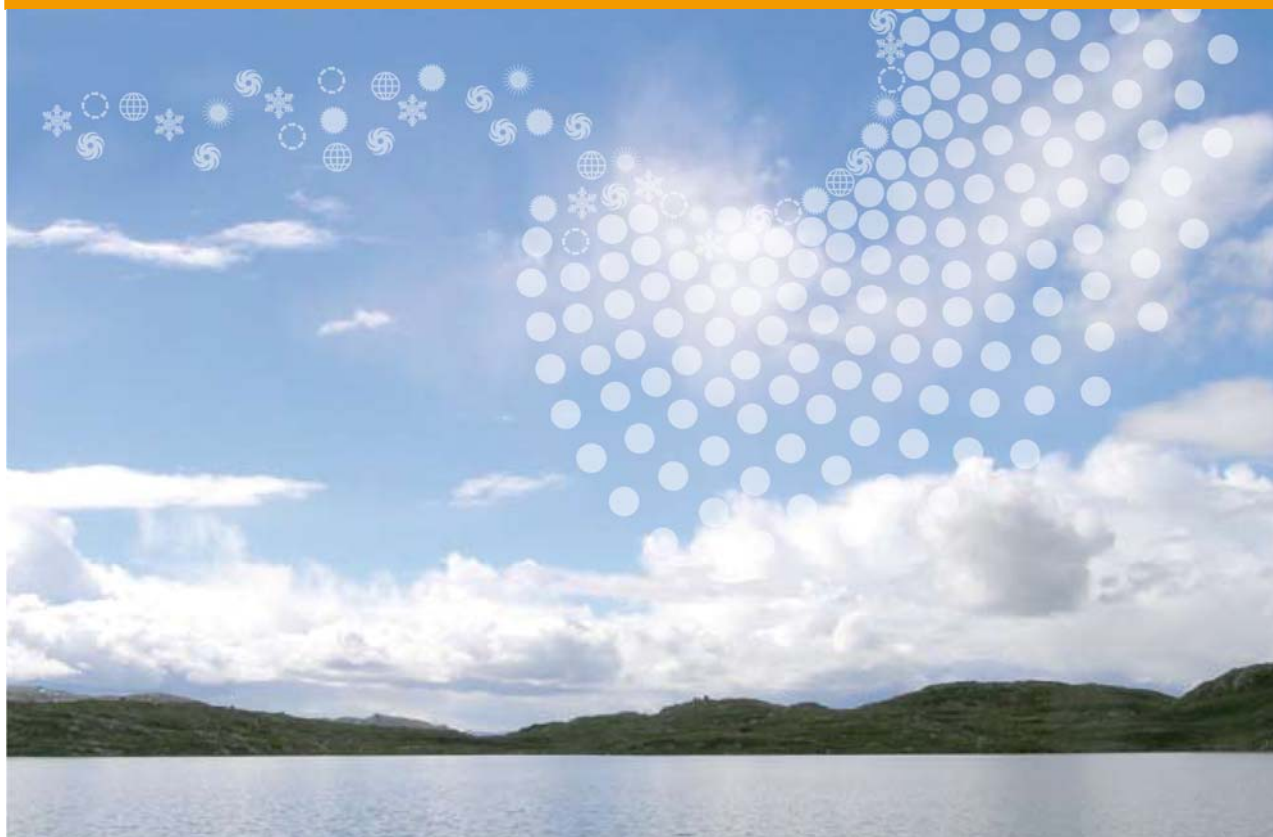


Statlig program for forurensningsovervåking, rapportnr: 1057/2009  
Årsrapport – Effekter 2008

# Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

2546  
2009



Utført av:



## Forord

Programmet for "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" startet i 1980 i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT) etter avslutningen av forskningsprosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" (SNSF-prosjektet). SFT 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) (vannkjemisk), Norsk institutt for naturforskning (NINA) (fisk- og krepsdyrundersøkelser) og LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen (UiB) (bunndyrundersøkelser). Det faglige samarbeidet koordineres gjennom en arbeidsgruppe oppnevnt av SFT der SFTs representant har formannsvervet.

Denne rapporten presenterer resultatene for 2008 av effekter; virkninger på vann, fisk, bunndyr og zooplankton. Resultatene for tilførsler for 2008 presenteres i en egen rapport (SFT-rapport 1051/2009), 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, Anne Merete Smelhus Sjøeng, 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, Bjørn Walseng og Gunnar Halvorsen (NINA)

*vannbiologisk overvåking/bunndyr:* Arne Fjellheim og Godtfred A. Halvorsen (LFI-UNIFOB, UiB)

Oslo, oktober 2009

Brit Lisa Skjelkvåle  
Redaktør



## Innhold

<b>Forsuringstatus i 2008.....</b>	<b>5</b>
<b>Sammendrag .....</b>	<b>7</b>
<b>Results from monitoring effects of long-range transboundary air pollution in Norway 2008.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Innledning .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Luft og nedbør .....</b>	<b>14</b>
2.1 Utslipp.....	14
2.2 Nedbørkjemi - våtavsetninger .....	14
2.3 Luftens innhold av forurensninger - tørravsetninger .....	18
2.4 Totalavsetning fra luft og nedbør.....	19
2.5 Bakkenær ozon.....	20
<b>3. Vannkjemisk overvåking.....</b>	<b>22</b>
3.1 Presentasjon av det vannkjemiske overvåkingsprogrammet .....	22
3.1.1 Overvåking av innsjøer .....	22
3.1.2 Overvåking av elver .....	23
3.1.3 Overvåking i feltforskningsområder .....	23
3.2 Forholdene i feltforskningsområdene i 2008 .....	25
3.2.1 Birkenes (Aust-Agder) .....	25
3.2.2 Storgama (Telemark).....	27
3.2.3 Langtjern (Buskerud) .....	27
3.2.4 Kårvatn (Møre og Romsdal) .....	28
3.2.5 Dalelva (Finnmark) .....	29
3.2.6 Svartetjern (Hordaland).....	30
3.2.7 Øygardsbekken (Rogaland).....	30
3.3 Vannkjemiske trender i innsjøer .....	39
3.3.1 Region I – Østlandet-Nord.....	42
3.3.2 Region II – Østlandet-Sør .....	43
3.3.3 Region III – Fjellregion Sør-Norge.....	43
3.3.4 Region IV – Sørlandet-Øst.....	43
3.3.5 Region V – Sørlandet-Vest .....	44
3.3.6 Region VI – Vestlandet-Sør .....	44
3.3.7 Region VII – Vestlandet-Nord.....	44
3.3.8 Region VIII og IX – Midt-Norge og Nord-Norge .....	44
3.3.9 Region X – Øst-Finnmark.....	45
3.4 Vannkjemiske trender i små vann på Jarfjordfjellet i Øst-Finnmark.....	53
3.4.1 Forsuring .....	53
3.4.2 Tungmetaller .....	55
3.5 Vannkjemiske trender i elver .....	58
3.6 Vannkjemiske trender i feltforskningsområdene .....	66
<b>4. Vannbiologisk overvåking.....</b>	<b>75</b>
4.1 Presentasjon av det biologiske overvåkingsprogrammet .....	75

