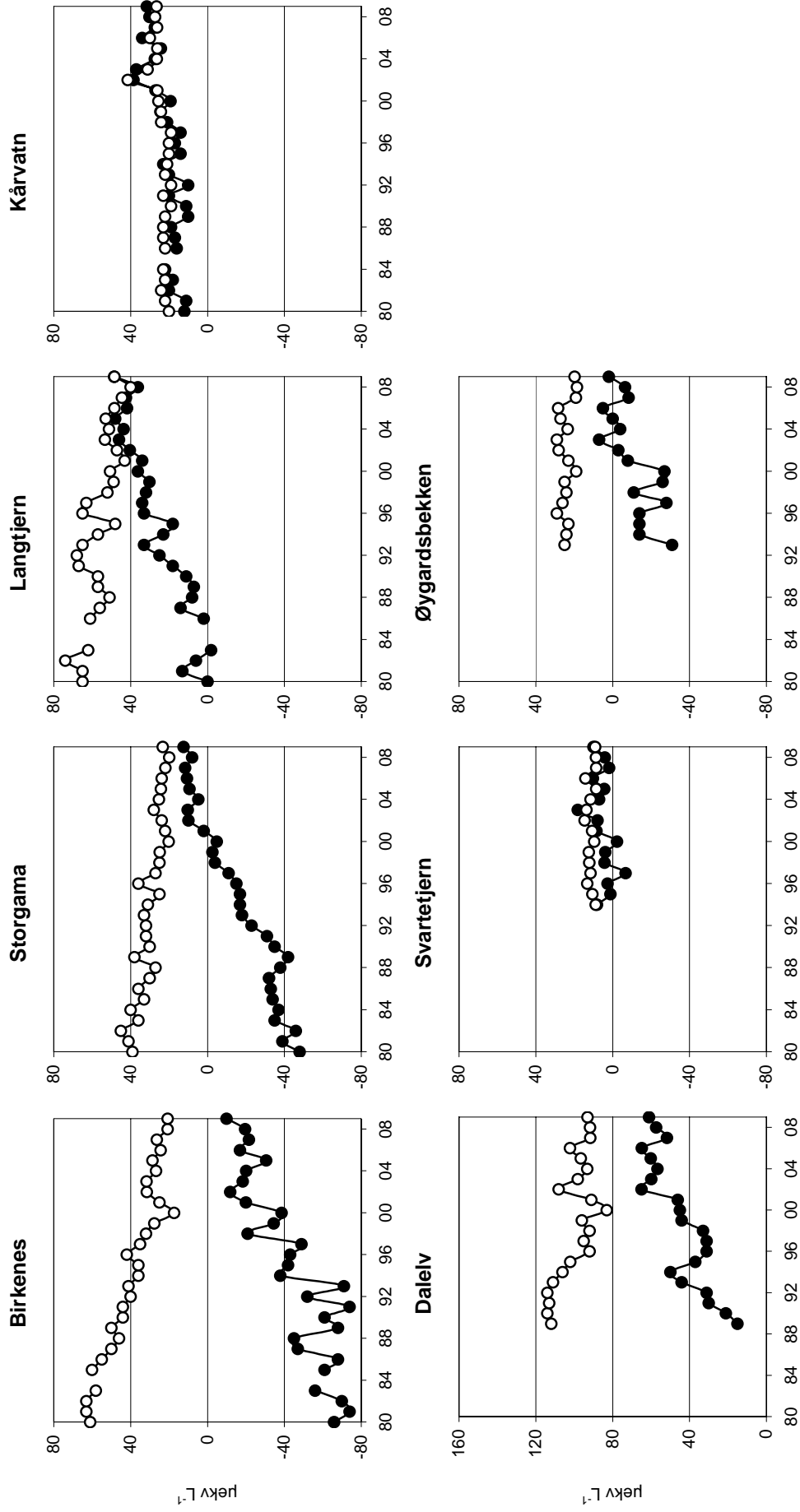
Det er først og fremst feltene på Øst- og Sørlandet som har vist økende trender i TOC i løpet av overvåkingsperioden. Økningen var særlig sterk på deler av 1990-tallet, men etter et midlertidig avtak omkring 2000 har konsentrasjonene igjen tatt seg opp. Følgende felt viser signifikant økende trend i TOC i perioden 1990-2009, basert på veide årsmidler og Mann-Kendall test; Birkenes og Storgama (begge med  $p < 0,01$ ), samt Øygardsbekken ( $p < 0,05$ ). TOC-økningen ser ut til å være en del av en større regional trend i Nord-Europa og Nord-Amerika, og avtakende sulfatavsetning ser ut til å være en viktig forklaringsvariabel (de Wit *et al.* 2007, Monteith *et al.* 2007).

### Felforskningsstasjoner - Ikke-marin sulfat og nitrat



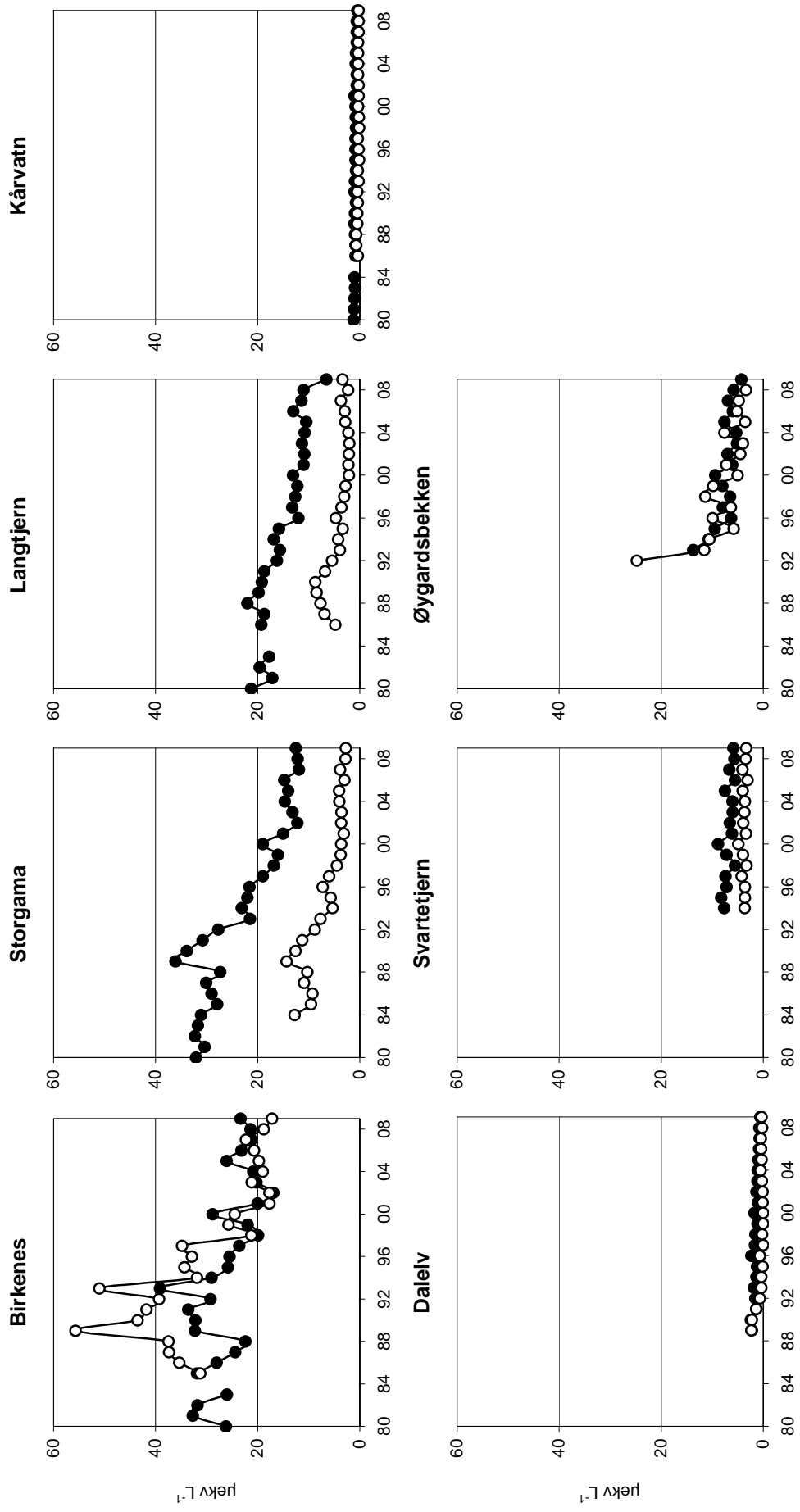
Figur 37. Ikke-marin sulfat og nitrat i felforskningsstasjonene. Ikke-marin sulfat ● og nitrat ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

### Felforskningsstasjoner - ANC og ikke-marine basekationer



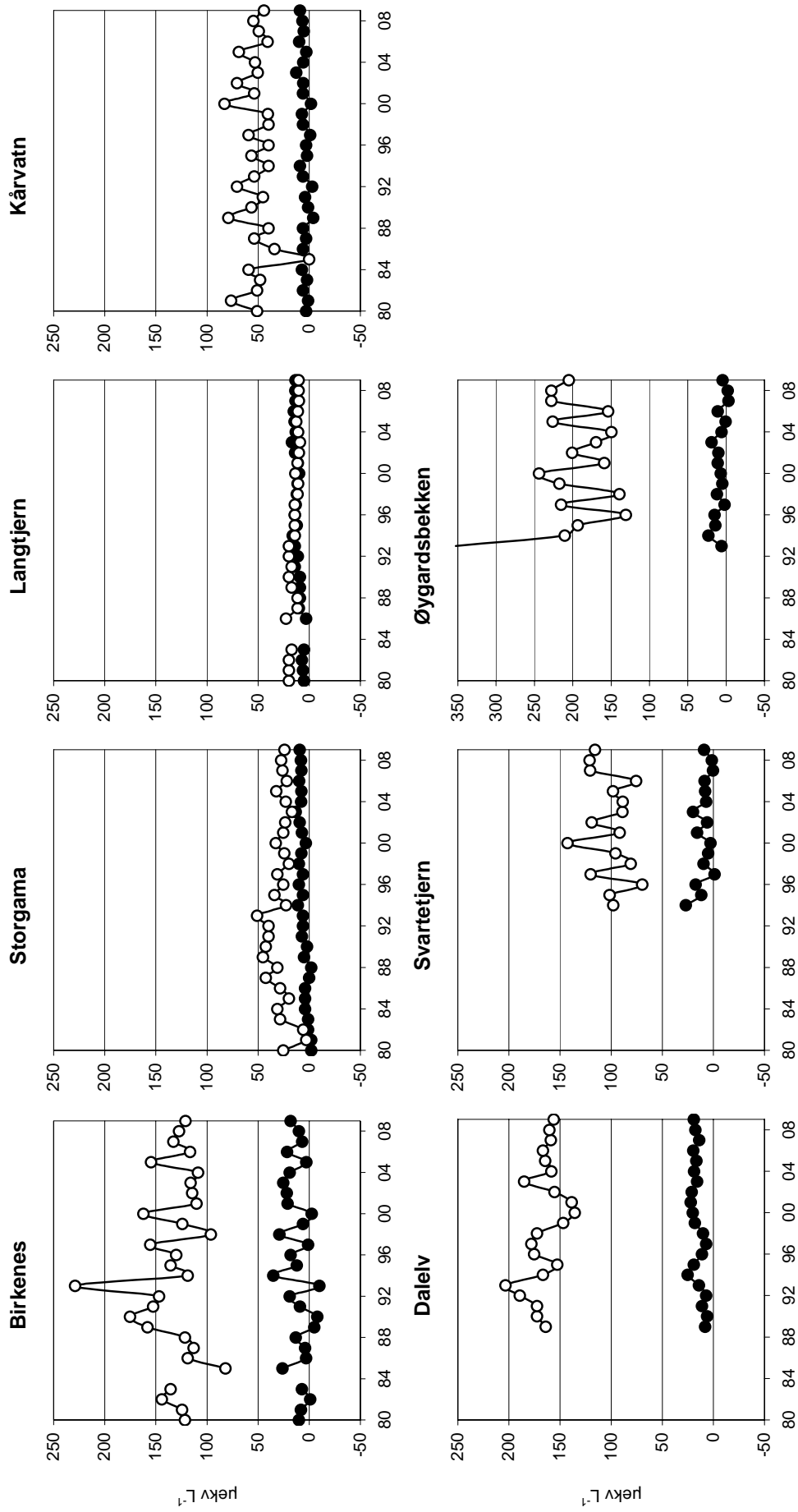
Figur 38. ANC og ikke-marine basekationer ( $\text{Ca} + \text{Mg}$ ) i felforskningsstasjonene. ANC ● og ikke-marine basekationer ( $\text{Ca} + \text{Mg}$ ) ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Dalelv.

## Feltforskningsstasjoner - H+ og LAL



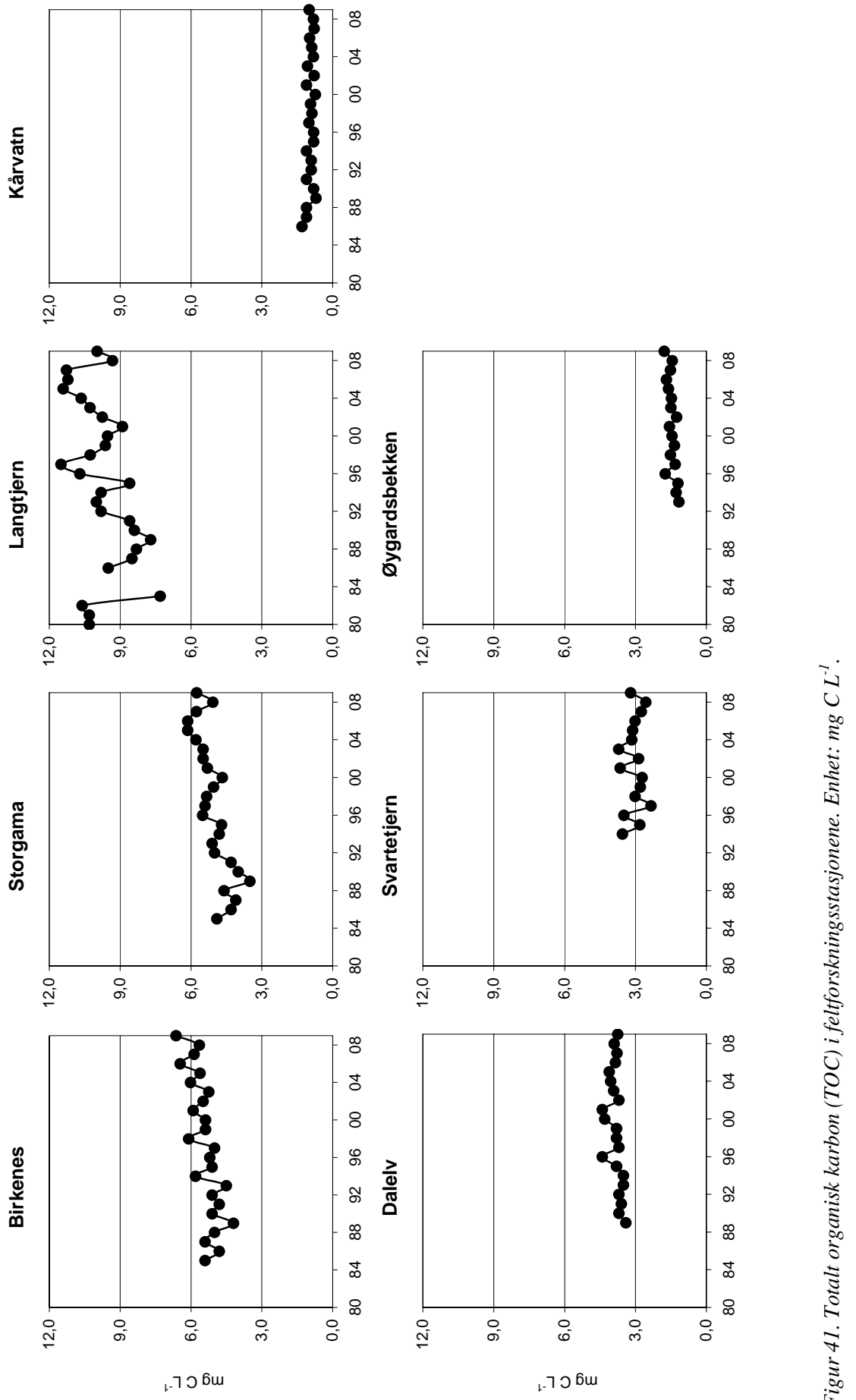
Figur 39. H<sup>+</sup> og labilt Al i feltforskningsstasjonene. H<sup>+</sup> ● og labilt Al ○. Enhet: µekv L<sup>-1</sup>.

### Feltforskningsstasjoner - Klorid + ikke-marin Na



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

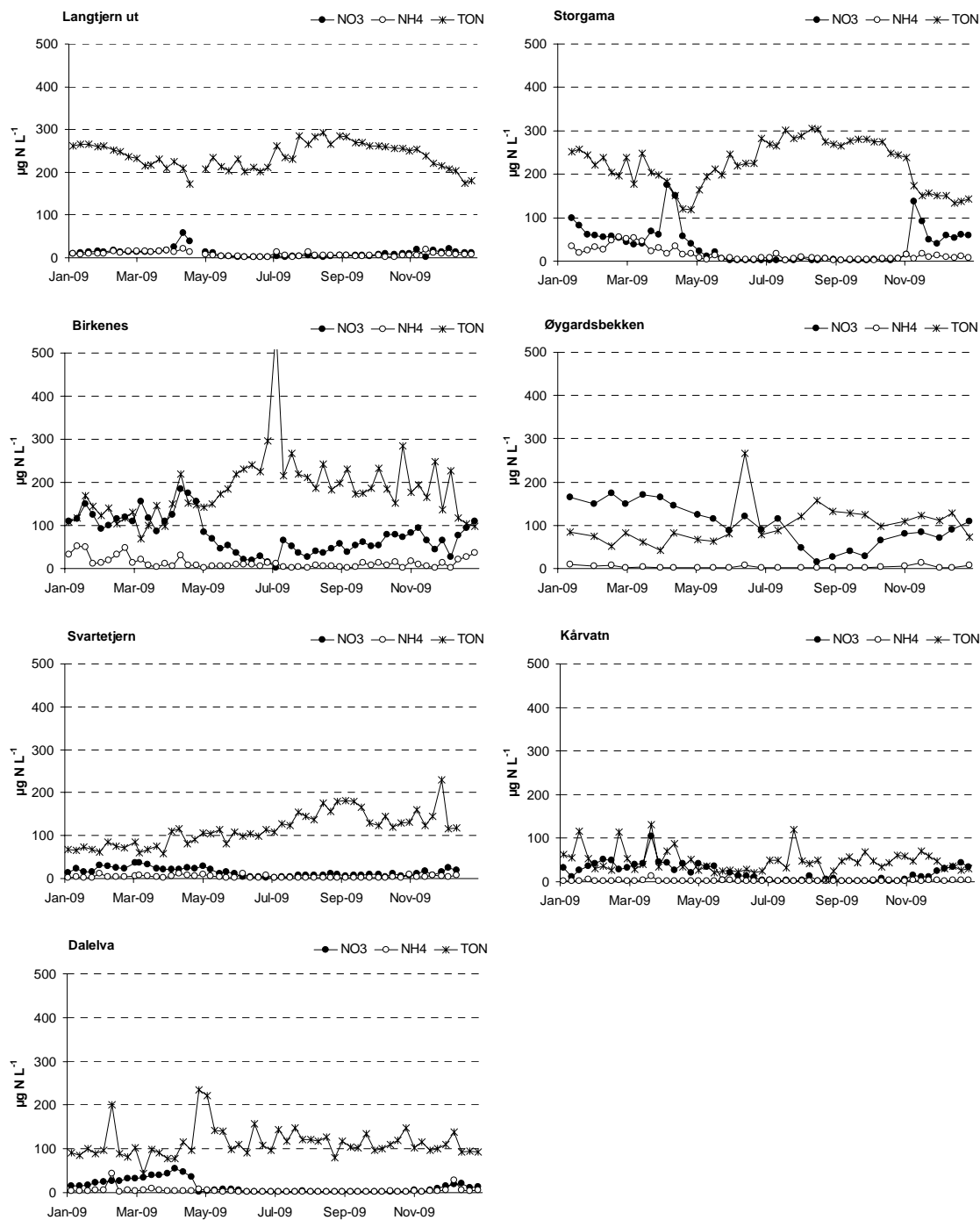
## Feltforskningsstasjoner - TOC



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



## Feltforskningsstasjoner – Nitrogenkomponenter



Figur 42. Sesongmessig fordeling av nitrat (NO<sub>3</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>) og totalt organisk nitrogen (TON) i feltforskningsområdene i 2009. TON = total nitrogen – NO<sub>3</sub> - NH<sub>4</sub>. Enhet: µg N L<sup>-1</sup>.

## 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, hvorav 10 lokaliteter undersøkes hvert år mht. både 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. Innsjøprogrammet har i 2009 hatt fokus på region III (Fjellregionen – Sør-Norge), region V (Sørlandet-Vest) og region VIII (Midt-Norge) i tillegg til årlige innsjøer fordelt på de øvrige syv regionene. Flertallet av innsjøene i region V og VIII ble kun overvåket mhp. fisk. Totalt 26 innsjøer ble undersøkt mhp. bunndyr og småkreps (*Tabell 13, Figur 43*), inklusive to referansesjøer i region VIII (Midt-Norge) som er finansiert over andre prosjekt. Fiskeundersøkelser ble utført i totalt ni innsjøer (*Tabell 13*). Kun fem av disse innsjøene var inkludert i det øvrige innsjøprogrammet.

Ytterligere tre innsjøer i region II (Østlandet-Sør) er undersøkt som en del av Basisovervåkingsprogrammet. Resultatene rapporteres som en del av denne, og vil kun kommenteres her i den grad resultatene har betydning for vurdering av forsuringstilstanden.

Innsjøovervåkingen har pågått siden 1996, og for noen få av innsjøene foreligger det data på bunndyr og krepsdyr fra alle 14 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 er det kun gjennomført fiskeundersøkelser 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) 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 (naturtilstand) nødvendig. Slike kunnskaper er i mange tilfeller mangelfulle og vår klassifisering vil derfor kun i begrenset grad kunne skille mellom naturlig sure og forsurede lokaliteter. For å kunne gjøre en vurdering av forsuringsskader (biologi) må man i tillegg kjenne til og ta høyde for eventuelt andre skadeårsaker (reguleringer, overfiske, andre forurensninger med mer). Andre skadeårsaker enn forsuring er forsøkt begrenset gjennom utvalget av overvåkingslokaliteter. Det arbeides kontinuerlig med å forbedre grunnlaget for vurdering av forsuringstilstanden i Norge og dessuten tilpasse en slik klassifisering til kriteriene gitt for vurdering av økologisk tilstand i hht. Vanddirektivet.

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 å

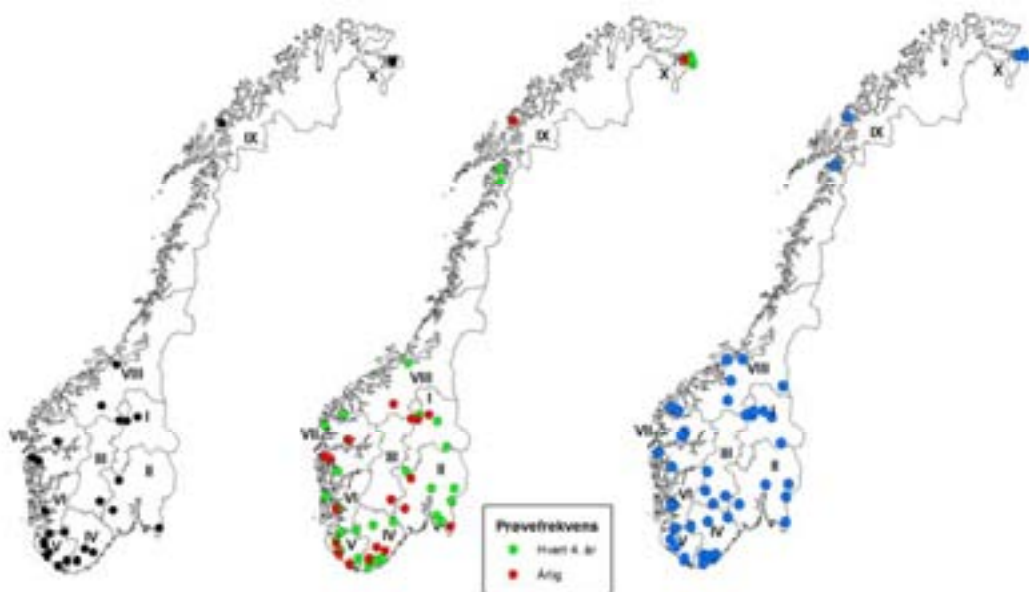
klassifisere lokalitetene. Den totale invertebratfaunaen (bunndyr og krepsdyr samlet) gir i mange tilfeller et bedre grunnlag for å vurdere forurensningsskadene enn en vurdering basert på bunndyrene eller krepsdyrene alene. Innsjøenes forurensningstilstand basert på invertebratfaunaen er presentert i *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 bestandsparametre, og hvordan disse varierer naturlig og med ulike påvirkninger. I denne rapporten vil vi imidlertid kun presentere tetthet for de ulike fiskebestandene.

Eventuelle forurensningsskader 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 forurente lokaliteter må dessuten forventes.

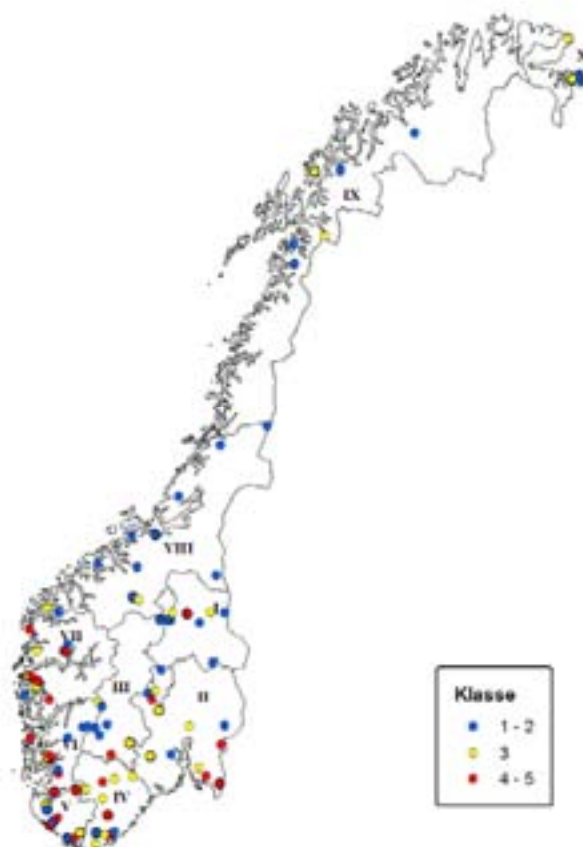
*Tabell 13. Innsjøer som inngår i undersøkelse av vannkjemi, bunndyr, planktoniske- og litorale krepsdyr samt fisk i 2009. Årlige intensivsjøer (Gruppe 1-sjøer) er angitt med uthevet skrift mens øvrige innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 2-sjøer) er merket med \*.*

Lok.nr.	Fylke	Kommune	NVE nr	Innsjø	Kartblad	Kjemi	Bunndyr	Krepsdyr	Fisk
I-1	He	Stor-Elvdal	126	<b>Atnsjøen</b>	1818-4	x	x	x	(x)
I-5	He	Engerdal	32130	* <b>Stortjørna</b>	1918-4	x	x	x	
II-2	ØF	Aremark	3555	* <b>Bredtjenn</b>	2013-3	x	x	x	
II-11	Bu/Te	Kongsberg	6247	<b>Ø. Jerpetjern</b>	1714-3	x	x	x	
II-12	Bu	Flå	7272	* <b>Langtjern</b>	1715-1	x	x	x	
III-1	Op	Sel	231	* <b>Rondvatn</b>	1718-1	x		x	
III-5	Te	Hjartdal	69	* <b>Heddersvatn</b>	1614-4	x	x	x	
III-6	Te	Vinje	13194	Stavsvatn	1514-2	x			x
III-7	Te	Vinje	40	Urdevatn	1414-1	x			x
IV-3	AA	Grimstad	10482	<b>Bjorvatn</b>	1512-2	x	x	x	
IV-5	AA	Evje og Hornnes	10069	<b>Lille Hovvatn</b>	1512-3	x	x	x	
IV-9	VA	Vennesla	11078	* <b>Songevatn</b>	1411-1	x	x	x	
V-1	VA	Farsund	21894	<b>Saudlandsvatn</b>	1311-2	x	x	x	x
V-2	VA	Hægebostad	11095	I. Espelandvatn	1411-4	x	x	x	
V-3	VA	Sirdal	15342	V. Fløgevatn	1413-3	x	x	x	x
V-4	Ro	Sokndal	21438	<b>Ljosvatn</b>	1211-1	x	x	x	
V-6	Ro	Lund	66156	Dybingsvatnet	1311-4	x	x	x	
V-8	Ro	Bjerkreim	20451	* <b>Lomstjørni</b>	1212-2	x	x	x	x
V-11	Ro	Gjesdal	20056	Stakkheitjørna	1212-1	x	x	x	
V-13	Ro	Forsand	19336	Rundvatn	1312-4	x	x	x	
VI-3	Ro	Vindafjord	22548	<b>Røyrvatn</b>	1214-2	x	x	x	
VII-4	Ho	Masfjorden	26000	<b>Markhusdalsvatn</b>	1116-1	x	x	x	
VII-6	Ho	Masfjorden	26133	* <b>Svartetjern</b>	1216-4	x	x	x	
VII-8	SF	Gaular	1651	<b>Nystølsvatn</b>	1317-4	x	x	x	
VIII-1	Op	Lesja	34660	<b>Svartdalsvatn</b>	1419-1	x	x	x	
VIII-3	MR	Molde	31186	Lundalsvatn	1320-4	x	x		
VIII-4	MR	Vanylven	31047	Blæjevatn	1119-2	x			x
VIII-5	MR	Surnadal	33992	Øvre Neådalsvatn	1420-1	x			x
VIII-11	MR	Aure	36436	Skardvatn	1421-1	x			x
VIII-12	S-T	Orkdal	965	Songsjøen	1521-4	x	x	x	x
IX-5	Tr	Tranøy	2380	* <b>N. Kaperdalsvatn</b>	1333-1	x	x	x	
X-5	Fi	S-Varanger	64282	* <b>Dalvatn</b>	2434-2	x	x	x	



Figur 43. Lokalteter som inngår i det biologiske overvåkingsprogrammet for innsjøer i 2009. 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 bunndyr og planktoniske og litorale krepsdyr (innsjøer) fra siste år med data i perioden 1997-2009. 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 2009 ble det undersøkt bunndyr fra totalt 25 innsjøer fordelt på ti regioner i Norge, se *Tabell 13* og *Figur 43*. Overvåkingen av innsjøer har nå pågått i fjorten år og i de intensive og halvintensive sjøene foreligger det årlig materiale fra denne perioden. Tilstanden til en innsjø basert på bunnfaunaen, vurderes med basis i prøver fra litoralsonen og fra innsjøens utløpselv. Disse to habitatene brukes for å beskrive vannets samlede surhetstilstand i nedbørfeltet og i innsjøen.

Fra og med 2002 blir to av vassdragene i elveovervåkingen prøvetatt annet hvert år. I 2009 ble det samlet inn prøver fra fire vassdrag (*Figur 64*). Ogna ble ikke prøvetatt. Ved kartleggingen av forsuringssituasjonen benyttes forsuringstoleransen hos de ulike bunndyrgrupper- og arter som basis slik at en kan karakterisere vassdraget i en forsuringssammenheng. Det benyttes en skala fra 0 (sterkt forsuringsskadet) til 1 (ubetydelig/lite påvirket). Eksempler på følsomme taksa er vist i *Tabell 14* og resultater vist i kapittel 4.4.1.

*Tabell 14. Eksempler på arter/grupper med forskjellig toleranse for surt vann. Listen bygger på en oversikt gitt av Raddum & Fjellheim (1985). En mer utfyllende liste er gitt av Fjellheim & Raddum (1990). 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>Isoptera</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>Iytrichia lamellaris</i>	0,5	Mangler ovenfor nevnte grupper helt i prøven, trer registreringer av arter/grupper med verdi 0,5 i funksjon. Dersom en eller flere av disse blir registrert i nødvendig omfang, vil vi karakterisere lokaliteten som markert forsuringsskadet.
Ertemuslinger ( <i>Pisidium</i> )	0,25	I mange tilfeller blir det også undersøkt lokaliteter som egner seg for ertemuslinger ( <i>Pisidium</i> ). En eller to av disse artene kan tåle surhet ned mot pH 4,8. Dersom småmuslinger blir registrert i slike tilfeller, karakteriseres området fortsatt som sterkt skadet.
Ingen registrering av ovenfor-nevnte arter/grupper eller andre forsuringsomfintlige bunndyr	0	Mangler småmuslinger i lokaliteter som biotopmessig skulle være gode for dem og man ellers bare har registrert dyr med høy pH-toleranse, karakteriseres området som meget sterkt forsuringsskadet, verdi 0.

#### 4.1.2 Planktoniske og litorale krepsdyr

Undersøkelsene av krepsdyr (vannlopper og hoppekreps) er basert på kvalitative håvtrekk, både fra pelagialen og fra litoralsonen. Kvalitative prøver er tatt med planktonhåv med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm. Prøvene fra pelagialen er tatt over innsjøens dypeste punkt ved at håven er blitt trukket fra bunn og opp til overflaten i et rolig tempo (se 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 miljøtilstanden i limniske systemer. Til denne gruppen hører mange forsuringfølsomme arter samtidig som det også finnes arter med vid toleranse mht. forsuring. 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 forsuringsskadene 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 *et al.* 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 forsuringssituasjonen. 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 forsuring, 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 forsuringfølsomme. 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 *et al.* 1995, Hessen *et al.* 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 forsuringstoleranse angitt for 49 arter (for de øvrige artene er datagrunnlaget enten for mangelfullt eller for variabelt til at deres forsuringstoleranse kan angis). Forsuringstoleransen er målt som forekomst i forhold til pH, og angitt til fire kategorier: svært tolerante, moderat tolerante, moderat følsomme og svært følsomme. Svært forsuringstolerante arter er i denne rapporten angitt som forsuringindikatorer (se over). Andel

forsuringsfølsomme arter i en ikke-forsuret innsjø vil imidlertid avhenge av en rekke forhold, blant annet med klima, innsjøens produktivitet og innholdet av kalsium. For forsuringsfølsomme vanntyper forventes andel forsuringsfølsomme 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 forsuringsfølsomme småkreps enn klare innsjøer dersom forholdene for øvrig er like.

Av de 20 innsjøene som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2-sjøer), er en innsjø undersøkt for første gang i 1999, mens tre lokaliteter er undersøkt siden 1998, tolv siden 1997 og fire siden 1996. Fra flere av innsjøene finnes det i tillegg data på planktoniske og/eller litorale krepsdyr fra tidligere undersøkelser. Lokaliteter som inngår i krepsdyrundersøkelsene i 2009 er angitt i *Tabell 13* og *Figur 43*.

#### 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 garnserier. Hensikten med undersøkelsene i innsjøer er å dokumentere bestandseffekter forårsaket av forsurening. Endringer i fangstutbytte, rekruttering og alderssammensetning ligger til grunn for vurderingen av fiskepopulasjoner i innsjøer i de utvalgte områdene.

Registrering av forsuringsskader på fisk i innsjøer har i de siste åra vesentlig vært foretatt blant såkalte "100-sjøers lokaliteter". En stor del av disse lokalitetene ble i 1996 inkludert i et revidert biologisk overvåkingsprogram. I perioden 1996-2009 har et utvalg på 8-19 innsjøer fra ulike regioner blitt prøvofisket hvert år.

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

I 2009 ble totalt ni lokaliteter prøvofisket fordelt på region III (n=2), VI (n=3) og VIII (n=4) (*Tabell 13* og *Figur 43*). Atnsjøen (Lok. I-1) blir prøvofisket hvert år som en del av *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*, og inngår i en egen rapportserie. Songsjøen (Lok VIII-12) inngikk i 2009 som en del av basisovervåkingsprosjektet, og blir også rapportert i forbindelse med det.

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 1 og 0, og fangstutbyttet i ikke-skadde bestander av aure (n=79) og abbor (n=35) er satt lik 50 percentilen. Denne verdien tilsvarer et fangstutbytte (Cpue) på  $\geq 20$  for aure og  $\geq 40$  for abbor, som for begge arter gir en forsuringindeks på 1,0. FI er inndelt i fem klasser etter skadegraden (*Tabell 15*).

*Tabell 15. Klassifisering av fiskebestander i fem klasser på basis av en forsuringindeks fra  $\geq 1,0$  til  $< 0,25$ , der  $\geq 1,0$  representerer bestander uten skader (Klasse 1) til bestander som er mulig svært sterkt skadet (Klasse 5, FI  $< 0,25$ ).*

Klasse	Indeksverdi	Bestandsevaluering
1	$\geq 1,0$	Meget god bestand: Ingen skader
2	0,75-0,99	God bestand: Eventuelt litt skadet
3	0,50-0,74	Relativt tynn bestand: Mulig moderat skadet
4	0,25-0,49	Tynn bestand: Mulig sterkt skadet
5	$< 0,25$	Svært tynn bestand: Mulig svært sterkt skadet

Ved beregninger av indeksverdier er bare data fra lokaliteter som har vært prøvafisket inkludert, samt innsjøer der fiskebestander har gått tapt og det finnes sikre kilder på at de fortsatt er fisketomme. En forsuringindeks (FI) under 1,0 for en bestand trenger ikke å bety at den er påvirket av forsuring. For en aurebestand kan dette f.eks. skyldes at den er rekrutteringsbegrenset fordi tilløpsbekker er små eller har uegnet gytesubstrat. Gytebekker kan også være påvirket av ugunstig klimatiske forhold (tørke eller flom). Aurebestander kan også være påvirket av konkurranse fra andre arter som f.eks. abbor. I slike lokaliteter er derfor data om aure ekskludert. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle regionale forskjeller i naturtilstanden mht bestandsstørrelsen (tetthet) hos ulike fiskebestander.

Ungfiskregistreringer av aure i elver og bekker har som mål å påvise eventuelle endringer i rekrutteringen i ulike regioner, samt analysere hvilke vannkjemiske parametre som har størst betydning for mengden fisk. Disse undersøkelsene vil avdekke eventuelle 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. Reproduksjonssvikt med høy dødelighet på egg- og yngelstadiet er den vanligste årsaken til reduksjon og tap av aurebestander i forsuringsskadede områder. Denne responsen gir en dominans av eldre individ i bestanden. I et utvalg innsjøer blir faste bekketrekninger 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 to siste lokalitetene er ikke undersøkt hvert år. (ii) Tilløpsbekker til innsjøer i Vikedal-, Bjerkreim- (Rogaland) og Gaularvassdraget (Sogn og Fjordane). Her har de samme lokalitetene vært undersøkt hvert år siden 1987/88. Disse tre vassdragene har en forsuringfølsom vannkvalitet, med skader på fiskebestander i flere innsjøer. I Vikedalsvassdraget blir bekker undersøkt hvert år, mens det siden 2002 til og med 2007 har vært undersøkelser annet hvert år i Bjerkreim- og Gaularvassdraget. I 2009 ble det foretatt elfiske i 23 bekker i Vikedalsvassdraget. All fisk blir lengdemålt, og på basis av lengdefordelingen blir det skilt mellom årsyngel (alder 0+) og eldre individ (alder  $\geq 1+$ ). Tettheten av fisk i de to aldersgruppene blir beregnet på bakgrunn av avtakende fangster, basert på samlet fangst i hvert vassdrag. I perioden 1987 til 1992 ble hver bekk bare avfisket én gang, mens det i seinere år har vært fisket tre omganger. I 2006 ble lokalitetene i Bjerkreimsvassdraget fisket to omganger. For å kunne sammenlikne resultatene fra hele forsøksperioden, er fisketettheten for perioden 1987 til 1992 beregnet på basis av fangstsannsynligheten etter tre omgangers elfiske fra perioden 1993-2009. Tetthetene justeres i forhold til vannføringen under elfisket hvert år fordi dette påvirker fangsteffektiviteten.