4.1.1	Bunndyr .....	77
4.1.2	Planktoniske og litorale krepsdyr .....	79
4.1.3	Fisk .....	80
4.2	Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene i 2008 .....	82
4.2.1	Region I – Østlandet-Nord .....	82
4.2.2	Region II – Østlandet-Sør .....	83
4.2.3	Region III – Fjellregion Sør-Norge .....	84
4.2.4	Region IV - Sørlandet-Øst.....	88
4.2.5	Region V - Sørlandet-Vest .....	89
4.2.6	Region VI -Vestlandet-Sør .....	90
4.2.7	Region VII - Vestlandet-Nord.....	94
4.2.8	Region VIII - Midt-Norge .....	94
4.2.9	Region IX - Nord-Norge .....	97
4.2.10	Region X - Øst-Finnmark.....	97
4.3	Utvikling i forsureningstilstanden .....	102
4.4	Biologi i rennende vann .....	109
4.4.1	Bunndyr.....	109
4.4.2	Ungfiskundersøkelser.....	114
<b>5.</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>118</b>
<b>6.</b>	<b>Vedlegg .....</b>	<b>121</b>
	Vedlegg A. Inndeling av landet i regioner .....	121
	Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver .....	123
	Vedlegg C. Vannkjemiske målestasjoner.....	126
	Vedlegg D. Observatører for vannprøver.....	129
	Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi.....	130
	Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr .....	158

## **Forsuringstatus i 2008**

### ***Det er langt igjen før forsøringsproblemet 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 forsøringsproblemet i Norge er løst. Problemet er avtagende, men fremdeles mottar store deler av Sør-Norge mer forsurrende komponenter i nedbør enn naturen greier å ta hånd om. Resultatet av dette er fortsatt forsuring og dertil store skader på biologiske samfunn. Den forbedringen 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 fortsatt i nedbør***

*Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 63-87% fra 1980 til 2008. Nitrogenutslippene går også ned. I Sør-Norge har nitrat- og ammoniumkonsentrasjon i nedbør blitt redusert med hhv. 23-46 % og 45-31 % 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 2008 er relativt likt 2007. Det har vært noe høyere avsetning særlig på sørøstlandet pga mer nedbør i forhold til det rekordlave nivået i 2007.*

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

*Nedgangen i sulfatdeposisjonen har medført nedgang i sulfatinnhold i elver og innsjøer fra 40-80% fra 1980 til 2008, med de største nedgangene i den sørlige delen av landet. Nedgangen var markert også i 2008. Forsuringssituasjonen i vann og vassdrag har vist en klar forbedring 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. 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. 57%, 25% og 26% fra 1990 til 2007 (EMEP Status report 1/2008). Utslppsreduksjonen 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 Göteborgprotokollen.

#### *Svovel og nitrogen*

Konsentrasjonene av sulfat i 2008 var gjennomgående lavere eller likt nivå som foregående år. For ammonium og nitrat er det noe høyere enn 2007, men tilsvarende nivåer som tidligere år. Våtavsetningen for de fleste komponenter var noe høyere, særlig i Sør- og Øst Norge i 2008 enn i 2007, som var rekordlavt. 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 63% og 87% siden 1980 og mellom 26% og 76% siden 1990. Reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår er beregnet til å være mellom 85% og 93% (67-91% fra 1990), og for sulfat mellom 71% og 80% (52-60% fra 1990). Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat i nedbør viser signifikant reduksjon, mellom 23% og 46% reduksjon siden 1980 på Kårvatn og alle stasjonene sør for denne. Fra 1990 har reduksjonen vært tilsvarende. 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 økning ved Tustervatn. Det samme observeres fra 1990, men noe lavere reduksjon. Årsmiddelkonsentrasjonene av ammonium og nitrat i luft viser derimot ingen entydig tendens siden målingene startet i 1986, det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for NO<sub>2</sub> på de fleste stasjonene.

#### *Ozon*

Nivået av bakkenært ozon var generelt høyere i 2008 sammenlignet med året før, men 2007 var et år med svært lavt ozonivå i Norge. Til sammenligning var ozonivået uvanlig høyt i hele landet i 2006. Disse variasjonene fra år til år er i stor grad styrt av den dominerende meteorologien i de enkelte årene. De høyeste maksimumsverdiene i 2008 ble registrert på Birkenes (160 µg/m<sup>3</sup>) og på Haukenes, Sandve og Prestebakke. Maksimumsmålingene, som var 155-160 µg/m<sup>3</sup> på alle disse fire stasjonene, skriver seg fra samme episode i første halvdel av mai. Grenseverdien for landbruksvekster, 3000 ppb-timer (AOT40), ble overskredet på Prestebakke, Birkenes og Sandve. Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog ble ikke overskredet på noen stasjoner i 2008. Det er vanskelig å identifisere noen langtidstrend i ozon 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 60-80% siden 1978. På Svanvik var det en periode fra 2000-2003 med forhøyde verdier, men ellers har nivået vært relativt konstant siden 1990 med årlige variasjoner avhengig av meteorologiske forhold. Innholdet av sink har avtatt med ca. 70% siden 1976. Kadmiuminnholdet har avtatt med 50-80% siden slutten av 1970-årene, og endringen har vært størst på Birkenes. På den annen side ser man en økning av Cd og en del andre metaller (Ni, Co, Cu) de siste årene på Svanvik. Kvikksølv i nedbør på Lista/Birkenes viser en nedadgående trend.



## **Vannkjemi**

Nedgangen i sulfatdeposisjonen har medført nedgang i sulfatinnhold i elver og innsjøer fra 40-80% fra 1980-2008, med de største nedgangene i den sørlige delen av landet. Nedgang i sulfat flatet noe ut fra 2001 til 2006, men 2007 og 2008 viser fortsatt nedadgående trend og for de fleste regioner viser 2008 de laveste konsentrasjonene av sulfat i vann registrert så langt. Forsuringssituasjonen i vann og vassdrag har vist en klar forbedring gjennom hele 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet og pH og nedgang i uorganisk aluminium (LAl, "giftig aluminium"). Forbedringene 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 2006-2008 sett under ett viser de laveste nitratkonsentrasjonene registrert så langt innen overvåkingen.

I 2006 var det en markert økning i kalsium som ga utslag i en økning i ANC. I 2007 og 2008 har kalsiumkonsentrasjonene igjen avtatt, noe som har medført at også ANC har avtatt. På tross av dette viser ANC en klart økende trend gjennom overvåkingsperioden.

pH har vist en økende trend gjennom hele overvåkingsperioden. Fra 2001 har pH i innsjøene vært på omtrent samme nivå, men det er relativt store år-til-år svingninger.

Uorganisk aluminium viser nær uendret konsentrasjonsnivå fra 2001-2007. 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 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 og 2008 har omtrent likt nivå (og noe lavere enn i 2006).

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

## **Akvatisk fauna**

### *Invertebrater*

Overvåking av bunndyrfaunaen i elver har pågått i Farsund, Ogna, Vikedal, Gaular og Nausta i over 20 år. Seriene dekker en periode hvor det har skjedd betydelige reduksjoner i sulfatdeposisjonen og hvor det er påvist en bedring i vannkjemiske forhold. Dette har resultert i en rekolonisering av forsuringfølsomme arter i vassdragene. Forbedringen har vært mest markert i Farsund og Vikedal, men det er og forbedringer i de andre vassdragene. Det er således samsvar mellom redusert nedfall, bedring i vannkjemi og respons av forsuringfølsomme bunndyr. Skadeomfanget i overvåkingsvassdragene var signifikant størst i perioden fram til 1990-tallet. I perioden 1990 – 2000 skjedde det en markert gjenhenting av faunaen. Forsuringfølsomme bunndyr koloniserte mange tidligere sterkt skadete lokaliteter. Dette resulterte i økt biologisk mangfold. I de senere år har den positive utviklingen stagnert noe. Forskjellene i skadeomfang mellom de undersøkte vassdragene er også blitt mindre. I 2008 ble det gjennomført bunndyrundersøkelser i fire vassdrag; Farsund, Ogna, Vikedal og Gaular. Resultatene fra 2008 viser at skadene i Farsund var blitt større enn forrige undersøkelse. Bunnfaunaen i de andre undersøkte vassdragene viste bare små endringer.

Selv om det har vært en økning av følsomme arter i de forsurete områdene de siste tiårene, er det langt fram til en uforsuret situasjon i de mest påvirkete områdene. Dette kommer tydelig frem når en sammenligner hva som er forventet artsantall, basert på artenes utbredelse og hva som har kommet

tilbake etter kalking av sure vassdrag (DN 2008). Mangfoldet og mengdene av følsomme arter i kalkete vassdrag er betydelig høyere enn i nærliggende ukalkete lokaliteter.

Innsjøundersøkelsene av bunndyr og småkreps startet i 1996. Overvåkingsdataene fra 2008 indikerer at forsuringssituasjonen fremdeles er alvorlig i sørlige deler av Østlandet, på Sørlandet og Vestlandet (klassifisert som moderat til sterkt forsuringsskadet). I nordlige deler av Østlandet og i fjellområdene i Sør-Norge er de fleste lokalitetene ubetydelig til litt skadet, men det finnes også lokaliteter som er moderat skadet i disse regionene. I Midt-Norge og Nord-Norge er invertebratsamfunnene i de fleste tilfellene ubetydelig skadet, men det finnes også noen innsjøer som vurderes til litt forsuringsskadet. Innsjøene i Øst-Finnmark har en økologisk tilstand som viser relativt store år til år variasjoner. Krepsdyrundersøkelsene indikerer at den positive utviklingen har stoppet opp.

Totalt sett er det små endringer over de 13 årene overvåkingen har pågått. For tre av innsjøene er endringen imidlertid så entydige at vi nå kan snakke om en begynnende gjenhenting av invertebratfaunaen. Selv om enkelte av innsjøene som overvåkes årlig viser indikasjoner på en positiv utvikling, er mengden av forsuringfølsomme invertebrater fremdeles lave og ustabile og gir ikke grunnlag for å konkludere med en generell bedring i forsuringstilstand. Resultatene viser at vannkvaliteten i mange forsurete innsjøer fremdeles er dårlig i forhold til overlevelse og reproduksjon hos forsuringfølsomme invertebrater. Det forventes at biologisk gjenhenting tar vesentlig lengre tid for innsjøene enn for elvene, og selv når vannkvaliteten er blitt tilfredsstillende kan det ta mange år før en klar biologisk respons observeres.

#### *Fisk*

Det biologiske innsjøprogrammet omfatter omkring 100 innsjøer. Siden 1977 er 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. Disse 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. I tilløpsbekker til innsjøer i Vikedal og Bjerkreim i Rogaland har det vært 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. Fra Midt-Norge og nordover er bestandsforholdene hos fisk stort sett gode og uendrede, med en økning i tettheten i enkelte lokaliteter.

I 2008 ble åtte innsjøer prøvefisket fordelt på regionene III (n=2), VI (n=2), VIII (n=1) og X (n=3). 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 2008

### Air and precipitation

The emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and ammonia in Europe have decreased by 57%, 25 and 26% respectively since 1990 (EMEP Status report 1/2008). The concentration in precipitation and the deposition of main ions in precipitation in 2008 is similar or somewhat above the record low level in 2007. The observed long-term reductions in concentration levels in deposition are in agreement with emission reductions in Europe. Since 1980 the content of sulphate in precipitation at the Norwegian monitoring sites decreased by 63-87% and between 26% and 76% from 1990. Similar trends are seen in the airborne concentrations with 85%-93% and 71-80% reductions for sulphur dioxide and sulphate, respectively from 1980, (67-91% and 52-60% 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, 23-46% and 45-63% reduction respectively. There 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 there are both positive and negative trends at different sites, probably due to local influence of ammonia.

The measurements of ground-level ozone in 2008 show a higher level compared to the previous year, which was very low though. The maximum hourly average in 2008 was 160 µg/m<sup>3</sup> measured at Birkenes, Haukenes, Sandve and Prestebakke. The same long range transport episode observed at all these sites. There were exceedences of the threshold values for accumulated ozone exposure to crops (3 months AOT40) at Prestebakke, Birkenes and Sandve, but no exceedence of the threshold values for 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 have generally decreased by about 60-80% from the late seventies, but after 1990 the concentration level has been relatively constant, except for Svanvik that had relatively high level of Pb between 2000 and 2003. In addition, at Svanvik there is an increase in Cd, Ni, Cu and Co in precipitation since 2000.

At Birkenes (CAMP) the level of HCB in air was somewhat higher than expected during the first four months of year 2008. For HCH and PCB there were no major changes compared to the previous year. The annual averages at Zeppelin Mountain (AMAP) had lower values in year 2008 than in year 2007 for the parameters sum HCH, sum chlordanes, sum PCB, PBDE and HBCD, while HCB and PFAS had higher values than in the previous year. Generally the levels observed are low.

In 2008, the annual mean concentration of PM<sub>10</sub> 5,9 µg/m<sup>3</sup>, while 3,0 for PM<sub>2.5</sub> and 2,2 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>1</sub>. The annual mean concentrations of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>1</sub> reported for 2007 are low. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> is the dominant specie in PM<sub>10</sub>, with a mass fraction of 15%, similar as organic mass. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> has a mass fraction of 12% while seasalt 19%.

### 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 2008. From 2001 to 2006 there has been a very slight decrease in sulphate, but 2007 and 2008 again showed the lowest concentrations of sulphate registered 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 has shown unchanged concentration levels since 2001. This is of interest, both due to the fact that this is unexpected due to the increase in e.g. pH, but also because this may have a major influence on the biological recovery which is followed in the biological monitoring programme. 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.