## 4.2 Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene 2009

### 4.2.1 Region I – Østlandet-Nord

#### Bunndyr

De årlige innsjøene Atnsjøen og Stortjørna ble undersøkt i 2009. Til sammen fem arter døgnfluer ble registrert i prøvene fra Atnsjøen. Tettheten av den sterkt følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* var høy i utløpselva. Dette indikerer en uskadet fauna. Videre ble det registrert ni arter av steinfluer. Blant disse var det tre moderat følsomme taxa, *Isoperla grammatica*, *D. nanseni* og *Capnia* sp. Det ble videre påvist ni arter/slekter av vårfluer. Tre av disse er kjent for å være sensitive for surt vann. I 2009 ble det funnet to arter ferskvannssnegl, *Radix balthica* og *Gyraulus acronicus*. Videre ble det også registrert følsomme flimmermark og krepsdyr, *Daphnia* sp., i bunnprøvene. Det biologiske mangfoldet i Atnsjøen var større enn i 2008. Resultatet varierer litt fra år til år med hensyn på antall arter og mengden av sensitive taksa. Forskjellene tolkes som naturlige variasjoner, og ikke at samfunnene endrer seg grunnet endret forsuringbelastning.

Stortjørna har vist moderat til liten forsuringsskade tidligere. *B. rhodani*, som har hatt sporadisk forekomst i de seneste år, ble registrert i 2009. Arten var fraværende i 2008. Vekslingen i forekomst indikerer ustabile forhold og varierende surhetstilstand fra år til år. Det ble registrert en forsuringssensitiv steinflueslekt, *Capnia* sp. Blant vårfluene ble det bare påvist tolerante arter. Lokaliteten må på basis av faunaen i 2009 karakteriseres som lite skadet av forsuring, men sett over tid er tilstanden ustabil.



## Krepsdyr

Totalt er det registrert 57 arter i region I (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1997-2009. Det ble ikke registrert noen nye arter i 2009.

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.

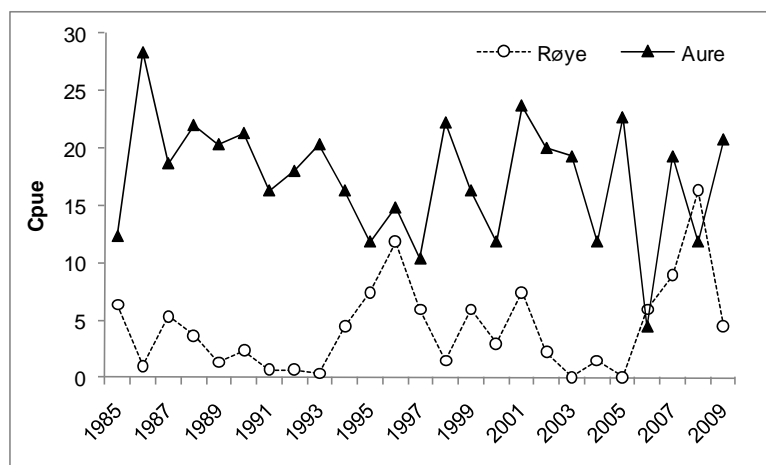
Basert på krepsdyrfauaen ble de undersøkte innsjøene i 1998 vurdert å være ubetydelig/litt til sterkt forsuringsskadet (svært god/god - dårlig økologisk tilstand). I årene etter 1998 er imidlertid kun fire innsjøer i region I undersøkt.

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 individer har i de siste fire årene likevel vært noe høyere enn i tidligere år. I 2009 ble en moderat følsom art, vannloppen *Chydorus piger*, for første gang registrert i Atnsjøen. Atnsjøen inngår i *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*, og en grundigere presentasjon av småkrepsfaunaen er gitt i forbindelse med rapporteringen av dette programmet (Sandlund *et al.* 2010). Stortjørna (Engerdal) er moderat forsuret og viser relativt store mellom-år variasjoner i krepsdyrfauaen. Survannsindikatorerne *Alona rustica* og *Acanthocyclops vernalis* er registrert i tillegg til moderat tolerante og moderat følsomme arter. Hoppekrepsen *Eucyclops speratus*, som regnes som moderat forsuringfølsom, ble registrert for første gang i 2008 og ble også funnet i 2009. Andelen forsuringfølsomme småkreps er imidlertid relativt lav, vanligvis i underkant av 20 %. Arter innen slekten *Daphnia* er ikke registrert. En god bestand av røye i Stortjørna kan ha en negativ effekt på tilstedeværelsen av dafnier. Krepsdyrundersøkelsene bekrefter imidlertid konklusjonene fra bunndyrundersøkelsene om at Stortjørna er noe ustabil mhp. forsuringstilstand. Ytterligere to innsjøer i region I er undersøkt både i 1998, 2002 og 2006 (SFT 1999, 2003, 2007). For disse er det ingen entydige endringer i forsuringstilstanden over overvåkingsperioden.

Undersøkelsene gir så langt ingen eller kun svake tegn på en positiv utvikling i forsuringssituasjonen i region I.

## Fisk

I 2009 ble ingen innsjøer i region I prøvefisket, 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 de siste åra (1996-2007). En lokalitet har imidlertid fortsatt en tynn aurebestand (Måsåbutjern, Lok I-3) til tross for en god vannkvalitet. En manglende bestandsøkning hos aure i denne lokaliteten har trolig sammenheng med svært dårlige gytebekker. De fleste innsjøene i regionen har eller har hatt bestander av aure, mens røye, ørekyt og steinsmett er registrert i én eller flere lokaliteter. Atnsjøen har gode bestander av både aure og røye. I perioden 1985-2009 har fangstutbyttet av aure og røye i bunnære områder (0-12 m dyp) variert mellom henholdsvis 4-28 og 0-16 individ pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Figur 45). Tettheten av røye er imidlertid 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) i bunnære områder (0-12 m dyp) av Atnsjøen(Lok. I-1) i perioden 1985-2009.

#### 4.2.2 Region II – Østlandet-Sør

##### Bunndyr

I region II ble de årlige innsjøene Ø. Jerpetjern, Langtjern og Bredtjern undersøkt. Resultatene fra disse innsjøene viser små endringer i status sammenlignet med foregående år. I Øvre Jerpetjern ble den moderat sensitive døgnfluearten *Siphonurus alternatus* registrert i strandsonen om høsten, mens det bare ble funnet småmuslinger, *Pisidium* sp., i vårprøvene. Den økologiske tilstanden i Ø. Jerpetjern ble samlet vurdert som moderat til sterkt forurensningsskadet. I Langtjern ble det påvist småmuslinger. Bredtjern hadde en sterkt skadet fauna. Samlet viser faunaen i innsjøene i region II at området bærer preg av forurensningskade, en situasjon som har vært stabil siden overvåkingen startet.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 68 arter i region II (12 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2009. Det ble ikke registrert noen nye arter i 2009.

Et utvalg av innsjøene i region II ble undersøkt i 1998 (SFT 1999), 2002 (SFT 2003) og på nytt i 2006 (SFT 2007). Antall arter var hhv. 50 (12 sjøer), 60 (11 sjøer) og 51 (8 sjøer). Artsantallet i 2006 varierte mellom 23 og 37 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. Følsomme arter som *Daphnia longispina* og *Daphnia longiremis* ble funnet i små mengder i fem av innsjøene. *Daphnia cristata* ble for første gang registrert i forbindelse med overvåkingen i 2006.

For enkeltlokaliteter i region II vurderes forurensningskaden som liten til meget stor (god - svært dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen.

For tre av lokalitetene i region II fins det årlige krepsdyrdata fra 6-14 år i løpet av perioden 1996-2009 (Vedlegg F1-F2). Bredtjern (Aremark) er en av de mest forurensningskadede innsjøene i denne regionen. Sammensetningen i planktonet, med dominans av hoppekrepsen *Eudiatomus gracilis* og den svært forurensningstolerante vannloppen *Bosmina longispina* og ellers få arter, indikerer at innsjøen er sterkt forurensningskadet. En ny forurensningsfølsom vannloppe, *Alona karelica*, ble registrert i 2008. I 2009 var imidlertid krepsdyrfaunaen i Bredtjern helt dominert av forurensningstolerante arter. Fra Langtjern (Flå) fins det, i tillegg til nyere krepsdyrundersøkelser, planktondata fra 1977. Prosentvis forekomst av den forurensningsfølsomme arten *Daphnia longispina* i planktonet har i alle år vært lav, men noe høyere i perioden etter 2003, og på samme nivå som i 1977, sammenlignet med perioden 1998-2002. Mengden av den moderat følsomme hoppekrepsen *Acanthodiatomus denticornis* har økt i løpet av overvåkingen, men var svært lav i 2009. Andel forurensningsfølsomme arter var lav i 2008 og

2009 sammenlignet med årene 2003-2007. I Øvre Jerpetjern (Notodden) var andelen forsuringfølsomme arter lav (12 %) i 2009 sammenlignet med årene 2003-2008 (16-21 %), men mengden av enkelte følsomme arter var høyere enn i tidligere år. I Langvatn (Oslo), som er undersøkt årlig i perioden 1996-1999 og siden hvert 4. år, er det registrert relativt høy andel forsuringfølsomme arter. Vannkvaliteten synes imidlertid å være ustabil, og *Daphnia longispina* er kun registrert i 1997 og i 2006. I forbindelse med basisovervåkingsprogrammet i 2009 ble det registrert to nye forsuringfølsomme arter, vannloppen *Alona intermedia* og hoppekrepsen *Eucyclops macrurus* (Schartau, pers. med.). Det ble imidlertid ikke funnet noen dafnier. Totalt åtte innsjøer (fire innsjøer i tillegg til innsjøene nevnt over) er undersøkt ved minimum tre tidspunkt (1998, 2002, 2006). Ytterligere tre innsjøer er undersøkt i 1998 og 2002. For de fleste av lokalitetene var antall arter og andel forsuringfølsomme arter høyere i 2002 enn noe annet år. Det blir antatt at dette i hovedsak skyldes andre forhold enn forsuring. Tidlig start på vekstsesongen og en varm sommer på Østlandet gjør at 2002 skiller seg fra de øvrige årene i overvåkingsperioden. Andel forsuringfølsomme arter varierer mellom år, men med unntak av Bredtjenn, er andelen generelt noe høyere eller på samme nivå i 2006 sammenlignet med 1998. I Storbørja (Kongsvinger) ble det for første gang registrert *Daphnia cristata* i 2006. Innsjøen hører til de mindre forsurete innsjøene, og en annen dafnie, *Daphnia longiremis*, er funnet i alle år innsjøen er undersøkt.

Resultatene fra region II indikerer at en gradvis bedring av vannkvaliteten nå følges av en svak, men positiv utvikling i krepsdyrfaunaen. Relativt store år til år variasjoner tyder imidlertid på at vannkvaliteten er marginal i forhold til de krav som stilles for reetablering av forsuringfølsomme arter av småkreps.

#### **Fisk**

Det ble ikke prøvefisket i noen innsjøer i region II i 2009. Lokalitetene i denne regionen har lave tettheter av aure. Sju av de undersøkte abborbestandene er imidlertid nå svært tette, og de vurderes ikke lenger som skadde. Bestanden i Øvre Jerpetjern er svært tynn og karakteriseres som mulig svært sterkt skadet (jfr *Tabell 15*). I Nedre Furuvatn er abborbestanden tapt. I region II har bestandene av aure og røye vært små gjennom hele undersøkelsesperioden, noe som trolig skyldes konkurranse fra abbor. I både Øvre Jerpetjern og i Nedre Furuvatn er det satt ut aure, men undersøkelsene hittil (t.o.m. 2006) tyder ikke på naturlig rekruttering (SFT 2007). Generelt er forsuringsskader på fisk i regionen avtakende, sjøl om noen lokaliteter fortsatt har lave tettheter.

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

#### **Bunndyr**

I region III ble det samlet inn prøver fra Heddersvatn. Faunaen viser at innsjøens biologiske mangfold var mindre enn det som ble registrert i 2008. Steinfluen *D. nanseni* ble registrert i strandsonen. I utløpselva ble det ikke registrert sensitive arter, mot tre arter i 2008.

#### **Krepsdyr**

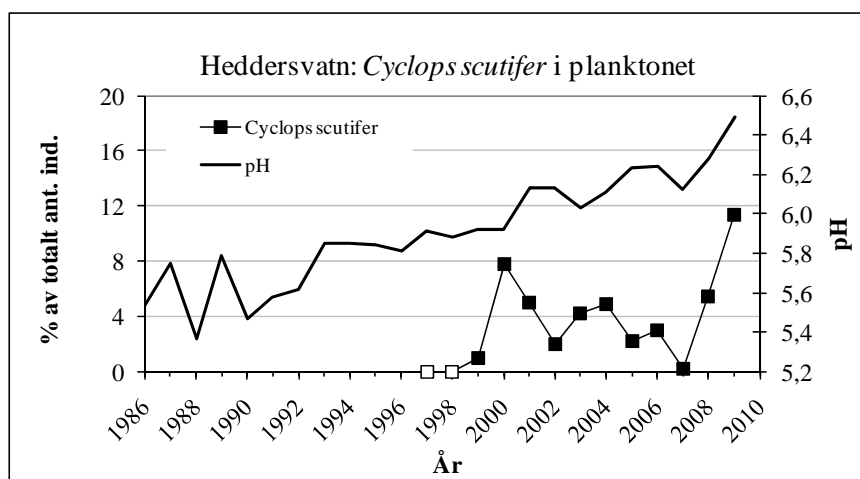
Totalt er det registrert 41 arter i region III (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1998-2009. Det ble ikke registrert noen nye arter i 2009.

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

For enkeltsjøene i regionen er forsuringsskadene basert på krepsdyrfaunaen vurdert som ubetydelig/liten til stor (svært god/god – dårlig økologisk tilstand).

Fra to av lokalitetene i region III fins det årlige krepsdyrdata for perioden 1997-2009 (Vedlegg F2). I Heddersvatn (Hjartdal), som i tillegg 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 46). I 2009 utgjorde arten vel 10 % av planktonet, noe som er det høyeste siden overvåkingen startet. Det ser ut til at arten har erstattet den mer forsuringstolerante *Acanthocyclops vernalis*, og dette kan være en første respons på bedring i vannkvaliteten. Andel forsuringfølsomme arter er imidlertid lav og variable forekomster av *Cyclops scutifer* indikerer at de vannkjemiske forholdene er marginale og ustabile. Rondvatn (Otta) er svært artsfattig, men dette har mest sannsynlig naturlige årsaker som dårlig utviklet litoralsone og lave ionekonsentrasjoner. Kun mindre år til år variasjoner i krepsdyrfaunaen er registrert og andel forsuringfølsomme arter er relativt høy (20-33 %). Fire av lokalitetene i Kvennavassdraget (Hardangervidda) ble undersøkt i 1978 og 1995 i tillegg til 2000. Tre av innsjøene inngikk også i overvåkingen i 2005. Andelen forsuringfølsomme arter var lav i 2005 sammenlignet med tidligere år. I Store Krækkja (Hol) ble det registrert en større andel dafnier i 2005 sammenlignet med 2000, mens andelen av forsuringfølsomme arter for øvrig ikke hadde økt.

De fleste innsjøene i regionen vurderes ikke som forsuringsskadet, og forskjeller i krepsdyrfaunaen mellom år skyldes høyst sannsynlig variasjoner i andre miljøforhold, for eksempel klima eller fisketetthet.

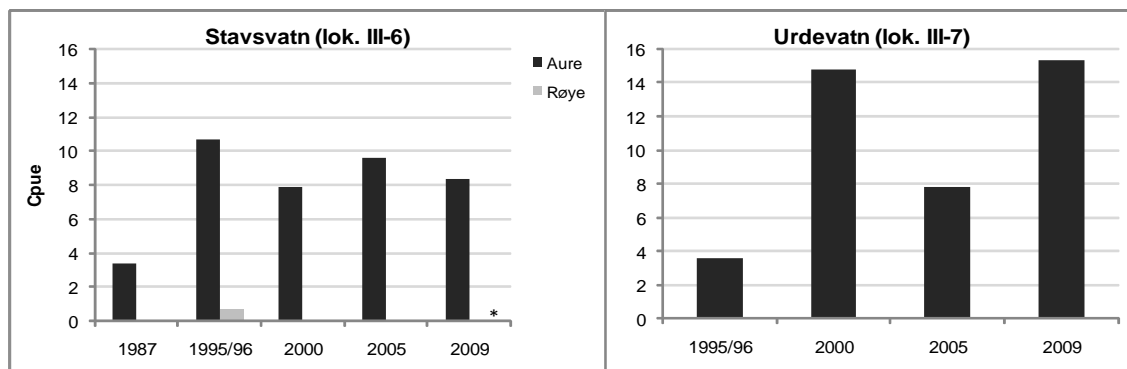


Figur 46. Andel (% av totalt individantall) av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* i Heddersvatn (region III, Fjellregionen Sør-Norge) i 1997-2009. Åpne symboler: ingen funn av arten i planktonprøver. pH er fra høstprøver.

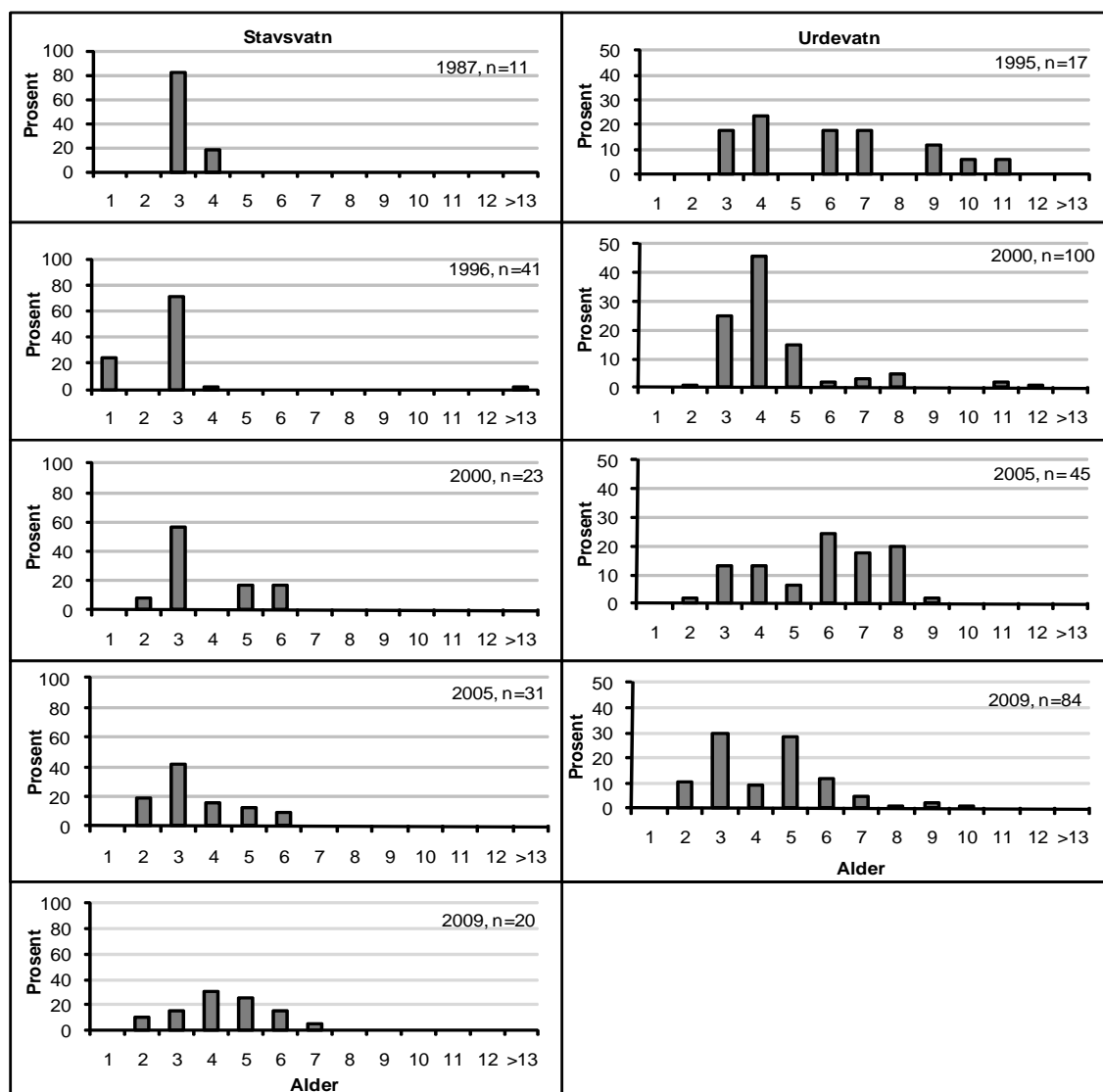
### Fisk

I region III ble to lokaliteter prøvofisket i 2009. Alle de undersøkte lokalitetene ligger over 1000 m o.h., og de fleste har forholdsvis tynne eller middels tette aure- og/eller røyebestander. Stavsvatn har hatt en forholdsvis tynn aurebestand i hele undersøkelsesperioden, og røye er bare registrert ved prøvofiske i 1996 og 2009 (Figur 47). Aldersfordelingen hos aure i Stavsvatn tyder på en bedre og jevnere rekruttering i de siste åra sammenlignet med perioden 1987-2000 (Figur 48). Urdevatn hadde i 2009 en middels tett aurebestand og fangstutbyttet har variert gjennom 2000-tallet (Figur 47). Det er likevel en økning sammenlignet med 1995. Aldersfordelingen hos aure i Urdevatn i det siste tiåret tyder på en forholdsvis god, men fortsatt ujevn rekruttering (Figur 48). I Rondvatn gikk røyebestanden tapt på 1980-tallet. I årene 1998-2000 ble det satt ut røye i innsjøen, og den reproduserte og har nå gitt opphav til en tett bestand. Aurebestanden i Rondvatn er trolig fortsatt tapt. Når det gjelder de andre innsjøene med aure i regionen, er det usikkert om de er påvirket av forsuring. Regionen har en forholdsvis lav forureningsbelastning, og vannkvaliteten er nå i stor grad tilfredsstillende med høy

pH og lavt innhold av labilt aluminium (jfr. Kapittel 3). Mengden fisk i disse høyfjellssjøene er trolig rekrutteringsbegrenset og ikke lenger påvirket av forsuring.



Figur 47. Fangst av aure og røye pr. 100 m<sup>2</sup> garrareal (Cpue) i bunnære områder (0-6 m dyp) av Stavsvatn (lok III-6) og av aure i Urdevatn (lok III-7) i ulike perioder. \*én røye ble i 2009 fanget på 6-12 m dyp.



Figur 48. Aldersfordelingen hos aure i Stavsvatn og Urdevatn i ulike perioder. n = antall fisk som er aldersbestemt.

#### 4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst

##### Bunndyr

I region IV ble Lille Hovvatn, Sognevatn og Bjorvatn, undersøkt. I førstnevnte lokalitet ble den moderat sensitive døgnfluen *Siphonurus* sp. påvist i strandsonen. Det ble også registrert småmuslinger (*Pisidium* sp.). Disse observasjonene kan tyde på at Lille Hovvatn er i ferd med å gjenhente seg fra en tidligere sterkt skadet tilstand. Prøvene fra Sognevatn viste et variert biologisk mangfold. I høstprøvene ble det til sammen registrert fire arter døgnfluer, fire steinfluearter og elleve arter vårfluer. Den sterkt følsomme døgnflueslekten *Baetis* ble registrert i utløpsbekken. I denne lokaliteten ble det også funnet to iglearter. Arter innen denne gruppen var tidligere sjeldne på Sørlandet, men har økt sin utbredelse i de senere år, sannsynligvis på grunn av mindre surt nedfall. I Bjorvatnet ble det registrert småmuslinger. Dette vatnet må på basis av de siste års registreringer karakteriseres sterkt forsureningsskadd.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 64 krepsdyrarter i region IV (10 innsjøer) i perioden 1997-2009. Det ble ikke registrert noen nye arter i 2009.

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

Krepsdyrsamfunnene viser stor variasjon, og forsuringsskadene er vurdert som liten til meget stor (god – svært dårlig økologisk tilstand) for enkeltjøene i regionen.

Tre av innsjøene overvåkes årlig (Vedlegg F1-F2). Bjorvatn (Birkenes) er moderat til sterkt forsuringsskadd. De siste årene, særlig fra 2003, er det kommet inn flere moderat forsuringfølsomme arter av småkreps som tidligere ikke er registrert i innsjøen. I 2007 ble det registrert to nye arter, *Alona intermedia* og *Pseudochydorus globosus*, som anses som moderat forsuringfølsomme. Ingen av disse ble funnet i 2009. Tettheten av forsuringfølsomme arter er generelt lav og enkelte år er dessuten andelen forsuringfølsomme arter lav. Dette viser at forholdene i Bjorvatn er ustabile. Dersom de vannkjemiske forbedringene fortsetter, vil vi imidlertid kunne forvente en positiv utvikling i forsuringstilstanden i Bjorvatn i løpet av få år. Lille Hovvatn (Birkenes) hører til de mest forsuringsskadede av overvåkingssjøene våre og krepsdyrsamfunnet gir ingen tegn på endringer i forsuringstilstanden. I perioden 2005-2009 er det kun registrert forsuringstolerante arter. Likevel, i 2009 ble det funnet noen få individer av hoppekrepsen *Cyclops scutifer*; i Lille Hovvatn er arten tidligere kun funnet i 1998. Etablering av denne vanlig forekommende arten er ofte et første tegn på en bedring i vannkvaliteten. I Songevatn (Songdalen/Vennesla) er andelen forsuringfølsomme krepsdyrarter mer enn fordoblet etter 1997 sammenlignet med situasjonen på slutten av 1980-tallet, men datagrunnlaget fra de tidlige undersøkelsene er noe mangelfullt. Andelen *Daphnia longispina* i planktonet har økt tom. 2004, fra kun sporadiske funn og svært lave tettheter i 1997. Lave tettheter av *Daphnia longispina* etter 2004 kan indikere mindre gunstige forhold sammenlignet med tidlig på 2000-tallet. Økt predasjon fra fisk kan være en annen forklaring. Vi mangler imidlertid fiskedata for å kunne underbygge dette. For de øvrige tre innsjøene som ble undersøkt i 2007 hadde mengden av moderat forsuringfølsomme arter økt siden forrige undersøkelse (2003). Samtidig ble det i 2007 ikke registrert dafnier verken i Risvatn (Birkenes) eller i Drivnesvatn (Vennesla); disse har tidligere hatt en bestand av *Daphnia longispina*. Hoppekrepsen *Cyclops scutifer*, som tidligere har vært en dominerende art i Drivnesvatn og i Kleivsetvatn (Søgne), manglet i 2007.

Resultater fra krepsdyrundersøkelsene i region IV indikerer ingen eller kun små endringer i forsuringstilstanden over overvåkingsperioden.

## Fisk

Det ble ikke prøvefisket i region IV i 2009. Karakteristisk for forsøkslokalitetene i denne regionen er at de har forholdsvis tynne aurebestander, mens abborbestandene er tette. I én av lokalitetene med bare aure, viser undersøkelsene en positiv utvikling. Prøvefiske i Kleivsetvatn i 2007 viser også en tilsvarende bestandsutvikling hos abbor. Denne bestanden ble tidligere vurdert som svært sterkt skadet (Klasse 5), men kan nå klassifiseres som moderat skadet (Klasse 3). Forsuringssituasjonen i regionen vurderes fortsatt som alvorlig, med mange tapte aure- og abborbestander (Klif 2010).

### 4.2.5 Region V - Sørlandet-Vest

#### Bunndyr

I region V ble de faste innsjøene Saudlandsvatn, Ljosvatn og Lomstjørni undersøkt. I tillegg ble Indre Espelandsvatn, Vestre Flogevatn, Dybingsvatn, Stakkheitjørna og Rundavatn undersøkt i 2009. I Saudlandsvatn, som undersøkes årlig, ble det i 2009 påvist ni følsomme taksa, det samme som de to foregående år. 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 moderat sensitive organismer viser at det biologiske mangfoldet utvikler seg i positiv retning. Av arter som har etablert stabile bestander i Saudlandsvatnet i de seneste årene kan nevnes døgnfluene *Cloeon* sp. og *Siphonurus* sp. samt vårfluene *Tinodes waeneri*, *Oecetis testacea* og *Wormaldia* sp. Alle artene som har kommet tilbake er forventet, men fortsatt mangler det mange som finnes i uforsurete lokaliteter. I Ljosvatn ble det registrert en moderat sensitiv vårflue, *Oecetis testacea*. Lokaliteten vurderes fortsatt som meget sterkt forsuringsskadet, men sporadiske funn av sensitive bunndyr kan tyde på at vatnet er inne i en fase av begynnende gjenhenting. I Lomstjørni ble det funnet tolv følsomme taksa bestående av meget følsomme og moderat følsomme arter. Dette er en stor forbedring sammenlignet med 2008, da det ble registrert syv forsuringfølsomme arter. Døgnfluen *Baetis rhodani* var tallrik i utløpsbekken. I strandsonen ble det registrert flere sensitive døgnfluearter: *Centroptilum luteolum*, *Cloeon simile*, *Caenis horaria* og *Siphonurus alternatus*. Antall følsomme individ er økende, og Lomstjørni fremstår nå som lite forsuringsskadet. Resultatene fra innsjøene som undersøkes årlig i region V indikerer en økning i biologisk mangfold. De fleste av de øvrige innsjøene som ble undersøkt i denne regionen i 2009, fremstår som moderat til sterkt skadet. De minste skadene ble registrert i Djupingsvatn og Stakkheitjørna som begge kan karakteriseres som moderat skadet. I førstnevnte vatn ble det funnet ett individ av døgnfluen *Baetis rhodani* i utløpsbekken. I Stakkheitjørna ble det registrert store tettheter av den moderat sensitive vårfluen *Hydropsyche siltalai* i utløpselva. I Indre Espedalsvatn ble det registrert ett individ av en moderat sensitiv steinflue, *Isoperla* sp. I Rundavatn ble det ikke påvist følsomme taksa utenom småmuslinger. Faunaen i Vestre Flogevatn besto av forsuringstolerante arter. Forsuringsskadene på faunaen er derfor fortsatt sterk i deler av denne regionen.

#### Krepsdyr

Totalt er det registrert 58 arter i region V (14 sjøer) i overvåkingsperioden 1996-2009. Det ble ikke registrert noen nye arter i 2009.

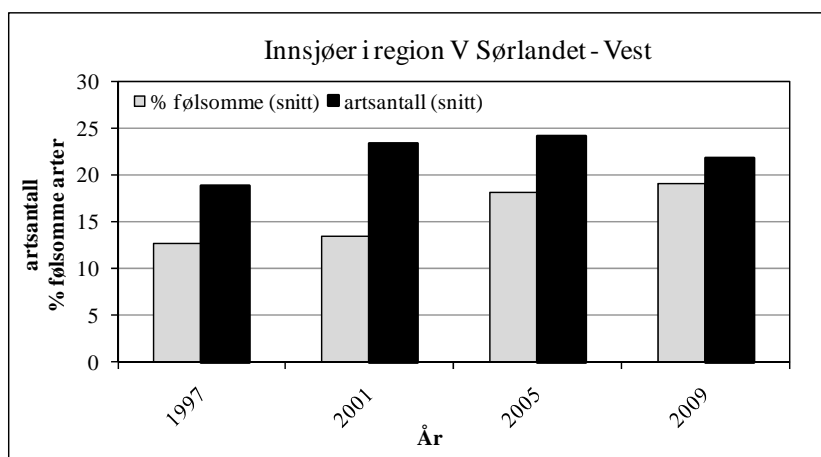
Et utvalg innsjøene i region V ble undersøkt i 1997 (SFT 1998), 2001 (SFT 2002), 2005 (SFT 2006) og i 2009 (se vedlegg F1-F3). Utvalget av sjøer er endret i løpet av overvåkingsperioden og mange innsjøer er kun undersøkt ett år. Artsantallet for den enkelte lokalitet varierte i 2009 mellom 11 og 30.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

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

Fra seks av sjøene foreligger det krepsdyrdata fra 1997, 2001, 2005 og 2009. Ytterligere fire innsjøer er undersøkt to eller tre av årene i denne perioden. Samlet sett er det en liten økning i relativ forekomst

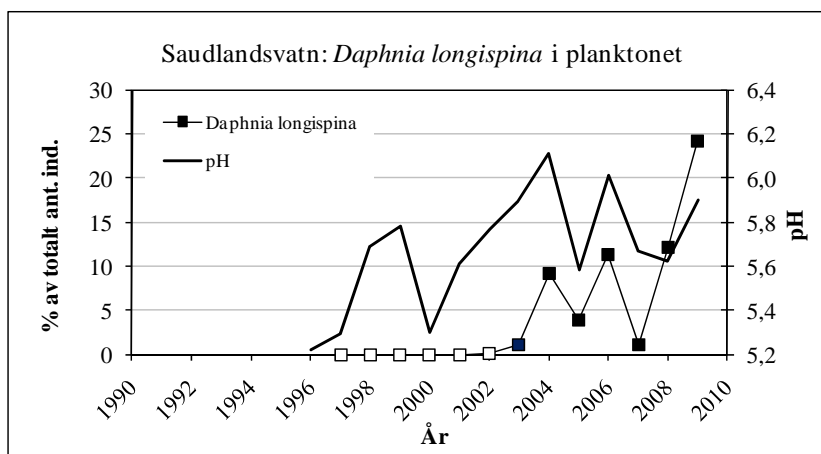
av forsuringfølsomme arter i perioden 1997 til 2009 (Figur 49). Med få unntak gjelder den positive utviklingen alle overvåkingssjøene i denne regionen. Resultatene samsvarer også med den positive utviklingen som blant annet er registrert for fiskebestandene i denne regionen (Hesthagen & Østborg 2008).

Tre innsjøer blir undersøkt årlig (Vedlegg F1-F2). I Saudlandsvatn (Farsund) ble det i 2002, for første gang, funnet individer av *Daphnia longispina* i planktonet. Andelen av *D. longispina* har siden økt og denne har enkelte år vært en av de dominerende planktonartene (Figur 50). Andelen forsuringfølsomme arter har også økt de siste årene og ligger nå i underkant av 25 %. Samlet indikerer resultatene en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen i innsjøen. Variable forekomster av *D. longispina* kan likevel tyde på at vannkjemien fremdeles er ustabil og periodevis ugunstig. Lomstjørni (Bjerkreim) vurderes som svakt til moderat forsuringsskadet med høye andeler forsuringfølsomme arter. Tilsvarende som for Saudlandsvatn, var andelen *Daphnia longispina* i 2009 den høyeste som er registrert siden overvåkingen startet. Ljosvatn (Sokndal) hører til de mest forsuringsskadede av overvåkingssjøene våre. I perioden 2005-2007 ble det imidlertid registrert totalt fire nye moderat forsuringfølsomme arter i Ljosvatn. Mengden av disse er generelt lave og varierer dessuten mellom år. I 2009 ble det for eksempel kun registrert en forsuringfølsom art. Selv om resultatene kan indikere en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen i Ljosvatn så er forholdene foreløpig for ustabile og ugunstige til at forsuringfølsomme arter etablerer seg med gode bestander. I Indre Espelandsvatn (Hægebostad), en av innsjøene som overvåkes hvert 4. år, ble det i 2009 for første gang registrert *Daphnia longispina*.



Figur 49. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsuringfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 6 innsjøer undersøkt i 1997, 2001, 2005 og 2009.

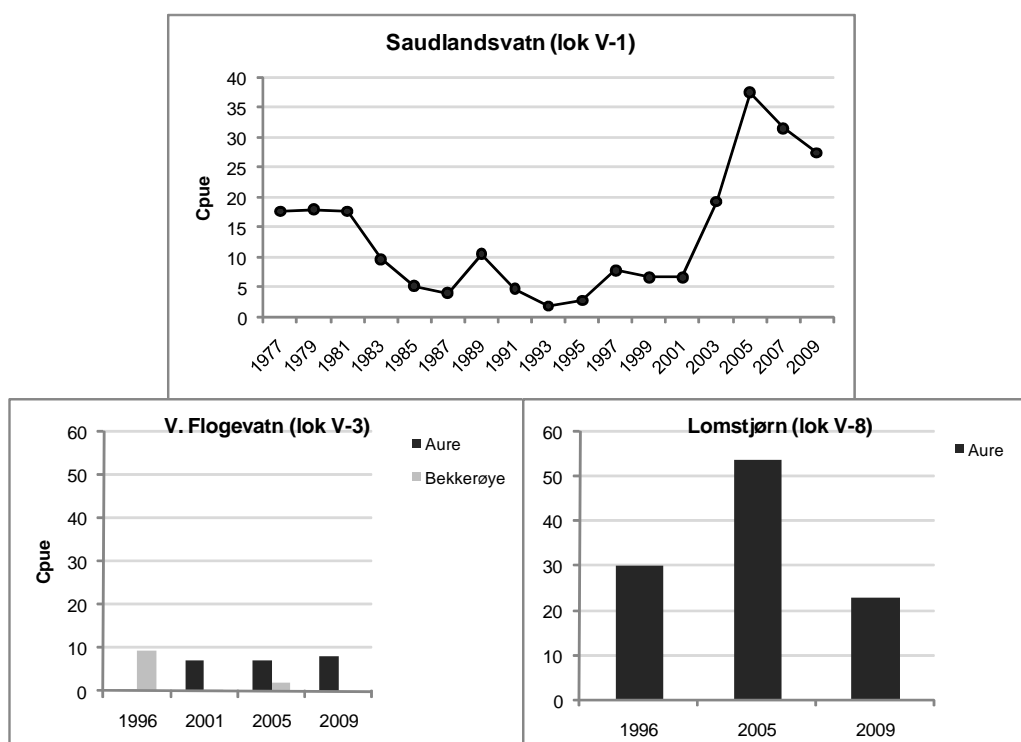




Figur 50. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* i Saudlandsvatn (region V, Sørlandet - Vest) i 1997-2009. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH er fra høstprøver (unntak 2004: gjennomsnitt av prøver tatt vår og sommer).

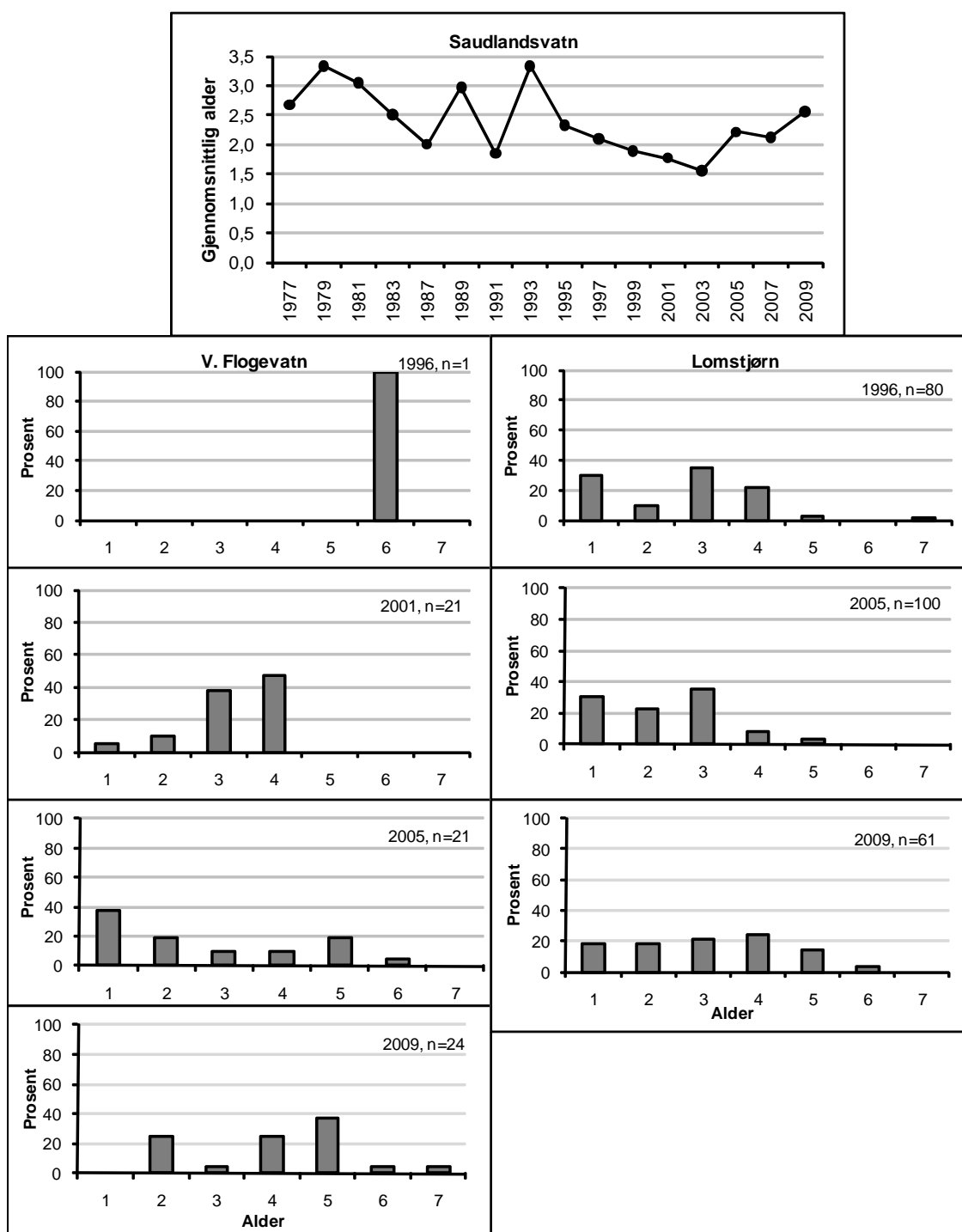
### Fisk

I region V ble tre lokaliteter prøvafisket i 2009. Sørlandet har flest tapte og skadde fiskebestander pga forsuring her i landet (Klif 2010). Av de sju aurebestandene som inngår i overvåkingsprogrammet for regionen, vurderes nå bare to som spesielt forsuringsskadede; Rundavatn (Lok. V-13) og Vestre Flogevatn (Lok. V-3). Fangstutbyttet av aure i Vestre Flogevatn har økt noe i undersøkelsesperioden; fra 0,6 individer pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal i 1996 til 9,4 individ i 2009. Bestanden karakteriseres fremdeles som tynn (Figur 51).