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

### **Aquatic fauna**

#### *Invertebrates*

The invertebrate monitoring in rivers demonstrate that acidification damages generally have decreased during the last two decades. Sensitive species responds to this by 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 (1996-2008) 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 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 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 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) 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, some fish populations are still low in abundance, which can be due to acidification. The density of young brown trout in tributaries to lakes in Vikedal 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, skog og annen vegetasjon og akvatisk og terrestrisk fauna. 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

Hovedmålet med overvåking av effekter av luftforurensninger er:

*"Arbeide for at naturens tålegrense for forsurening og bakkenært ozon ikke overskrides".*

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) 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, vannkemi og jord relatert til langtransporterte luftforurensninger over tid og hvilken virkning dette har på akvatisk fauna (bunndyr, krepsdyr og fisk). SFT 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) (vannkemi), Norsk institutt for skogforskning (Skogforsk) (jordkemi i små nedbørfelt), Norsk institutt for naturforskning (NINA) (fisk- og krepsdyrundersøkelser) og LFI-UNIFOB (UiB) (bunndyrundersøkelser). Det faglige samarbeidet koordineres gjennom en arbeidsgruppe oppnevnt av SFT der SFTs representant har formannsvervet.*

## 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 stasjonsnett og måleprogrammet utvidet for å gi bedret informasjon om tilførsler i hele landet.

Måling av kjemiske hovedkomponenter i nedbør ble i 2008 utført døgnlig ved 6 stasjoner og på ukebasis ved 10 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.

### 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. 57%, 25% og 26% fra 1990 til 2006 (EMEP Status Report 1/2008). Utslipsreduksjonen spesielt for svovel er en del høyere om man ser fra 1980, men 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

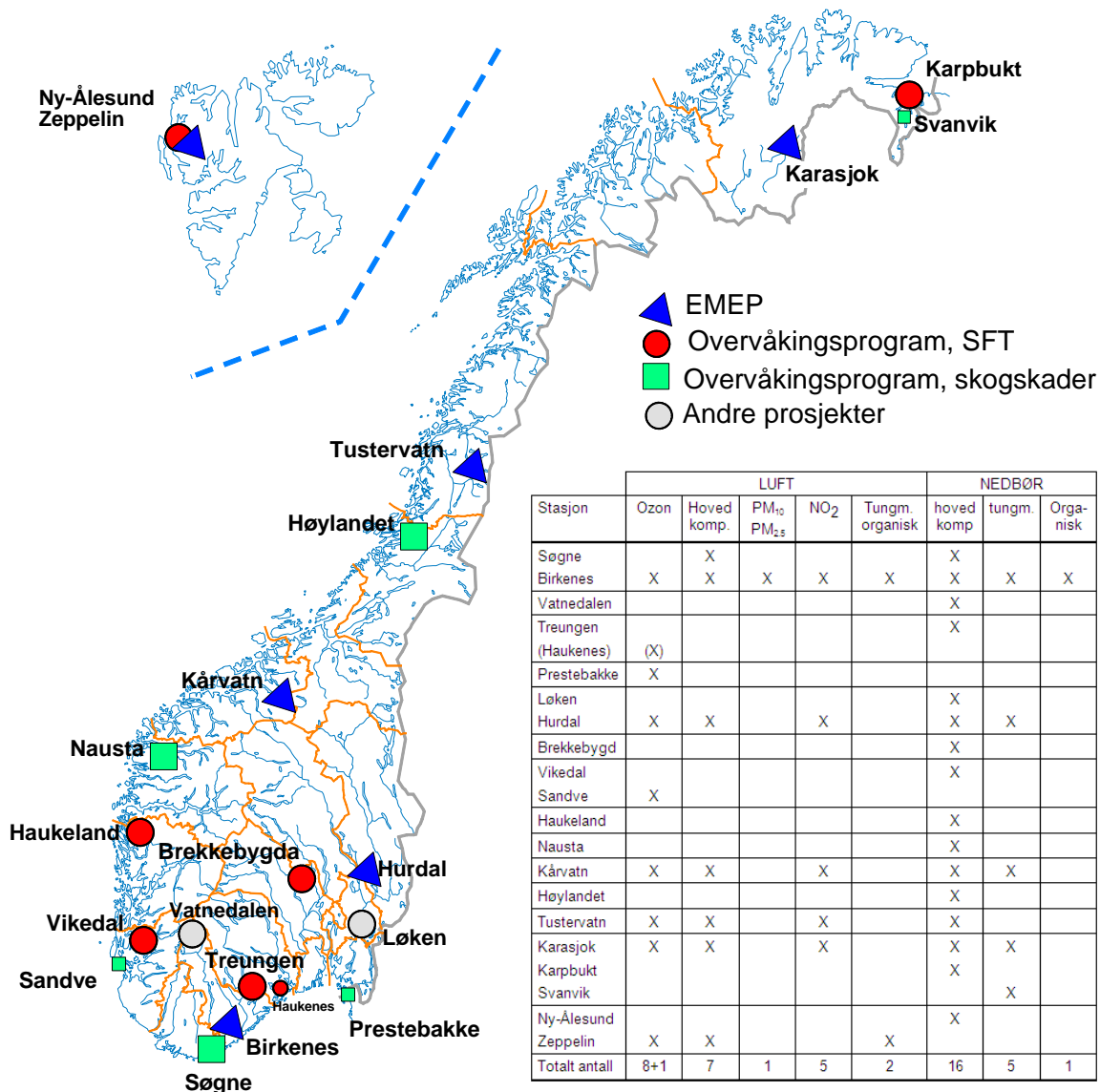
Ioneinnholdet utenom sjøsalter i nedbør avtar nordover fra Sør-Norge og er minst i fylkene fra Møre og Romsdal til Troms. De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner for de fleste hovedkomponentene ble i 2008 målt på Søgne. Våtavsetningen av sulfat, nitrat, ammonium og sterk syre var størst langs kysten fra Aust-Agder til Hordaland. Månedsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør i 2008 hadde ikke 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 i 2008 var gjennomgående lavere eller likt nivå som foregående år. For ammonium og nitrat noe høyere enn 2007, men tilsvarende nivåer som tidligere år. Våtavsetningen for de fleste komponenter er noe høyere særlig i Sør- og Øst Norge i 2008 enn for 2007, grunnet store forskjeller i nedbørmengde. I et lengre tidsperspektiv har årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat og sterk syre avtatt betraktelig de siste 20 årene.

Veide gjennomsnittsverdier av sulfat for fem representative målesteder på Sørlandet og Østlandet viser klart reduksjonen av nedbørens sulfatinnhold (Figur 3). 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 1980-2008 var reduksjonen i sulfatkonsentrasjoner mellom 63% og 87%; fra 1990 mellom 26% og 76%. Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon mellom 23% og 46%

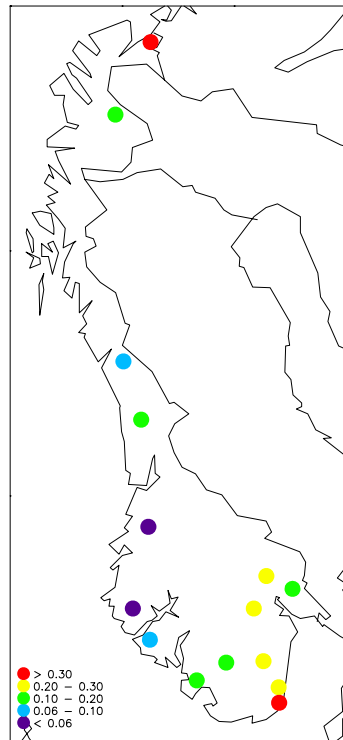
på stasjonene i Sør-Norge. For ammonium har det vært en signifikant reduksjon ved nesten alle av de samme målestasjonene utenom Vatnedalen og Kårvatn, mellom 45% og 63%. Det er en økning av ammonium på enkelte stasjoner som sannsynligvis skyldes påvirkning av lokale utslipp. Nitrogentrendene er signifikante også fra 1990, men noe lavere reduksjoner sammenlignet med 1980. Basekationer (representert ved kalsium) har også hatt en signifikant reduksjon på flere stasjoner.



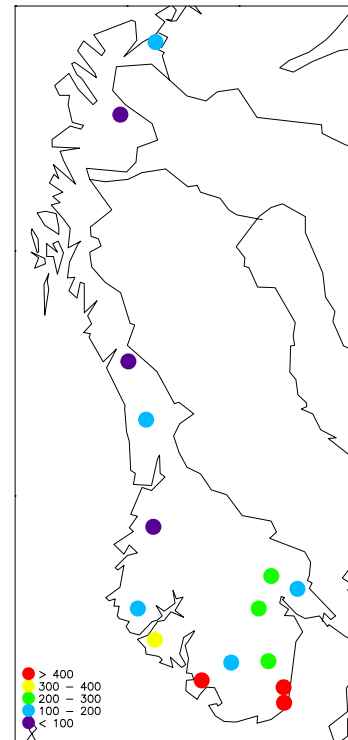
Figur 1. Lokaliteter som inngår i overvåkingsprogrammet for atmosfærisk tilførsel og bakkenær ozon i 2008.



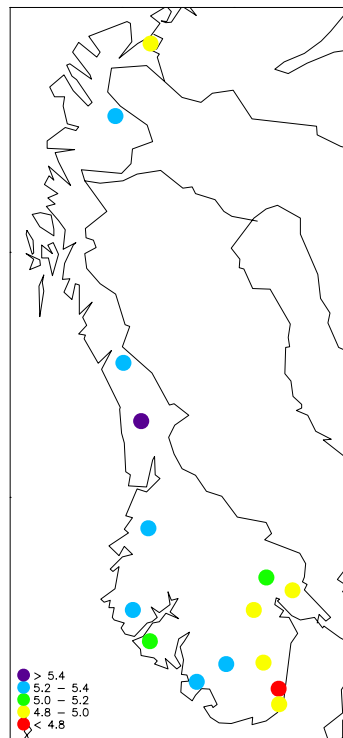
Sulfat –  
konsentrasjoner  
i nedbør 2008  
mg S/l



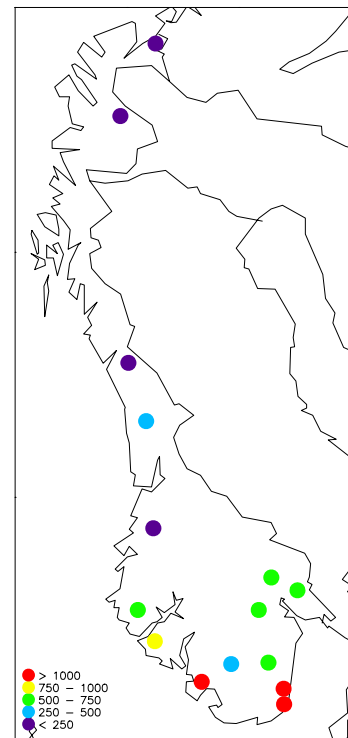
Sulfat –  
våtavsetning i  
nedbør 2008  
mg S/m<sup>2</sup>