Figur 51. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnvære områder (0-12 m dyp) av Saudlandsvatn og Lomstjørn og av aure og bekkerøye i V. Flogevatn i ulike perioder.

Aldersfordelingen hos aure i denne innsjøen viser en ujevn rekruttering, med både sterke og svake årsklasser (Figur 52). Bekkerøya som dominerte fangstutbyttet i Vestre Flogevatn i 1996, ser nå ut til å ha forsvunnet helt. Aurebestanden i Lomstjørn kan betegnes som svært god, og aldersfordelingen viser en jevn og god rekruttering (Figur 51 og Figur 52). I Saudlandsvatn ble aurebestanden kraftig redusert på begynnelsen av 1980-tallet, og den var fortsatt lav fram til 2001 (Figur 51). Men i løpet av de siste årene har bestanden økt kraftig, og i 2005 var fangstutbyttet rekordhøyt. Prøvefiske i 2009 viser at bestanden fortsatt kan klassifiseres som meget god (Klasse 1). Gjennomsnittlig alder i prøvefiskefangstene, samt tettheten av ungfisk på inn- og utløp, viser at rekrutteringen til bestanden også er god (Figur 52 og Figur 70).



Figur 52. Gjennomsnittlig alder hos aure fanget i Saudlandsvatn og aldersfordeling fra Vestre Flogevatn og Lomstjørn i ulike perioder. n= antall fisk som er aldersbestemt.

#### 4.2.6 Region VI - Vestlandet-Sør

##### Bunndyr

I region VI ble Røyrvatnet undersøkt i 2009. Etter mange år med sterk forurensning har Røyrvatnet vist tegn til en begynnende gjenhenting av bunndyrfaunaen i de siste fire årene. I 2009 ble det registrert tre moderat sensitive bunndyrtaksa i lokaliteten: døgnfluen *Siphonurus* sp. samt vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Itytrichia lamellaris*. Røyrvatn synes nå å føye seg til en generell positiv utvikling for regionen (se elveundersøkelsene).

##### Krepsdyr

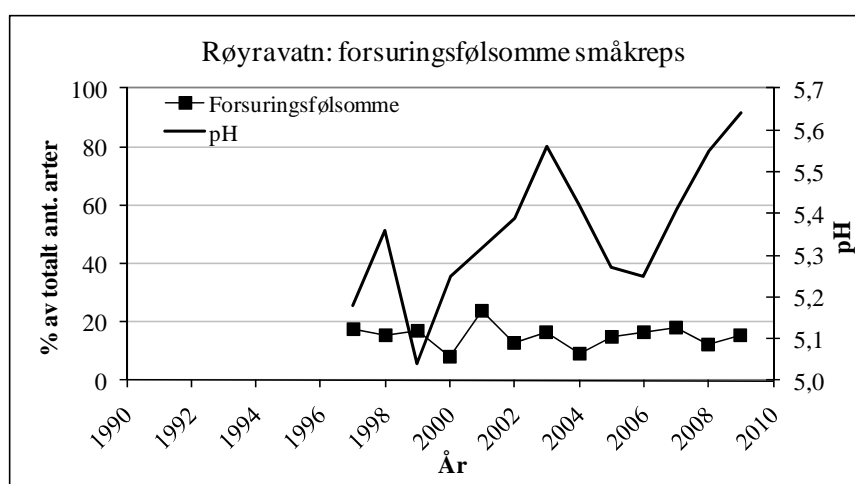
Totalt er det registrert 44 krepsdyrarter i region VI (7 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2009. Det ble registrert en ny art i forbindelse med overvåkingen i 2009.

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 forurensningsfølsomme arter. Alle innsjøene i region VI er ionsvake og med relativt lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3-0,9 mg Ca L<sup>-1</sup>).

Forsuringsskadene basert på krepsdyrfaunaen er vurdert som moderat til stor (moderat – dårlig økologisk tilstand) for enkeltsjøene i region VI.

Kun en av lokalitetene (Røyrvatn i Vindafjord) blir undersøkt årlig (Vedlegg F1). I forbindelse med bunndyrundersøkelsene i 2000 ble det registrert individer av *Daphnia* sp. i utløpselva. Først i 2009 ble *Daphnia galeata* funnet i planktonet, og da kun med ett individ i en prøve fra strandsonen. Det er derfor sannsynlig at tettheten av dafnier er svært lav i innsjøen. Krepsdyrundersøkelsene gir ellers ingen tegn på endringer i forurensningssituasjonen i Røyrvatn (Figur 53). Dette står i kontrast til den positive utviklingen som er registrert i fiskesamfunnene i denne regionen. De øvrige innsjøene som ble undersøkt både i 2000, 2004 og 2008 er også svært forurensningsskadede med lave andeler av forurensningsfølsomme krepsdyr og kun mindre år til år variasjoner.

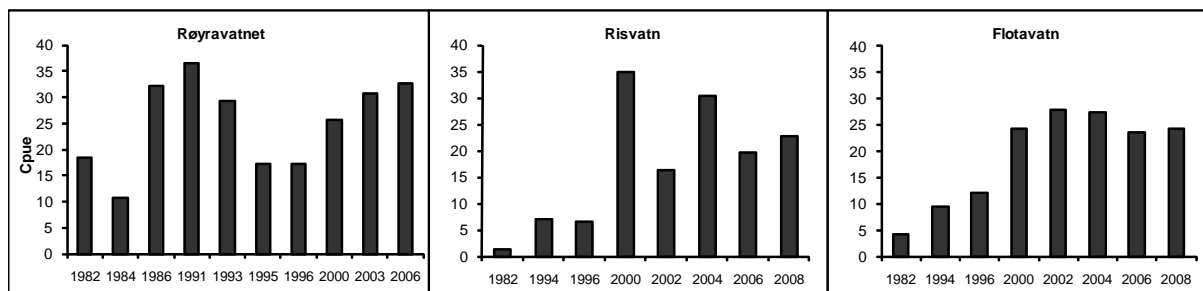
Samlet sett vurderes forurensningstilstanden for region VI å være uforandret basert på krepsdyrundersøkelsene.



Figur 53. Andel (% arter) av forurensningsfølsomme småkreps (Cladocera + Copepoda) i Røyrvatn (region VI, Vestlandet - Sør) i 1996-2009. pH er fra høstprøver.

## Fisk

I region VI ble ingen innsjøer prøvefisket i 2009. I denne regionen inngår tre innsjøer med aure i Vikedalsvassdraget (Rogaland); Røyrvatn, Risvatn og Flotavatn. I løpet av de siste 10-15 åra har det vært en positiv utvikling i alle disse fiskebestandene. Dette har medført en endring av forsuringsindeksen fra sterkt skadet før 1990 (Klasse 4 og 5), til små eller ingen skader i seinere år (Klasse 1 og 2). I både Risvatn og Flotavatn var aurebestandene tynne fram til slutten av 1990-tallet, men seinere har de økt kraftig (Figur 54). I Risvatn har størrelsen på aurebestanden variert noe i det siste tiåret, men den vurderes nå som meget god, med en forsuringsindeks  $\geq 1,0$  (Klasse 2). I Røyrvatn startet den positive bestandsutviklingen hos aure noe tidligere enn i Risvatn og Flotavatn, med en klar økning fra 1982/84 til 1986. På midten av 1990-tallet skjedde det imidlertid en bestandsreduksjon. I seinere år har aurebestanden i Røyrvatn igjen økt.



Figur 54. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnære områder (0-6 m dyp) av Røyrvatn (Lok. VI-3), Risvatn (Lok. VI-4) og Flotavatn (Lok. VI-5) i Vikedalsvassdraget perioden 1982-2008.

## 4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord

### Bunndyr

I region VII ble de årlige innsjøene Markhusdalsvatn, Nystølsvatn og Svartetjern undersøkt. Bunnfaunaen i Markhusdalsvatn var meget sterkt forsuringssskadet frem til 1999. Fra dette året er det sporadisk registrert moderat sensitive bunndyrarter i lokaliteten. I 2009 ble det funnet tre moderat forsuringsstolerante arter i utløpsbekken: Steinfluen *Isoperla grammatica* og vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Lepidostoma hirtum*. I Svartetjern ble det kun påvist tolerante arter. Nystølsvatn hadde en periode med sterkt forsuringssskadet bunnfauna i årene 2000 og 2001. Etter dette har vatnet vist sporadiske tegn til forbedring, med registreringer av moderat sensitive bunndyr. Faunaregistreringene i Nystølsvatnet i 2009 må karakteriseres å være et tilbakeskritt, ettersom det bare ble registrert tolerante taksa. Nystølsvatn er svært ionefattig og følgelig følsom for forsurening.

### Krepsdyr

Totalt er det registrert 50 krepsdyrarter i region VII (12 innsjøer) i perioden 1996-2009. Det ble ikke registrert noen nye arter i 2009.

Et utvalg av innsjøene i region VII ble undersøkt i 1999 (SFT 2000), 2003 (SFT 2004) og på nytt i 2007 (SFT 2008). Antall arter var hhv. 35 (12 sjøer), 31 (7 sjøer) og 38 (6 sjøer). Artsantallet for enkeltlokaliteter varierte i 2007 mellom 16 og 28. Samlet artsliste for regionen inkluderer både forsuringsfølsomme og forsuringsstolerante arter, inklusive survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*. Dafnier er ikke registrert i noen av lokalitetene som ble undersøkt i 2007. 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 forsuringsfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forsuret.

Krepsdyrfaunaen viser stor variasjon og innsjøene i region VII er klassifisert som ubetydelig/litt til sterkt/svært sterkt forsuringssskadet (svært god/god – dårlig/svært dårlig økologisk tilstand). Det er sannsynlig at forsuringsssituasjonen i enkelte av innsjøene er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor).

For tre av innsjøene i regionen fins det årlige krepsdyrdata (Vedlegg F1-F2); Markhusdalsvatn og Svartetjern (begge Masfjorden) og Nystølsvatn (Gaular). Andelen forsuringfølsomme arter er lav i alle innsjøene, som for øvrig viser relativt store år til år variasjoner mhp. krepsdyrfaunaen. I Svartetjern har imidlertid både artsmangfoldet og andelen forsuringfølsomme arter økt siden 2004. I Nystølsvatn ble det i 2009 registrert en ny moderat forsuringfølsom art, vannloppen *Alona intermedia*. I Markhusdalsvatn ble det registrert en høyere andel forsuringfølsomme arter i 2008 (19 %) enn det som er registrert i tidligere år (0-15 %). Samtidig ble det ikke registrert noen individer av den svakt følsomme og ellers svært vanlige hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. I 2009 var andelen forsuringfølsomme arter på samme lave nivå som tidligere (13 %). Sett under ett viser verken Nystølsvatn eller Markhusdalsvatn noen klar trend mhp endringer i krepsdyrfaunaen. For de øvrige tre innsjøene som ble undersøkt i 2007 synes tilstanden å være uforandret siden forrige undersøkelse (2003) med unntak av Movatn (Eid). Her er det nå registrert flere moderat forsuringfølsomme arter.

### Fisk

I region VII ble det ikke prøvefisket i 2009. Forsuringsindeksen for de undersøkte aurebestandene har variert fra tynn (Klasse 4 og 5) til god (Klasse 1 og 2). I tre lokaliteter med aure i Gaularvassdraget viser fangstutbyttet en positiv bestandsutvikling. Forsuringsindeksen har endret seg fra Klasse 3/4 til Klasse 1. I én lokalitet i Hordaland er aurebestanden fremdeles tynn (Klasse 5). Det er fortsatt en del tapte og reduserte aurebestander i region VII (Klif 2010).

## 4.2.8 Region VIII - Midt-Norge

### Bunndyr

I region VIII undersøkes Svartdalsvatn årlig. I tillegg ble Lundalsvatnet undersøkt i 2009. I Svartdalsvatn ble det påvist tre moderat forsuringssensitive bunndyrarter i strandsonen: døgnfluen *Siphonurus lacustris*, steinfluen *Capnia* sp. og steinfluen *D. nanseni*. Sistnevnte ble også registrert i strandsonen. Lundalsvatnet hadde et større biologisk mangfold enn Svartdalsvatnet. Her ble det blant annet registrert ti arter av vårfluer. Til sammen syv forsuringssensitive taksa ble registrert. Funn av to sterkt sensitive arter, døgnfluen *Nigrobaetis niger* og sneglen *Radix balthica*, viser at Lundalsvatnet er lite skadet av forsuring.

### Krepsdyr

Totalt er det registrert 58 arter i region VIII (10 innsjøer) basert på overvåkingen i 1998-2009. Det ble registrert fire nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2009.

Et utvalg av innsjøene i region VIII ble undersøkt i 2001 (SFT 2002, 2003) og på nytt i 2005 (SFT 2006). Antall arter var hhv. 42 (10 sjøer) og 48 (7 sjøer). Antall krepsdyrarter varierte i 2005 mellom 12 og 35 for enkeltlokaliteter. De fleste av artene er indifferente i forhold til forsuring eller kun moderat følsomme. Survannsindikatorene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble kun funnet i små mengder mens arter som indikerer en noe bedre vannkvalitet, f.eks. *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina*, *Eucyclops macrurus* og *Eucyclops macruroides*, er påvist i små eller moderate mengder i fem av innsjøene. Sistnevnte art, som er funnet i to av overvåkingssjøene, er ikke tidligere registrert i Midt-Norge. Andel forsuringfølsomme arter var generelt høy og lå i snitt på 20 % for regionen. Lavest andel forsuringfølsomme arter ble funnet i ionesvake fjellsjøer som Svartdalsvatn, Øvre Neådalsvatn og Skjerivatn. Innsjøene i region VIII er alle næringsfattige med lave kalsium-konsentrasjoner (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.

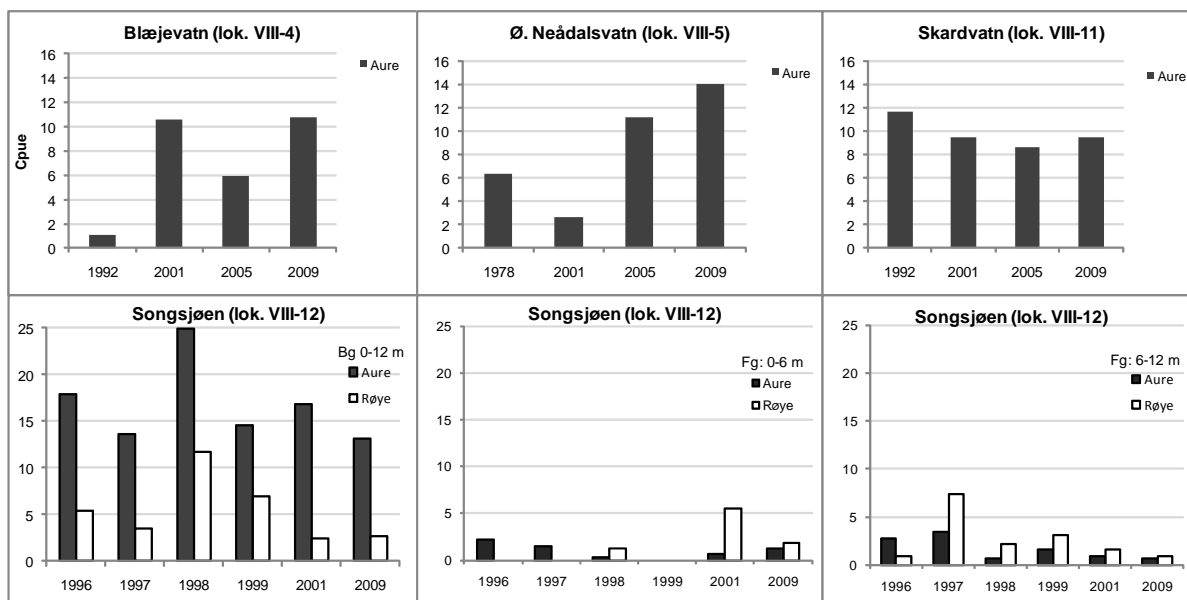
Innsjøene i region VIII er vurdert som litt til sterkt forsuringsskadet (svært god – dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Det er sannsynlig at forsuringssituasjonen i enkelte av lokalitetene er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se ovenfor).

Undersøkelser av høyfjellslokaliteten Svartdalsvatn i Lesja (Vedlegg F1) viser årlige forekomster av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina*. Med unntak av 1999 og 2000 har andelene

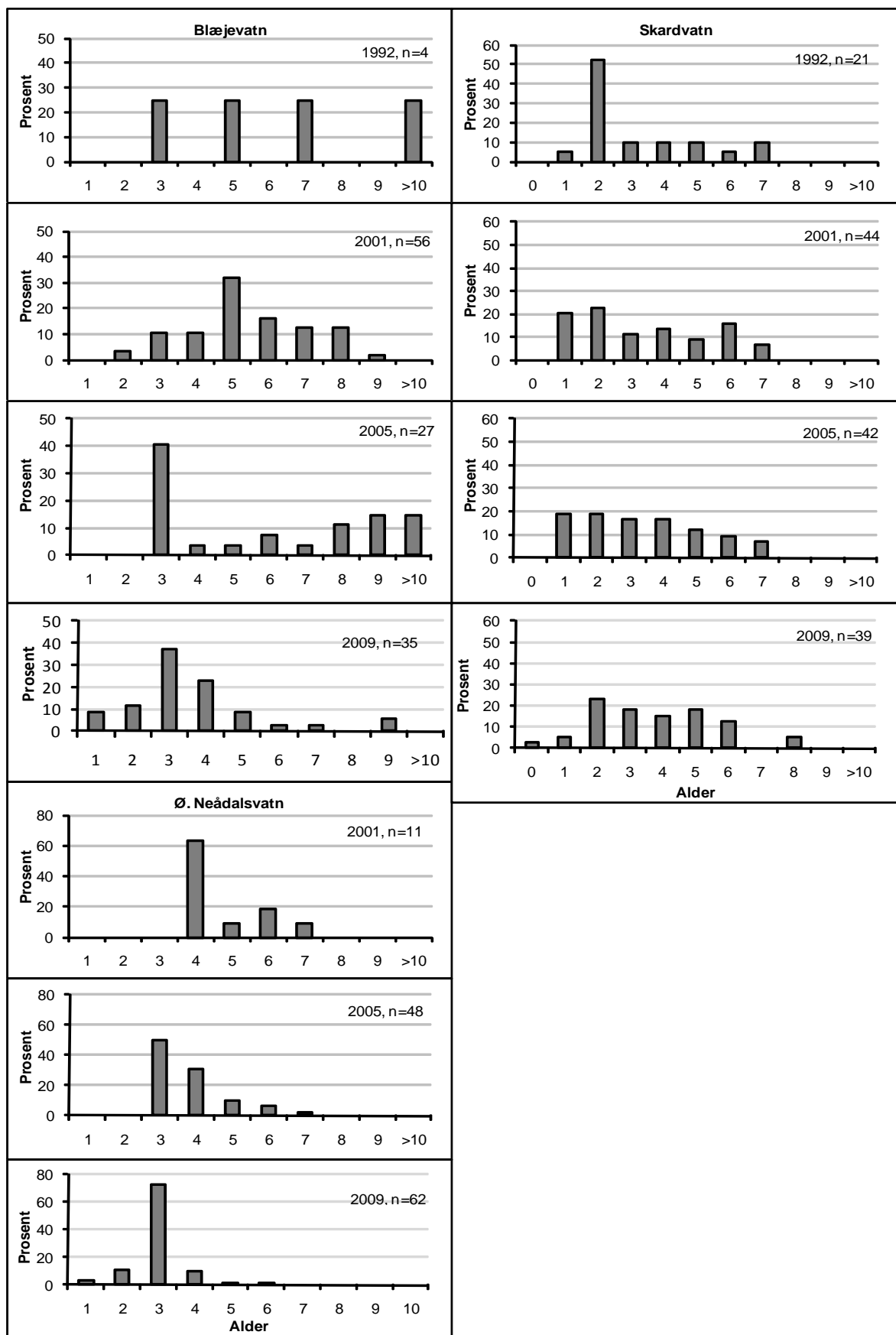
imidlertid vært svært lave. Lave tettheter av dafnier er også registrert for andre ionefattige klarvannsjøer (Schartau *et al.* 2006). Andelen forsuringfølsomme arter var lavere i 2005 enn i 2001 for samtlige innsjøer i region VIII som er undersøkt begge år. Dette skyldes sannsynligvis mellom-års variasjoner i klimatiske forhold. Songsjøen (Orkdal) ble undersøkt i 2009, som den eneste av innsjøene som overvåkes hvert 4. år (Vedlegg F3). Innsjøen er også undersøkt i 2001 og 2005 og totalt er det registrert 47 arter av krepsdyr i overvåkingsperioden, noe som vurderes som høyt. Innsjøen har også en høy andel forsuringfølsomme arter (i overkant av 30 %). Artsinventaret viser imidlertid store år til år variasjoner. Songsjøen (Orkdal) har vært relativt grundig undersøkt i perioden 1991-97 (forskningsprosjekt), og det er her funnet fem arter i tillegg til de registreringene som er gjort i forbindelse med den ordinære overvåkingen i 2001, 2005 og 2009 (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 derfor å være større for en ikke-forsuret referansesjø enn for en forsuret innsjø.

### Fisk

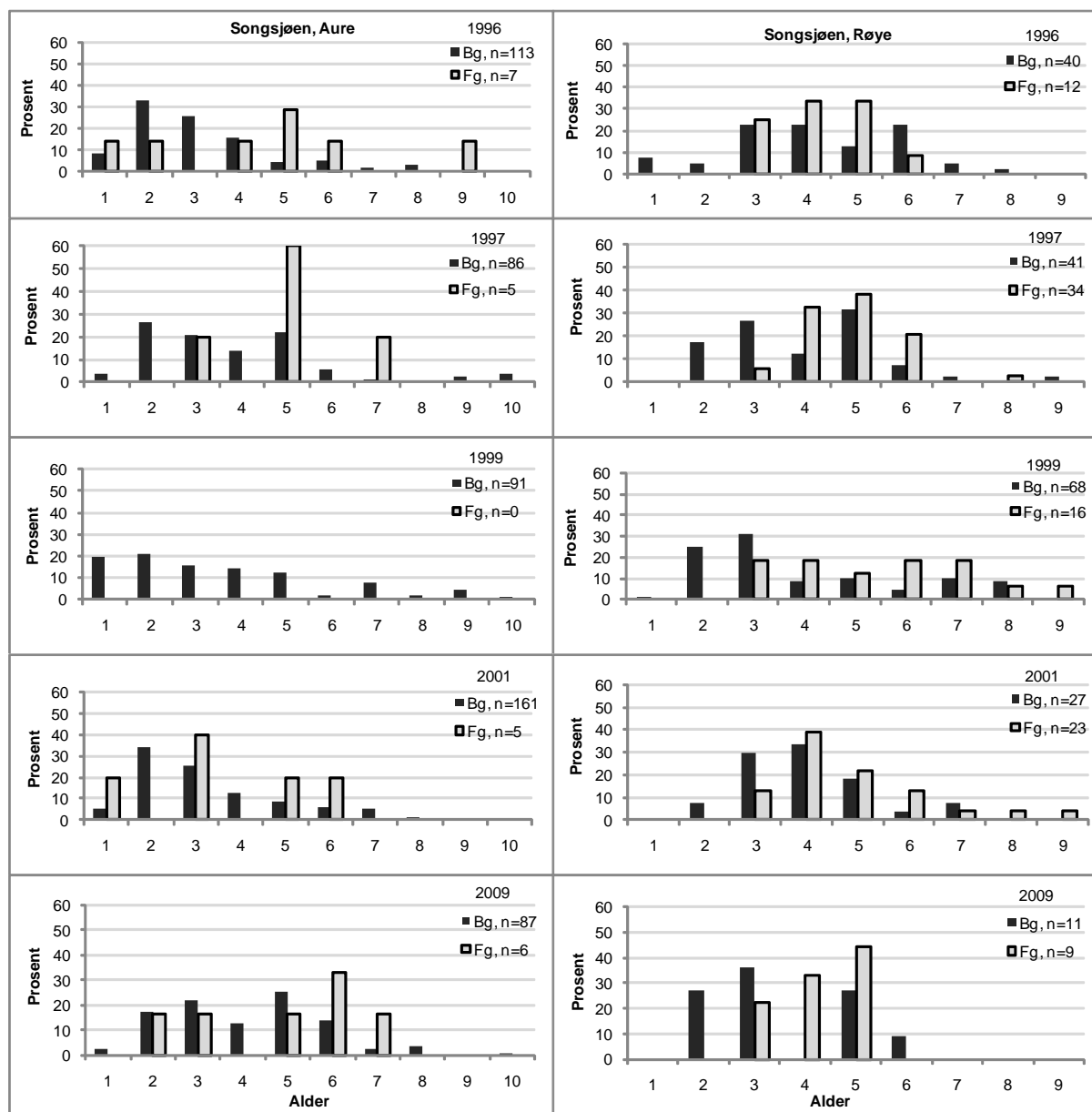
I region VIII ble fire innsjøer prøvfisket i 2009. I tillegg ble Songsjøen (lok VIII-12) prøvfisket som en del av basisovervåkingen. Aurebestandene i regionen har hatt en varierende utvikling, med stor variasjon i forsuringindeksen mellom de enkelte lokalitetene. I Blæjevatn har det vært en økning i fangstutbytte av aure siden 1992, men bestanden er fremdeles relativt tynn (*Figur 55*). Aldersfordelingen hos aure i denne lokaliteten tyder imidlertid på en noe jevnere og bedre rekruttering i de siste fire åra sammenlignet med tidligere (*Figur 56*). I Øvre Neådalsvatn har bestanden av aure økt noe, og kan nå karakteriseres som middels tett (*Figur 55*). Aldersfordelingen i 2009 tyder imidlertid på en ujevn rekruttering med en sterk dominans av treåringer (*Figur 56*). I Skardvatn har fangstutbytte av aure holdt seg på et forholdsvis lavt og stabilt nivå i hele undersøkelsesperioden (*Figur 55*). Bestanden karakteriseres som relativt tynn (Klasse 3-4). Aldersfordelingen tyder også på at rekrutteringen er forholdsvis liten, men jevn (*Figur 56*). I Songsjøen kan aurebestanden karakteriseres som middels tett, mens røyebestanden er forholdsvis liten. Fangstutbytte på bunn- og flytegarn er omtrent like stort (*Figur 55*). Aldersfordelingen hos de to artene tyder imidlertid på en jevn og forholdsvis god rekruttering, og bestandene karakteriseres ikke som forsuringsskadede (*Figur 57*).



Figur 55. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) på bunn- og flytegarn (0-6 m dyp) i Blæjevatn (Lok. VIII-4), Øvre Neådalsvatn (lok VIII-5) og Skardvatn (lok VIII-11), og av aure og røye på bunn- og flytegarn (Bg: 0-12 m dyp) og flytegarn (Fg: 0-6 og 6-12 m dyp) i Songsjøen (lok VIII-12), fordelt på ulike perioder.



Figur 56. Aldersfordeling hos aure i Blæjevatt (Lok. VIII-4), Øvre Neådalsvatt (lok VII-5) og Skardvatt (lok VIII-11) i ulike år. n = antall fisk som er aldersbestemt.



Figur 57. Aldersfordeling hos aure og røye i Songsjøen fanget på bunngarn (Bg) og flytegarn (Fg) i åra 1996, 1997, 1999, 2001 og 2009. n = antall fisk som er aldersbestemt.

## 4.2.9 Region IX - Nord-Norge

### Bunndyr

I region IX er Nedre Kaperdalsvatn undersøkt siden 1999. Antall registrerte taksa og individer har vært lavt i innsjøen. I 2009 ble det registrert to moderat forsuringfølsomme taksa: steinfluen *Isoperla grammatica* samt småmuslinger. Lokaliteten kan 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 i de seks innsjøene som ble undersøkt.

Artsantallet for enkeltlokaliteter undersøkt i 1999 varierte mellom 11 og 20. De fleste av artene er indifferente i forhold til forsuring, men survannsindikatorene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona*



*rustica* og *Diacyclops nanus* ble registrert i flere av innsjøene. Også arter som indikerer en noe bedre vannkvalitet er påvist, som f.eks. *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina* og *Eucyclops macrurus*. Lavt 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.

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

En lokalitet er undersøkt årlig siden 1999 (Vedlegg F2). Krepsdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn (Tranøy) er artsfattig med dominans av moderat forsureningstolerante arter. Andelen forsureningsfølsomme arter per år varierer mellom 15 og 29 %. For øvrig varierer krepsdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn relativt mye, og det er lite som tyder på en generell endring i forsureningstilstanden.

### **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 forsureningsbelastning (Klif 2010).

## **4.2.10 Region X - Øst-Finnmark**

### **Bunndyr**

I region X undersøkes bunnfaunaen i Dalvatn årlig. I 2009 ble det registrert to moderat sensitive steinfluer: *Capnia* sp. og *Diura* sp. Resultatene står i kontrast til fjoråret, da det ble registrert gode tettheter av *Baetis rhodani* i utløpselva.

### **Krepsdyr**

Totalt er det funnet 44 arter av krepsdyr i region X (6 innsjøer) i perioden 1996-2009. Det ble ikke registrert noen nye arter i forbindelse med overvåkingen i 2009.

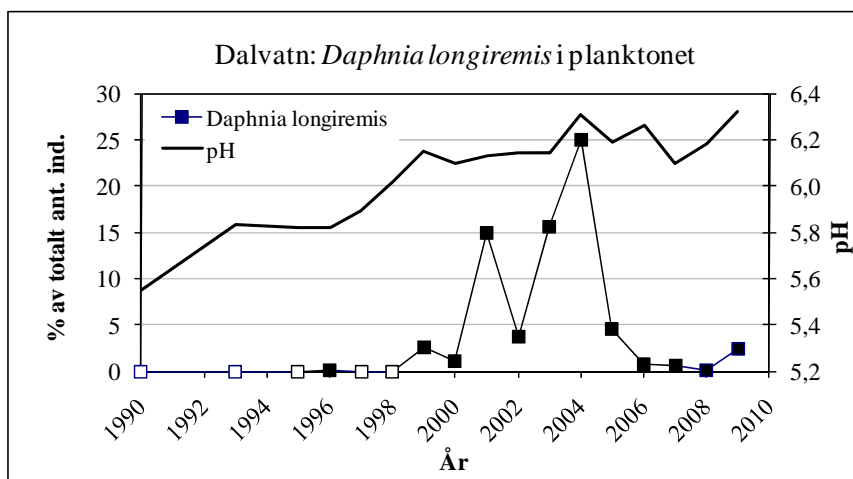
Et utvalg av innsjøene i region X ble undersøkt i 2000 (SFT 2001) og fire av innsjøene ble undersøkt på nytt i 2004 (SFT 2005) og i 2008. I disse undersøkelsene ble det registrert hhv. 31 (6 sjøer), 24 (4 sjøer) og 27 arter (4 sjøer).

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

Kun Dalvatn i Sør-Varanger blir undersøkt årlig (Vedlegg F2). Fra denne lokaliteten fins det data fra de fleste år i perioden 1990-2009. Totalt er det registrert et relativt stort antall arter i Dalvatn, men artsinventaret varierer mye fra år til år. Andelen av den forsureningsfølsomme vannloppen *Daphnia longiremis* i planktonet har økt siden den første gang ble registrert i 1996 og fram til 2004. Mengden av dafnier har imidlertid vært svært lav de siste fem årene til tross for videre forbedringer i vannkvaliteten (Figur 58). Mengden av andre forsureningsfølsomme arter varierer over år, men var spesielt høy i 2004 og noe lavere de siste årene.

Fra ytterligere tre innsjøer foreligger det krepsdyrdata fra 2000, 2004 og 2008. Det er også gjennomført planktonundersøkelser i disse lokalitetene i perioden 1990-91. Innsjøene viser relativt store år til år variasjoner i krepsdyrfaunaen. Andelen forsureningsfølsomme arter og relativ mengde av disse var lav i 2008 sammenlignet med tidligere undersøkelser. I 2008 ble det ikke registrert noen forsureningsfølsomme arter i Første Høyfjellsvatn, som er den av sjøene i region X med den fattigste krepsdyrfaunaen. I Store Skardvatn er det i tidligere år registrert inntil tre arter av dafnier; i 2008 ble det ikke funnet noen dafnier.

Etter 2000 er det sannsynlig at andre forhold enn forsurening har hatt en betydning for utviklingen i krepsdyrfaunaen i enkelte av overvåkingssjøene. For eksempel kan tette bestander av krepsdyrspisende røye (Dalvatn og Store Skardvatn) ha hatt en effekt på mengder og sammensetning av krepsdyr. Den vannkjemiske overvåkingen av innsjøer på Jarfjordfjellet viser dessuten at innholdet av metallene nikkell og kobber har økt i siste seks års periode sammenlignet med perioden 1990-2003 (se kapittel 3.4). Innsjøene for biologisk overvåking ligger innenfor det samme området, og en eventuell økning av metallinnholdet vil kunne føre til endringer i artssammensetningen av småkreps.



Figur 58. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longiremis* i Dalvatn (region X, Øst-Finnmark) i 1990-2009. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH fra høstprøver i samme periode.

### Fisk

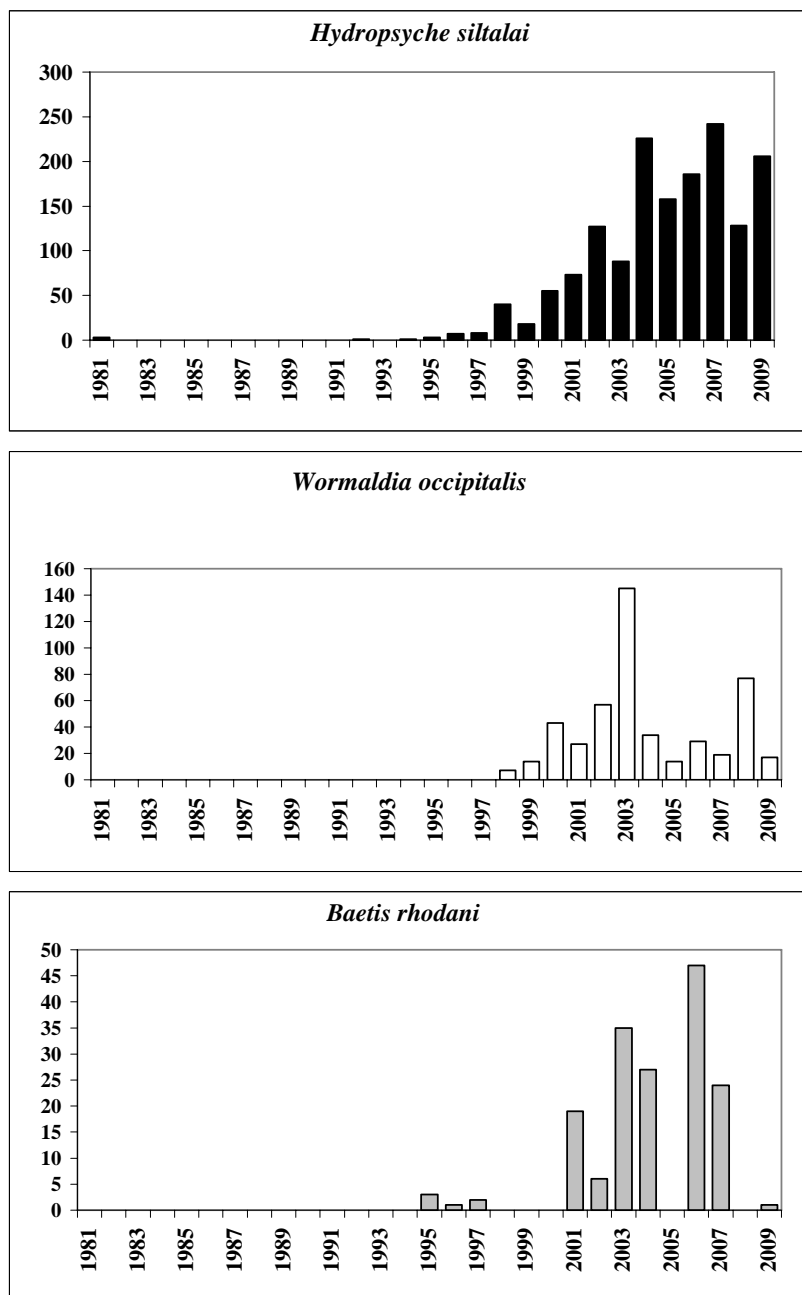
I region X ble ingen innsjøer undersøkt i 2009. Aurebestandene i denne regionen kan karakteriseres som tett til middels tett (Klasse 1-3, jfr Tabell 15). I alle de tre undersøkte innsjøene har det vært en økning i fangstutbytte av aure fra 1990-tallet og fram til 2008 (SFT 2009). Det forekommer røye i to av innsjøene, Store Skardvatn og Dalvatn, og fangstutbyttet i bunnære områder har vært størst i år med lave fangster av aure. Dalvatn har hatt den største reduksjonen i røyefangstene i seinere år, også i de dypere områdene av innsjøen. Samtidig har innsjøen hatt størst økning i mengden aure. I Store Skardvatn dominerte røya fangstene i 2008, mens fangstutbytte av aure var mindre sammenlignet med prøvefisket i 2004. Alle de tre lokalitetene har også tre- og/eller nipigget stingsild. Første Høyfjellsvatn, som har en svært tynn aurebestand pga manglende gytebekker, er tatt ut av fiskeundersøkelsene. Aurebestanden i denne innsjøen blir derfor ikke vurdert mht mulige forsuringsskader. Region X har store årlige variasjoner i forsuringbelastning, men i løpet av de siste 10-15 åra har vannkvaliteten bedret seg kraftig (Klif 2010).

## 4.3 Utvikling i forsuringstilstanden

### Bunndyr

En del av elvene og innsjøene som inngår i overvåkingen har vært undersøkt over lange tidsrom. Lille Hovvatn (region IV) har vært undersøkt over 16 år (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 forsuringfølsomme arter: småmuslinger (*Pisidium* sp.) og døgnfluen *Siphonurus* sp. Senere var begge arter fraværende til og med 2005. *Siphonurus* sp. ble registrert i både 2008 og 2009, men bestanden av denne moderat sensitive døgnflua må karakteriseres ustabil. Årsaken er marginal vannkvalitet. I oktober var pH 4,9 og kalsiumverdien 0,22 mg L<sup>-1</sup>. Rekrutteringen av disse sensitive bunndyrene skjer fra Store Hovvatn, der de har blitt tallrike etter kalking.

Saudlandsvatn (region V) har vært overvåket siden 1981. Utviklingen av følsomme taksa for Saudlandsvatn og nærliggende lokaliteter har vært meget positiv fra 1990. I både 2008 og 2009 ble det registrert ni følsomme taksa, mot tre i 1990. Dette viser at det biologiske mangfoldet i lokaliteten er økende. Vårfluene *H. siltalai* og *Wormaldia occipitalis* er eksempler på slike arter som kom tilbake i siste halvdel av nittitallet (Figur 59). Den sterkt forurensingssensitive døgnfluen *B. rhodani* viser en ustabil gjenhentingsprosess. Det ble bare registrert ett eksemplar av arten i 2009 (Figur 59). Sporadisk fravær er sannsynligvis forårsaket av sure episoder. Vannkvaliteten er foreløpig for ustabil for en permanent etablering av arten. Moderat følsomme arter viser derimot stabile bestander.

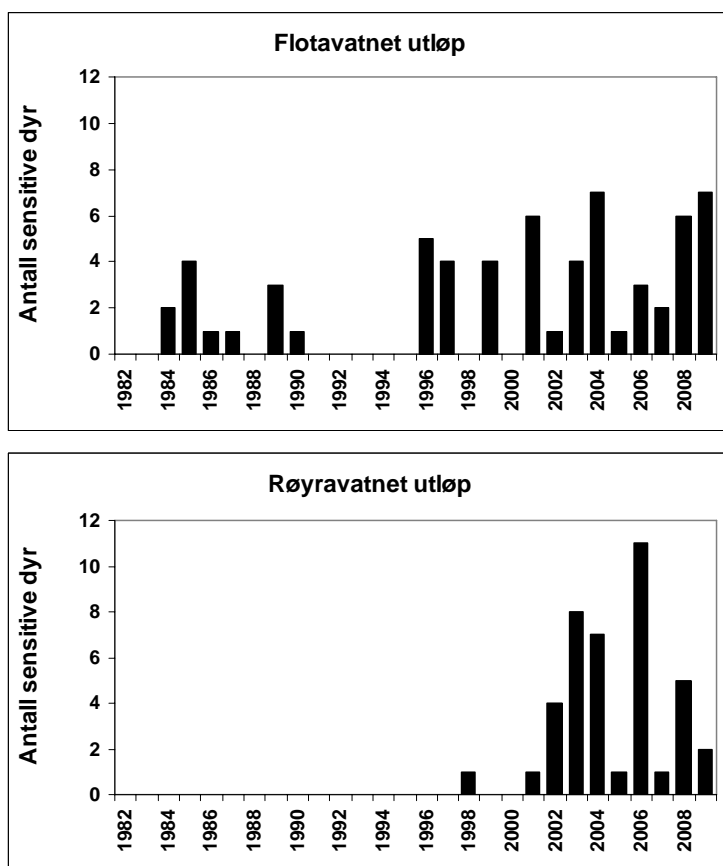


Figur 59. Antall registrerte individer av vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Wormaldia sp.* samt døgnfluen *Baetis rhodani* i Saudlandsområdet (Farsund) i perioden 1981-2009.

I tidligere rapporter er det påpekt at det er blitt registrert flere igler i lokaliteter på Sørlandet. I region V er kun en igleart, blodigle, oppført som sikker for regionen, mens andre igler er angitt med usikker

forekomst i Fauna Norvegica (Aagaard & Dolmen 1996). Dyregruppen har trolig vært sparsomt utbredt i regionen tidligere, noe som kan skyldes forurening. Vi har indikasjoner på at iglene er moderat følsomme for surt vann, mens noen av deres viktigste næringsorganismer, som f. eks. snegl, er meget følsomme. Overvåkingen har vist at tøyet flatigle (*Helobdella stagnalis*), hundegle (*Erpobdella octoculata*) og andegle (*Theromyzon tessulatum*) har blitt mer vanlige i flere lokaliteter på Sørlandet. I 2009 ble det registrert igler i Sognevatnet og Saudlandsvatnet. Utviklingen tolkes som en positiv effekt av redusert forurening både på iglene og på viktige næringsdyr.

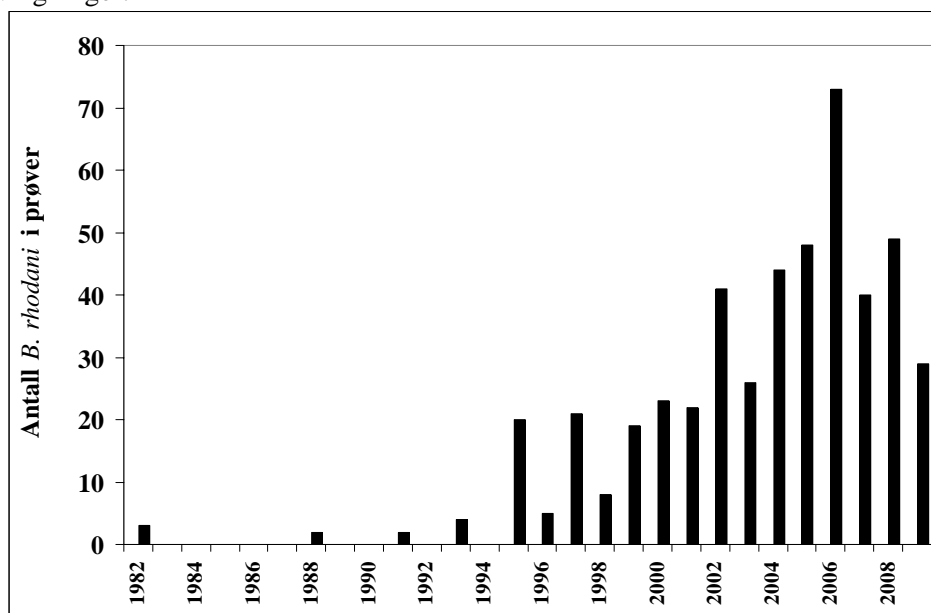
I region VI har den delen av Vikedalsvassdraget som ligger oppstrøms kalkdosereren, inngått i overvåkingen siden 1982. Elva fra Flotavatn har gjennom hele perioden hatt sporadiske innslag av den moderat forureningsfølsomme steinfluen *D. nanseni* (Figur 60). Døgnfluen *B. rhodani* ble påvist i lokaliteten i 2001. 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 60), med en redusert forureningskade og økning i biologisk mangfold. Det observeres årlig ulike moderat sensitive arter her. I 2006 ble *Baetis rhodani* registrert for første gang i lokaliteten, da det ble funnet ett individ av arten i utløpselva. Arten ble registrert på nytt i 2008, men var fraværende i 2009. Vi regner med at det ennå vil ta tid å etablere en stabil bestand av arten i denne lokaliteten.



Figur 60. Forekomst av forurenningssensitive bunndyr i utløpselvene fra Flotavatnet og Røyrvatnet (Vikedal) i perioden 1982-2009.

Den nedre, ukalkete delen av Vikedalsvassdraget har vist en markert gjenhenting av bunndyrfaunaen i de senere år. Utviklingen til døgnfluen *B. rhodani* i en lokalitet som ligger nedstrøms Fjellgardsvatnet, er et eksempel på dette (Figur 61). Her ble arten bare registrert sporadisk i tidsrommet 1982 - 1994. Etter 1995 viser arten stabile forekomster. Det framgår av figuren at forekomsten i 2009 var noe

mindre enn i de foregående årene. Der er uvisst om dette er resultat av en trend eller et resultat av naturlige svingninger.



Figur 61. Forekomst av døgnfluen Baetis rhodani i en ukalket elvelokalitet nedstrøms Fjellgardsvatnet (Vikedal) i perioden 1982-2009.

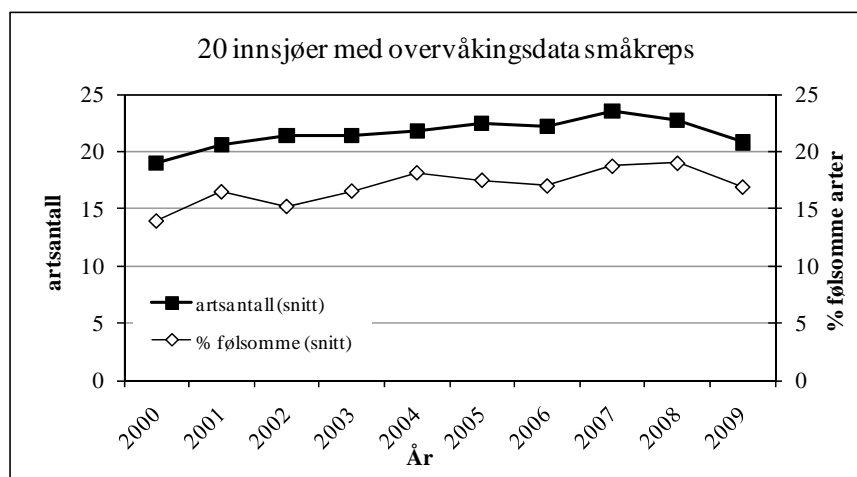
I region VII har vi overvåket utløpselva fra Ø. Botnatjønn og Markhusdalsvatn siden 1991 og innløp og utløpselv fra Nystølsvatn siden 1984. De to førstnevnte lokalitetene har vært meget sterkt forsuret i mesteparten av perioden, men i 1999 ble det funnet moderat forsuringfølsomme taksa. Prøvene fra de siste årene indikerer ustabil vannkjemi, til tross for en positiv tendens i utviklingen av følsom fauna og biologisk mangfold. Bunndyrfaunaen i Nystølsvatn, som har vist tendenser til en positiv utvikling enkelte år, var i 2009 karakterisert sterkt forsuret.

### Krepsdyr

Totalt 20 av lokalitetene som ble undersøkt i 2009 var innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2 sjøer); 17 av disse er undersøkt siden 1997 eller tidligere. Fra og med 2000 finnes det årlige krepsdyrdata fra alle de 20 innsjøene. Tre av innsjøene er ikke-forsurede referansesjøer. Gjennomsnittsverdier basert på data fra alle de 20 sjøene viser en liten økning i antall arter og også i andel forsuringfølsomme småkreps i perioden 2000-2007 (Figur 62). Deretter er resultatene mindre entydige. Av de forsurete innsjøene har i underkant av halvparten vist enkelte indikasjoner på endringer i positiv retning, særlig fra og med 2001. I Saudlandsvatn i Sørlandet-Vest er endringen så entydig at vi nå kan snakke om en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen. Dalvatn i Øst-Finnmark viste tidligere en positiv utvikling med økte tettheter av dafnier og økte andeler av forsuringfølsomme krepsdyr. Situasjonen har imidlertid vært mindre positiv de siste fem årene. Også Langtjern og Langvatn i Østlandet-Sør samt Svartetjern i Vestlandet-Nord har vist tegn til en positiv utvikling. Artssammensetningen av krepsdyrfaunaen indikerer imidlertid at miljøforholdene er ustabile med relativt store år til år variasjoner. Disse variasjonene kan også ha andre årsaker enn forsuring, for eksempel variasjoner i beitetrykket fra fisk. For flertallet av innsjøene er mengden av forsuringfølsomme invertebrater fremdeles lave og ustabile.

Sørlandet-Vest (region V) er den av regionene som viser den klareste positive utviklingen, spesielt mhp. andel forsuringfølsomme arter. Resultatene samsvarer også med den positive utviklingen som er registrert for annen fauna i denne regionen. Flertallet av overvåkingsinnsjøene i Sørlandet-Vest 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 overvåkingsjøer.

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 62. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsuringfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 20 innsjøer med årlige undersøkelser i perioden 2000-2009.

## Fisk

Det har vært en positiv utvikling i fiskebestander i de fleste regioner i løpet av de siste 10-15 åra. Men situasjonen er fortsatt noe ustabil i enkelte lokaliteter på Sørlandet og Vestlandet (Figur 63). I tillegg har disse regionene fortsatt mange tapte fiskebestander i overvåkingslokalitetene (KLF 2010). I Midt-Norge og nordover er situasjonen stort sett god og uendret. I enkelte lokaliteter har det vært en viss økning i mengden fisk. I de fleste lokaliteter i Sør-Norge viste utviklingen i løpet av 1990-tallet økte fangster for aure, røye og abbor. Fem av regionene (region III, IV, V, VII og VIII) har imidlertid aurebestander med en forsuringindeks under 0,5, dvs. Klasse 4 og 5. I tillegg er det noen lokaliteter der aure lever sammen med andre fiskearter som abbor og/eller røye, der forsuringindeksen tilsvarer Klasse  $\leq 3$ . Utviklingen i fangstutbyttet hos røye viser en forholdsvis sterk nedgang i to av lokalitetene, men generelt har det endret seg lite i løpet av 1990-tallet. Hos abbor har økningen i fangstutbyttet (Cpue) vært nærmest eksplosivt sammenlignet med de fleste aure- og røyebestandene. I et tilfelle økte det med 158 individ i løpet av en tiårsperiode. I de fleste tilfellene har økningen vært på over 30 individ. Til sammenligning har økningen i Cpue for aure og røye i de fleste tilfellene vært under 10 individ.

De fleste lokalitetene i region I har eller har hatt bestander av aure, mens røye, ørekyt og steinsmett er registrert i én eller flere innsjøer. Generelt har fiskebestandene i denne regionen hatt en positiv utvikling siden midten av 1990-tallet. En av lokalitetene har fortsatt en tynn aurebestand til tross for en god vannkvalitet (Måsubutjern, Lok. I-3). Her skyldes manglende bestandsøkning mest sannsynlig svært dårlige gytebekker. Denne aurebestanden er derfor utelatt ved vurderingen av forsuringsskader for regionen.

I region II har de fleste lokalitetene svært tette abborbestander. Tidligere undersøkelser har vist en positiv utvikling hos denne arten, mens det fortsatt er tynne bestander av aure og røye (SFT 2007). Årsaken til lave fangstutbyttet av disse to artene i noen av lokalitetene, kan blant annet skyldes

konkurranse fra økende abborbestander, eller fortsatt noe marginal vannkvalitet. Forsuringssituasjonen for fisk i denne regionen vurderes fortsatt som alvorlig, idet flere bestander av både abbor og aure er redusert eller tapt (Klif 2010).

I region III ligger alle de undersøkte innsjøene i høyfjellet, dvs over 1000 m o.h., og de fleste har forholdsvis tynne eller middels tette bestander av aure og/eller røye. Dette gir en lav forsuringssindeks (*Figur 63*). Røyebestandene i to lokaliteter har hatt en positiv utvikling. Regionen har forholdsvis lav forurensningsbelastning, og vannkvaliteten er nå i stor grad tilfresstillende med høy pH og lavt innhold av labilt aluminium (jfr. Kapittel 3). Vi antar derfor at mengden fisk i disse høyfjellssjøene i stor grad er rekrutteringsbegrenset, og ikke lenger er påvirket av forsuring.

I region IV karakteriseres fiskesamfunnene med forholdsvis tynne aurebestander og tette abborbestander. Enkelte aurebestander har hatt en økende forsuringssindeks i undersøkelsesperioden. Fire av innsjøene har tette abborbestander, mens én bestand fortsatt betegnes som skadet (Klasse 3). Forsuringssituasjonen er imidlertid fremdeles svært alvorlig, da region IV og V har flest tapte aure- og abborbestander her i landet.

I region V har de fleste aurebestandene hatt en økt forsuringssindeks i løpet av de siste 10-15 åra, og de har ingen eller små skader (*Figur 63*). Av de sju aurebestandene som inngår i overvåkingsprogrammet, vurderes nå bare én bestand som spesielt forsuringsskadet, mens én lokalitet fortsatt er fisketom. Denne regionen har den høyeste forurensningsbelastningen, og her finner vi også de mest forsurede innsjøene i landet (Klif 2010). Regionen må fortsatt karakteriseres som betydelig forsuret, men situasjonen er i ferd med å bli bedre.

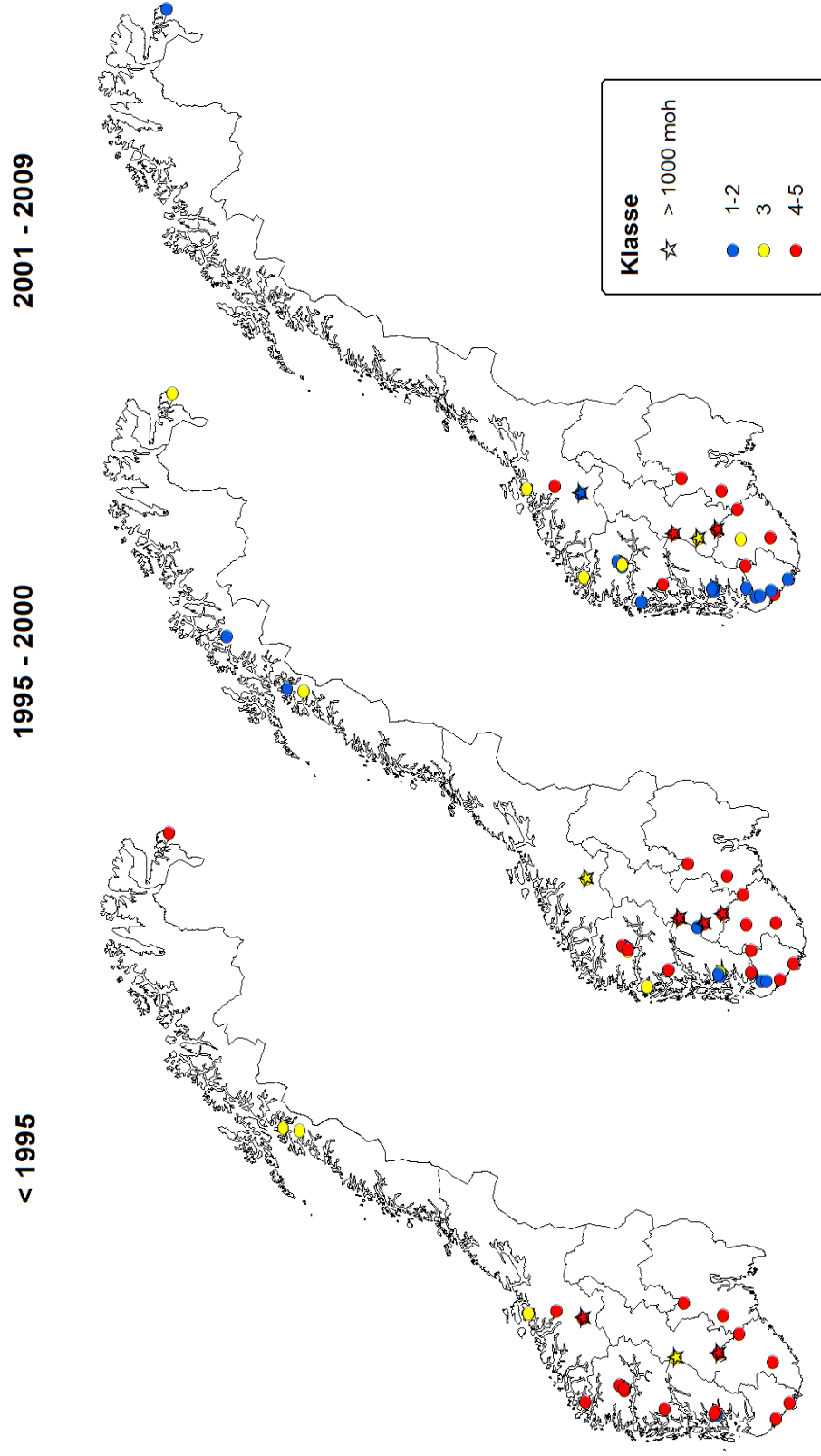
I region VI har alle de undersøkte aurebestandene hatt en positiv utvikling i løpet av de siste 10-15 åra. Forsuringssindeksen har gått fra sterkt skadet (Klasse 4) før 1995 til ingen/litt skadet i de to siste periodene (1995-2000 og 2001-2008) (*Figur 63*). Region VI er det området i Sør-Norge med størst positiv utvikling blant aurebestander siden slutten av 1990-tallet. Dette har trolig sammenheng med en kraftig bedring av vannkvaliteten (Klif 2010). Enkelte lokaliteter har imidlertid fortsatt en marginal vannkvalitet, med lav pH og høyt innhold av labilt aluminium. Det kan derfor forventes at aurebestandene i disse lokalitetene er ustabile og fortsatt viser svingninger.

I region VII har det etter 2001 vært en positiv utvikling hos alle undersøkte aurebestander (*Figur 63*). I tre av lokalitetene har aurebestanden gått fra Klasse 5 i perioden før 1995, til klasse 1-2 etter 2001. Bestanden i én av lokalitetene tilhører fremdeles Klasse 4-5. I denne regionen er det registrert både tapte og reduserte aurebestander.

I region VIII har aurebestandene hatt en varierende utvikling, med stor variasjon i forsuringssindeksen mellom de enkelte lokalitetene (*Figur 63*). Én av lokalitetene ligger imidlertid over 1000 m o.h., og forventet maksimum fangstutbytte hos aure i slike høyfjellssjøer 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 ikke fangstutbyttet endret seg særlig.

I region X viser ingen av de undersøkte aurebestandene lenger tegn til forsuringsskader. I en av lokalitetene har aurebestanden økt kraftig fra slutten av 1980-tallet (Klasse 5) til ingen skade i den siste perioden (2001-2008) (*Figur 63*). 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 2010).



Figur 63. Angivelse av mulig forsuringsskadede aurebestander i tre ulike perioder, basert på fem klasser. Klasse 1-2: ingen/ubetydelig til litt forsuringsskadet, Klasse 3: mulig moderat forsuringsskadet, Klasse 4-5: mulig sterkt til svært sterkt forsuringsskadet. Lokaliteter over 1000 m o.h. er markert med én stjerne.



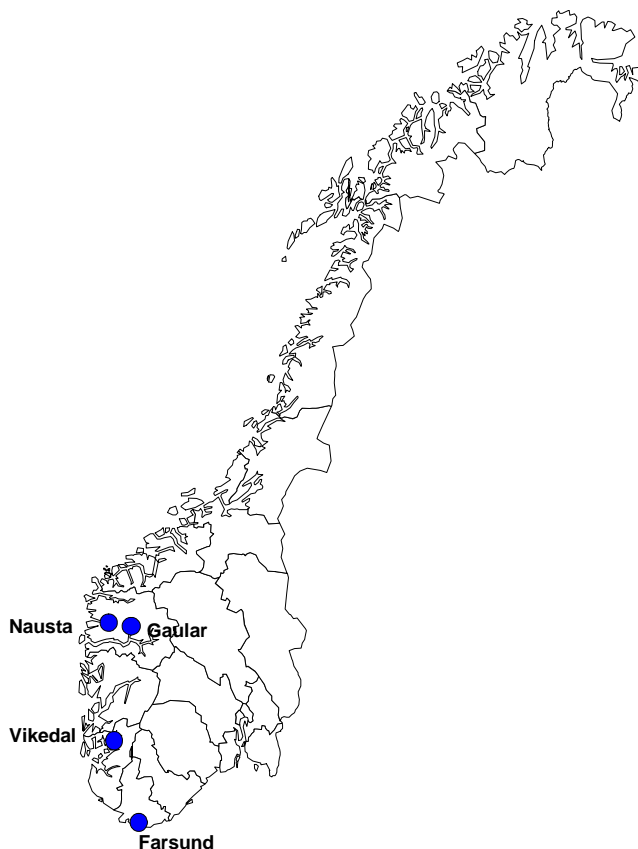
## 4.4 Biologi i rennende vann

### 4.4.1 Bunndyr

De regionale bunndyrundersøkelsene i elver omfatter overvåking av fem vassdrag. I 2009 ble det samlet inn prøver fra fire 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 2009 med prøvetaking av bekker ved Saudlandsvatn og Gjærvollstadvatn i Farsund, Vikedalselva, Gaularvassdraget og Nausta (Figur 64). 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). Ved kartleggingen av forsurings-situasjonen er det benyttet samme system som i de foregående årsrapporter. Systemet er utarbeidet på basis av forsuretoleranse hos de ulike bunndyrgrupper- og arter (Fjellheim & Raddum 1990, Lien *et al.* 1991), og metoden går ut på å karakterisere vassdraget i forsureingssammenheng ved hjelp av bunndyrfaunaen. Det brukes en skala fra 0 (svært sterkt forsureingsskadet) 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.



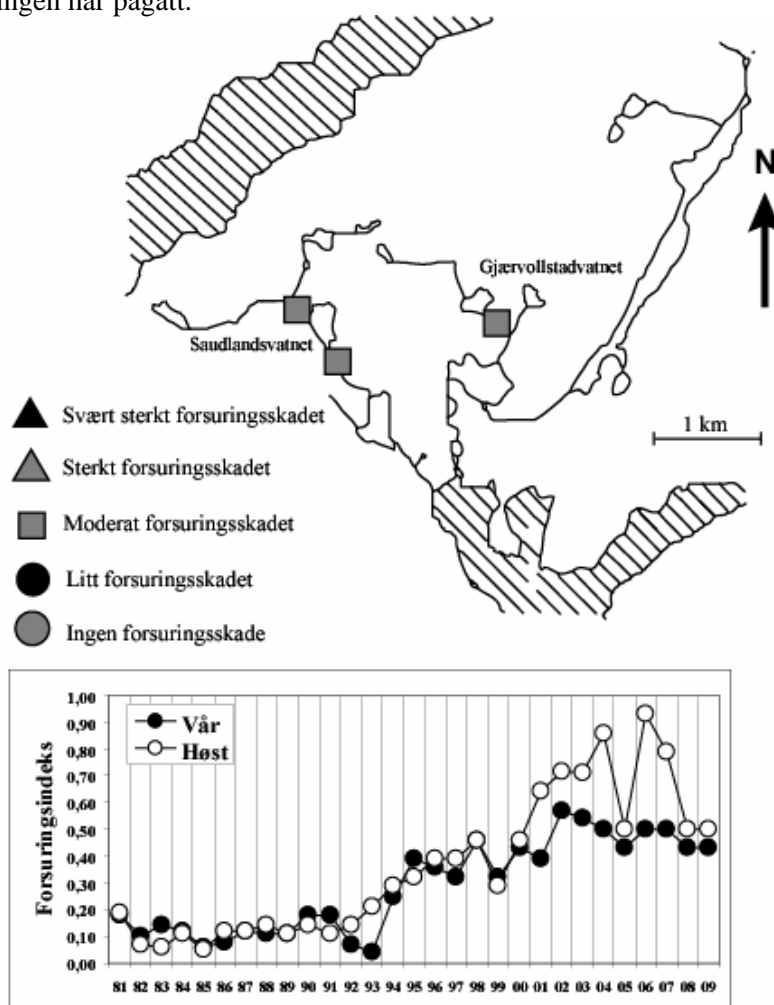
Figur 64. Lokalisering av overvåkingstasjonene for invertebratundersøkelser i vassdrag i 2009.

## Region V - Sørlandet-Vest

### Farsund i Vest-Agder

Farsund-området har vist en positiv trend med hensyn til mangfold av foruringsensitive bunndyr i de senere år. I 2009 var foruringsindeksen som foregående år, men generelt lavere enn perioden 2001 - 2007. Dette skyldes fravær av den meget sensitive døgnfluearten *B. rhodani* i nesten alle lokalitetene. Det ble registrert åtte ulike arter foruringsensitive bunndyr. 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 foruringskaded.

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 foruringskaded. Undersøkelsene ved Farsund i 2008 og 2009 har vist en tilbakegang sammenlignet med perioden 2001 - 2007. Dette skyldes fravær av den meget følsomme døgnfluen *B. rhodani*. Denne arten blir sannsynligvis slått ut som følge av dårligere vannkvalitet (Figur 65). I 2009 ble det registrert ett individ av arten. Sammenlignet med perioden før 1990 har flere moderat følsomme arter etablert bestander i lokalitetene. Til sammen åtte sensitive bunndyrarter ble registrert i rennende vann i området i 2009. Halvparten av disse artene hører til gruppen vårfluer. Regresjonsanalyser viser at det har vært en signifikant bedring ( $p < 0,001$ ) av foruringsindeksen i Farsund-området i de årene overvåkingen har pågått.



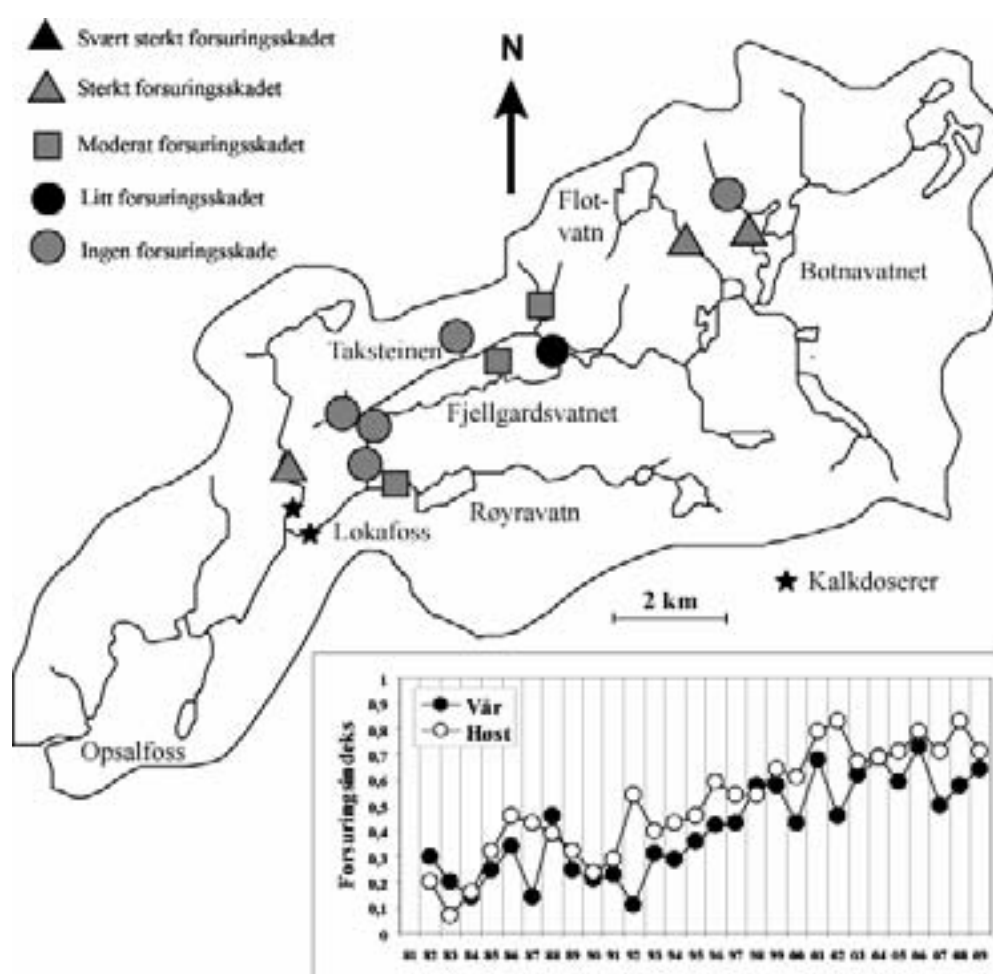
Figur 65. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Farsund-området i 2009. Figuren viser også gjennomsnittlige foruringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1981-2009.

## Region VI - Vestlandet-Sør

### Vikedalsvassdraget i Rogaland

Undersøkelsene av Vikedalselva i 2009 viste skader på faunaen i flere lokaliteter. Forsuringssindeksen vår og høst tyder at vassdraget samlet må karakteriseres moderat forsuringsskadet. I Vikedalselva er det registrert forsuringssensitive bunndyr i lokaliteter som tidligere har vært karakterisert som kronisk sure. Forsuringssindeksen viser en signifikant positiv trend etter 1990. Dette er et tegn på at vassdraget er i bedring, men bunndyrfaunaen i flere av de undersøkte lokaliteter viser fremdeles skader sammenlignet med forventet tilstand for et uforsuret vassdrag i regionen.

Bunndyrundersøkelsene i de ukalkede delene av Vikedalsvassdraget i 2009 viste at det var markerte forsuringsskader i deler av nedbørfeltet (Figur 66). 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 66), med en økt artsdiversitet som resultat (Fjellheim & Raddum 1995, 1999, Fjellheim & Halvorsen 2010).



Figur 66. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Vikedalsvassdraget i 2009. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringssverdi vår (V) og høst (H) i perioden 1982-2009. Kalkdoserere er merket stjerne.

Forsuringssensitive taksa, som døgnfluen *B. rhodani*, steinfluen *D. nanseni* og vårfluene *Tinodes waeneri*, *Hydropsyche* spp. og *L. hirtum*, er blitt vanlige i den kalkete delen av vassdraget (Fjellheim & Raddum 1995). De samme artene har også fått økt tetthet i den ukalkete delen av vassdraget.

Resultater fra de senere år viser at forsuringssensitive bunndyrarter har begynt å kolonisere lokaliteter som tidligere var karakterisert kronisk sure. Eksempler er elva fra Flotavatnet og utløpselva fra Røyrvatnet. På tross av en positiv utvikling må deler av Vikedalsvassdraget karakteriseres kronisk forsuret. Mange lokaliteter er ustabile, og viser sesongmessige variasjoner som oftest følger det samme mønster: stor forsuringsskade om våren og mindre skade om høsten. I perioden etter 1990 viser vassdraget en positiv trend ( $p < 0,001$ ) med hensyn til forsuringsskade.

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

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

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

*Forsuringsskadene på bunndyrsamfunnene i Gaularvassdraget har bedret seg betydelig i løpet av de seneste år. I 2009 var de to øverste stasjonene i Eldalen og en sidebekk i Haukedalen forsuringsskadet. De nedre deler av Eldalen har vist en god gjenhenting av faunaen og hadde en god tilstand. Hovedelva nedstrøms Viksdalsvatnet hadde et rikt bunndyrsamfunn, med gode innslag av forsuringssensitive arter.*

De regionale bunndyrundersøkelsene i Gaularvassdraget (Figur 67) ble innledet med en intensivundersøkelse høsten 1984 (Raddum & Fjellheim 1986). Denne undersøkelsen viste at store deler av Eldalen var sterkt forsuringsskadet. De nederste delene av vassdraget og den andre hovedgreina mot Haukedalen var mindre skadet. I de senere år har moderat forsuringssensitive bunndyrarter, som døgnfluen *A. inopinatus*, steinfluene *D. nanseni* og *Capnia* sp. og vårfluer av slekten *Apatania* kolonisert lokalitetene i Eldalen. Døgnfluen *B. rhodani* viser stabile bestander på de tre nederste stasjonene i denne greina av vassdraget. Hovedelva fra Haukedalen hadde akseptabel vannkvalitet, men faunaen i et mindre tilløp, Hårklaueelva, var forsuringsskadet. I 2009 ble det registrert 25 ulike forsuringssensitive arter/grupper, mot henholdsvis 22 og 23 de to foregående år. Samlet EPT (antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer) var 43. Dette er det største biologiske mangfoldet som er registrert i Gaularvassdraget. Vassdragets forsuringssindeks var henholdsvis 0,82 og 0,85 vår og høst.

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

### **Nausta i Sogn og Fjordane**

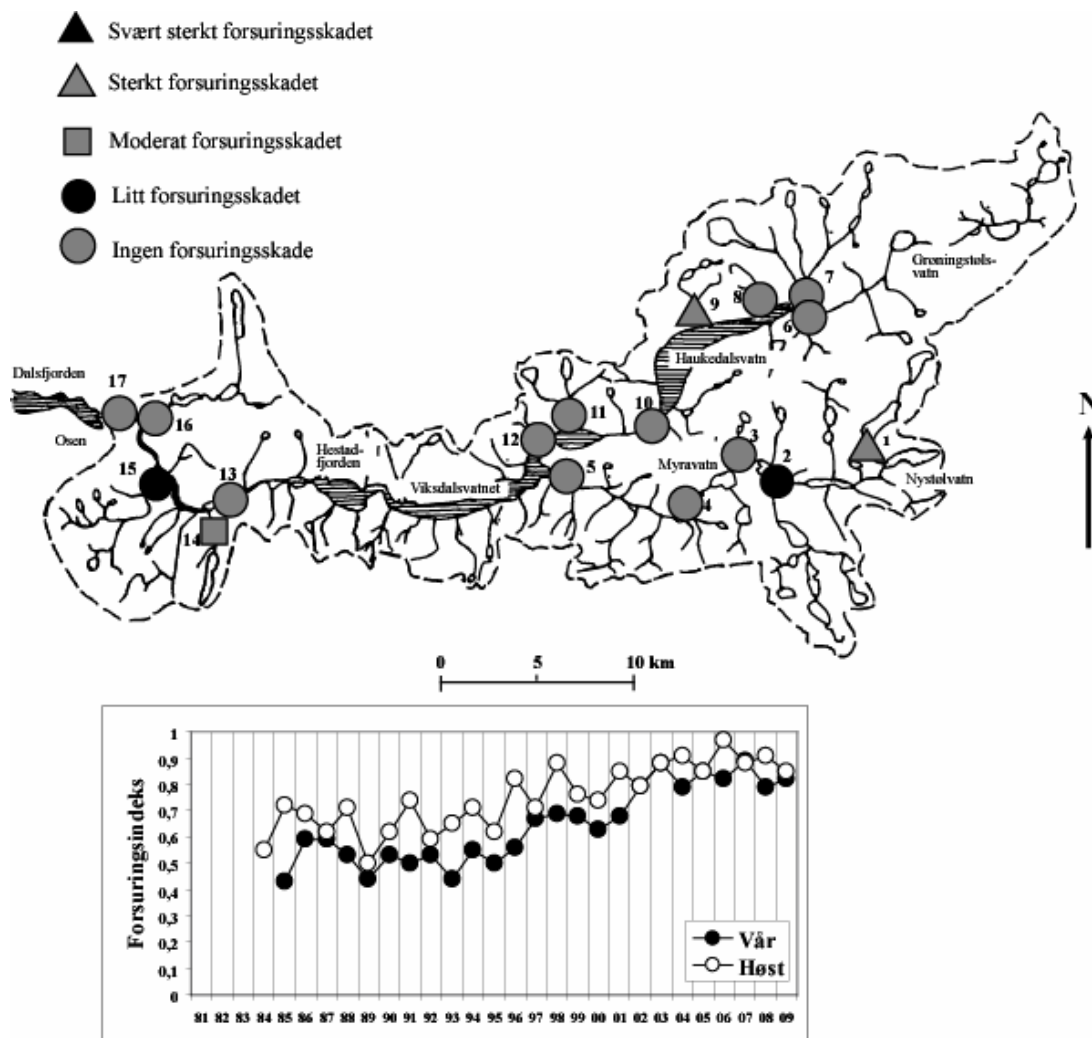
*I Nausta viste bunndyrfaunaen lite tegn på skade i 2009. Vannkvaliteten i de nedre deler av hovedelven vurderes å være tilfredsstillende med hensyn til forsuring.*

*Figur 68 viser at det ikke ble registrert forsuringsskader i Nausta i 2009. Dette er første gang forsuringssindeksen har vært 1,0 både vår og høst. I 2009 ble det registrert 17 ulike forsuringssfølsomme arter/grupper. Til sammenligning ble det registrert 15 i 2005 og 2007.*

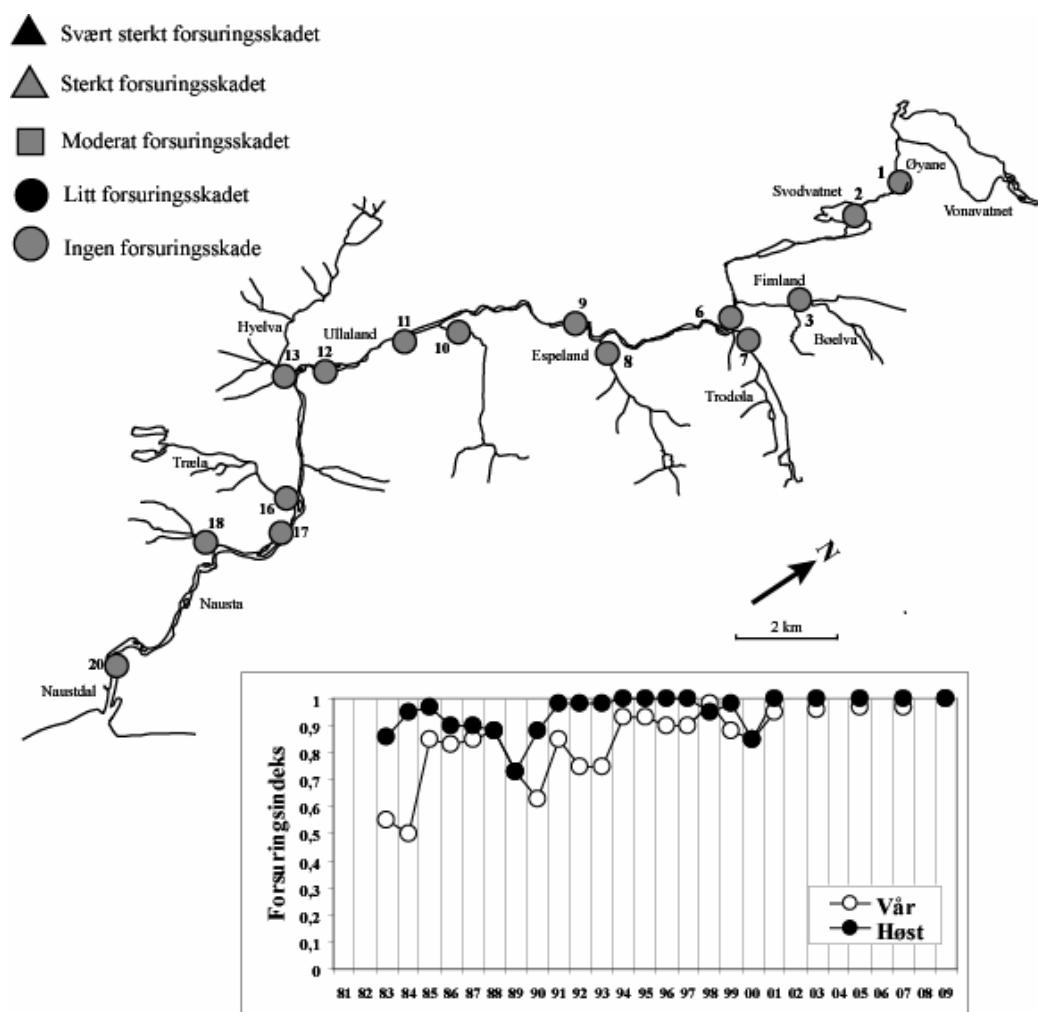
Døgnfluen *B. rhodani* hadde høye tettheter i de fleste undersøkte lokaliteter. Dette var også tilfelle i de nedre, lakseførende deler. I motsetning til flere av de andre vassdragene i overvåkingsprogrammet er også vårgenerasjonen av *B. rhodani* stabil og livskraftig i den undersøkte delen av vassdraget. En må tilbake til 1989 for å finne alvorlige tegn til skader på disse bestandene (SFT 1991).