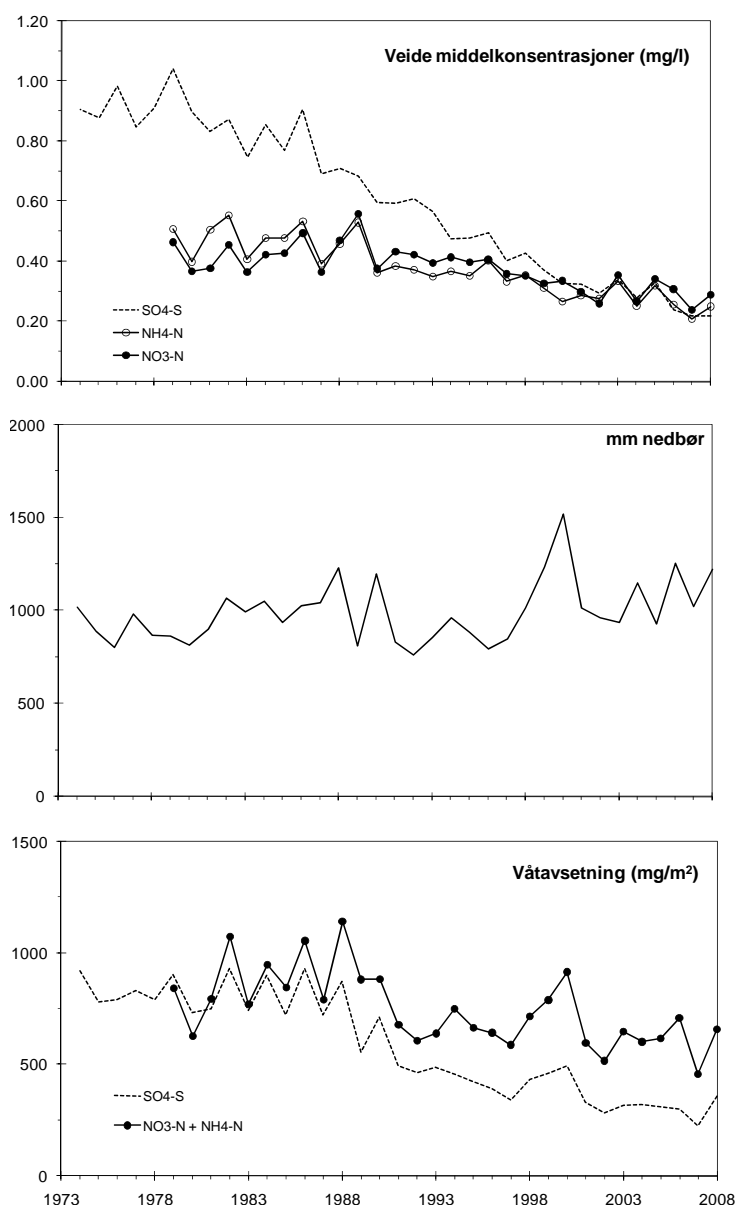
pH  
middelverdier  
2008



Sum nitrat og  
ammonium  
avsetning  
2008  
mg N/m<sup>2</sup>

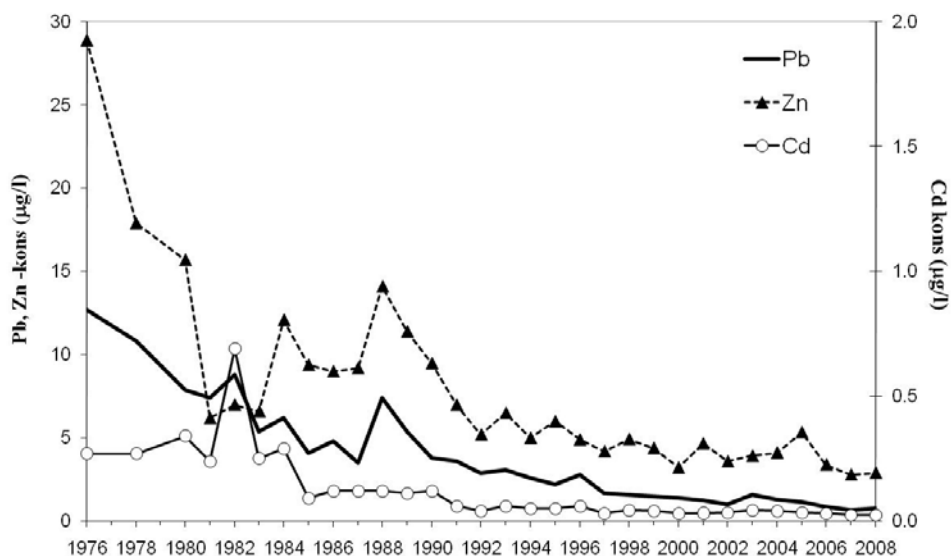


Figur 2. Middelkonsentrasjoner i nedbør av sulfat og pH, våtavsetning av sulfat og nitrat + ammonium på norske bakgrunnsstasjoner i 2008.



Figur 3. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og ammonium, gjennomsnittlige årlige nedbørmengder og våtavsetninger av sulfat og nitrogenkomponenter fra 1973 til 2008 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 1,25 og 0,23  $\mu\text{g/l}$ . 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 det høyest våtavsetning på Svanvik. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med 60-80% siden 1978. På Svanvik var det en periode fra 2000-2003 med forhøyde verdier, men ellers har nivået vært relativt konstant siden 1990, med årlige variasjoner avhengig av meteorologiske forhold. Innholdet av sink har avtatt med ca. 70% siden 1976. Kadmiuminnholdet har avtatt med 50-80% siden slutten av 1970-årene, og endringen har vært størst på Birkenes (Figur 4). Kadmiumnivået på Svanvik og i Hurdal har steget noe de siste par årene, særlig markant er det på Svanvik med rekordhøyt nivå i 2007, noe lavere i 2008.



Figur 4. Middelskonsentrasjonene av bly, kadmium og sink i nedbør på Birkenes, Aust-Agder for årene 1976-2008.

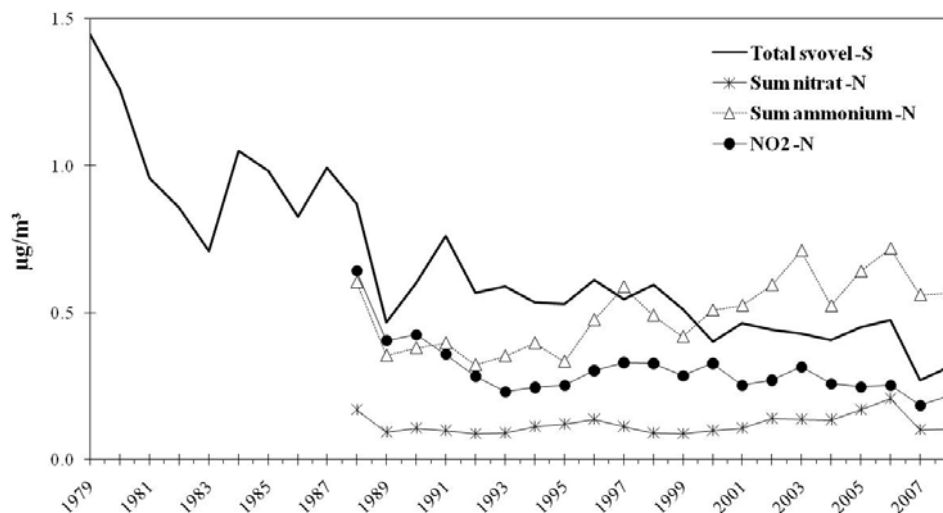
### 2.3 Luftens innhold av forurensninger - tørravsetninger

Årsmiddelskonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, representert med SO<sub>2</sub>-konsentrasjon på Søgne på 0,15 µg S·m<sup>-3</sup> og Karasjok med 0,35 µg S·m<sup>-3</sup>. Høyeste døgnmiddel ble målt i Karasjok med ekstreme 23,6 µg S·m<sup>-3</sup> 27. februar 2008.

Trajektoriene for denne dagen viser at luftmassene kommer fra Kolahalvøya. 28. januar var det også veldig høyt nivå. Samme episode gjenspeiles i høye sulfatverdier. Høyeste årsmiddel av partikulært sulfat ble målt på Søgne (0,32 µg S/m<sup>3</sup>). Den høyeste episoden ble observert på Birkenes 30. juni (4,18 µg S/m<sup>3</sup>).

Høyest NO<sub>2</sub>-nivå ble observert på Hurdal med årsmiddel på 0,73 µg N·m<sup>-3</sup>. Denne stasjonen påvirkes av den store biltrafikken i denne regionen. Den høyeste døgnmiddelverdien av NO<sub>2</sub> ble også målt på Hurdal (5,6 µg N·m<sup>-3</sup>) 23. desember. Høyeste årsmiddelverdier for "sum nitrat" hadde Søgne med 0,26 µg N·m<sup>-3</sup>. Tustervatn har høyest nivå av sum ammonium med 0,98 µg N m<sup>-3</sup>, men denne stasjonen er påvirket av lokal gårdsdrift.