Det ble registrert flere moderat forsuringfølsomme arter, som døgnfluen *A. inopinatus*, steinfluene *D. nanseni*, *Capnia* sp. og *Isoperla* spp. samt vårfluene *Apatania* spp., *L. 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 *G. intermedia* og døgnfluen *E. aurivilli* er vanlige i denne delen av elva.

Nausta har vært minst skadet av de vassdrag som inngår i overvåkingen av bunndyr. Surere episoder med omfattende skader på bunndyrsamfunnene rundt 1983 og 1989 viser at vassdraget fremdeles er ustabil og sårbart.



Figur 67. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Gaularvassdraget i 2009. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1984-2009.



Figur 68. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Nausta i 2009. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1983-2009.

#### 4.4.2 Ungfiskundersøkelser

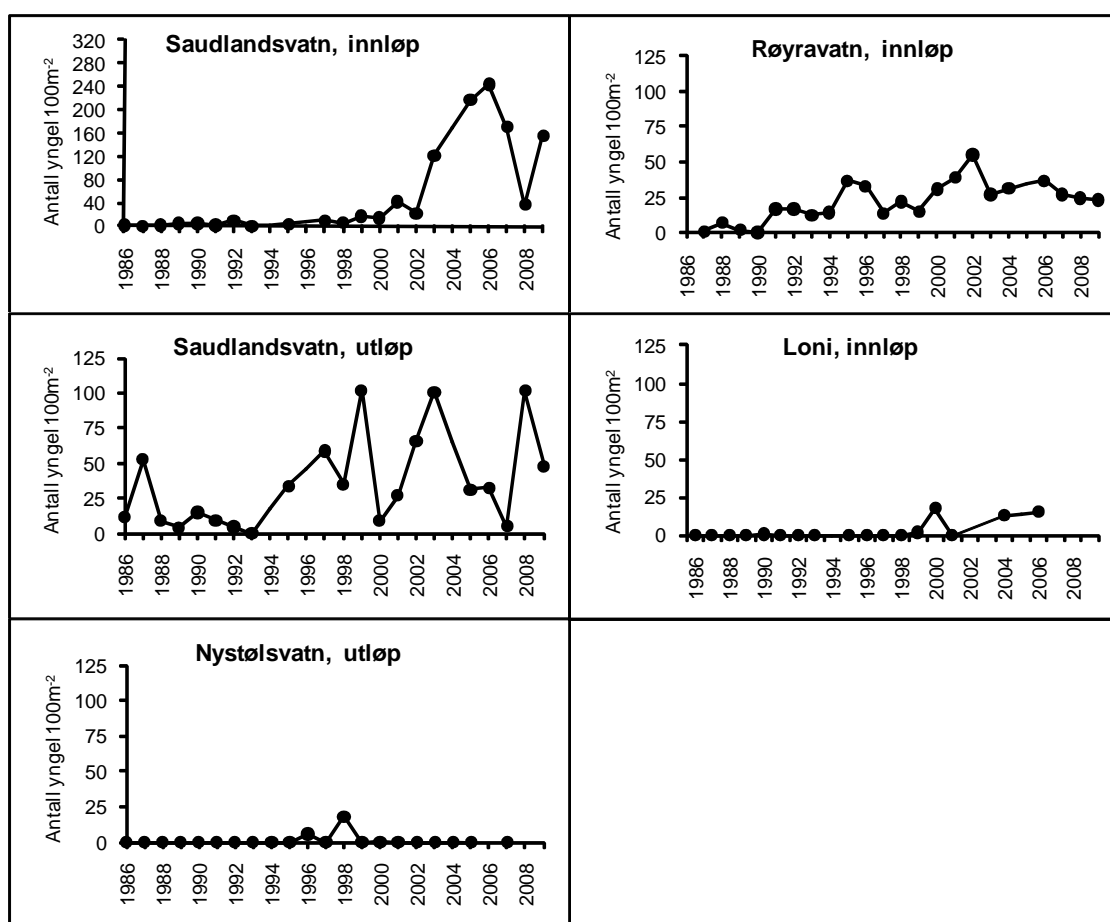
Disse undersøkelsene ble satt i gang i 1987/88 og har omfattet årlig elfiske på faste stasjoner på inn/utløp og i tilløpsbekker til innsjøer i Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane, og i Vikedal- og Bjerkreimsvassdraget i Rogaland. I Vikedalsvassdraget har det vært årlige undersøkelser i hele forsøksperioden, mot bare annet hvert år i perioden 2002-2007 i de to andre vassdragene. I 2009 ble 23 lokaliteter i Vikedalsvassdraget elfisket. All fisk ble lengdemålt og satt tilbake på bekk etter avsluttet elfiske. På basis av lengdefordelingen blir det skilt mellom årsyngel (alder 0+) og eldre individ (alder  $\geq 1+$ ) på hver lokalitet. Tettheten av fisk i de to aldersgruppene har siden 1993 blitt beregnet på bakgrunn av suksessiv avfisking, basert på tre omganger. I perioden 1987-1992 ble hver lokalitet bare fisket én gang, og fisketettheten ble da beregnet ut fra fangstsannsynligheten etter tre omgangers fiske for perioden 1993-2009. Tetthetene blir hvert år justert i forhold til vannføringen under elfisket, fordi dette påvirker fangsteffektiviteten. Det blir tatt vannprøver hvert år fra hver lokalitet i forbindelse med elfisket.

I Vikedalsvassdraget har rekrutteringen (0+) hos aure vært økende i løpet av de siste 13 åra (Figur 69). Tid (år) og vannføring forklarer totalt 71 % av årlig variasjon i yngeltetthet i dette vassdraget. Det har også vært en positiv utvikling i tettheten av eldre aureunger. I Bjerkreimsvassdraget har tettheten av



likevel svært god, med 170 yngel pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 70). I 2008 var imidlertid yngeltettheten på innløpet svært lav, men i 2009 var den igjen på et høyt nivå. Den økte rekrutteringen til aurebestanden i Saudlandsvatn skjedde først på utløpet, med en tetthet på 34 yngel pr. 100 m<sup>2</sup> allerede i 1995. Seinere har det vært store årlige variasjoner i mengden yngel på utløpet. I perioden 2003-2007 var det en sterk reduksjon i yngeltettheten, men i 2008 var den derimot på nivå med den i 2003. I 2009 var yngeltettheten på utløpet lavere enn året før, men likevel fortsatt god.

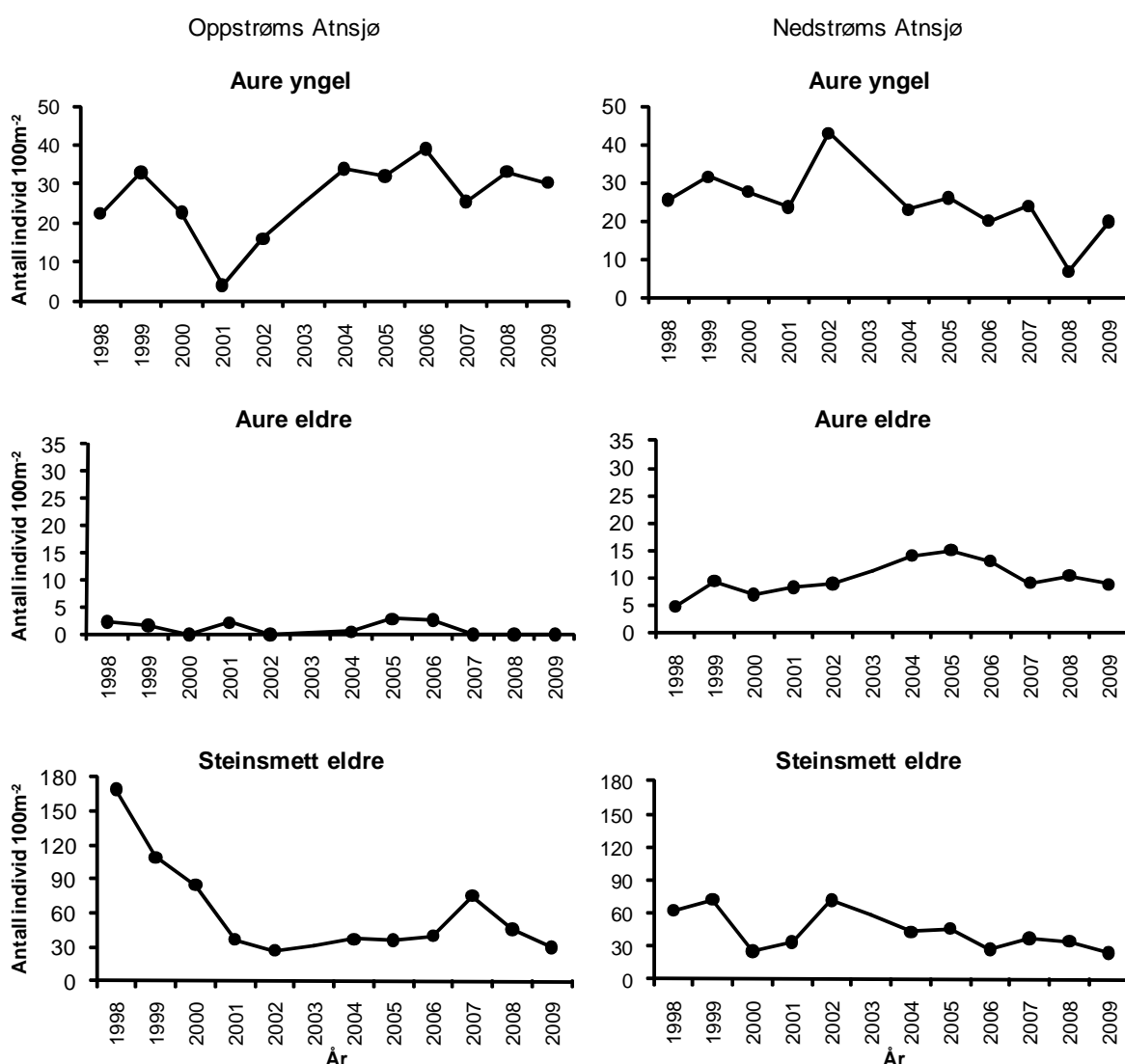
På innløpselva til Røyrvatn i Vikedalsvassdraget har forekomsten av yngel vært bra siden 1995, men med til dels store årlige variasjoner. I både 2004 og 2006 var tettheten av yngel middels høy, med henholdsvis 31 og 37 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I de tre siste åra har tettheten av yngel vært på 23-27 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 70). I Bjerkreimsvassdraget har innløpet av Loni vært undersøkt nesten hvert år siden 1987. Her ble det ikke påvist yngel fram til 1999, bortsett fra ett individ i 1990. Det første året med yngeltetthet av noe særlig størrelse var i 2000, med 18 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2001 ble det derimot ikke fanget yngel, men seinere har rekrutteringen vært økende (Figur 70). På utløpet av Nystølsvatn i Gaularvassdraget har det bare vært påvist aureyngel i 1996 og 1998. I tillegg ble det i 2004 fanget én yngel på innløpet. Men prøvefiskefangstene i seinere år fra denne innsjøen viser at rekrutteringen er betydelig større enn det elfisket viser. Manglende fangst av yngel ved elfisket har trolig sammenheng med lav fangsteffektivitet, idet yngelen måler bare rundt 30 mm. I tillegg foregår elfisket ofte ved relativt høye vannføringer, noe som også reduserer fangsteffektiviteten.



Figur 70. Antall aureyngel pr. 100 m<sup>2</sup> på innløpet og utløpet av Saudlandsvatn (1986-2009), på innløpet av Røyrvatn (1987-2009), på innløpet av Loni (1987-2006) og på utløpet av Nystølsvatn (1986-2007).



Fiskebestandene i Atna i Atnavassdraget i Oppland/Hedmark ble i perioden 1986-91 undersøkt i regi av Forskref. Siden 1998 har elva vært inkludert i det biologiske overvåkingsprogrammet (minus 2003). Det ble da etablert to elfiskestasjoner både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. Fiskesamfunnet i Atna domineres av aure og steinsmett, med et ubetydelig innslag av ørekyt og harr i nedre deler. Øvre deler av Atna er gyteområder for aure fra Atnsjøen, mens områder nedstrøms innsjøen har en stasjonær aurebestand. Elva har i de fleste åra hatt relativt god forekomst av aureyngel, og tettheten både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen har holdt seg relativt stabil. I de fleste år har tettheten av yngel variert mellom 20-35 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 71). I 2008 var mengden aureyngel spesiell lav nedstrøms Atnsjøen. Forekomsten av eldre aureunger (alder ≥ 1+) oppstrøms Atnsjøen har vært lav gjennom hele forsøksperioden, med < 5 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette tyder på at aureungene i øvre deler av Atna forlater elva og vandrer ned i Atnsjøen i løpet av første leveår. På strekningene nedstrøms Atnsjøen er tetthetene av eldre aureunger betydelig høyere, med 10-15 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Forekomsten av eldre steinsmett (alder ≥ 1+) har vist store årlige svingninger både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. Øvre deler av Atna har nå betydelig lavere tettheter av steinsmett enn perioden 1998-2000.



Figur 71. Tettheten av fisk pr.100 m<sup>2</sup> i Atna på stasjoner oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen, fordelt på yngel (0+) og eldre individ (≥ 1+) av aure og eldre individ (≥ 1+) av steinsmett i perioden 1998-2009. I 2003 ble det ikke foretatt innsamling av 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.
- 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.
- 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.
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 41: 1-76.
- EMEP 2009. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2009.
- EN 15110 2006. Water quality – Guidance standard for the sampling of zooplankton from standing waters.
- 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. 2010. 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.
- 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., Hindar, A., Styve, H., Fjeld, E. & Lien L. 1996. Forsuring av overflatevann - beregningsmetodikk, trender og mottiltak. Tålegrenser for overflatevann, fagrappport nr. 81, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 3528, 46 s.
- Henriksen, A., Posch, M., Hultberg, H., and Lien, L. 1995. Critical loads of acidity for surface waters - Can the ANClimit be considered variable? *Water Air Soil Pollut.* 85: 2419-2424.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Hessen, D.O., Alstad, N.E.W. & Skardal, L. 2000. Calcium limitation in *Daphnia magna*. - *Journal of Plankton Res.* 22: 553-568.

## Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

- 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.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forurenings-skadde fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA Rapport 169, 114 s. (Naturens tålegrenser, Rapport nr 123).
- Hesthagen, T., Fiske, P., and Skjelkvåle, B.L. 2008. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations, *Aquatic Ecology* 42: 307-316.
- Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114, 48 s.
- Hindar, A. & Larssen, T. 2005. Modifisering av ANC- og tålegrenseberegninger ved å inkludere sterke organiske syrer. NIVA-rapport 5030, 38 s.
- Hindar, A., de Wit, H. & Hole, L. 2005. Betydning av klimavariasjon for nitrogen i vassdrag og feltforskningsområder. NIVA-rapport 5064, 61 s.
- Hobæk, A. & Raddum, G.G. 1980. Zooplankton communities in acidified lakes in South Norway. - Rapp. IR 75/80, SNSF-prosjektet, 132 s.
- Kaste, Ø. & Skjelkvåle, B.L. 2002. Nitrogen dynamics in runoff from two small heathland catchments representing opposite extremes with respect to climate and N deposition in Norway. *Hydrol. Earth System Sci.* 6: 351-362.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. - I Elster, H. J. & Ohle, W. (red.), *Das Zooplankton der Binnengewässer* 26: 1-343.
- Klif 2010. Overvåking av langtransporterte forurensninger 2009. Sammendragsrapport. Klif rapport 1073/2010, TA-2663/2010. NIVA-rapport 5986-2010
- Kroglund, F., Wright, R., Burchart, C. 2002. Acidification and Atlantic salmon critical limits for Norwegian rivers. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). LNO-4501. 61 s.
- Larssen, T., Clarke, N., Tørseth, K., & Skjelkvåle, B.L. 2002. Prognoses for future recovery from acidification of water, soils and forests: Dynamic modelling of Norwegian data from ICP Forests, ICP IM, and ICP Waters. *Naturens Tålegrenser*, Fagrapport nr. 113, NIVA-lnr. 4577-2002, 38 pp.
- Lien, L., Raddum, G. G., and 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. and Fjeld, E. 2004. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. *Sci. Tot. Environ.* 326: 63-69.
- Monteith DT, Stoddard J.L., Evans C.D., de Wit H.A., Forsius M., Hogasen T, Wilander A., Skjelkvåle B.L., Jeffries D.S., Vuorenmaa J., Keller B., Kopacek J., Vesely J. 2007. Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry. *Nature* 450, 437-441.
- 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., and Tollan, A. 1980. Acid precipitation - Effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972-1980. Fagrapport FR 19-80, Oslo-Ås, Norway. 175 pp.
- Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (eds.) *Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models.* ICP-Waters Report 50/99, pp.7-16, NIVA, Oslo
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1985. Regionale Evertebratundersøkelser. - Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1984. SFT rapport nr. 201/85. 190 pp.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1986. Evertebratundersøkelser i Gaularvassdraget. I: Lien, L. (Red.): *Gaularvassdraget - Nedbør, vannkjemiske og biologiske undersøkelser.* Statlig program for forurensingsovervåking, Rapport 248/86.
- Raddum, G.G., Fjellheim, A. & Hesthagen, T. 1988. Monitoring of acidification through the use of aquatic organisms. *Verh. Int. verein. Limnol.* 23: 2291 - 2297.
- Rognerud, S., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.L., Christensen, G., Røyset, O. 2008. Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, del 2: Sedimenter. Forurensning av metaller, PAH og PCB. Rapport TA 2362/2008. Statlig program for forurensningsovervåking. SPFO 1012/2008. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Rylov, W.M. 1948. *Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea* 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Sandlund, O.T. (red), Bongard, T., Brettum, P., Finstad, A.G., Fjellheim, A., Halvorsen, G.A., Halvorsen, G., Hesthagen, T.H., Hindar, A., Papinska, K., Saksgård, R.J., Schartau, A.K., Schneider, S., Skancke, L.B., Skjelbred, B. & Walseng,

## Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

- 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.
- SFT 1989. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. Rapport 375/89. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. Statlig program for forensningsovervåking Rapport 437/91, Statens forensningstilsyn, Oslo, Norway. 306 pp.
- SFT 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1996. Rapport 710/97. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. Rapport 748/98. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1998. Rapport 781/99. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1999. Rapport 804/00. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2000. Rapport 834/01. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2001. Rapport 854/02. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2003. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2002. Rapport 886/2003. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2004. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2003. Rapport 913/2004. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2005. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2004. Rapport 941/2005. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2006. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2005. Rapport 970/2006. Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2006. Rapport 1000/2007 Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2008. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007. Rapport 1036/2008 Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2009. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Atmosfæriske tilførsler 2008. Rapport 1051/2008 Statlig program for forensningsovervåking. Statens forensningstilsyn, Oslo.
- Sjøeng, A.M.S., Kaste, Ø., and 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., and Buan, A. K. 1996. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statlig program for forensningsovervåking Rapport 677/96, Statens forensningstilsyn, Oslo, Norway. 73 pp.
- Skjelkvåle, B.L., Rognerud, S., Fjeld, E., Christensen, G., Røyset, O. 2008. Nasjonale innsjøundersøkelse 2004-2006, Del I: Vannkemi. Status for forsuring, næringssalter og metaller. Rapport TA 2361/2008. Statlig program for forensningsovervåking. SPFO 1011/2008. Statens forensningstilsyn, 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 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. and 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., Sloreid, S.-E. & Halvorsen, G. 2001. Littoral microcrustaceans as indices of recovery of a limed river system. - Hydrobiologia 450: 159-172.
- Aagaard, K. og 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 Nordre Land, 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.**  
Høyereleggende områder (over 1000 m.o.h.) i fylkene Oppland, Buskerud, Telemark og Hordaland (Rondane, Jotunheimen og Hardangervidda).
- IV. Sørlandet - Øst.**  
Omfatter Vest-Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder til Lindesnes.
- V. Sørlandet - Vest.**  
Omfatter resten av Vest-Agder til Boknafjord/Lysefjord i Rogaland (t.o.m. Forsand kommune) og deler av Rogaland (kommuner sør for Hjelmeland).
- VI. Vestlandet - Sør.**  
Omfatter kommuner i Rogaland nord for Boknafjorden og kommuner i Hordaland til Hardangerfjorden.
- VII. Vestlandet - Nord.**  
Omfatter Hordaland nord for Hardangerfjorden og Sogn og Fjordane (nord til Stadt).
- VIII. Midt-Norge**  
Omfatter Møre og Romsdal og Trøndelagsfylkene og kommunene Skjåk, Lesja og Dovre i Oppland.
- IX. Nord-Norge.**  
Omfatter Nordland, Troms og Finnmark (unntatt Øst-Finnmark).
- X. Øst-Finnmark.**  
Kommunene Sør-Varanger, Nesseby, Vadsø og Vardø.

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



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

## Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver

### B1. Analyseprogrammet og analysemetoder

Kode	Variabelnavn	Enhet	Analysemetode	Analyseinstrument	Deteksjonsgrense
pH	pH		Potensiometri	Methrom Titrino E702 SM	-
Kond	Konduktivitet	mS/m 25C	Elektrometri	WTW LF 539 RS	0,2
Ca	Kalsium	mg/L	Ionekromatografi	Dionex DX 320 duo	0,02
Mg	Magnesium	mg/L	"	"	0,02
Na	Natrium	mg/L	"	"	0,02
K	Kalium	mg/L	"	"	0,02
Cl	Klorid	mg/L	"	"	0,03
SO4	Sulfat	mg/L	"	"	0,04
NO3-N	Nitrat	µg N/L	"	"	1
NH4-N	Ammonium	µg N/L	"	"	5
Alk	Alkalitet	mmol/L	Potensiometrisk titrering til pH = 4.5	Methrom Titrino E702 SM	0,01
TOC	Total organisk karbon	mg C/L	Oksidasjon til CO2 med UV/persulfat og måling med IR-detektor	Phoenix 8000	0,10
Al/R, Al/I	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/I	
Tot-N	Total Nitrogen	µg N/L	Automatisert fotometri	S208 oksidasjon i autoklav Skalar SAN Plus Autoanalysator	10
Cu	Kobber	µg/L	ICP-MS		
Ni	Nikkel	µg/L	ICP-MS		

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

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

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



## B2. Kvalitetskontroll

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

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

### I. Bare hovedioner

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

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

Sum anioner	: SAN2 =	SAN + OAN <sup>-</sup>
Sum kationer	: SKAT2 =	SKAT + [LAI <sup>(*)</sup> ] + [ $\text{NH}_4^+$ ]
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 Neutralizing 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:

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

#### **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-Jerpefjern 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 Krækjå tatt ut i 2007 pga kalkingsaktivitet

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn nr	NVE	Vassdrag nr	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø areal km2	Nedbørfelt areal km2
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	Isebakkfjern	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	Ravnsløpen	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	Storbøija	368	313.3AD		20162	60,09	11,93	301	1,15	29,2
Hedmark	Nord-Odal	418	2	418-603	Skurvsløpen	3838	002.EB3C		20163	60,57	11,65	432	0,43	20,7
Hedmark	Grue	423	2	423-601	Meltsjøen	281	002.EB11B		20154	60,39	11,81	358	1,02	20,35
Buskerud	Flå	615	2	615-604	Langfjern (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	Skakkfjern	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
Telemark	Vinje	834	3	834-614	Stavsvatn	13194	016.BG11		15142	59,64	8,11	1053	0,4	2,43

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn nr	NVE Vassdrag nr	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø areal km2	Nedbørfelt areal km2
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	Skurevatn	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	Hundevatin	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	Vale	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	7,24	7,24	1074	0,68	8,4
Aust-Agder	Valle	940	4	940-501	Tjurrnornvatn	15100	021.ED	14132	59,07	7,46	720	0,75	6,8
Aust-Agder	Bykle	941	4	941-24	Bånevatin	13592	021.HD	14143	59,50	7,11	1115	1,46	16,9
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-25	Drivnesvatn	11147	021.A4Z	15114	58,29	7,93	168	0,22	11,5
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-12	Songevatin	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	Homesladvatn	11373	023.A12Z	14112	58,21	7,45	278	0,62	3
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-15	Bothevatn	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	Troldevatin	11292	024.AD2Z	14113	58,23	6,99	278	0,22	1
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-19	I.Espelandsvatin	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	Kinesdal	1037	5	1037-17	Heievatin	1373	025.BD	14123	58,63	6,97	500	0,31	12,5
Rogaland	Eigersund	1101	5	1101-43	Glypstadvatin	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	Gjuvatn	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	Ene	1211	6	1211-601	Vaulavatn	23386	042.31Z	13144	59,83	6,37	879	1,12	25,75
Hordaland	Filjar	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	Movatin	1935	094.D	12181	61,98	6,18	422	1,05	2,0
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	Bløjevatinet	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	Groflvatnet	36780	135.2A	15221	63,91	10,16	180	1,03	10,4
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-603	Skjeivatinet	36727	135.3CD	16224	63,96	10,56	357	0,88	3,25
Sør-Trøndelag	Røros	1640	8	1640-603	Tufsingvatn	35326	2.53	17202	62,61	11,88	781	1,38	5,15
Nord-Trøndelag	Namdalseid	1725	8	1725-3-14	Bjørnarvatnet	40844	138.BA1Z	16231	64,28	10,99	263	1,01	3,8

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn		NVE	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø	Nedbørfelt
						nr	Vassdrag nr						areal km2	areal km2
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	Saltal	1840	9	1840-601	Kjemåvatn	806	163.D1B	21284	66,77	15,41	626	2,6	33	
Nordland	Serfjord	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	Kepervann	50879	194.6C	13332	69,24	17,33	214	0,67	18	
Finland	Vardø	2002	10	2002-501	Oksevatn	2430	238.5B	25354	70,35	30,88	143	2,73	9,9	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-501	Bårfjærvatn	64684	246.C	24343	69,56	29,81	150	0,45	7,25	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-619	Felvatnet	2456	246.FAC	23331	69,25	28,93	177	2,57	11,8	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-625	Holmvatnet	64278	244.5	24343	69,71	29,72	146	0,92	3,07	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-612	L. Djupvatnet	64217	247.4B	24342	69,71	30,59	211	0,4	1,98	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-614	Langvatnet	64193	246.6B	24342	69,73	30,19	90	0,32	3	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-603	Otervatnet	64713	247.CZ	25343	69,55	30,78	293	0,18	1,48	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-504	Råtjern	63664	243,3	23341	69,88	29,19	264	0,7	2,47	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-503	Skaidejavri	2437	244ABZ	23341	69,93	29,11	322	1,85	7,3	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-607	St. Valvatnet	2474	247.7D	25343	69,72	30,66	157	3,6	19,58	
Finland	Sør-Varanger	2030	10	2030-624	Ulekristjav	64799	246.D	24343	69,53	29,45	242	0,17	1,2	

Jarfjorffjellet, Øst-Finland

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

Tabell C2. Elver

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

Tabell C3. Feltforskningsstasjoner

Fylke	Nedbørfelt	Kode	UTM-OV	UTM-NS	UTM-R	Kartblad	Laveste/høyeste punkt (m.o.h.)
Aust-Agder	Birkenes	BIE01	4558	64719	32	15111	200-300
Telemark	Storgama	STE01	4800	65463	32	16133	580-690
Buskerud	Langtjern	LAE01 (utløp)	5401	66933	32	17151	510-750
Møre og Romsdal	Kårvatn	KAE01	4946	69615	32	14201	200-1375
Finnmark	Dalelva	DALELV 1	3988	77332	36	24342	0-241
Hordaland	Svartetjern	SVART01	3134	67492	32	12164	302-754
Rogaland	Øygardsbekken	OVELV 19 23	3321	65016	32	12122	185-544

## Vedlegg D. Observatører for vannprøver

### Innsjøer

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

### Elver

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

### Feltforskningsstasjoner

Nedbørfelt	Prøvetakers navn og adresse
Birkenes	Olav Lien, Lien, 4760 BIRKELAND
Storgama	Per Øyvind Stokstad, 3855 TREUNGEN
Langtjern	Tone og Kolbjørn Sønsteby, 3539 FLÅ
Kårvatn	Erik Kårvatn, 6645 TODALEN
Dalelva	Roy Hallonen, Karpbukta, 9912 HESSENG
Svartetjern	Henning Haukeland, 5984 MATREDAL
Øygardsbekken	May Ann Skårland, Tjødnaråsen, 4389 VIKESÅ

# Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi

## Analyseresultater 2009

### Årsmiddelverdier for hele overvåkingsperioden

Tabell E1. Analyseresultater for innsjøer 2009.

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AIK	AI/R	AI/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
			dåttmnd		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>	
429-601	Holmsjøen	1	08.10	5.20	1,26	1,01	0,14	0,60	0,13	0,52	1,07	1	0	60	58	58	10,0	260	5	9	6	54	21	13	
101-605	Holvatn	2	03.11	5,07	4,01	0,76	0,57	4,36	0,31	7,07	3,19	130	0	186	92	94	6,2	405	44	4	9	7	38	46	18
105-501	Isebakkjern	2	03.11	5,69	5,03	1,95	0,91	5,63	0,70	8,15	3,25	60	44	336	306	30	20,5	615	41	20	2	133	119	44	47
118-502	Bretjern	2	03.11	4,69	3,35	0,44	0,38	3,13	0,16	5,14	1,86	42	0	277	178	99	10,4	360	40	3	20	7	19	24	12
137-501	Ravnsjøen	2	03.11	5,64	3,58	0,95	0,58	4,07	0,30	6,33	3,00	43	16	158	116	42	6,4	320	54	4	2	36	54	44	24
221-605	Store Lyseren	2	22.10	5,70	2,04	0,88	0,32	1,51	0,21	2,35	2,53	53	20	117	65	52	4,3	250	15	3	2	19	55	46	9
221-607	Holvatn	2	22.10	5,56	2,30	1,11	0,42	1,88	0,36	2,81	1,79	67	25	154	129	25	9,5	370	37	5	3	60	71	29	14
301-605	Langvann	2	12.10	6,08	1,33	0,86	0,20	0,97	0,16	1,04	1,64	34	19	69	55	14	3,7	210	4	4	1	40	53	31	17
402-604	Storbørja	2	23.10	5,21	1,76	0,99	0,36	1,22	0,16	1,35	1,36	39	10	153	128	25	13,8	330	15	5	6	67	70	24	20
418-603	Skunvsjøen	2	23.10	4,79	1,58	0,50	0,19	0,87	0,10	0,78	0,94	12	0	211	158	53	13,7	295	12	5	16	39	35	17	19
423-601	Meltsjøen	2	23.10	5,02	1,71	0,92	0,32	0,98	0,19	1,03	1,11	32	2	178	149	29	16,1	370	22	6	10	65	65	20	18
615-604	Langfjern, utløp	2	05.10	5,17	1,16	0,90	0,12	0,56	0,06	0,44	0,70	7	6	199	143	56	12,0	275	6	5	7	55	54	13	14
623-603	Bredlivatnet	2	18.10	5,15	1,02	0,27	0,12	0,59	0,09	0,57	0,85	34	0	217	108	109	6,9	325	23	7	7	15	20	16	12
631-607	Skakkjern	2	15.10	5,08	1,06	0,62	0,12	0,43	0,05	0,40	0,56	13	0	117	96	21	9,8	255	19	6	8	37	38	10	9
713-601	Øyvannet (Store)	2	29.10	5,87	1,54	1,15	0,27	1,05	0,21	1,17	1,19	62	31	111	105	6	8,5	390	62	10	1	68	72	21	17
819-501	Nedre Furuvain	2	29.11	4,77	1,43	0,56	0,13	0,54	0,02	0,68	0,98	24	0	125	89	36	8,0	225	16	4	17	21	34	18	7
827-601	Hedersvatnet	3	16.10	6,44	0,78	0,74	0,11	0,33	0,12	0,33	0,86	62	24	14	11	3	0,75	119	8	2	0	32	44	17	6
834-614	Slavvatn	3	21.11	6,37	0,75	0,73	0,09	0,45	0,03	0,33	0,61	15	24	60	46	14	1,5	100	6	3	0	41	42	12	12
1228-501	Steinvatn	3	15.10	5,46	0,94	0,15	0,11	0,86	0,08	1,51	0,57	66	0	15	<5	17	0,28	112	2	1	3	3	7	7	1
831-501	Bråvatn	4	08.10	6,06	0,75	0,39	0,10	0,55	0,07	0,72	0,83	71	9	32	15	12	0,84	155	17	2	1	11	23	15	6
833-603	Skurevatn	4	26.09	5,99	0,62	0,42	0,08	0,40	0,05	0,48	0,62	69	5	21	9	12	0,4	155	2	3	1	15	24	12	6
914-501	Sandvatn	4	06.11	4,83	2,95	0,63	0,41	2,63	0,20	4,52	2,08	72	4	180	114	66	7,5	375	63	4	15	9	35	30	5
919-606	Hundevatn	4	09.11	5,10	2,00	0,46	0,33	1,65	0,17	2,62	1,88	105	0	116	67	49	4,4	330	52	3	8	6	33	32	8
935-7	Grunnevatn	4	06.11	5,08	2,27	0,60	0,31	2,20	0,11	3,42	1,80	68	0	182	114	68	5,7	295	50	3	8	15	33	28	13
938-66	Grimsdalsvatn	4	26.09	5,13	1,04	0,25	0,10	0,80	0,04	1,04	0,74	28	0	143	66	77	4,6	240	16	3	7	10	14	12	10
940-501	Tjurrhovvatnet	4	26.09	5,56	0,76	0,39	0,09	0,63	0,04	0,92	0,59	33	5	65	33	32	2,3	180	4	3	3	15	21	10	5
940-502	Myklevatn	4	26.09	5,69	0,75	0,35	0,07	0,38	0,03	0,53	0,45	13	11	53	29	24	2,7	160	4	3	2	15	20	8	4
940-527	Skamnevatn	4	12.10	5,99	0,65	0,26	0,06	0,59	0,09	0,73	0,60	21	10	17	7	10	0,86	175	54	4	1	11	13	10	8
941-24	Bånevatn	4	14.10	5,78	0,64	0,19	0,08	0,53	0,06	0,86	0,55	49	3	10	<5	7	0,23	76	6	1	2	1	10	9	2
1014-12	Songevain	4	07.11	5,62	2,70	1,03	0,40	2,55	0,62	4,07	1,99	117	11	150	124	26	8,1	495	73	23	2	46	58	30	12

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	AIK	AIR	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			dødm		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>
1014-25	Drivnesvatn	4	07.11	5,19	2,79	0,84	0,36	2,80	0,25	4,38	2,20	75	0	163	116	47	7,4	390	41	20	6	25	43	33	16
1018-4	Kleivesvatnet	4	05.10	5,63	3,44	1,06	0,49	4,02	0,24	6,41	2,23	92	19	150	112	38	6,2	370	23	5	2	40	51	28	20
1021-14	Homesdalsvatnet	4	27.10	5,05	2,95	0,47	0,34	3,25	0,16	5,46	1,88	105	0	109	51	58	3,5	360	77	6	9	-4	18	23	9
1004-13	Store Ellandsvatn	5	09.11	5,17	2,45	0,32	0,31	2,74	0,14	4,55	1,40	115	0	74	22	52	1,4	240	23	2	7	-1	12	16	9
1004-15	Boinevatnet	5	17.10	5,36	5,20	0,71	0,70	6,50	0,28	11,30	2,61	170	0	82	32	50	1,5	295	21	5	4	-2	24	22	9
1026-210	Sligebotnsvatn	5	konst	5,00	1,05	0,21	0,10	0,85	0,04	1,40	0,56	7	0	77	49	28	3,1	190	7	4	10	5	10	8	3
1032-14	Troldevatnet	5	29.11	4,82	3,06	0,29	0,33	3,20	0,13	5,44	1,52	160	0	95	36	59	2,8	355	37	2	15	-12	9	16	7
1034-8	Trollseltvatn	5	26.09	4,77	1,68	0,25	0,16	1,22	0,03	1,76	0,57	30	0	134	95	39	9,0	450	12	6	17	16	14	7	10
1034-19	Indre Espelandsvatnet	5	25.09	5,10	2,13	0,39	0,21	2,07	0,10	3,35	1,17	33	0	153	100	53	6,2	340	26	7	8	8	16	15	9
1037-17	Heisevatn	5	08.11	4,86	1,83	0,33	0,18	1,59	0,08	2,51	0,88	32	0	142	99	43	6,2	250	19	5	14	11	15	11	8
1101-43	Glypstadvatnet	5	17.10	5,86	4,11	0,99	0,72	4,58	0,42	8,09	2,60	375	9	18	12	6	0,86	495	18	3	1	9	55	31	3
1111-3	Ljpsvatnet	5	06.11	5,24	3,93	0,42	0,53	4,90	0,17	8,44	2,10	140	0	83	15	68	0,98	300	40	3	6	-10	12	19	9
1112-15	Gjuvatnet	5	19.10	5,10	2,66	0,24	0,34	2,93	0,12	5,10	1,59	154	0	93	20	73	1,0	240	22	2	8	-17	7	18	4
1119-602	Homsevatn	5	01.11	5,39	4,07	0,48	0,55	5,12	0,18	8,78	2,27	155	0	77	22	55	1,3	270	21	2	4	-9	15	22	10
1154-601	Roynvatnet	6	13.11	5,57	1,83	0,43	0,27	2,09	0,13	3,46	1,10	75	0	36	26	10	1,6	260	79	3	3	-2	21	13	7
1211-601	Vaulvatn	6	19.10	5,95	0,87	0,28	0,12	0,86	0,10	1,36	0,61	55	8	10	6	4	0,39	78	2	1	1	9	15	9	4
1222-502	Inste Sørliv Ø. Sleindalsv	6	12.11	5,92	2,44	0,66	0,33	2,91	0,14	4,77	1,28	62	10	59	48	11	2,6	190	9	2	1	25	29	13	11
1251-601	Oddmundalsvatnet	7	18.10	5,45	0,88	0,09	0,10	0,86	0,05	1,53	0,44	50	0	12	<5	18	0,31	80	2	<1	4	-4	3	5	0
1263-601	Båtevatn	7	25.10	5,30	1,65	0,26	0,20	1,69	0,10	2,87	0,72	62	0	33	15	18	0,75	124	12	1	5	5	11	7	4
1401-501	Langvatn	7	29.11	5,69	1,99	0,39	0,29	2,41	0,08	4,13	0,93	85	2	16	9	7	0,71	149	5	1	2	8	16	7	5
1418-601	Nystolvvatn	7	28.10	5,93	0,71	0,25	0,08	0,61	0,07	1,15	0,50	36	6	11	7	4	0,26	65	9	3	1	20	11	7	-1
1443-501	Movatn	7	10.10	6,09	1,23	0,34	0,18	1,42	0,10	2,22	0,63	10	8	32	28	4	1,5	99	13	2	1	2	17	7	8
512-601	Svardalsvatnet	8	16.10	6,29	0,68	0,57	0,07	0,33	0,18	0,19	0,94	30	24	6	<5	0	0,32	61	5	<1	1	26	33	19	10
1502-602	Lundalsvatnet	8	01.11	6,33	2,27	0,65	0,41	2,71	0,17	4,36	0,86	2	34	44	44	0	3,3	125	4	2	0	47	38	5	12
1511-601	Bløjevatnet	8	20.10	6,00	1,82	0,65	0,26	2,09	0,14	3,43	1,27	25	14	9	6	3	0,28	51	2	<1	1	23	31	16	8
1569-601	Skardvatnet	8	26.10	6,01	2,31	0,38	0,37	2,85	0,12	4,87	0,99	14	14	27	25	2	1,7	94	5	2	1	17	17	6	6
1630-601	Grovvatnet	8	21.10	5,56	3,80	0,61	0,60	4,94	0,20	8,67	1,56	22	10	66	54	12	3,2	143	12	2	3	21	23	7	5
1630-603	Skjervatnet	8	07.11	6,08	2,94	0,52	0,47	3,66	0,14	6,33	1,35	25	5	17	14	3	1,1	95	6	2	1	19	23	10	6
1640-603	Tufsingn	8	07.10	6,71	1,06	0,64	0,23	0,83	0,21	0,74	0,82	13	48	14	10	4	1,8	99	7	1	0	53	46	15	18
1725-3-14	Bjørnvatnet	8	14.10	5,61	3,73	0,48	0,63	4,69	0,15	8,55	1,53	16	5	46	38	8	3,2	117	<2	3	2	9	20	7	-3
1740-602	Storgåsvatnet	8	09.10	6,02	1,56	0,30	0,23	1,86	0,09	3,19	0,64	12	4	24	21	3	1,2	90	12	2	1	13	13	4	4
1742-501	Grytjøen	8	08.11	5,64	1,74	0,55	0,27	1,97	0,05	3,47	0,68	9	5	59	48	11	3,6	131	4	4	2	24	27	4	2
1840-601	Kjemvatn	9	10.11	6,17	1,05	0,42	0,13	1,11	0,12	1,46	0,59	4	22	16	10	6	0,74	94	15	2	1	29	22	8	13
1845-601	Tennvatn	9	13.10	6,15	2,17	0,57	0,30	2,45	0,45	3,99	0,92	16	27	29	26	3	2,1	165	18	5	1	38	27	8	10
1850-603	Kjernvatn	9	30.10	6,23	2,71	0,61	0,39	3,31	0,36	5,66	1,11	12	23	38	34	4	2,0	95	8	<1	1	32	25	7	7
1859-601	Storvatn	9	26.11	6,04	5,16	0,65	0,90	6,85	0,29	12,30	2,25	37	13	17	11	6	0,90	101	4	2	1	15	26	11	0
1927-501	Kapenvatnet (lille)	9	06.10	6,26	1,97	0,36	0,31	2,56	0,19	4,00	1,02	1	20	22	17	5	1,0	134	23	2	1	26	17	10	14
2002-501	Oksevatn	10	01.10	6,64	4,44	0,72	0,67	5,29	0,27	9,37	2,37	<1	38	11	<5	0	0,94	98	12	2	0	14	29	22	3
2030-501	Bårsjøvri	10	konst	6,60	2,16	1,21	0,36	1,81	0,19	2,84	1,95	1	49	7	5	2	1,7	113	9	1	0	53	71	32	10
2030-503	Skaidjåvri	10	01.10	6,31	1,80	0,62	0,30	1,79	0,10	3,01	1,68	7	16	9	7	2	0,70	65	5	<1	0	16	36	26	5
2030-504	Råfjern	10	01.10	6,37	1,92	0,67	0,32	1,85	0,13	3,13	1,85	<1	20	8	6	2	0,81	65	5	<1	0	17	39	29	5
2030-603	Oltevatnet	10	01.10	6,74	2,87	1,40	0,74	2,25	0,22	3,11	3,93	<1	58	9	<5	4	2,4	138	6	12	0	65	110	73	23
2030-607	St. Valvatnet	10	01.10	6,52	3,22	1,20	0,64	2,95	0,26	4,84	4,05	10	28	11	7	4	0,80	65	5	<1	0	26	81	70	11
2030-612	Lille Djupvatnet	10	01.10	6,02	2,92	0,85	0,54	2,84	0,19	4,82	3,61	1	9	14	9	5	0,64	51	<2	<1	1	4	55	61	7
2030-614	Langvatnet	10	01.10	6,54	3,29	1,15	0,60	3,07	0,24	5,07	2,98	4	39	32	25	7	2,9	130	11	2	0	41	73	47	11



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AIK	AI/R	AI/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			dødmnd		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>
2030-619	Følvatnet	10	01.10	6,81	1,79	1,22	0,38	1,19	0,22	1,40	2,18	<1	60	8	<5	1,9	118	118	9	2	0	65	83	41	18
2030-624	Ulekristjåvri	10	01.10	6,62	1,70	1,01	0,30	1,35	0,20	1,88	1,83	<1	38	15	8	7	1,7	83	6	1	0	48	63	33	13
2030-625	Holmvatnet	10	01.10	6,58	2,61	1,16	0,48	2,37	0,20	3,86	2,70	4	37	13	8	5	1,4	86	6	1	0	40	72	45	10

Jarfjordfjellet

2030-JAR-05	Navnløst		01.10	5,90	2,57	0,70	0,46	2,53	0,17	4,20	3,08	<1	8	16	9	7	1,0	63	<2	2	1,3	5	45	52	8
2030-JAR-06	Navnløst		01.10	5,27	2,63	0,56	0,46	2,50	0,19	4,21	2,96	1	0	27	11	16	1,3	69	<2	2	5,4	-1	38	49	7
2030-JAR-07	Navnløst		01.10	6,22	2,72	0,89	0,48	2,60	0,18	4,29	3,27	<1	16	16	12	4	0,95	67	<2	1	0,6	12	56	56	9
2030-JAR-08	Navnløst		01.10	5,87	2,81	0,88	0,49	2,62	0,20	4,44	3,68	<1	6	14	8	6	0,58	51	<2	<1	1,3	1	55	64	6
2030-JAR-12	Navnløst		01.10	5,37	2,76	0,64	0,47	2,54	0,17	4,28	3,46	<1	0	33	<5		0,83	62	<2	1	4,3	-7	42	60	7
2030-JAR-13	Navnløst		01.10	6,38	2,83	1,07	0,54	2,61	0,19	4,17	3,65	<1	23	16	11	5	1,2	63	<2	6	0,4	23	70	64	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	AIK	AI/R	AI/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			dødmnd		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	Ainsjøen	1	04.07	6,56	0,75	0,73	0,12	0,35	0,22	0,21	0,74	54	38	11	9	2	1,1	230	3	4	0,3	42	45	15	10
430-I-1	Ainsjøen	1	07.08	6,59	0,74	0,65							38								0,3				
430-I-1	Ainsjøen	1	11.09	6,41	0,79	0,80	0,13	0,36	0,21	0,23	0,76	44	38	17	15	2	1,5	150	6	6	0,4	46	49	15	10
430-I-1	Ainsjøen	1	09.10	6,66	0,86	0,76	0,13	0,37	0,24	0,27	0,84	59	38	16	14	2	1,4	139	9	3	0,2	42	47	17	10
438-041	Storjerna	1	03.07	6,73	0,75	0,68	0,07	0,60	0,08	0,21	0,72	2	45	32	27	5	1,7	89	2	2	0,2	47	38	14	21
438-041	Storjerna	1	10.09	6,50	0,78	0,84	0,07	0,63	0,06	0,19	0,61	2	43	42	38	4	2,3	95	<2	2	0,3	58	46	12	23
438-041	Storjerna	1	18.10	6,31	0,81	0,75	0,08	0,68	0,07	0,19	0,67	1	44	42	35	7	1,9	74	6	1	0,5	56	43	13	25
118-502	Bretfjern	2	05.06	4,95	3,13	0,50	0,36	3,02	0,16	5,19	1,93	21	0	225	114	111	7,3	300	14	6	11,2	2	20	25	6
118-502	Bretfjern	2	07.09	4,75	2,95	0,41	0,34	2,67	0,10	4,36	1,59	15	0	243	157	86	14,2	365	6	5	17,8	10	20	20	10
LAE01	Langfjern, utløp	2	21.06	5,61	0,87	0,79	0,10	0,48	0,07	0,33	0,68	<1	16	128	111	17	8,0	205	<2	4	2,5	47	45	13	13
LAE01	Langfjern, utløp	2	27.09	5,04	1,21	0,94	0,13	0,52	0,05	0,36	0,51	4	0	210	162	48	12,2	270	5	5	9,1	60	55	10	14
604-608	Øvre Jerpeljern	2	19.06	5,49	4,59	0,80	0,13	7,14	0,12	11,80	1,06	15	16	221	142	79	6,1	250	<2	6	3,2	8	28	0	25
604-608	Øvre Jerpeljern	2	12.08	5,52	3,59	0,71						19									3,0				
604-608	Øvre Jerpeljern	2	08.09	5,16	3,46	0,74	0,12	4,38	0,09	6,92	0,92	21	6	274	166	108	9,3	360	<2	6	6,9	24	30	0	23
604-608	Øvre Jerpeljern	2	15.10	5,26	4,36	0,79	0,15	6,23	0,11	9,86	1,11	39	0	246	148	98	7,7	280	23	6	5,5	22	29	0	32
517-041	Rondvatnet	3	05.06	6,11	0,45	0,24	0,04	0,17	0,25	0,16	0,48	115	12	15	8	7	0,37	185	3	3	0,8	6	14	10	4
517-041	Rondvatnet	3	12.09	5,85	0,44	0,24	0,03	0,14	0,24	0,15	0,50	110	8	9	6	3	0,32	185	3	3	1,4	4	13	10	2
517-041	Rondvatnet	3	27.10	5,81	0,45	0,27	0,03	0,12	0,18	0,15	0,52	125	5	12	<5		0,27	170	10	3	1,5	2	15	10	2
827-601	Heddersvatnet	3	08.07	6,47	0,66	0,59	0,10	0,32	0,11	0,34	0,77	67	25	14	7	7	0,86	150	7	3	0,3	24	35	15	6
827-601	Heddersvatnet	3	30.08	6,49	0,83	0,63	0,10	0,45	0,22	0,48	0,73	59	34	8	7	1	1,3	310	53	4	0,3	32	37	14	8
834-401	Urdevatn	3	31.08	6,58	0,60	0,59	0,08	0,37	0,05	0,29	0,66	3	24	11	<5		0,52	35	3	2	0,3	31	34	13	9
834-614	Slavsvatn	3	21.11	6,37	0,75	0,73	0,09	0,45	0,03	0,33	0,61	15	24	60	46	14	1,5	100	6	3	0,4	41	42	12	12
919-401	Bjorvatn	4	02.06	5,75	2,19	0,92	0,36	1,85	0,37	2,88	2,25	120	11	94	68	26	4,9	345	10	3	1,8	29	57	38	11
919-401	Bjorvatn	4	03.08	5,72	2,08	0,92						16									1,9				
919-401	Bjorvatn	4	07.09	5,60	2,13	0,95	0,37	1,71	0,35	2,78	2,10	60	16	104	83	21	5,4	370	23	9	2,5	35	60	36	7
919-401	Bjorvatn	4	09.11	5,54	2,30	0,85	0,35	1,76	0,34	3,07	2,24	105	2	124	91	33	5,0	360	44	4	2,9	16	51	38	2
928-2-20	Lille Hovvatnet	4	02.06	4,97	1,45	0,27	0,12	1,16	0,07	1,50	1,03	92	0	125	63	62	4,0	355	14	5	10,7	5	13	17	14
928-2-20	Lille Hovvatnet	4	03.08	4,93	1,35	0,26						0									11,7				

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	AIK	AIR	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			dødmnd		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>
928-2-20	Lille Hovvatnet	4	08.09	4,87	1,43	0,28	0,12	0,92	0,05	1,42	0,93	67	0	150	80	70	5,2	340	26	5	13,5	1	15	15	6
928-2-20	Lille Hovvatnet	4	07.10	4,90	1,44	0,22	0,13	1,00	0,06	1,59	0,92	61	0	124	59	65	4,8	310	17	5	12,6	-2	11	15	5
1014-12	Songevain	4	08.06	6,63	2,93	1,64	0,44	2,69	0,70	4,40	2,04	22	57	35	34	1	4,86	485	17	9	0,2	85	89	30	10
1014-12	Songevain	4	31.08	6,35	2,54	1,71	0,47	2,28	0,52	3,45	1,47	29	59	99	92	7	9,5	375	12	8	0,4	106	101	21	16
1003-2-4	Saudlandsvatnet	5	16.06	6,04	5,20	0,99	0,86	6,65	0,22	12,70	2,90	66	16	24	21	3	1,6	180	<2	2	0,9	-8	37	23	-18
1003-2-4	Saudlandsvatnet	5	10.08	5,95	5,08	1,07							19								1,1				
1003-2-4	Saudlandsvatnet	5	25.09	5,90	5,08	0,87	0,74	5,73	0,21	11,33	2,69	35	14	39	30	9	2,5	220	8	6	1,3	-19	32	23	-25
1003-2-4	Saudlandsvatnet	5	02.11	5,77	5,30	0,99	0,85	6,47	0,26	11,70	2,80	82	13	46	36	10	2,2	255	14	4	1,7	13	42	24	-2
1034-19	Indre Espevandsv.	5	16.06	5,46	2,07	0,43	0,22	2,36	0,12	3,72	1,46	37	8	95	60	35	3,4	250	16	4	3,5	5	18	20	13
1034-19	Indre Espevandsv.	5	25.09	5,10	2,13	0,39	0,21	2,07	0,10	3,35	1,17	33	0	153	100	53	6,2	340	26	7	7,9	8	16	15	9
1046-401	V. Flogvatnet	5	22.06	6,11	0,96	0,35	0,13	0,98	0,07	1,55	0,58	50	14	21	16	5	0,85	101	<2	2	0,8	13	18	8	5
1046-401	V. Flogvatnet	5	17.09	6,14	0,89	0,37	0,13	0,91	0,06	1,41	0,59	39	13	16	12	4	0,99	107	<2	2	0,7	15	20	8	5
1111-3	Ljpsvatnet	5	18.06	5,21	4,29	0,43	0,59	5,24	0,15	9,97	2,24	160	0	79	8	71	0,78	285	18	2	6,2	-38	11	18	-14
1111-3	Ljpsvatnet	5	10.08	5,33	4,04	0,49							0								4,7				
1111-3	Ljpsvatnet	5	29.09	5,13	3,92	0,38	0,51	4,80	0,14	8,26	2,04	130	0	65	12	53	0,89	235	4	3	7,4	-11	10	18	9
1112-041	Dyblingsvatnet	5	18.06	5,55	3,64	0,61	0,55	4,44	0,23	8,25	2,03	115	5	47	25	22	1,3	210	<2	4	2,8	-8	22	18	-7
1112-041	Dyblingsvatnet	5	29.09	5,58	3,12	0,52	0,44	3,46	0,19	6,26	1,98	86	0	49	36	13	2,3	255	14	6	2,6	-6	21	23	-1
1112-041	Dyblingsvatnet	5	17.10	5,50	3,20	0,53	0,46	3,89	0,19	6,53	1,97	94	3	62	38	24	2,2	295	7	6	3,2	6	21	22	11
1114-1-34	Lomsjønni	5	18.06	6,52	3,51	1,34	0,64	3,90	0,23	6,75	1,90	50	59	29	28	1	2,7	230	4	6	0,3	62	75	20	6
1114-1-34	Lomsjønni	5	25.09	6,35	3,04	1,10	0,54	3,26	0,32	5,31	1,68	73	44	54	49	5	3,7	290	4	6	0,4	59	64	20	13
1114-1-34	Lomsjønni	5	06.11	6,58	4,00	1,49	0,76	4,24	0,38	7,70	2,08	150	47	34	31	3	2,1	330	10	4	0,3	60	86	21	-2
1122-401	Stakkheijonna	5	22.06	5,94	3,49	0,51	0,53	4,44	0,22	8,16	1,68	77	12	43	33	10	1,5	240	2	3	1,1	-3	17	11	-5
1122-401	Stakkheijonna	5	17.09	5,87	3,03	0,47	0,44	3,84	0,13	6,35	1,63	57	11	51	42	9	2,2	215	15	3	1,3	13	18	15	13
1122-401	Stakkheijonna	5	24.11	5,71	3,01	0,53	0,45	3,83	0,14	6,33	1,62	64	5	65	58	7	2,2	195	10	2	2,0	17	22	15	13
1129-401	Rundavatnet	6	15.06	5,66	2,06	0,22	0,27	2,62	0,14	4,58	0,91	12	6	47	34	13	1,6	134	3	2	2,2	2	6	6	3
1129-401	Rundavatnet	6	09.10	5,18	1,92	0,17	0,21	2,26	0,12	3,58	0,83	19	0	81	67	14	3,2	205	26	3	6,6	8	5	7	12
1129-401	Rundavatnet	6	22.10	5,21	1,89	0,33	0,22	2,24	0,09	3,54	0,86	3	0	76	59	17	2,9	138	11	2	6,2	16	13	8	12
1154-601	Røyrvatnet	6	10.06	5,80	1,77	0,38	0,24	2,02	0,10	3,49	1,05	77	9	26	18	8	1,1	155	3	2	1,6	3	16	12	3
1154-601	Røyrvatnet	6	13.08	5,88	1,56	0,39						13									1,3				
1154-601	Røyrvatnet	6	02.10	5,64	1,62	0,33	0,23	1,78	0,10	2,97	0,97	45	0	40	32	8	1,9	195	5	4	2,3	8	16	12	5
1266-401	Markhusdalsv.	7	22.06	5,40	2,29	0,22	0,27	2,94	0,10	4,78	1,30	5	5	66	42	24	2,3	117	<2	3	4,0	1	6	13	12
1266-401	Markhusdalsv.	7	11.08	5,63	2,12	0,20						8									2,3				
1266-401	Markhusdalsv.	7	05.10	5,02	2,11	0,14	0,21	2,18	0,09	3,79	1,06	10	0	90	58	32	3,5	135	2	3	9,6	-8	3	11	3
1266-401	Markhusdalsv.	7	09.11	4,99	2,28	0,21	0,26	2,55	0,12	4,13	1,18	25	0	87	54	33	2,8	138	12	3	10,2	3	6	13	11
1418-601	Nystølsvatn	7	23.06	5,83	0,87	0,26	0,10	0,87	0,09	1,44	0,57	53	10	14	6	8	0,33	77	<2	1	1,5	5	12	8	3
1418-601	Nystølsvatn	7	12.08	6,08	0,73	0,19						9									0,8				
1418-601	Nystølsvatn	7	02.10	6,05	0,73	0,24	0,08	0,69	0,07	1,10	0,48	32	11	6	<5		0,41	84	6	2	0,9	7	11	7	3
SVART01	Svartefjern	7	28.06	5,46	2,12	0,24	0,27	2,65	0,15	4,59	0,97	2	5	69	52	17	2,5	122	7		3,5	3	7	7	4
SVART01	Svartefjern	7	11.10	5,24	1,83	0,20	0,21	2,17	0,11	3,31	0,90	4	0	116	92	24	4,0	150	2		5,8	12	7	9	14
512-601	Svartdalsvatnet	8	08.07	6,38	0,55	0,44	0,07	0,28	0,13	0,31	0,53	58	19	<5	<5		0,27	87	<2	2	0,4	19	26	10	5
512-601	Svartdalsvatnet	8	08.08	6,46	0,49	0,33						21									0,3				
512-601	Svartdalsvatnet	8	15.09	6,41	0,53	0,51	0,06	0,31	0,16	0,17	0,68	16	25	<5	<5		0,44	48	3	2	0,4	28	29	14	9
1502-601	Lundalsvatnet	8	01.11	6,33	2,27	0,65	0,41	2,71	0,17	4,36	0,86	2	34	44	44	0	3,3	125	4	2	0,5	47	38	5	12
1511-601	Blæfvatnet	8	20.10	6,00	1,82	0,65	0,26	2,09	0,14	3,43	1,27	25	14	9	6	3	0,28	51	2	<1	1,0	23	31	16	8

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. Kode	Navn	Region	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	Alk	Al/Il	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
			ddmm		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>	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>
1566-401	Øvre Neådalsvatnet	8	14.10	6.36	1.07	0.63	0.16	0.97	0.13	1.31	0.62	4	34	27	25	2	60	<2	2	0.4	40	36	9	10
1569-601	Skardvatnet	8	26.10	6.01	2.31	0.38	0.37	2.85	0.12	4.87	0.99	14	14	27	25	2	94	5	2	1.0	17	17	6	6
1638-401	Songsjøen	8	10.06	6.60	2.62	1.08	0.44	2.95	0.17	4.63	0.97	5	52	29	26	3	127	3	2	0.3	72	60	7	16
1638-401	Songsjøen	8	10.07	6.75	2.61	1.09	0.44	2.87	0.16	4.76	1.00	1	52	17	14	3	115	<2	1	0.2	64	59	7	10
1638-401	Songsjøen	8	16.10	6.40	2.71	1.03	0.43	2.93	0.19	4.73	1.02	12	48	31	29	2	149	2	2	0.4	64	56	7	13
1927-3-1	Kapenvatnet	9	06.07	6.29	2.16	0.48	0.33	2.62	0.17	4.18	1.57	<1	19	6	5	1	53	<2	<1	0.5	19	24	21	13
1927-3-1	Kapenvatnet	9	08.09	6.26	1.94	0.50	0.28	2.27	0.15	3.58	1.49	<1	20	<5	<5	0.55	83	<2	2	0.6	18	24	21	12
1927-3-1	Kapenvatnet	9	06.10	6.24	2.19	0.49	0.30	2.64	0.28	4.22	1.44	1	19	18	14	4	150	39	2	0.6	22	21	18	13
2030-801	Dalvatn	10	06.07	6.51	3.25	1.12	0.64	3.12	0.28	5.07	3.23	8	40	19	16	3	230	26	8	0.3	41	75	53	13
2030-801	Dalvatn	10	06.09	6.32	3.03	1.16	0.64	2.92	0.21	4.87	3.12	<1	31	23	20	3	125	<2	2	0.5	41	79	51	9
2030-801	Dalvatn	10	10.10	6.29	3.05	1.08	0.60	3.09	0.22	4.96	3.20	4	24	29	27	2	104	10	2	0.5	36	71	52	14

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

Tabell E2. Analyseresultater for elver 2009.

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AJR	AVII	LAL	TOC	ToN	NH <sub>4</sub> -N	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Mg*
		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>3-1</b>	<b>Gjerstadelva</b>																						
3-1	Gjerstadelva	14.01	6,23	3,04	2,23	0,46	2,47	0,36	3,57	2,20	145	55	110	99	11	6,2	415	21	1	109	126	35	21
3-1	Gjerstadelva	15.02	6,22	3,45	2,30	0,48	2,84	0,35	4,85	2,60	195	46	103	94	9	5,6	440	25	1	82	122	40	6
3-1	Gjerstadelva	15.03	6,38	4,40	2,75	0,54	3,94	0,36	6,70	2,67	200	46	107	97	10	5,3	415	31	0	103	138	36	9
3-1	Gjerstadelva	02.04	6,14	3,69	2,62	0,51	3,39	0,35	5,54	2,50	185	40	100	88	12	5,1	395	27	1	108	136	36	13
3-1	Gjerstadelva	15.04	5,97	2,33	1,39	0,33	1,96	0,29	2,76	2,23	185	20	114	76	38	5,2	415	33	1	52	78	38	18
3-1	Gjerstadelva	04.05	5,88	2,02	1,19	0,28	1,62	0,27	2,20	2,06	190	19	85	73	12	4,5	385	26	1	41	68	36	17
3-1	Gjerstadelva	18.05	6,10	2,07	1,33	0,30	1,73	0,29	2,23	2,07	195	23	77	62	15	4,1	370	12	1	54	76	37	21
3-1	Gjerstadelva	02.06	6,29	2,09	1,38	0,31	1,72	0,28	2,27	2,08	140	28	68	58	10	3,9	345	6	1	59	79	37	20
3-1	Gjerstadelva	16.06	6,18	2,36	1,57	0,32	1,92	0,31	2,74	2,18	135	42	52	44	8	3,8	325	3	1	64	87	37	17
3-1	Gjerstadelva	15.07	6,37	2,40	1,62	0,32	1,94	0,29	2,55	2,36	75	46	48	39	9	4,3	285	2	0	73	90	42	23
3-1	Gjerstadelva	15.08	6,12	2,12	1,56	0,32	1,54	0,23	1,93	1,88	76	42	93	85	8	7,0	370	11	1	78	91	34	20
3-1	Gjerstadelva	15.09	6,27	2,22	1,61	0,33	1,62	0,23	2,15	2,07	88	50	83	75	8	6,6	350	15	1	74	93	37	18
3-1	Gjerstadelva	15.10	6,29	2,44	1,69	0,39	1,95	0,28	2,60	2,29	123	47	78	72	6	6,1	380	26	1	79	99	40	22
3-1	Gjerstadelva	15.11	5,99	2,49	1,59	0,39	1,99	0,32	3,05	2,24	71	27	129	115	14	7,4	395	24	1	68	91	38	13
3-1	Gjerstadelva	15.12	5,80	2,28	1,40	0,35	1,86	0,25	2,90	2,20	140	21	118	100	18	5,9	330	15	2	48	80	37	11
<b>26-1</b>	<b>Ardalselva</b>																						
26-1	Ardalselva	19.01	6,31	2,38	0,96	0,34	2,39	0,19	3,87	1,14	140	29	22	15	7	0,83	220	3	0	42	50	12	10
26-1	Ardalselva	12.02	6,25	2,61	1,30	0,36	2,52	0,27	4,30	1,33	205	36	19	17	2	0,86	275	<2	1	47	66	15	5
26-1	Ardalselva	02.03	6,28	2,51	1,14	0,38	2,55	0,25	3,88	1,09	125	29	21	18	3	0,99	255	<2	1	64	63	11	17
26-1	Ardalselva	16.03	6,38	2,55	1,19	0,37	2,72	0,24	4,25	1,23	120	23	33	28	5	1,3	200	3	0	60	62	13	15
26-1	Ardalselva	01.04	6,07	2,56	1,05	0,33	2,98	0,23	5,02	1,22	90	13	41	36	5	1,6	190	6	1	42	47	11	8
26-1	Ardalselva	15.04	6,38	2,08	0,80	0,29	2,25	0,18	3,64	1,08	98	19	23	16	7	1,1	210	3	0	34	40	12	10
26-1	Ardalselva	30.04	6,34	2,05	0,84	0,28	2,20	0,18	3,97	1,16	105	27	17	15	2	0,91	160	2	0	22	39	13	0
26-1	Ardalselva	13.05	6,38	2,18	0,85	0,30	2,33	0,22	3,80	1,13	96	27	16	15	1	1,1	235	2	0	37	42	12	9
26-1	Ardalselva	02.06	6,51	2,13	0,87	0,31	2,25	0,19	3,68	1,15	87	26	13	13	0	0,99	190	4	0	38	45	13	9
26-1	Ardalselva	15.06	6,34	2,24	0,99	0,31	2,35	0,22	3,97	1,21	105	37	12	11	1	0,95	220	4	0	38	49	14	6
26-1	Ardalselva	14.07	6,57	2,18	0,97	0,29	2,16	0,24	3,51	1,16	96	40	9	8	1	1,1	250	2	0	42	49	14	9
26-1	Ardalselva	14.08	6,48	2,15	0,93	0,30	2,08	0,19	3,47	1,19	110	36	15	14	1	1,4	220	5	0	36	48	15	6
26-1	Ardalselva	15.09	6,45	2,06	0,92	0,29	2,14	0,21	3,49	1,18	115	34	20	19	1	1,5	230	3	0	37	47	14	9
26-1	Ardalselva	15.10	6,31	2,16	0,93	0,31	2,25	0,20	3,70	1,23	140	31	17	15	2	1,2	230	3	0	35	48	15	8
26-1	Ardalselva	16.11	6,44	2,28	1,05	0,32	2,37	0,21	3,67	1,34	150	35	23	21	2	1,9	365	21	0	45	55	17	14
26-1	Ardalselva	14.12	6,43	2,25	1,04	0,33	2,29	0,20	3,77	1,28	170	31	15	11	4	0,99	245	4	0	39	54	16	8

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

Tabell E3. Analyseresultater for feltforskningsstasjoner 2009.

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AMR	AMII	LAL	TOC	ToN	NH <sub>4</sub> -N	ToH-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>
<b>BIE01</b>	<b>Birkenes</b>																							
BIE01	Birkenes	05.01	4.90	3.52	0.89	0.27	3.31	0.07	5.61	2.83	110	0	264	80	184	3.1	250	32	<1	13	-13	39	43	8
BIE01	Birkenes	12.01	4.94	3.22	0.86	0.27	3.08	0.08	5.36	2.75	115	0	226	77	149	3.1	285	52	2	11	-16	37	42	4
BIE01	Birkenes	19.01	4.92	3.23	0.79	0.26	3.17	0.07	5.38	2.50	150	0	275	97	178	3.6	370	50	2	12	-14	34	36	8
BIE01	Birkenes	26.01	4.61	3.65	0.54	0.24	3.24	0.05	5.44	2.26	125	0	328	116	212	4.6	280	11	3	25	-21	21	31	9
BIE01	Birkenes	02.02	4.72	3.53	0.63	0.25	3.27	0.06	4.92	2.16	93	0	318	105	213	3.9	230	14	2	19	5	26	31	23
BIE01	Birkenes	09.02	4.84	3.42	0.69	0.25	3.15	0.07	5.05	2.31	100	0	299	110	189	3.6	260	20	2	14	-4	29	33	15
BIE01	Birkenes	16.02	4.90	3.39	0.84	0.24	3.16	0.09	5.47	2.53	115	0	277	103	174	3.2	250	32	2	13	-14	36	37	5
BIE01	Birkenes	23.02	5.06	3.13	0.89	0.25	3.03	0.10	5.13	2.42	120	0	226	104	122	3.2	285	48	2	9	-4	39	35	8
BIE01	Birkenes	02.03	4.82	3.42	0.66	0.26	3.18	0.07	5.39	2.35	110	0	331	120	211	4.0	255	14	2	15	-14	27	33	8
BIE01	Birkenes	09.03	4.70	3.35	0.56	0.22	3.05	0.10	4.73	2.58	155	0	353	135	218	4.9	245	21	3	20	-17	23	40	18
BIE01	Birkenes	16.03	4.72	3.24	0.50	0.22	3.02	0.07	4.34	2.72	117	0	361	149	212	4.8	225	8	2	19	-11	20	44	26
BIE01	Birkenes	23.03	4.69	3.14	0.49	0.20	3.00	0.06	4.03	2.85	86	0	326	148	178	5.1	235	3	2	20	-6	20	48	33
BIE01	Birkenes	30.03	4.78	3.16	0.64	0.22	3.01	0.08	4.32	3.03	110	0	287	119	168	4.1	220	11	1	17	-10	27	51	26
BIE01	Birkenes	06.04	4.70	2.81	0.42	0.17	2.69	0.07	3.02	2.74	125	0	303	105	198	5.9	280	5	2	20	3	18	48	44
BIE01	Birkenes	13.04	4.71	2.54	0.41	0.15	2.23	0.09	2.29	2.47	185	0	286	117	169	6.6	435	30	4	19	3	18	45	42
BIE01	Birkenes	20.04	4.74	2.62	0.44	0.17	2.38	0.07	2.64	2.70	175	0	286	135	151	5.5	335	8	<1	18	-2	19	49	40
BIE01	Birkenes	27.04	4.87	2.57	0.65	0.19	2.40	0.06	2.98	2.58	155	0	215	105	110	4.5	310	7	2	13	5	29	45	32
BIE01	Birkenes	04.05	5.08	2.65	0.78	0.19	2.67	0.08	3.57	2.69	85	0	177	88	89	4.3	230	<2	4	8	10	35	46	30
BIE01	Birkenes	11.05	5.11	2.67	0.84	0.22	2.82	0.11	3.94	2.68	69	0	175	90	85	4.6	225	6	3	8	14	38	44	27
BIE01	Birkenes	18.05	5.19	2.64	0.90	0.23	2.84	0.12	3.91	2.52	46	2	182	92	90	4.8	225	5	4	6	24	41	41	29
BIE01	Birkenes	25.05	5.07	2.48	0.73	0.21	2.59	0.06	3.10	2.24	54	0	233	145	88	7.2	245	6	4	9	30	33	38	38
BIE01	Birkenes	01.06	5.30	2.49	0.82	0.22	2.63	0.08	3.50	2.27	36	12	212	139	73	6.5	265	9	5	5	27	37	37	30
BIE01	Birkenes	08.06	5.43	2.70	0.97	0.22	2.82	0.10	4.13	2.23	21	19	223	135	88	6.9	260	9	6	4	27	44	34	23
BIE01	Birkenes	15.06	5.42	2.56	0.96	0.22	2.73	0.11	3.98	1.84	20	19	211	141	70	7.3	270	9	6	4	36	44	27	22
BIE01	Birkenes	22.06	5.09	2.57	0.85	0.21	2.61	0.07	3.73	2.08	29	8	243	156	87	7.9	260	6	5	8	24	39	32	23
BIE01	Birkenes	29.06	5.27	2.75	1.00	0.23	2.76	0.10	3.79	2.01	15	18	246	166	80	9.6	325	13	13	5	42	46	31	28
BIE01	Birkenes	06.07	5.06	2.93	1.14	0.26	2.87	0.17	4.20	1.79	2	12	361	269	92	19.1	570	11	21	9	52	53	25	23
BIE01	Birkenes	13.07	4.75	2.95	0.68	0.18	2.48	0.07	3.30	3.02	66	0	318	178	140	8.7	285	3	3	18	-2	30	53	28
BIE01	Birkenes	20.07	4.59	3.06	0.42	0.16	2.27	0.08	2.67	2.33	51	0	366	225	141	11.3	320	<2	5	26	7	18	41	34
BIE01	Birkenes	26.07	4.85	2.75	0.63	0.17	2.51	0.07	3.39	2.47	36	0	261	147	114	7.0	260	4	5	14	7	28	42	27
BIE01	Birkenes	03.08	4.72	2.83	0.70	0.20	2.46	0.07	3.25	2.20	26	0	313	190	123	8.3	240	<2	4	19	21	32	36	28
BIE01	Birkenes	10.08	4.92	2.75	0.60	0.17	2.58	0.08	3.46	2.15	40	0	257	151	106	7.1	235	8	4	12	13	26	35	28
BIE01	Birkenes	17.08	4.90	2.79	0.68	0.19	2.54	0.08	3.70	1.86	37	0	269	166	103	8.9	285	5	6	13	16	30	28	21
BIE01	Birkenes	24.08	4.85	2.75	0.63	0.19	2.64	0.09	3.67	2.11	47	0	281	161	120	8.2	235	6	4	14	13	28	33	26
BIE01	Birkenes	31.08	4.81	2.88	0.61	0.20	2.75	0.09	3.99	2.11	58	0	321	187	134	8.9	260	4	4	15	8	26	32	23
BIE01	Birkenes	07.09	4.62	3.13	0.42	0.18	2.60	0.08	3.94	2.24	38	0	358	209	149	9.2	270	<2	3	24	-10	17	35	18
BIE01	Birkenes	14.09	4.87	2.83	0.65	0.19	2.86	0.08	4.22	2.43	53	0	238	125	113	6.0	230	3	3	13	1	28	38	22
BIE01	Birkenes	21.09	5.06	2.78	0.79	0.20	2.77	0.08	4.08	2.34	62	0	208	116	92	5.3	250	13	4	9	10	35	37	22
BIE01	Birkenes	28.09	5.08	2.75	0.83	0.21	2.83	0.11	4.27	2.14	51	0	214	130	84	6.1	245	8	4	8	16	37	32	20
BIE01	Birkenes	05.10	5.08	3.42	0.96	0.32	3.33	0.48	6.10	2.03	53	0	234	135	99	6.6	300	14	5	8	13	42	25	-3
BIE01	Birkenes	12.10	4.75	3.14	0.59	0.23	3.04	0.10	4.49	2.56	78	0	298	162	136	6.8	270	7	3	18	-2	25	40	23