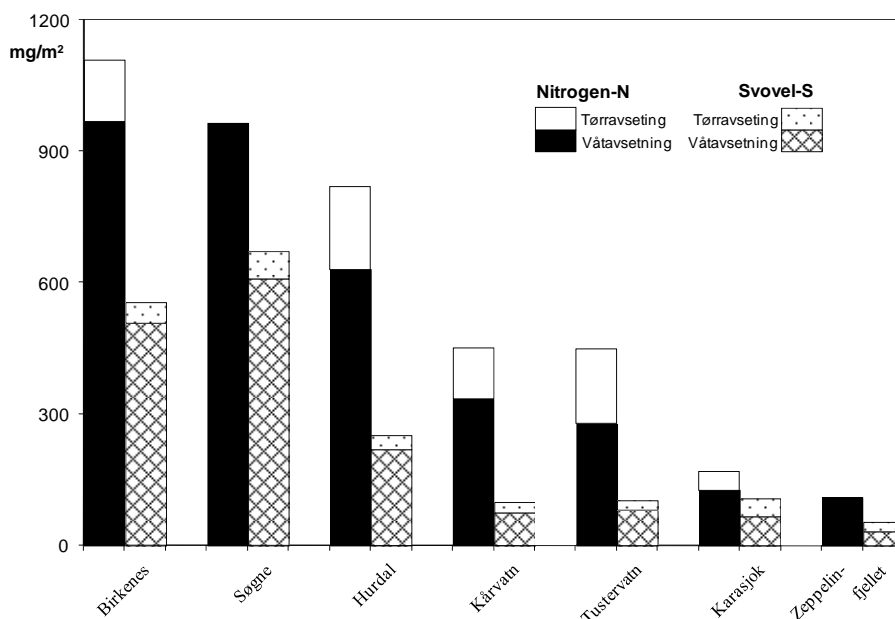
Reduksjonene er for svoveldioksid, med 1980 som referanseår, er beregnet til å være mellom 85% og 93% (67-91% fra 1990), og for sulfat mellom 71% og 80% (52-60% fra 1990) for fastlands-Norge. Årsmiddelskonsentrasjonen av summen ammonium+ammoniakk og summen nitrat+salpetersyre i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet mellom 1986 og 1989. Det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for NO<sub>2</sub> 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

Våtavsetningen bidrar mest til den totale avsetningen i alle landsdeler, unntatt i Finnmark (Figur 6). Tørravsetningsbidragene av nitrogenforbindelser på Tustervatn og Kårvatn skyldes delvis lokale ammoniakkutslipp. Tørravsetningsbidraget er kun beregnet for stasjonene med fullt måleprogram. Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetning var 21-28% om sommeren og 2-13% 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. 36% tørravsetning om sommeren og 44% 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 2008.

## 2.5 Bakkenær ozon

De høyeste maksimumsverdiene i 2008 ble registrert på Birkenes ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og på Haukenes, Sandve og Prestebakke (Tabell 1). Maksimumsmålingene, som var  $155\text{-}160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på alle disse fire stasjonene, skriver seg fra samme episode i første halvdel av mai. Ozonmålingene viser generelt høyere nivåer i 2008 sammenlignet med året før, men 2007 var et år med svært lave nivåer av bakkenært ozon i Norge. I 2006 var ozonnivået uvanlig høyt i hele landet. Disse variasjonene fra år til år er i stor grad styrt av den dominerende meteorologien i de enkelte årene.

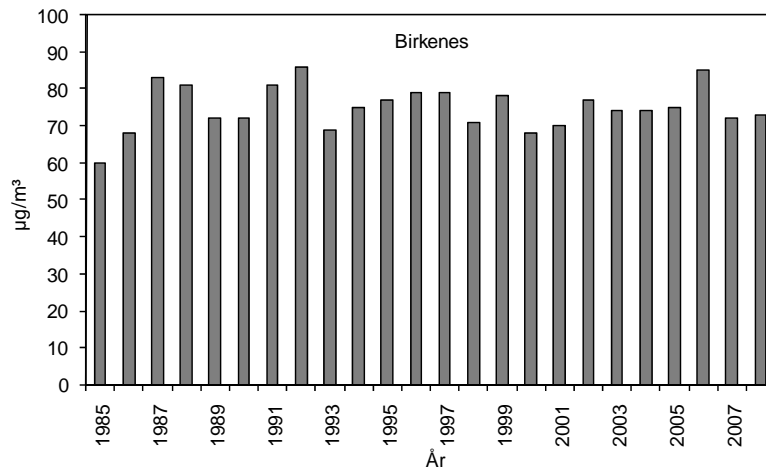
Timemiddelverdier over  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt på alle målestasjonene, og grenseverdien for helse med 8-timers middel på  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (SFTs grenseverdi) ble overskredet hyppig på alle stasjonene. Grenseverdien på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for løpende 8-timers middel (EU's luftkvalitetsdirektiv, 2008/50/EC) ble imidlertid overskredet på alle stasjonene sør for Finmark i 2008.

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 2008.

Målested	Totalt antall		$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$160 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dato
Prestebakke	8766	366	349	42					155,1	2008-05-10
Hurdal	8733	366	206	28					139,4	2008-05-11
Haukenes	5919	249	231	38					156,6	2008-05-11
Birkenes	8663	366	256	38					159,8	2008-05-11
Sandve	8748	366	349	52					155,8	2008-05-10
Kårvatn	8522	364	157	18					132,6	2008-04-29
Tustervatn	8752	366	408	48					136,8	2008-05-11
Karasjok	8763	366	163	23					123,2	2008-05-03
Zeppelinfjellet	8516	365	69	8					109,8	2008-05-19
Sum datoer		366		86						

Norske anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av plantevekst er de samme som tålegrensene fastsatt av ECE (1996) og EUs luftkvalitetsdirektiv. Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong. Grenseverdien på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 7-timers middel for kl. 09-16 i vekstsesongen (april-september) ble overskredet i hele landet i 2008. Middelveidien var størst på Sandve ( $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). 7-timers middelverdier for Birkenes i perioden 1985-2008 (Figur 7) viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden.

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, ble overskredet på Prestebakke, Birkenes og Sandve i 2008. Høyest var verdien på Sandve med 4571 ppb-timer. Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog ble ikke overskredet på noen stasjoner i 2008.



Figur 7. Middelkonsentrasjon av ozon for 7 timer (kl. 09-16) i vekstsesongen (april-september) ved Birkenes i perioden 1985-2008.

### 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 forsuringssituasjonen i vann over tid, som følge av endringer i tilførsler av svovel og nitrogen både som storskala regionale endringer og variasjoner i forsuringssituasjonen gjennom året.

Overvåking av innsjøer gir den regionale oversikten over forsuringssituasjonen 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 en gang per år.

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

De to elvene som er med i programmet, er ikke kalket systematisk, men det er såpass mye kalking i nedbørfeltet at elvene er til en viss grad påvirket av denne kalkingen. Prøvetakingsstasjonene er i utløpet av elvene og gir dermed informasjon om endringen 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 en gang per måned, men med noe tettere frekvens i vårløsningen. Overvåking av kalkingen følges ellers opp i et eget, detaljert program administrert av DN.