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	AUR	A/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		ddd.mmd		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>	
BIE01	Birkenes	19.10	4.85	3.01	0.62	0.22	3.05	0.09	4.52	2.64	78	0	260	120	140	5.3	245	16	2	14	-4	26	42	23	
BIE01	Birkenes	26.10	4.51	3.45	0.34	0.16	2.24	0.09	3.83	2.04	73	0	381	267	114	11.1	360	<2	5	31	-26	13	31	5	
BIE01	Birkenes	02.11	4.73	2.98	0.52	0.20	2.91	0.07	4.11	2.59	82	0	293	167	126	6.7	360	<2	2	19	-5	22	42	27	
BIE01	Birkenes	09.11	4.35	4.29	0.40	0.27	3.21	0.14	6.07	2.32	95	0	367	178	189	6.1	300	10	3	45	-41	14	31	-7	
BIE01	Birkenes	16.11	4.48	3.55	0.36	0.21	2.88	0.07	4.82	2.18	65	0	347	169	178	6.5	235	5	3	33	-24	13	31	8	
BIE01	Birkenes	23.11	4.52	3.33	0.38	0.19	2.77	0.08	4.36	2.15	45	0	330	221	109	7.7	295	<2	5	30	-14	14	32	15	
BIE01	Birkenes	30.11	4.67	3.14	0.48	0.21	2.93	0.07	4.65	2.53	66	0	298	132	166	5.2	215	13	2	21	-18	19	39	15	
BIE01	Birkenes	07.12	4.52	3.30	0.31	0.20	2.70	0.07	4.34	2.15	27	0	317	179	138	6.1	255	<2	3	30	-18	11	32	12	
BIE01	Birkenes	14.12	4.70	3.11	0.47	0.21	2.82	0.08	4.48	2.46	77	0	296	131	165	4.7	215	21	1	20	-18	19	38	14	
BIE01	Birkenes	21.12	4.90	2.94	0.64	0.22	2.88	0.08	4.51	2.65	94	0	238	99	139	3.7	225	27	2	13	-12	27	42	16	
BIE01	Birkenes	28.12	4.88	2.92	0.67	0.23	2.89	0.08	4.50	2.61	110	0	232	99	133	3.7	245	36	2	13	-9	29	41	17	
STE01	Innløp Storgama																								
STE01	Innløp Storgama	13.01	5.00	1.66	0.79	0.13	1.10	0.07	1.32	1.44	99	0	154	114	40	7.4	385	35	4	10	25	41	26	16	
STE01	Innløp Storgama	20.01	4.93	1.72	0.68	0.13	1.07	0.05	1.19	1.38	83	0	145	108	37	7.2	360	19	3	12	24	37	25	18	
STE01	Innløp Storgama	27.01	5.08	1.54	0.68	0.12	1.05	0.05	1.16	1.31	62	0	147	104	43	6.6	330	24	3	8	26	36	24	18	
STE01	Innløp Storgama	03.02	5.08	1.43	0.68	0.12	0.98	0.06	1.14	1.30	60	0	147	106	41	6.7	315	33	3	8	24	36	24	15	
STE01	Innløp Storgama	10.02	5.17	1.36	0.52	0.09	0.98	0.04	0.99	1.19	56	4	138	116	22	6.4	320	26	4	7	20	27	22	19	
STE01	Innløp Storgama	17.02	5.36	1.34	0.68	0.11	0.93	0.07	1.04	1.23	58	14	158	133	25	6.2	310	47	4	4	26	36	23	15	
STE01	Innløp Storgama	24.02	5.33	1.29	0.72	0.11	0.94	0.07	0.99	1.14	53	9	135	109	26	6.3	305	56	4	5	32	38	21	17	
STE01	Innløp Storgama	02.03	5.36	1.27	0.78	0.11	0.92	0.08	0.97	1.11	44	12	149	129	20	7.1	335	52	4	4	36	42	20	17	
STE01	Innløp Storgama	09.03	5.41	1.30	0.91	0.12	0.94	0.07	0.93	1.02	39	16	174	147	27	8.1	270	54	5	4	46	49	19	18	
STE01	Innløp Storgama	16.03	5.47	1.24	0.93	0.11	0.93	0.07	0.93	1.08	40	9	176	148	28	7.6	335	46	4	3	48	49	20	18	
STE01	Innløp Storgama	24.03	5.16	1.53	0.81	0.13	1.09	0.06	1.10	1.46	68	0	146	109	37	6.6	295	22	3	7	34	44	27	21	
STE01	Innløp Storgama	31.03	5.06	1.53	0.77	0.12	1.09	0.06	1.12	1.49	61	0	136	105	31	6.5	290	31	3	9	30	41	28	20	
STE01	Innløp Storgama	07.04	4.76	1.89	0.61	0.13	1.09	0.10	1.42	1.78	175	0	104	55	49	5.0	375	17	3	17	1	32	33	13	
STE01	Innløp Storgama	14.04	4.83	1.43	0.39	0.09	0.72	0.09	0.93	1.12	150	0	67	41	26	3.7	335	34	4	15	0	21	21	9	
STE01	Innløp Storgama	21.04	4.97	1.23	0.20	0.05	0.50	0.04	0.55	0.65	58	0	51	39	12	3.3	195	16	1	11	4	10	12	8	
STE01	Innløp Storgama	28.04	5.03	0.86	0.19	0.04	0.44	0.03	0.48	0.54	40	0	38	32	6	2.9	175	17	3	9	5	10	10	8	
STE01	Innløp Storgama	05.05	5.24	0.79	0.29	0.05	0.48	0.04	0.49	0.57	22	0	50	38	12	3.2	195	8	3	6	13	15	10	9	
STE01	Innløp Storgama	12.05	5.35	0.74	0.29	0.05	0.51	0.03	0.54	0.57	11	0	52	41	11	3.3	210	4	5	4	14	15	10	9	
STE01	Innløp Storgama	19.05	5.28	0.76	0.29	0.05	0.54	0.04	0.61	0.57	21	0	62	45	17	3.6	245	13	6	5	13	15	10	9	
STE01	Innløp Storgama	25.05	5.19	0.85	0.34	0.06	0.60	0.03	0.67	0.52	5	0	70	53	17	4.4	210	6	7	6	19	17	9	10	
STE01	Innløp Storgama	01.06	5.30	0.81	0.35	0.06	0.63	0.03	0.68	0.51	<1	8	70	52	18	4.5	255	7	6	5	21	18	9	10	
STE01	Innløp Storgama	08.06	5.36	0.80	0.35	0.06	0.62	0.03	0.72	0.53	<1	0	71	51	20	4.31	225	4	7	4	19	18	9	10	
STE01	Innløp Storgama	15.06	5.39	0.79	0.40	0.06	0.61	0.03	0.75	0.55	<1	5	67	46	21	4.3	230	4	5	4	20	20	9	8	
STE01	Innløp Storgama	22.06	5.37	0.81	0.33	0.06	0.61	0.02	0.75	0.53	<1	5	67	45	22	4.3	230	3	2	4	16	16	9	8	
STE01	Innløp Storgama	29.06	5.56	0.80	0.38	0.06	0.65	0.03	0.77	0.57	<1	9	59	42	17	4.7	290	7	8	3	19	19	10	10	
STE01	Innløp Storgama	06.07	5.47	0.84	0.33	0.08	0.62	0.04	0.77	0.62	2	6	63	42	21	5.0	280	8	7	3	16	18	11	8	
STE01	Innløp Storgama	12.07	5.02	0.93	0.38	0.06	0.44	0.02	0.46	0.48	<1	0	92	73	19	7.1	285	18	5	10	21	21	9	8	
STE01	Innløp Storgama	20.07	4.92	1.18	0.35	0.06	0.39	<0.02	0.33	0.42	<1	0	113	82	31	8.7	305	<2	4	12	22	20	8	9	
STE01	Innløp Storgama	27.07	5.08	0.97	0.62	0.08	0.37	<0.02	0.41	0.42	2	0	116	88	28	8.0	290	6	5	8	24	25	8	6	
STE01	Innløp Storgama	03.08	4.87	1.17	0.67	0.08	0.39	<0.02	0.45	0.53	7	0	115	95	20	8.4	305	10	5	13	33	37	10	6	
STE01	Innløp Storgama	12.08	5.01	0.99	0.40	0.06	0.42	<0.02	0.42	0.48	<1	0	134	97	37	8.1	315	8	5	10	22	22	9	8	
STE01	Innløp Storgama	17.08	4.98	0.95	0.46	0.08	0.45	<0.02	0.48	0.45	2	0	121	90	31	7.8	310	5	6	10	27	26	8	8	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		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>
STE01	Innlop Storgama	24.08	5,06	0,97	0,47	0,06	0,46	<0,02	0,51	0,47	5	0	116	85	31	7,9	285	5	5	9	24	25	8	8
STE01	Innlop Storgama	31.08	5,04	1,06	0,45	0,07	0,51	<0,02	0,62	0,47	3	0	116	93	23	7,8	275	2	4	9	23	24	8	7
STE01	Innlop Storgama	07.09	4,87	1,18	0,42	0,06	0,62	<0,02	0,72	0,48	2	0	127	98	29	8,0	270	2	3	13	23	21	8	10
STE01	Innlop Storgama	15.09	4,93	1,08	0,46	0,06	0,58	<0,02	0,73	0,50	1	0	133	102	31	8,0	280	3	4	12	23	23	8	8
STE01	Innlop Storgama	22.09	5,07	1,01	0,50	0,07	0,59	<0,02	0,73	0,51	1	0	126	68	58	7,2	285	3	5	9	26	26	8	8
STE01	Innlop Storgama	29.09	5,21	1,03	0,44	0,06	0,45	0,02	0,77	0,52	<1	2	118	74	44	7,0	285	3	4	6	14	22	9	1
STE01	Innlop Storgama	06.10	5,08	1,10	0,48	0,08	0,68	0,04	1,03	0,62	3	0	111	81	30	6,5	280	2	5	8	19	24	10	5
STE01	Innlop Storgama	13.10	4,93	1,47	0,52	0,10	0,85	0,09	1,62	0,76	4	0	113	82	31	7,3	285	6	5	12	12	24	11	-2
STE01	Innlop Storgama	20.10	4,93	1,43	0,54	0,10	0,86	0,06	1,53	0,78	<2	0	124	86	38	7,0	255	5	4	12	15	25	12	0
STE01	Innlop Storgama	27.10	4,84	1,43	0,46	0,09	0,79	0,03	1,19	0,87	6	0	117	94	23	7,3	255	5	4	14	13	23	15	6
STE01	Innlop Storgama	03.11	4,82	1,45	0,46	0,09	0,79	0,03	1,07	0,98	16	0	118	100	18	7,3	270	15	3	15	14	23	17	8
STE01	Innlop Storgama	10.11	4,81	1,63	0,44	0,10	0,82	0,02	1,05	1,30	137	0	96	73	23	5,2	315	5	2	15	0	23	24	10
STE01	Innlop Storgama	17.11	4,71	1,52	0,36	0,08	0,74	<0,02	0,94	1,16	92	0	80	68	12	5,1	260	17	2	19	0	18	21	9
STE01	Innlop Storgama	23.11	4,84	1,31	0,40	0,07	0,68	<0,02	0,88	0,95	49	0	73	63	10	4,8	215	10	3	14	8	20	17	8
STE01	Innlop Storgama	30.11	4,90	1,27	0,31	0,06	0,70	<0,02	0,91	0,88	41	0	79	51	28	4,6	205	13	2	13	4	15	16	8
STE01	Innlop Storgama	08.12	4,89	1,34	0,36	0,07	0,72	<0,02	0,92	0,94	59	0	87	48	39	4,8	220	10	4	13	6	18	17	9
STE01	Innlop Storgama	15.12	4,81	1,41	0,38	0,07	0,78	<0,02	0,96	1,07	54	0	99	78	21	4,9	195	8	2	15	6	18	19	11
STE01	Innlop Storgama	21.12	4,76	1,48	0,40	0,08	0,85	0,02	1,00	1,16	61	0	103	83	20	5,3	210	11	2	17	7	20	21	13
STE01	Innlop Storgama	28.12	4,93	1,34	0,38	0,07	0,79	0,02	0,93	1,09	59	0	99	81	18	5,1	210	8	2	12	6	19	20	12
LAE01	Langjern, utlopp																							
LAE01	Langjern, utlopp	05.01	4,98	1,42	1,06	0,14	0,59	0,06	0,50	0,94	10	0	200	167	33	13,9	280	9	4	10	57	61	18	14
LAE01	Langjern, utlopp	11.01	5,01	1,42	1,06	0,14	0,56	0,06	0,48	0,91	11	0	194	160	34	13,8	285	8	5	10	57	61	18	13
LAE01	Langjern, utlopp	19.01	5,00	1,37	1,07	0,15	0,58	0,07	0,48	0,83	14	2	199	167	32	13,2	290	10	5	10	61	63	16	14
LAE01	Langjern, utlopp	27.01	5,07	1,33	1,10	0,14	0,59	0,07	0,48	0,88	15	6	195	165	30	13,2	285	10	5	9	61	63	17	14
LAE01	Langjern, utlopp	01.02	5,11	1,33	1,12	0,15	0,59	0,07	0,47	0,86	14	5	193	159	34	12,6	285	9	4	8	64	65	17	14
LAE01	Langjern, utlopp	10.02	5,24	1,29	1,20	0,15	0,60	0,08	0,48	0,87	18	16	199	180	19	12,5	285	15	5	6	67	69	17	14
LAE01	Langjern, utlopp	16.02	5,28	1,28	1,34	0,15	0,58	0,08	0,46	0,83	14	18	191	170	21	12,6	275	12	5	5	75	76	16	14
LAE01	Langjern, utlopp	23.02	5,20	1,29	1,15	0,14	0,58	0,08	0,44	0,79	14	11	190	159	31	12,1	265	15	5	6	66	66	15	15
LAE01	Langjern, utlopp	03.03	5,22	1,31	1,16	0,15	0,58	0,08	0,42	0,77	13	12	190	165	25	11,9	260	15	6	6	69	67	15	15
LAE01	Langjern, utlopp	10.03	5,28	1,25	1,20	0,15	0,61	0,08	0,44	0,82	13	16	196	160	36	12,1	245	16	5	5	70	69	16	16
LAE01	Langjern, utlopp	15.03	5,28	1,25	1,30	0,15	0,59	0,08	0,42	0,81	13	9	198	164	34	11,8	245	14	5	5	75	74	16	15
LAE01	Langjern, utlopp	23.03	5,28	1,27	1,27	0,16	0,61	0,10	0,44	0,88	15	11	182	156	26	11,7	260	15	5	5	74	74	17	16
LAE01	Langjern, utlopp	29.03	5,26	1,28	1,38	0,16	0,63	0,10	0,41	0,86	17	10	188	163	25	11,6	245	18	4	5	81	79	17	17
LAE01	Langjern, utlopp	05.04	5,07	1,29	1,11	0,15	0,66	0,13	0,39	1,13	26	2	172	147	25	13,0	265	14	7	9	63	65	22	19
LAE01	Langjern, utlopp	13.04	4,83	1,49	0,80	0,12	0,56	0,13	0,31	1,23	59	0	128	86	42	10,8	290	22	6	15	39	48	25	17
LAE01	Langjern, utlopp	19.04	4,79	1,22	0,50	0,09	0,45	0,09	0,23	0,96	38	0	104	80	24	8,5	225	14	<1	16	25	31	19	14
LAE01	Langjern, utlopp	03.05	5,10	0,98	0,68	0,09	0,46	0,07	0,29	0,74	14	2	124	103	21	8,7	230	8	6	8	39	39	15	13
LAE01	Langjern, utlopp	10.05	5,37	0,97	0,78	0,10	0,49	0,07	0,32	0,74	11	8	128	109	19	8,6	250	5	6	4	45	45	14	14
LAE01	Langjern, utlopp	17.05	5,35	0,92	0,78	0,11	0,50	0,07	0,25	0,72	3	9	131	100	31	8,8	220	4	6	4	49	46	14	16
LAE01	Langjern, utlopp	24.05	5,64	0,92	0,79	0,11	0,51	0,07	0,30	0,66	3	16	125	102	23	8,4	210	4	5	2	50	46	13	15
LAE01	Langjern, utlopp	01.06	5,51	0,89	0,76	0,11	0,50	0,07	0,32	0,68	<1	11	136	110	26	8,2	235	3	5	3	47	45	13	14
LAE01	Langjern, utlopp	07.06	5,51	0,90	0,80	0,11	0,49	0,06	0,33	0,67	<1	15	135	109	26	8,12	205	<2	5	3	48	47	13	13
LAE01	Langjern, utlopp	15.06	5,80	0,92	0,82	0,10	0,49	0,06	0,31	0,68	<1	22	130	109	21	8,1	215	<2	4	2	49	47	13	14
LAE01	Langjern, utlopp	21.06	5,61	0,87	0,79	0,10	0,48	0,07	0,33	0,68	<1	16	128	111	17	8,0	205	<2	4	2	47	45	13	13

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		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>
LAE01	Langfjern, utlopp	28.06	5,74	0,91	0,82	0,11	0,51	0,07	0,33	0,69	<1	23	121	99	22	7,8	215	2	5	2	50	48	13	14
LAE01	Langfjern, utlopp	06.07	5,82	0,86	0,80	0,12	0,54	0,08	0,38	0,73	4	23	109	90	19	7,4	280	14	8	2	45	47	14	14
LAE01	Langfjern, utlopp	13.07	5,74	0,88	0,77	0,10	0,47	0,06	0,33	0,73	1	19	121	92	29	7,4	240	5	3	2	49	44	13	12
LAE01	Langfjern, utlopp	20.07	5,75	0,87	0,77	0,11	0,47	0,06	0,33	0,68	3	20	122	94	28	7,7	235	2	3	2	46	45	13	12
LAE01	Langfjern, utlopp	26.07	5,61	0,93	0,86	0,11	0,50	0,06	0,43	0,66	3	20	132	104	28	8,3	290	3	6	2	49	49	12	11
LAE01	Langfjern, utlopp	03.08	5,18	1,09	0,86	0,12	0,50	0,05	0,44	0,67	6	3	167	132	35	10,5	285	14	6	7	49	50	13	11
LAE01	Langfjern, utlopp	09.08	5,13	1,19	0,94	0,14	0,52	0,05	0,38	0,57	3	10	189	149	40	13,6	290	5	5	7	60	56	11	13
LAE01	Langfjern, utlopp	16.08	4,67	1,31	0,85	0,13	0,49	0,04	0,34	0,53	2	0	184	145	39	14	300	6	5	21	55	51	10	13
LAE01	Langfjern, utlopp	23.08	4,94	1,34	0,99	0,14	0,51	0,04	0,45	0,54	4	0	195	152	43	14,6	275	5	5	11	60	58	10	11
LAE01	Langfjern, utlopp	31.08	4,80	1,42	0,92	0,14	0,55	0,04	0,39	0,54	6	0	203	168	35	14,7	295	5	4	16	60	55	10	14
LAE01	Langfjern, utlopp	06.09	4,83	1,42	0,83	0,13	0,49	0,04	0,39	0,55	6	0	214	178	36	15,0	295	6	5	15	52	50	10	12
LAE01	Langfjern, utlopp	14.09	4,88	1,34	0,89	0,13	0,51	0,04	0,41	0,58	6	0	215	177	38	14,0	280	4	4	13	54	52	11	12
LAE01	Langfjern, utlopp	20.09	4,91	1,28	0,94	0,13	0,52	0,04	0,41	0,59	6	0	208	150	58	13,1	280	4	5	12	57	55	11	13
LAE01	Langfjern, utlopp	27.09	5,04	1,21	0,94	0,13	0,52	0,05	0,36	0,51	4	0	210	162	48	12,2	270	5	5	9	60	55	10	14
LAE01	Langfjern, utlopp	05.10	5,17	1,16	0,90	0,14	0,56	0,06	0,44	0,70	7	6	199	143	56	12,0	275	6	5	7	55	54	13	14
LAE01	Langfjern, utlopp	11.10	5,12	1,15	0,88	0,13	0,54	0,05	0,41	0,71	9	0	198	163	35	11,5	270	2	5	8	52	52	14	14
LAE01	Langfjern, utlopp	19.10	5,20	1,14	0,92	0,13	0,55	0,05	0,42	0,70	7	5	198	158	40	11,8	265	2	4	6	55	54	13	14
LAE01	Langfjern, utlopp	26.10	5,15	1,16	0,92	0,13	0,55	0,05	0,42	0,72	10	6	194	162	32	11,8	270	5	3	7	54	54	14	14
LAE01	Langfjern, utlopp	01.11	5,13	1,19	0,93	0,14	0,55	0,04	0,42	0,72	9	0	201	169	32	12,2	265	6	4	7	55	55	14	14
LAE01	Langfjern, utlopp	08.11	4,91	1,36	0,83	0,14	0,57	0,04	0,40	0,95	20	0	193	154	39	13,1	280	6	5	12	46	50	19	15
LAE01	Langfjern, utlopp	16.11	4,77	1,51	0,78	0,14	0,55	0,04	0,36	1,01	2	0	172	143	29	12,5	260	19	4	17	44	48	20	15
LAE01	Langfjern, utlopp	23.11	4,79	1,51	0,81	0,12	0,53	0,03	0,36	1,09	18	0	153	131	22	11,7	250	12	3	16	40	48	22	14
LAE01	Langfjern, utlopp	30.11	4,79	1,48	0,65	0,11	0,49	0,03	0,35	1,06	14	0	138	105	33	10,9	240	10	4	16	31	39	21	13
LAE01	Langfjern, utlopp	07.12	4,70	1,53	0,69	0,11	0,50	0,04	0,37	1,05	22	0	148	125	23	11,4	240	10	3	20	32	41	21	13
LAE01	Langfjern, utlopp	13.12	4,73	1,51	0,72	0,11	0,52	0,04	0,36	1,01	13	0	156	135	21	10,9	225	8	3	19	37	43	20	14
LAE01	Langfjern, utlopp	21.12	4,78	1,43	0,76	0,12	0,52	0,04	0,36	0,99	12	0	156	136	20	11,3	195	8	2	17	40	45	20	14
LAE01	Langfjern, utlopp	27.12	4,82	1,39	0,77	0,12	0,53	0,04	0,37	0,97	12	0	159	139	20	11,3	200	8	3	15	41	46	19	14
KAE01	Kårvatn																							
KAE01	Kårvatn	04.01	6,43	1,38	0,94	0,21	1,31	0,15	1,86	0,69	32	44	10	10	0	1,0	96	2		0	56	52	9	12
KAE01	Kårvatn	11.01	6,10	1,71	0,71	0,26	1,73	0,13	3,19	0,71	12	16	26	24	2	1,6	70	<2		1	30	36	6	-2
KAE01	Kårvatn	18.01	6,34	1,46	0,82	0,21	1,38	0,14	1,88	0,65	27	40	12	8	4	1,5	145	2		0	53	46	8	14
KAE01	Kårvatn	26.01	6,45	1,45	0,95	0,21	1,37	0,14	1,82	0,73	37	42	10	9	1	0,92	96	5		0	59	53	10	15
KAE01	Kårvatn	01.02	6,56	1,49	1,01	0,23	1,37	0,14	1,62	0,72	42	50	8	9	0	0,68	75	2		0	69	59	10	20
KAE01	Kårvatn	08.02	6,66	1,68	1,13	0,24	1,35	0,16	1,77	0,84	52	57	10	8	2	0,65	90	2		0	68	64	12	16
KAE01	Kårvatn	15.02	6,66	1,49	1,14	0,22	1,30	0,15	1,67	0,80	50	52	6	<5		0,68	78	<2		0	68	64	12	16
KAE01	Kårvatn	22.02	6,42	1,49	0,94	0,22	1,46	0,15	2,14	0,64	29	38	23	21	2	2,0	146	3		0	57	51	7	12
KAE01	Kårvatn	01.03	6,65	1,40	1,10	0,24	1,34	0,15	1,67	0,69	32	50	12	10	2	0,88	87	<2		0	73	64	10	18
KAE01	Kårvatn	08.03	6,81	1,61	0,89	0,19	1,41	0,15	1,75	0,77	39	51	19	14	5	1,1	70	<2		0	57	49	11	19
KAE01	Kårvatn	15.03	6,70	1,76	1,20	0,24	1,47	0,16	1,84	0,84	41	49	18	17	1	1,1	84	4		0	75	68	12	19
KAE01	Kårvatn	22.03	6,44	2,51	1,51	0,38	2,62	0,32	4,49	1,25	105	31	29	25	4	2,1	250	13		0	69	77	13	5
KAE01	Kårvatn	29.03	6,70	1,72	1,19	0,27	1,59	0,17	2,09	0,86	46	46	16	13	3	0,95	82	2		0	75	68	12	19
KAE01	Kårvatn	05.04	6,43	1,95	0,97	0,29	2,00	0,18	3,47	0,84	44	26	20	15	5	1,8	116	<2		0	45	49	7	3
KAE01	Kårvatn	12.04	6,12	1,73	0,84	0,28	1,86	0,18	3,33	0,59	26	16	24	20	4	1,6	115	<2		1	42	43	3	0
KAE01	Kårvatn	19.04	6,41	1,63	0,74	0,23	1,61	0,16	2,67	0,64	41	25	13	9	4	0,89	78	2		0	38	38	6	5



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	A/R	A/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		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>
KAE01	Kårvatn	26.04	6.31	1.28	0.50	0.19	1.33	0.12	2.18	0.43	21	16	22	19	3	1.3	75	<2	0	30	26	3	5	
KAE01	Kårvatn	03.05	6.23	1.57	0.59	0.25	1.59	0.14	2.99	0.52	41	14	10	8	2	0.58	69	<2	1	25	30	2	-3	
KAE01	Kårvatn	10.05	6.36	1.55	0.64	0.23	1.59	0.15	2.82	0.55	35	16	14	10	4	0.80	73	<2	0	30	32	3	1	
KAE01	Kårvatn	17.05	6.29	1.38	0.57	0.21	1.42	0.13	2.54	0.48	37	16	9	7	2	0.62	59	<2	1	27	29	3	0	
KAE01	Kårvatn	24.05	6.20	0.88	0.28	0.12	1.01	0.05	1.44	0.32	3	13	13	12	1	0.75	30	3	1	22	14	2	9	
KAE01	Kårvatn	31.05	6.34	1.02	0.37	0.15	1.08	0.11	1.71	0.45	21	16	8	8	0	0.5	50	3	0	21	20	4	6	
KAE01	Kårvatn	07.06	6.41	1.08	0.46	0.15	1.13	0.11	1.84	0.48	14	19	14	12	2	0.69	39	<2	0	24	23	5	5	
KAE01	Kårvatn	14.06	6.27	1.00	0.40	0.13	0.99	0.10	1.52	0.45	14	24	9	7	2	0.58	44	<2	1	23	21	5	6	
KAE01	Kårvatn	21.06	6.60	0.90	0.38	0.11	0.95	0.10	1.41	0.44	10	26	9	7	2	0.57	32	<2	0	22	19	5	7	
KAE01	Kårvatn	28.06	6.24	0.72	0.28	0.08	0.79	0.08	1.02	0.42	4	20	8	6	2	0.47	30	<2	1	19	14	6	10	
KAE01	Kårvatn	05.07	6.45	0.73	0.32	0.10	0.81	0.09	0.92	0.43	3	25	<5	<5	2	0.48	55	3	0	27	18	6	13	
KAE01	Kårvatn	12.07	6.60	0.78	0.34	0.11	0.81	0.07	0.91	0.41	<1	32	<5	<5	3	0.69	52	<2	0	29	20	6	13	
KAE01	Kårvatn	19.07	6.53	0.72	0.34	0.09	0.73	0.07	0.79	0.39	4	29	5	<5	3	0.46	39	<2	1	27	19	6	13	
KAE01	Kårvatn	26.07	6.21	0.71	0.37	0.10	0.75	0.05	0.69	0.29	<1	25	42	39	3	2.8	122	<2	1	35	22	4	16	
KAE01	Kårvatn	02.08	6.59	0.83	0.47	0.12	0.87	0.08	0.86	0.42	4	34	7	6	1	0.70	53	<2	0	40	28	6	17	
KAE01	Kårvatn	09.08	6.65	0.90	0.55	0.12	0.91	0.10	0.83	0.44	14	39	9	8	1	0.64	57	<2	0	46	32	7	19	
KAE01	Kårvatn	16.08	6.29	0.73	0.34	0.10	0.77	0.07	0.78	0.39	<1	25	15	14	1	1.2	53	2	1	30	20	6	15	
KAE01	Kårvatn	23.08	6.61	0.89	0.50	0.12	0.90	0.09	0.91	0.47	6	39	7	6	1	0.72	12	<2	0	40	29	7	17	
KAE01	Kårvatn	30.08	6.56	0.91	0.58	0.14	0.94	0.10	0.93	0.49	8	40	6	6	0	0.82	35	2	0	47	34	8	18	
KAE01	Kårvatn	06.09	6.41	0.75	0.38	0.11	0.80	0.08	0.81	0.41	<1	27	14	14	0	1.0	50	<2	0	33	23	6	15	
KAE01	Kårvatn	13.09	6.27	0.65	0.30	0.09	0.70	0.07	0.72	0.35	<1	23	18	18	0	1.3	60	<2	1	27	18	5	13	
KAE01	Kårvatn	20.09	6.53	0.84	0.45	0.11	0.86	0.10	0.90	0.43	<1	36	8	<5	0	0.85	47	<2	0	37	26	6	16	
KAE01	Kårvatn	27.09	6.22	0.76	0.46	0.12	0.74	0.11	0.97	0.26	<1	23	33	29	4	2.5	71	<2	1	35	26	3	9	
KAE01	Kårvatn	04.10	6.60	0.99	0.57	0.14	0.94	0.10	1.34	0.42	2	30	10	9	1	0.94	52	3	0	37	31	5	8	
KAE01	Kårvatn	11.10	6.50	1.00	0.51	0.15	1.00	0.09	1.35	0.48	8	25	13	9	4	0.93	45	2	0	35	29	6	11	
KAE01	Kårvatn	18.10	6.16	0.94	0.41	0.14	1.00	0.07	1.50	0.44	2	21	19	18	1	1.2	48	3	1	26	22	5	7	
KAE01	Kårvatn	25.10	6.30	0.99	0.55	0.14	1.06	0.05	1.41	0.31	<1	24	33	32	1	1.8	64	2	1	40	30	2	12	
KAE01	Kårvatn	01.11	6.38	0.96	0.46	0.14	0.96	0.07	1.28	0.45	5	24	22	21	1	1.5	66	<2	0	32	26	6	11	
KAE01	Kårvatn	08.11	6.55	1.10	0.65	0.16	1.07	0.10	1.38	0.58	15	31	16	14	2	0.83	66	3	0	43	37	8	13	
KAE01	Kårvatn	15.11	6.47	1.03	0.61	0.15	0.99	0.11	1.38	0.51	12	29	16	14	2	1.5	85	<2	0	38	34	7	10	
KAE01	Kårvatn	22.11	6.56	1.00	0.57	0.14	0.96	0.10	1.35	0.48	11	29	10	8	2	0.90	72	3	0	35	31	6	9	
KAE01	Kårvatn	29.11	6.47	1.24	0.73	0.18	1.18	0.12	1.57	0.71	25	40	9	<5	0	0.74	75	3	0	45	41	10	13	
KAE01	Kårvatn	06.12	6.59	1.12	0.67	0.16	1.08	0.11	1.37	0.66	31	35	9	6	3	0.60	63	<2	0	42	38	10	14	
KAE01	Kårvatn	13.12	6.52	1.19	0.77	0.17	1.15	0.12	1.44	0.73	34	42	9	7	2	0.67	74	3	0	47	43	11	15	
KAE01	Kårvatn	20.12	6.53	1.22	0.80	0.18	1.18	0.13	1.44	0.77	43	43	<5	8	0	0.59	74	4	0	50	45	12	16	
KAE01	Kårvatn	27.12	6.52	1.27	0.84	0.19	1.18	0.13	1.40	0.82	35	45	5	<5	0	0.53	68	3	0	53	48	13	17	
DALELV																								
DALELV	Dalelv	05.01	6.35	4.26	1.65	0.83	3.70	0.24	5.72	3.91	15	48	35	31	4	2.9	108	3	0	74	113	65	22	
DALELV	Dalelv	12.01	6.48	3.73	1.64	0.83	3.60	0.23	5.50	3.81	16	55	31	29	2	2.8	105	3	0	77	114	63	23	
DALELV	Dalelv	19.01	6.44	3.81	1.63	0.85	3.66	0.24	5.15	3.58	17	55	29	28	1	2.7	121	3	0	96	117	60	34	
DALELV	Dalelv	26.01	6.44	3.84	1.76	0.83	3.85	0.27	5.68	3.94	22	56	26	26	0	2.7	116	5	0	87	119	66	30	
DALELV	Dalelv	02.02	6.65	3.98	1.90	0.97	3.78	0.27	5.69	3.94	25	62	26	23	3	2.7	126	5	0	102	137	66	27	
DALELV	Dalelv	09.02	6.54	4.21	1.90	0.92	3.88	0.32	5.90	4.07	27	72	25	24	1	2.8	270	43	0	94	132	68	26	
DALELV	Dalelv	16.02	6.60	4.03	2.10	0.99	3.90	0.30	5.91	4.19	27	65	23	21	2	2.5	118	<2	0	108	147	70	26	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	A/R	A/I/I	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		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>
DALELV	Datlev	23.02	6.64	4.17	1.97	0.91	3.84	0.30	5.94	4.28	32	74	24	20	4	2.4	120	6	0	89	134	72	23	
DALELV	Datlev	02.03	6.68	4.21	2.05	0.88	3.81	0.30	5.93	4.25	32	77	25	24	1	2.5	139	4	0	90	136	71	22	
DALELV	Datlev	09.03	6.68	4.19	2.10	1.01	4.03	0.32	5.75	4.15	35	74	28	22	6	2.5	84	5	0	120	150	70	36	
DALELV	Datlev	16.03	6.74	4.39	2.37	1.05	4.09	0.36	5.88	4.47	39	88	25	20	5	2.4	147	9	0	130	166	76	35	
DALELV	Datlev	23.03	6.75	4.21	2.20	1.01	4.07	0.34	6.02	4.51	39	75	26	19	7	2.3	134	5	0	112	153	76	31	
DALELV	Datlev	30.03	6.72	4.29	2.28	1.01	4.05	0.34	5.93	4.46	43	89	23	20	3	2.4	124	3	0	119	158	76	32	
DALELV	Datlev	06.04	6.73	4.31	2.26	1.03	4.02	0.33	5.87	4.67	55	77	21	17	4	2.5	137	4	0	114	159	80	33	
DALELV	Datlev	13.04	6.72	4.70	2.40	1.14	4.69	0.38	7.49	4.32	47	76	23	15	8	2.4	165	3	0	123	164	68	23	
DALELV	Datlev	20.04	6.65	4.29	1.87	0.99	4.18	0.38	6.46	4.34	36	67	32	21	11	2.8	136	4	0	91	132	72	25	
DALELV	Datlev	27.04	6.00	6.55	2.30	1.58	6.50	0.92	12.8	5.09	2	34	99	85	14	8.4	245	8	1	84	161	69	-27	
DALELV	Datlev	04.05	5.77	4.22	1.29	0.84	4.19	0.48	7.35	3.66	4	14	62	56	6	6.2	230	5	2	44	85	55	4	
DALELV	Datlev	11.05	6.15	3.49	1.21	0.72	3.58	0.31	5.64	3.43	5	21	46	46	0	4.3	150	3	1	52	83	55	19	
DALELV	Datlev	18.05	6.14	3.28	1.23	0.68	3.43	0.26	5.19	3.33	7	25	43	38	5	3.8	150	<2	1	57	83	54	23	
DALELV	Datlev	25.05	6.18	3.12	1.18	0.67	3.23	0.23	4.98	3.15	7	25	43	40	3	3.4	109	3	1	53	81	51	18	
DALELV	Datlev	01.06	6.33	3.22	1.24	0.67	3.23	0.23	4.99	3.25	5	25	39	36	3	3.2	117	<2	0	55	84	53	20	
DALELV	Datlev	08.06	6.49	3.33	1.33	0.69	3.47	0.24	5.65	3.40	<1	29	39	37	2	3.1	94	<2	0	50	86	54	14	
DALELV	Datlev	15.06	6.18	3.50	1.43	0.74	3.76	0.23	5.69	3.42	<1	38	73	71	2	5.8	160	<2	1	70	95	55	26	
DALELV	Datlev	22.06	6.12	3.27	1.20	0.70	3.44	0.21	5.59	3.29	<1	32	50	49	1	3.9	111	<2	0	46	81	52	14	
DALELV	Datlev	29.06	6.64	3.29	1.38	0.70	3.42	0.22	5.44	3.28	<1	44	30	29	1	3.1	99	<2	0	59	91	52	17	
DALELV	Datlev	06.07	6.31	3.43	1.38	0.73	3.58	0.17	5.51	3.30	<1	40	53	47	6	5.5	146	<2	0	65	93	53	22	
DALELV	Datlev	13.07	6.51	3.31	1.41	0.61	3.28	0.20	5.36	3.32	2	43	19	21	0	3.0	122	<2	0	48	85	54	13	
DALELV	Datlev	20.07	6.49	3.56	1.41	0.73	3.29	0.18	5.19	3.11	<1	47	37	32	5	3.6	150	<2	0	67	96	50	17	
DALELV	Datlev	27.07	6.72	3.38	1.38	0.80	3.33	0.22	5.20	3.18	3	60	27	25	2	2.8	126	<2	0	72	100	51	19	
DALELV	Datlev	03.08	6.64	3.22	1.22	0.67	3.12	0.19	5.04	2.87	<1	49	34	31	3	3.3	125	<2	0	55	83	45	14	
DALELV	Datlev	10.08	6.65	3.32	1.37	0.68	3.18	0.20	4.86	2.85	1	49	30	28	2	3.2	120	<2	0	71	92	45	21	
DALELV	Datlev	17.08	6.27	3.24	1.30	0.64	3.22	0.18	5.22	3.09	<1	38	39	36	3	3.9	129	<2	1	51	83	49	14	
DALELV	Datlev	24.08	6.49	3.28	1.38	0.71	3.20	0.20	5.09	3.11	1	41	27	26	1	3.1	83	<2	0	63	94	50	16	
DALELV	Datlev	31.08	6.51	3.40	1.47	0.78	3.41	0.21	5.42	3.17	1	49	39	38	1	4.3	120	<2	0	72	102	50	17	
DALELV	Datlev	07.09	6.45	3.28	1.36	0.74	3.23	0.22	5.22	3.10	<1	46	41	37	4	3.9	107	<2	0	63	94	49	14	
DALELV	Datlev	14.09	6.33	3.21	1.26	0.69	3.25	0.21	5.19	3.22	<1	37	39	37	2	3.6	105	<2	0	53	86	52	16	
DALELV	Datlev	21.09	6.44	3.37	1.43	0.71	3.27	0.22	5.20	3.20	<1	43	44	38	6	3.9	137	<2	0	64	96	52	16	
DALELV	Datlev	28.09	6.51	3.36	1.41	0.69	3.16	0.21	4.43	2.77	<1	48	41	39	2	3.5	99	<2	0	87	98	45	30	
DALELV	Datlev	05.10	6.52	3.46	1.33	0.73	3.48	0.22	5.34	3.40	<1	50	33	29	4	3.4	103	2	0	62	91	55	22	
DALELV	Datlev	12.10	6.39	3.41	1.26	0.73	3.49	0.20	5.44	3.49	<1	35	38	38	0	3.7	115	4	0	54	87	57	20	
DALELV	Datlev	19.10	6.19	3.47	1.27	0.73	3.50	0.18	5.31	3.48	<1	35	50	49	1	4.3	122	<2	1	58	89	57	24	
DALELV	Datlev	26.10	6.47	3.45	1.35	0.75	3.52	0.20	5.37	3.64	<1	43	29	28	1	3.1	150	<2	0	60	94	60	23	
DALELV	Datlev	02.11	6.46	3.45	1.41	0.75	3.50	0.20	5.39	3.72	5	42	29	28	1	3.0	110	3	0	60	97	62	22	
DALELV	Datlev	09.11	6.49	3.57	1.40	0.75	3.51	0.20	5.50	3.82	<1	37	27	27	0	3.1	118	<2	0	55	95	64	19	
DALELV	Datlev	16.11	6.56	3.68	1.48	0.79	3.66	0.22	5.69	3.89	5	43	32	29	3	2.9	104	3	0	65	102	65	24	
DALELV	Datlev	23.11	6.54	3.67	1.55	0.82	3.72	0.23	5.69	3.99	9	46	33	31	2	2.9	113	4	0	68	107	67	24	
DALELV	Datlev	30.11	6.48	3.82	1.66	0.88	3.91	0.25	5.93	4.22	16	54	33	29	4	2.9	132	6	0	75	116	71	26	
DALELV	Datlev	07.12	6.52	3.86	1.58	0.83	3.74	0.27	5.77	3.99	18	52	28	24	4	3.0	185	28	0	70	109	66	23	
DALELV	Datlev	14.12	6.40	3.66	1.54	0.79	3.62	0.25	5.63	3.87	20	51	30	23	7	2.7	119	6	0	65	105	64	21	
DALELV	Datlev	21.12	6.34	3.43	1.39	0.73	3.50	0.24	5.44	3.66	12	40	26	23	3	2.7	110	3	0	57	94	60	20	
DALELV	Datlev	28.12	6.40	3.52	1.45	0.74	3.51	0.24	5.50	3.72	14	43	19	18	1	2.7	111	5	0	58	97	61	19	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	A/R	A/M	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		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>
<b>SVART01</b>	<b>Svarteljern</b>																							
SVART01	Svarteljern	04.01	4,99	3,14	0,30	0,41	3,40	0,17	6,56	1,20	13	0	102	54	48	2,1	83	<2		10	-10	8	6	-11
SVART01	Svarteljern	11.01	4,97	3,00	0,24	0,34	3,21	0,13	6,15	1,07	24	0	90	54	36	2,1	93	3		11	-15	6	4	-9
SVART01	Svarteljern	18.01	5,07	2,77	0,26	0,35	2,93	0,15	5,47	1,02	16	0	82	47	35	1,7	91	<2		9	-4	7	5	-5
SVART01	Svarteljern	25.01	5,02	2,83	0,28	0,35	3,02	0,15	5,71	1,02	15	0	77	47	30	2,0	85	<2		10	-5	8	5	-7
SVART01	Svarteljern	01.02	4,98	2,93	0,32	0,38	3,23	0,17	5,76	1,06	31	0	83	41	42	1,8	105	12		10	5	10	5	1
SVART01	Svarteljern	08.02	5,01	3,09	0,31	0,39	3,19	0,17	6,11	1,10	28	0	77	43	34	2,0	115	3		10	-7	9	5	-9
SVART01	Svarteljern	15.02	4,96	3,08	0,29	0,37	3,24	0,17	6,17	1,10	25	0	88	50	38	2,0	103	3		11	-9	8	5	-9
SVART01	Svarteljern	23.02	5,00	2,69	0,24	0,32	2,89	0,16	5,02	0,95	24	0	90	70	20	2,3	99	3		10	5	7	5	4
SVART01	Svarteljern	04.03	5,20	2,25	0,24	0,23	2,24	0,13	4,03	0,98	37	0	76	56	20	2,5	126	5		6	-5	8	9	0
SVART01	Svarteljern	08.03	5,04	2,23	0,22	0,22	2,43	0,14	3,66	0,99	36	0	100	70	30	2,9	104	8		9	12	7	10	17
SVART01	Svarteljern	15.03	5,11	2,07	0,32	0,23	2,31	0,14	3,52	1,13	32	0	99	72	27	2,7	105	6		8	14	12	13	15
SVART01	Svarteljern	23.03	5,18	1,97	0,26	0,23	2,24	0,14	3,46	1,04	23	0	84	61	23	2,3	101	3		7	12	9	12	14
SVART01	Svarteljern	29.03	5,17	1,93	0,28	0,22	2,19	0,13	3,27	0,98	22	0	86	61	25	2,4	82	2		7	16	11	11	16
SVART01	Svarteljern	05.04	5,13	2,44	0,26	0,20	2,18	0,16	4,75	1,04	21	0	84	36	48	2,1	136	5		7	6	8	8	6
SVART01	Svarteljern	12.04	5,20	2,30	0,35	0,31	2,63	0,16	4,72	0,99	22	0	90	44	46	2,7	149	12		6	6	13	7	0
SVART01	Svarteljern	19.04	5,19	2,26	0,26	0,30	2,65	0,16	4,47	1,03	25	0	93	35	58	2,2	113	7		6	8	8	8	7
SVART01	Svarteljern	26.04	5,38	2,26	0,42	0,30	2,69	0,17	4,45	1,02	23	0	86	47	39	2,0	120	6		4	19	16	8	9
SVART01	Svarteljern	03.05	5,35	2,25	0,29	0,29	2,64	0,15	4,45	1,03	29	0	74	42	32	2,0	146	10		4	8	10	9	7
SVART01	Svarteljern	10.05	5,19	2,31	0,31	0,29	2,67	0,16	4,36	1,04	22	0	96	68	28	2,9	131	5		6	13	11	9	10
SVART01	Svarteljern	18.05	5,31	2,23	0,26	0,29	2,71	0,16	4,35	1,03	12	0	88	51	37	2,4	130	4		5	14	8	9	12
SVART01	Svarteljern	24.05	5,39	2,20	0,28	0,29	2,66	0,16	4,32	1,02	15	0	79	49	30	2,3	98	2		4	13	9	9	11
SVART01	Svarteljern	31.05	5,42	2,19	0,31	0,28	2,69	0,15	4,64	0,96	12	0	74	50	24	2,5	122	7		4	8	11	7	5
SVART01	Svarteljern	07.06	5,46	2,17	0,29	0,28	2,66	0,16	4,68	0,97	3	0	81	54	27	2,5	114	12		3	5	10	7	2
SVART01	Svarteljern	14.06	5,55	2,19	0,26	0,27	2,66	0,15	4,60	0,99	4	8	75	52	23	2,5	111	2		3	4	8	7	4
SVART01	Svarteljern	21.06	5,51	2,11	0,23	0,27	2,62	0,14	4,50	0,95	4	8	88	63	25	2,8	105	<2		3	4	7	7	5
SVART01	Svarteljern	28.06	5,46	2,12	0,24	0,27	2,65	0,15	4,59	0,97	2	5	69	52	17	2,5	122	7		3	3	7	7	4
SVART01	Svarteljern	05.07	5,58	2,12	0,24	0,28	2,64	0,15	4,42	1,02	2	6	76	51	25	2,4	112	<2		3	8	7	8	8
SVART01	Svarteljern	12.07	5,72	2,09	0,27	0,29	2,58	0,15	4,29	1,00	4	9	64	47	17	2,3	133	2		2	11	9	8	8
SVART01	Svarteljern	19.07	5,65	2,08	0,26	0,26	2,43	0,14	4,18	0,93	4	9	73	46	27	2,4	130	2		2	6	9	7	4
SVART01	Svarteljern	26.07	5,39	2,06	0,25	0,24	2,41	0,13	3,69	0,92	8	6	100	72	28	3,6	165	<2		4	17	9	8	15
SVART01	Svarteljern	02.08	5,44	2,04	0,26	0,28	2,42	0,13	3,84	0,93	8	4	106	78	28	3,7	155	2		4	16	11	8	12
SVART01	Svarteljern	09.08	5,60	1,99	0,26	0,25	2,39	0,13	3,67	0,91	7	10	92	65	27	3,2	147	<2		3	18	9	8	15
SVART01	Svarteljern	17.08	5,26	2,01	0,21	0,24	2,24	0,12	3,50	0,89	7	3	119	96	23	5,1	185	2		5	13	7	8	13
SVART01	Svarteljern	24.08	5,39	1,95	0,24	0,24	2,32	0,11	3,42	0,92	11	5	128	102	26	5,5	170	<2		4	19	9	9	18
SVART01	Svarteljern	30.08	5,28	1,90	0,28	0,24	2,26	0,11	3,13	0,89	9	3	141	117	24	6,2	190	2		5	27	13	9	22
SVART01	Svarteljern	06.09	5,32	1,79	0,22	0,21	2,10	0,10	2,97	0,92	6	3	146	121	25	5,7	190	<2		5	19	9	11	19
SVART01	Svarteljern	13.09	5,19	1,77	0,19	0,19	2,06	0,08	2,92	0,90	8	2	152	125	27	5,9	190	<2		6	15	6	10	19
SVART01	Svarteljern	20.09	5,36	1,76	0,21	0,20	2,10	0,09	2,91	0,92	7	8	143	100	43	5,3	175	2		4	19	8	11	21
SVART01	Svarteljern	27.09	5,16	1,86	0,23	0,20	2,05	0,09	3,17	0,84	9	0	136	103	33	4,8	140	<2		7	12	8	8	12
SVART01	Svarteljern	05.10	5,25	1,81	0,19	0,21	2,18	0,10	3,18	0,86	10	2	128	90	38	4,6	136	<2		6	16	6	9	18
SVART01	Svarteljern	11.10	5,24	1,83	0,20	0,21	2,17	0,11	3,31	0,90	4	0	116	92	24	4,0	150	2		6	12	7	9	14
SVART01	Svarteljern	18.10	5,27	1,81	0,19	0,21	2,17	0,11	3,32	0,91	12	0	117	91	26	4,0	134	3		5	11	6	9	14
SVART01	Svarteljern	25.10	5,36	1,86	0,31	0,22	2,16	0,11	3,07	0,85	6	3	107	87	20	3,8	138	<2		4	26	13	9	20
SVART01	Svarteljern	01.11	5,31	1,81	0,23	0,22	2,20	0,12	3,34	0,91	8	0	114	90	24	3,7	148	9		5	15	8	9	15

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	A/R	A/I/I	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		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>
SVART01	Svarteljern	08.11	5,27	1,83					3,36	0,91	11	0	110	88	22	3,8	175	3		5			9	
SVART01	Svarteljern	15.11	5,31	1,76	0,22	0,21	2,08	0,11	3,18	0,88	17	0	109	81	28	3,8	143	3		5	12	8	9	13
SVART01	Svarteljern	22.11	5,52	1,64	0,26	0,19	1,97	0,10	2,86	0,83	7	3	105	86	19	4,2	160	8		3	18	10	9	16
SVART01	Svarteljern	30.11	5,28	1,75	0,22	0,22	2,07	0,11	3,21	0,89	15	0	109	74	35	3,7	250	6		5	12	8	9	12
SVART01	Svarteljern	06.12	5,22	1,85	0,23	0,22	2,10	0,11	3,26	0,90	25	0	113	50	63	3,8	145	4		6	11	8	9	12
SVART01	Svarteljern	13.12	5,30	1,80	0,24	0,22	2,14	0,12	3,27	0,92	19	0	113	84	29	3,8	144	7		5	13	9	10	14
<b>19.23</b>	<b>Øygardsbekken</b>																							
19.23	Øygardsbekken	12.01	5,08	4,88	0,59	0,75	5,65	0,18	11,0	1,95	165	0	84	31	53	1,4	260	10		8	-21	19	9	-21
19.23	Øygardsbekken	02.02	5,19	4,86	0,72	0,80	5,58	0,16	10,4	1,81	150	0	78	25	53	1,1	230	5		6	7	33	7	-9
19.23	Øygardsbekken	17.02	5,19	4,82	0,71	0,69	5,60	0,17	10,9	1,92	175	0	78	26	52	0,88	235	8		6	-20	24	8	-21
19.23	Øygardsbekken	02.03	5,12	4,37	0,56	0,58	4,98	0,15	9,20	1,58	150	0	94	27	67	1,0	235	2		8	-7	18	6	-6
19.23	Øygardsbekken	17.03	5,20	4,19	0,64	0,63	4,95	0,16	9,12	2,01	170	0	88	29	59	1,0	235	3		6	-8	24	15	-6
19.23	Øygardsbekken	01.04	5,17	4,01	0,66	0,61	4,75	0,15	8,14	1,98	165	0	73	24	49	1,1	210	<2		7	11	30	18	9
19.23	Øygardsbekken	13.04	5,26	3,79	0,60	0,57	4,57	0,15	9,18	2,08	145	0	61	18	43	1,2	230	<2		5	-33	20	17	-24
19.23	Øygardsbekken	04.05	5,35	3,68	0,52	0,53	4,51	0,13	7,70	1,99	125	0	50	28	22	1,1	195	<2		4	1	19	19	10
19.23	Øygardsbekken	18.05	5,42	3,58	0,55	0,53	4,46	0,13	7,59	1,95	115	0	41	21	20	1,1	180	<2		4	5	21	19	10
19.23	Øygardsbekken	01.06	5,52	3,51	0,52	0,51	4,28	0,11	7,31	1,95	88	0	36	18	18	1,0	170	<2		3	4	20	19	9
19.23	Øygardsbekken	15.06	5,64	3,62	0,62	0,53	4,48	0,32	8,03	2,08	120	8	28	17	11	1,6	395	8		2	-1	23	20	0
19.23	Øygardsbekken	29.06	5,77	3,39	0,55	0,49	4,32	0,11	7,56	2,01	90	8	29	19	10	1,1	170	<2		2	-3	20	20	5
19.23	Øygardsbekken	14.07	5,62	3,43	0,54	0,46	4,08	0,10	6,87	2,00	115	5	24	12	12	0,93	205	<2		2	1	20	22	11
19.23	Øygardsbekken	03.08	5,65	2,74	0,44	0,40	3,35	0,08	5,34	1,88	47	4	51	40	11	2,1	170	<2		2	10	20	24	16
19.23	Øygardsbekken	17.08	5,72	2,52	0,39	0,35	3,16	0,08	4,92	1,85	16	10	54	44	10	2,7	175	<2		2	9	16	24	18
19.23	Øygardsbekken	31.08	5,63	2,48	0,41	0,36	3,11	0,08	4,92	1,74	26	6	83	66	17	3,0	160	<2		2	11	18	22	16
19.23	Øygardsbekken	15.09	5,61	2,48	0,41	0,33	3,08	0,07	4,80	1,78	40	8	55	46	9	2,4	170	<2		2	8	16	23	18
19.23	Øygardsbekken	28.09	5,63	2,65	0,40	0,33	2,81	0,09	3,86	1,26	29	6	61	46	15	2,6	155	<2		2	34	22	15	29
19.23	Øygardsbekken	12.10	5,57	3,10	0,45	0,45	3,82	0,10	6,48	1,76	65	0	51	36	15	1,9	165	3		3	4	17	18	9
19.23	Øygardsbekken	02.11	5,48	3,39	0,49	0,52	4,23	0,15	7,34	1,84	80	0	60	42	18	1,8	195	5		3	4	19	17	6
19.23	Øygardsbekken	17.11	5,55	3,14	0,45	0,46	3,89	0,17	6,60	1,76	84	0	72	50	22	2,3	220	13		3	5	17	17	9
19.23	Øygardsbekken	03.12	5,38	3,03	0,41	0,44	3,70	0,11	6,34	1,69	71	0	60	33	27	1,9	185	<2		4	1	15	17	7
19.23	Øygardsbekken	14.12	5,36	3,02	0,47	0,44	3,64	0,12	6,29	1,67	90	0	66	38	28	1,8	220	2		4	2	18	16	6
19.23	Øygardsbekken	29.12	5,42	3,20	0,51	0,48	3,85	0,14	6,65	1,77	110	0	63	37	26	1,8	190	8		4	4	21	18	6

Tabell E4. Årsmidler - innsjøer for perioden 1986-2009. Verdiene er et gjennomsnitt av høstprøver i den angitte regionen.

År	pH	Kond mS m <sup>-1</sup>	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3-N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AlR µg L <sup>-1</sup>	AlIII µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH4-N µg N L <sup>-1</sup>	TotP µg P L <sup>-1</sup>	H+ µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO4* µekv L <sup>-1</sup>	Na* 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	2.19	0.17	3.5	1.5	49	13	76	51	25	3.9	211	19	4	4.1	24	35	21	10
<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 2009. (TA-2696/2010)

År	pH	Kond mS m <sup>-1</sup>	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3-N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AUR µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH4-N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+	ANC	CM*	SO4*	Na*
																		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
<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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	pH	Kond mS m <sup>-1</sup>	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3-N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AUR µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH4-N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+	ANC	CM*	SO4*	Na*
																		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
<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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	pH	Kond mS m <sup>-1</sup>	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3-N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AUR µg L <sup>-1</sup>	Al/III µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH4-N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM*	SO4*	Na*
																		µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1999	5,15	1,82	0,60	0,24	1,42	0,20	2,1	2,1	105	4	119	75	44	3,6	285			7,0	6	36	37	11
2000	5,01	2,15	0,58	0,25	1,81	0,21	3,0	1,8	96	0	132	76	56	3,7	275			9,8	3	30	29	6
2001	5,17	1,78	0,54	0,22	1,51	0,20	2,4	1,8	103	3	123	81	42	4,0	297			6,8	4	29	30	9
2002	5,32	1,74	0,59	0,25	1,56	0,20	2,5	1,7	102	5	94	56	38	3,3	284			4,8	11	34	28	8
2003	5,41	1,71	0,62	0,26	1,63	0,21	2,3	1,8	99	7	82	44	38	3,0	295			3,9	18	37	31	14
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
<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	5,04	3,03	0,44	0,37	3,25	0,16	5,4	1,7	148	0	94	45	49	3,0	306	14	3	9,0	0	18	19	10
2009	5,07	2,92	0,42	0,38	3,25	0,15	5,5	1,6	125	1	93	46	48	3,1	311	22	4	8,6	0	17	17	7



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	pH	Kond mS m <sup>-1</sup>	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3-N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AUR µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH4-N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+ µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO4* µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>
<b>Region VI. Vestlandet – Sør (n = 3)</b>																						
1986	5.13	2.00	0.49	0.28	1.83	0.18	3.0	2.3	115	0	76	27	48	1.1				7.3	-10	27	38	6
1987	5.22	1.96	0.48	0.25	1.74	0.12	3.0	1.9	100	0	57	16	42	1.2		13		6.0	-8	25	31	3
1988	5.16	1.93	0.46	0.24	1.55	0.12	2.6	1.8	104	0	63	14	49	1.0		14		6.9	-5	25	30	4
1989	5.06	2.24	0.43	0.26	1.88	0.15	3.2	1.8	120	0	55	12	43	1.1				8.6	-7	22	28	5
1990	5.11	2.34	0.43	0.25	2.18	0.12	3.7	1.9	107	0	65	14	51	1.2				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			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				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				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				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			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				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				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				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				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				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				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				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				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			2	2.6	10	24	13	2
2005	5.41	1.65	0.47	0.25	1.71	0.15	2.9	1.1	118	2	33	23	10	1.4			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			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			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			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			2	1.7	15	22	11	8
<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				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				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				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			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				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				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				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			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				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				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				2.7	2	14	12	4

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	pH	Kond mS m <sup>-1</sup>	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3-N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AUR µg L <sup>-1</sup>	Al/III µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH4-N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+ µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO4* µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>
1999	5,38	1,29	0,27	0,17	1,23	0,09	2,2	0,9	83	5	28	10	18	0,6	134	8		4,2	-2	13	12	1
2000	5,38	1,44	0,28	0,18	1,49	0,09	2,5	0,9	80	4	27	11	16	0,6	145	8		4,2	2	13	11	4
2001	5,40	1,37	0,30	0,19	1,42	0,09	2,5	0,9	77	3	22	11	10	0,6	132	8		4,0	-1	14	11	0
2002	5,42	1,27	0,32	0,18	1,33	0,09	2,2	0,8	85	3	23	11	12	0,7	145	8		3,8	7	17	11	6
2003	5,49	1,20	0,28	0,17	1,33	0,09	2,1	0,8	78	5	22	10	12	0,7	150	8		3,2	7	14	11	8
2004	5,48	1,18	0,26	0,14	1,31	0,10	2,1	0,8	71	4	22	13	10	0,7	126	8	2	3,3	4	11	10	7
2005	5,44	1,17	0,28	0,17	1,20	0,08	2,0	0,7	86	4	17	9	8	0,7	138	8	3	3,6	5	15	9	4
2006	5,48	1,15	0,34	0,18	1,15	0,09	1,9	0,7	72	7	18	8	10	0,7	169	18	1	3,3	10	19	9	4
2007	5,54	1,19	0,25	0,17	1,31	0,07	2,2	0,6	57	2	20	13	7	0,7	109	4	1	2,9	4	12	7	2
2008	5,66	1,52	0,31	0,21	1,64	0,09	2,8	0,7	54	7	22	10	12	0,6	127	7	2	2,2	10	14	7	4
2009	5,60	1,29	0,27	0,17	1,40	0,08	2,4	0,6	49	3	21	13	8	0,7	103	8	2	2,5	6	12	6	3
<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		10	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			2,2	13	24	16	4
1992	5,79	2,46	0,55	0,41	3,16	0,21	5,4	1,4	22	12	39	34	5	2,1	112			1,6	21	26	14	7
1993	5,77	2,27	0,55	0,35	2,95	0,19	4,7	1,4	19	14	35	26	9	2,1	127			1,7	25	26	16	14
1994	5,75	2,21	0,49	0,35	2,88	0,23	4,7	1,3	26	16	35	32	3	1,9	113			1,8	22	23	14	12
1995	5,89	2,02	0,47	0,34	2,47	0,17	4,1	1,2	26	17	33	29	4	1,9	101		2	1,3	21	24	13	8
1996	5,84	1,97	0,49	0,35	2,26	0,16	4,0	1,2	27	18	34	30	4	2,4	134			1,4	14	26	14	1
1997	5,80	2,16	0,52	0,35	2,44	0,16	4,4	1,2	25	17	28	26	2	2,0	117			1,6	15	26	13	0
1998	5,89	1,91	0,52	0,31	2,23	0,17	3,7	1,1	20	20	33	29	4	2,1	117			1,3	24	27	12	7
1999	5,90	1,92	0,56	0,32	2,16	0,17	3,7	1,2	24	20	31	28	3	2,1	115			1,3	22	30	14	5
2000	5,94	2,01	0,49	0,32	2,43	0,16	3,9	1,1	20	12	32	25	6	2,0	112			1,1	27	25	11	12
2001	6,00	1,89	0,52	0,31	2,23	0,16	3,6	1,1	21	21	33	31	3	2,3	120			1,0	27	27	12	9
2002	5,94	2,18	0,64	0,40	2,77	0,17	4,5	1,2	18	20	33	28	5	2,3	126			1,1	36	35	12	11
2003	5,93	2,19	0,57	0,38	2,80	0,18	4,4	1,2	24	19	30	26	5	2,0	125			1,2	37	31	12	16
2004	5,86	2,20	0,55	0,35	2,75	0,18	4,6	1,2	21	17	36	30	5	2,0	124	10	2	1,4	26	26	11	9
2005	5,98	2,15	0,55	0,34	2,65	0,15	4,3	1,1	18	17	34	27	7	2,5	108	6	3	1,0	28	28	10	10
2006	5,86	2,15	0,65	0,39	2,60	0,15	4,4	1,2	13	21	25	21	4	2,0	122	6	3	1,4	34	36	11	8
2007	5,79	2,37	0,56	0,41	2,84	0,14	5,0	1,1	16	13	32	25	7	1,8	95	3	2	1,6	23	29	9	2
2008	5,88	2,35	0,59	0,38	2,78	0,15	4,7	1,1	15	18	30	26	4	1,9	105	4	2	1,3	30	30	9	8
2009	5,91	2,19	0,54	0,35	2,59	0,15	4,4	1,1	17	16	31	27	5	2,0	101	6	2	1,2	25	27	9	7

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	pH	Kond mS m <sup>-1</sup>	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3-N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AMR µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH4-N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+ µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO4* µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>
<b>Region IX. Nord-Norge (n = 5)</b>																						
1986	6.07	2.34	0.47	0.37	2.75	0.27	4.8	1.6	13	8	20	13	7	1.1				0.9	12	23	19	4
1987	5.99	2.52	0.51	0.39	2.87	0.27	4.9	1.7	25	13	24	15	9	1.3		13		1.0	14	25	20	6
1988	5.85	2.57	0.54	0.39	2.83	0.23	4.9	1.5	22	17	26	17	9	1.4		8		1.4	18	27	16	4
1989	5.95	2.59	0.47	0.39	2.78	0.26	4.9	1.7	20	8	25	12	13	1.2				1.1	10	24	21	3
1990	5.86	2.58	0.44	0.40	2.99	0.24	5.2	1.6	20	5	25	15	10	0.9				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			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				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				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				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			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				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				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				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				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				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				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				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				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			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				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				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				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				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				0.7	28	23	9	9
<b>Region X. Øst-Finmark (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				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	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			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				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				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				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				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			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				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				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				0.8	25	74	57	5

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	pH	Kond mS m-1	Ca mg L-1	Mg mg L-1	Na mg L-1	K mg L-1	Cl mg L-1	SO4 mg L-1	NO3-N µg N L-1	Alk µekv L-1	AlR µg L-1	Al/II µg L-1	LAL µg L-1	TOC mg C L-1	Tot-N µg N L-1	NH4-N µg N L-1	Tot-P µg P L-1	H+	ANC	CM*	SO4*	Na*
																		µekv L-1	µekv L-1	µekv L-1	µekv L-1	µekv L-1
1999	6,10	2,71	1,09	0,56	2,44	0,22	4,2	3,5	15	26	14	11	3	1,4	85			0,8	20	73	61	4
2000	6,09	2,56	1,03	0,51	2,45	0,21	3,8	3,1	9	17	12	7	4	1,3	103			0,8	34	69	53	14
2001	6,22	2,82	1,09	0,55	2,75	0,25	4,4	3,3	13	30	10	7	3	1,6	155			0,6	31	71	56	12
2002	6,20	2,61	1,21	0,57	2,61	0,21	4,1	3,2	5	29	9	6	3	1,4	95			0,6	43	80	54	13
2003	6,27	2,64	1,04	0,56	2,76	0,22	4,5	2,9	6	31	11	7	3	1,6	105			0,5	37	68	47	12
2004	6,19	2,70	1,17	0,57	2,69	0,22	4,4	2,9	8	29	11	8	2	1,6	116		3	0,6	41	76	48	10
2005	6,26	2,72	1,23	0,58	2,70	0,21	4,4	2,9	5	35	7	6	1	1,8	101	6	4	0,6	48	81	48	12
2006	6,07	2,72	1,31	0,63	2,73	0,20	4,4	3,0	2	32	9	8	1	1,5	104	4	2	0,8	53	88	50	11
2007	6,29	2,59	1,18	0,57	2,55	0,20	4,1	2,7	4	30	12	10	2	1,6	107	3	2	0,5	52	79	44	13
2008	6,31	2,56	1,12	0,49	2,50	0,21	4,0	2,7	5	34	11	8	3	1,4	105	10	1	0,5	41	70	45	12
2009	6,46	2,61	1,02	0,48	2,43	0,20	3,9	2,6	3	36	12	8	4	1,4	92	7	2	0,3	35	65	44	10

Tabell E5. Årsmidler - overvåkingselver for perioden 1980-2009.

Gjerstadelva (3.1)

År	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AIR µg L <sup>-1</sup>	AI/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	TotN µg N L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>
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	0		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	0,8	73	97	37	17

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

Årdalselva (26.1)

År	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO4 mg L <sup>-1</sup>	NO3 µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AIR µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	H+ µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO4* µekv L <sup>-1</sup>	Na* 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	24	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	0.4	41	50	14	9

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

Tabell E6. Årlig veid middelverdi - feltforskningsstasjoner.

Birkenes (BIE01)

År	Vann mm	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AIR µg L <sup>-1</sup>	AMII µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P/L µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</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		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		23,4	-10	21	37	18	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	Vann mm	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AIR µg L <sup>-1</sup>	AI/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P/L µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>	
<b>Storgama (STE01)</b>																							
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				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		35		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		61		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	1,128	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		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		12,5	12	23	17	9	



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	Vann mm	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AIR µg L <sup>-1</sup>	AMII µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Tot-PIL µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	
<b>Langtjern (LAE01)</b>																							
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	2085	5.19	0.82	0.12	0.50	0.06	0.4	0.7	8	11	147	117	30	10.0	259	8	5	6.5	49	48	14	13	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	Vann mm	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AIR µg L <sup>-1</sup>	AMII µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Tot-PIL µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>	
<b>Kårvatn (KAE01)</b>																							
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	
<b>Dalelv (DALELV)</b>																							
1989	378	5.65	1.46	0.94	3.28	0.26	5.8	5.8	12	13.0	54	33	21	3.4				2.2	15	112	104	8	
1990	309	5.62	1.50	0.96	3.47	0.31	6.1	5.6	9	10.8	62	42	20	3.7				2.4	21	114	100	6	
1991	307	5.87	1.52	0.93	3.59	0.27	6.1	5.5	6	18.7	59	47	12	3.6				1.3	30	113	98	11	
1992	468	5.83	1.56	0.98	3.84	0.30	6.7	5.3	13	18.1	61	55	6	3.7				1.5	31	114	92	7	
1993	369	5.74	1.58	0.97	4.25	0.32	7.2	5.0	16	16.9	52	49	3	3.5				1.8	44	111	83	14	
1994	288	5.90	1.48	0.86	3.87	0.25	5.9	4.9	9	24.7	51	48	3	3.5				1.3	50	106	85	25	
1995	421	5.93	1.41	0.81	3.43	0.23	5.4	4.9	11	25.9	63	62	1	3.8				1.2	37	102	86	19	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

År	Vann mm	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	AIR µg L <sup>-1</sup>	AMII µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P/L µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>
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		0,5	61	93	55	19

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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

Svartetjern (SVART01) - aritmetiske middelværdier

År	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	Al/R µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P/L µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>
1994	5,12	0,23	0,24	2,55	0,14	3,5	1,8	26	0	128	96	33	3,5	170			7,6	8	9	28	27
1995	5,08	0,24	0,27	2,27	0,15	3,6	1,5	32	1	108	76	32	2,8	142			8,3	1	10	21	12
1996	5,14	0,22	0,23	1,77	0,18	2,5	1,7	50	2	116	84	32	3,5	184			7,2	3	13	28	17
1997	5,13	0,27	0,31	2,34	0,19	4,3	1,5	30	1	91	54	38	2,3	136			7,4	-7	11	18	-1
1998	5,26	0,25	0,23	1,81	0,12	2,9	1,3	24	3	103	74	29	3,0	145			5,5	4	12	18	10
1999	5,14	0,27	0,26	2,00	0,14	3,4	1,2	23	2	111	75	36	2,8	131			7,2	4	12	14	5
2000	5,05	0,29	0,32	2,88	0,17	5,1	1,4	25	0	119	75	44	2,7	129			8,8	-2	10	14	3
2001	5,21	0,25	0,23	2,17	0,17	3,3	1,3	40	3	119	89	30	3,6	169			6,1	8	11	18	16
2002	5,19	0,30	0,33	2,49	0,19	4,2	1,3	33	1	102	66	35	2,9	142			6,5	8	15	14	6
2003	5,22	0,26	0,26	2,21	0,15	3,2	1,2	27	2	117	84	33	3,7	157			6,0	18	14	16	20
2004	5,22	0,23	0,25	1,91	0,14	3,1	1,0	23	1	113	81	32	3,2	139			6,0	7	11	12	7
2005	5,13	0,21	0,24	2,12	0,13	3,5	1,1	26	0	108	72	36	3,1	131	7		7,5	4	9	12	8
2006	5,26	0,25	0,23	1,69	0,15	2,7	1,0	34	4,1	89	62	28	3,0	152			5,5	10	14	13	8
2007	5,18	0,24	0,29	2,38	0,16	4,3	1,0	17	0	102	66	36	2,8	126	8		6,6	2	8	8	0
2008	5,25	0,25	0,29	2,42	0,14	4,3	0,9	13	2	89	59	31	2,6	116	4		5,6	4	9	7	1
2009	5,24	0,26	0,27	2,50	0,13	4,1	1,0	15	2	99	68	30	3,2	134	4		5,8	10	9	8	9

## Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr

**Tabell F1.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 1-sjøer (overvåkes årlig), x: 2009 og tidligere, +: ikke i 2009, men tidligere, o: kun i 2009. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.

Lokalitet	I-1*	II-10	IV-3*	IV-6	V-1	V-4	VI-3	VII-4	VII-8	VIII-1
	Atnsjøen	Ø Jerpetj	Bjorvatn	L Hovv	Saudland	Ljosv	Røyrvav	Markhusv	Nystølvsv	Svartdalsv
<b>Cladocera</b>										
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liév.)T	+		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		
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	X	+	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.M.)	+		X	+	X		+			
<i>Daphnia galeata</i> Sars							0			
<i>Daphnia longispina</i> (O.F.M.)	X				X					X
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.M.)	+	+	+		+	+	X	+	+	
<i>Simocephalus vetula</i> (O.F.M.)	+		+		+					
<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	X	X		
<i>Illocryptus acutifrons</i> Sars			+							
<i>Illocryptus sordidus</i> (Liév.)		+				X				
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F.M.)			+							
<i>Ophryoxox gracilis</i> Sars	X	X	X		+	+				
<i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fisch.)			X	+	+		+			+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	X	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	+	+	+		
<i>Alona intermedia</i> Sars	+		+		X		+			0
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F.M.)			+		+					
<i>Alona rustica</i> Scott	+	+	+	+	X	X	X	X	X	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	X	X	X	X	+	X	X	X	+	X
<i>Alonella exigua</i> (Fischer)			X							
<i>Alonella nana</i> (Baird)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Alonopsis elongata</i> Sars	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camplocercus rectirostris</i> Schoedler			X				+	+		
<i>Chydorus gibbus</i> Lilljeborg							+			
<i>Chydorus latus</i> Sars	+				+		+	+	+	+
<i>Chydorus piger</i> Sars	0	X	+		X	X	X	+		
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)	X	X	X	+	X	X	X	X	X	X
<i>Eurycerus lamellatus</i> (A.F.M.)	X	+	X	X	X	+	X	X	X	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Sars)	X	X	+		X	X	X	+		
<i>Monospilus dispar</i>					+	+		X		
<i>Pleuroxus laevis</i>	+									
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.M.)	X	+	X		+					
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)	X		+				+			
<i>Rhynchotalona falcata</i> Sars	+	X	X	X	X	+	X	+		
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)	X	X	X	X	X	X	X	X	+	+
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	X		X		X		+			
<i>Leptodora kindtii</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	X	+	
<i>Calanoida</i> indet.										+
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jur.)	+	X	X		X	+	X	X	+	
<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jur.)		X	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.)					+	+	+			
<i>Paracyclops affinis</i> Sars		+	+		+					
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisch.)		+	+		+		+	+		
<i>Cyclops abyssorum</i> S.L.				+					+	
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	X	X	X	X	X	+	X	+	X	X
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus)	+	+	+	+			+	+	+	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)		X	+		+	+			+	
<i>Megacyclops</i> sp.	+				+	+				
<i>Acanthocyclops capillatus</i> Sars	+	X		+				+		+
<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars	+	X	1992	0	+	X	X	X	+	X
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fisch.)	+		+	+		+	+	+	X	+
<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 1996-2009	28	21	34	19	30	21	29	23	14	14
antall hoppekrepser 1996-2009	11	13	12	11	15	13	12	12	11	9
antall krepsdyr totalt 1996-2009	39	34	46	30	45	34	41	35	25	23
antall krepsdyr i 2009	20	24	29	17	26	20	26	23	13	12

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

**Tabell F2.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 2-sjøer (overvåkes årlig), x: 2009 og tidligere, +: ikke i 2009, men tidligere, o: kun i 2009. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.

Lokalitet	I-5	II-2	II-12*	III-1*	III-5*	IV-9*	V-8	VII-6	IX-5	X-5
	Stortj	Bredtj	Langtj	Rondv	Heddersv	Sognev	Lomstj	Svartetj	N Kaperd	Dalv
<b>Cladocera</b>										
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liév.)T		+	+			X	+	X		+
<i>Latona setifera</i> (O.F.M.)			X			+		+		
<i>Sida crystallina</i> (O.F.M.)	x	+	x	o	1978	x	x	x	x	+
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	x		x	+	x	x	x	x	x	x
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.M.)	+	x	x		+	x	x	+		
<i>Daphnia longiremis</i> Sars										x
<i>Daphnia longispina</i> (O.F.M.)			x			x	x			
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.M.)	+	x	+			x		+	x	
<i>Simocephalus vetula</i> (O.F.M.)						x				
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F.M.)	+	x	x		+	x		+	+	+
<i>Drepanothrix dentata</i> (Eurén)					+					+
<i>Iliocryptus sordidus</i> (Liév.)	+	+	+			+				
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F.M.)						+	+			
<i>Ophryoxus gracilis</i> Sars	x		+			x	x		x	+
<i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fisch.)	+	+	x			x	+	x	+	+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	x	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		+
<i>Alona intermedia</i> Sars						x	x	+	+	
<i>Alona karelica</i> Stenroos	+	+				+				
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F.M.)						+				
<i>Alona rustica</i> Scott	+	x	x		x	x	x	x	x	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	+	x	+	+	x	x	x	x	x	x
<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	x
<i>Anchistropus emarginatus</i> Sars						+				
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler			+			x	+			
<i>Chydorus gibbus</i> Lilljeborg					+				+	
<i>Chydorus latus</i> Sars		+		+	+	+	+	+		
<i>Chydorus piger</i> Sars			+		+	+	+	x	+	
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eurycerus lamellatus</i> (A.F.M.)	x	x	x	+	x	x	x	x	+	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Sars)		x	x			x	x	x		
<i>Monospilus dispar</i>		+								
<i>Pleuroxus laevis</i>			+							
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.M.)	x	x	+	o		x	x	+		
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)	+					x	+			
<i>Rhynchotalona falcata</i> Sars	+	+	+		+	+	+	+	x	x
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)	x	x	x	x	+	x	x	+	x	+
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	+	+				+	+		+	+
<i>Leptodora kindti</i> Focke		+								
<b>Copepoda</b>										
<i>Acanthodiptomus denticornis</i> (Wierz.)			x						x	
<i>Eudiptomus gracilis</i> Sars		x				x	x			+
<i>Eudiptomus graciloides</i> (Lillj.)										x
<i>Mixodiptomus laciniatus</i> (Lillj.)								x	+	
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars										1993
<i>Heterocope saliens</i> (Lillj.)	x		x			x	x	x		
<i>Calanoida</i> indet.				+	+					
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jur.)	x	+	x		+	x	x	x		x
<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jur.)	x	x	x			+	x	x		
<i>Eucyclops denticulatus</i> (A.Graet.)						x	+			+
<i>Eucyclops macruroides</i> (Lillj.)										+
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars)						x	+			
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)	+	+	+	x	x	x	x	x	x	+
<i>Eucyclops speratus</i> (Lillj.)	x		+			x	x			x
<i>Paracyclops affinis</i> Sars		x	+			+	x	x		
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisch.)			+			x	+			

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009. (TA-2696/2010)

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 Kaperd	X-5 Dalv
Cyclops abyssorum S.L.				X			X		+	
Cyclops scutifer Sars	X	+	X		X	X	+	X	X	X
Megacyclops gigas (Claus)		+	+		X	+	+		X	+
Megacyclops viridis (Jur.)		+			+		+		X	
Megacycl. sp			+		+	+	+			
Acanthocyclops capillatus Sars	+		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	+	+
Mesocyclops leuckarti (Claus)			+			X	+	+		1993
antall vannlopper 1996-2009	24	26	28	13	18	37	28	26	21	21
antall hoppekreps 1996-2009	10	13	15	5	8	17	19	9	11	13
antall krepsdyr totalt 1996-2009	34	39	43	18	26	54	47	35	32	33
antall krepsdyr i 2009	17	20	24	10	13	36	29	24	19	14

\* 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 *et al.* (1997).

**Tabell F3.** Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for 5 innsjøer i Region V (Sørlandet-Vest) og 1 innsjø i Region VIII (Midt-Norge), x: 2009 og tidligere, +: ikke i 2009, men tidligere, o: kun i 2009. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.

Lokalitet	V-2 I.Espelandsv	V-3 V.Flogev	V-6 Djup.v	V-11 Stakkheitj	V-13 Rundav	VIII-12* Songsj
<b>Cladocera</b>						
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T						X
Latona setifera (O.F.M.)	0				+	
Sida crystallina (O.F.M.)	X	0	+	X	+	X
Holopedium gibberum Zaddach	X	X	X	X	X	X
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	+				+	X
Daphnia galeata Sars						X
Daphnia longispina (O.F.M.)	0		X			X
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	X					X
Simocephalus vetula (O.F.M.)						+
Bosmina longispina Leydig	X	X	X	X	X	X
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	0	0	+	0	+	+
Ilicryptus agilis Kurz						1991-97
Ilicryptus sordidus (Liév.)						0
Drepanothrix dentata (Eurén)	+					
Ophryoxus gracilis Sars			X	0		X
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)		0		0		1991-97
Acroperus harpae Baird	X	X	X	X	X	X
Alona affinis (Leydig)	X	0	X	X	+	X
Alona guttata Sars	X		X	+	+	X
Alona intermedia Sars			0			
Alona karelica Stenroos						+
Alona rustica Scott	X	X	X	X	+	X
Alonella excisa (Fischer)	X		X	X	+	X
Alonella exigua (Fischer)						X
Alonella nana (Baird)	X	X	X	X	X	X
Alonopsis elongata Sars	X	X	X	X	X	X
Anchistropus emarginatus Sars						0
Campocercus rectirostris Schoedler			+			+
Chydorus piger Sars		0	+	0	+	0
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	X	X	X	X	X	X
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	X	X	X	X	+	X
Graptoleberis testudinaria (Sars)	0		+	+	+	+
Monospilus dispar	0		+			
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	X					X
Pseudochydorus globosus (Baird)						+
Rhynchotalona falcata Sars	X	X	+	X	X	X
Polyphemus pediculus (Leuck.)	X		X	X	X	X
Bythotrephes longimanus Leydig	X	X	X	X		+
Leptodora kindtii (Focke)						X
<b>Copepoda</b>						
Acanthodiaptomus denticornis (Wierz.)						+
Eudiaptomus gracilis Sars	X		X	+		
Arctodiaptomus laticeps (Sars)						X
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)		X				
Heterocope saliens (Lillj.)	+	X	+	X	X	X
Macrocyclus albidus (Jur.)	X		X	0		X
Macrocyclus fuscus (Jur.)	X		+	X		+
Eucyclops denticulatus (A. Graet.)						+
Eucyclops macruroides (Lillj.)						X
Eucyclops macrurus (Sars)						0
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	X	X	X		X	X
Eucyclops speratus (Lillj.)			X			+
Paracyclops affinis Sars	+					0
Cyclops abyssorum S.L.		0				
Cyclops scutifer Sars	X	X	X	+	X	X
Megacyclops gigas (Claus)						1991-97
Megacyclops viridis (Jur.)	0	0				1991-97
Acanthocyclops capillatus Sars		X	+			
Acanthocyclops robustus Sars	X		+	X	+	0
Acanthocyclops sp				+		1991-97
Diacyclops nanus (Sars)	X		X	X	X	X
Mesocyclops leuckarti (Claus)	+					1991-97
antall vannlopper 1996-2009	24	15	23	20	19	33
antall hoppekreps 1996-2009	11	7	10	8	5	14
antall krepsdyr totalt 1996-2009	35	22	33	28	24	47
antall krepsdyr i 2009	30	22	22	23	11	35

\* Andre undersøkelser: VIII-12 (1991-97): A.K. Schartau pers.med.





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 978-82-577-5756-4	
Oppdragstakers prosjektansvarlig Brit Lisa Skjelkvåle	Kontaktperson Klif Gunnar Skotte	TA-nummer 2696/2010	
	År 2010	Sidetall 160	Klifs kontraktnummer 6004057
Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 6021-2010	Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) Direktoratet for naturforvaltning (DN)		
<p>Forfatter(e)                  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), Sverre Solberg (NILU), Thomas C. Jensen (NINA), Tore Høgåsen (NIVA), Trygve Hesthagen (NINA), Wenche Aas (NILU), Øyvind Garmo (NIVA).</p> <p>Tittel - norsk og engelsk                  Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2009                  Monitoring long-range transboundary air pollution 2009. Effects 2009</p> <p>Sammendrag                  Rapporten presenterer resultater fra 2009 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 2009 from the national monitoring programmes on long-range transboundary air pollution.</p>			
4 emneord Overvåking Forsuring Vann og vassdrag Akvatisk biologi	4 subject words Monitoring Acidification Surface water Aquatic biology		



## Statlig program for forurensningsovervåking

### 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  
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.

SPFO-rapport 1078/2010  
TA-2696/2010  
ISBN 978-82-577-5756-4