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

##### 3.1.1 Overvåking av innsjøer

Med bakgrunn i "1000-sjøers undersøkelsen" i 1986 ble noe over 100 sjøer valgt ut for å dokumentere effekter av endringer i tilførsler av langtransporterte luftforurensninger (SFT 1989). I 1987 ble det i samarbeid med fylkenes miljøvernmyndigheter tatt vannprøver fra 111 sjøer for kjemisk analyse. Etter hvert har en del av sjøene blitt byttet ut med nye, først og fremst fordi de er blitt kalket. I 1995 ble en ny innsjøundersøkelse gjennomført – "Regional innsjøundersøkelse 1995" (RIU95) (Skjelkvåle *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 innsjølokaliteter 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. Det er et relativt stort overlapp mellom disse to dataseriene slik at 106 innsjøer totalt blir undersøkt for vannkjemisk 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 2008 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 utvalgsriteriene. 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 2008 og årlige middelverdier for innsjøer fordelt på geografiske regioner for perioden 1986-2008, er presentert i Vedlegg E.

### 3.1.2 Overvåking av elver

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

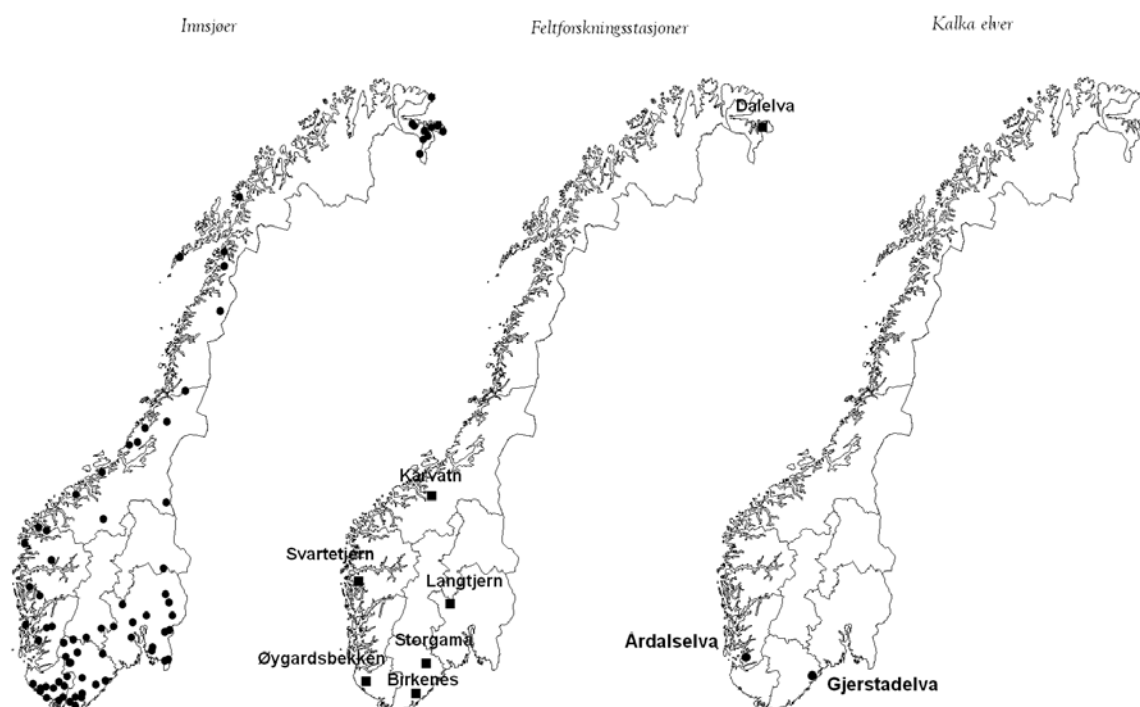
Kringinfo for disse to elvene er vist i Tabell 3 og lokaliseringen i Figur 8. Alle analyseresultater for 2008 samt årlige middelverdier for perioden 1980-2008 er presentert i Vedlegg E.

### 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 and 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 2008 samt veide årlige middelverdier for perioden 1980-2008, er presentert i Vedlegg E.





Figur 8. Lokalisering av alle de undersøkte lokalitetene i 2008 (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	Høgfjellet i Sør-Norge	3
IV	Sørlandet – Øst	14
V	Sørlandet – Vest	11
VI	Vestlandet – Sør	3
VII	Vestlandet – Nord	5
VIII	Midt-Norge	10
IX	Nord-Norge	5
X	Øst-Finnmark	11
Total		78

Tabell 3. Elver som inngår i det vannkjemiske overvåkingsprogrammet.

Fylke	Elv	Region	ID	Vassdr.nr	Prøvetakingssted	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 2008

Nedgangen i ikke-marin sulfat i feltforskningsområdene fortsetter også i 2008, selv om trenden har flatet noe ut spesielt for Dalelva (Øst Finnmark). Birkenes er det eneste av feltene som har hatt negativ ANC som årsgjennomsnitt gjennom hele overvåkingsperioden, mens Øygardsbekken veksler mellom positive og negative verdier avhengig av i hvilken grad feltet blir påvirket av sjøsaltepisoder. I 2007 og 2008 har Øygardsbekken negativ årsgjennomsnitt for ANC. Den positive utviklingen de siste årene gjør at Storgama, og kanskje også Svartetjern begynner å nærme seg en vannkvalitet hvor innlandsørret kan overleve. Selv om ANC i Langtjern ser ut til å ha stabilisert seg på rundt 40 µg L<sup>-1</sup> de siste fem årene, forekommer det fremdeles episoder med vannkvalitet som er for dårlig for overlevelse av fisk. 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  $0,5\text{--}0,7 \text{ g S m}^{-2}$ , mens summen av nitrat og ammonium har vist noe større variasjon i området  $1,0\text{--}1,7 \text{ g N m}^{-2}$  der årene 2006 (høyest) og 2007 (lavest) representerer intervallets ytterpunkter. Den nedre verdien for total S og N avsetning målt i 2007, er det laveste som hittil er registrert for dette området. I 2008 er total S og N avsetning målt til samme verdi som siste femårs gjennomsnitt, hhv.  $0,6 \text{ g S m}^{-2}$  og  $1,4 \text{ g N m}^{-2}$ . Det har vært en signifikant ( $p < 0,01$ ) nedgang i deposisjon for både svovel og nitrogen siden målingene av tørravsetning kom i gang i 1987 (Mann-Kendall test, årsverdier). Nedbørsmengdene ved NILUs målestasjon Birkenes (190 m.o.h.) de siste tre årene (2006-2008) har vært hhv. 1833, 1441 og 1990 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Rislå (66 m.o.h.) er til sammenligning 1490 mm, slik at 2008 regnes som et betydelig vått år sammenliknet med et normalår for nedbørmengder.

Til tross for stadig forbedring i vannkvalitet, må Birkenes-feltet fremdeles karakteriseres som betydelig forsuret. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av ikke-marin sulfat de siste tre årene har variert mellom tidenes laveste verdi på  $38 \mu\text{eq L}^{-1}$  (2008) og  $52 \mu\text{eq L}^{-1}$ , og blant feltforskningsstasjonene er det kun Dalelva som har høyere verdier. Vannkvalitetsforbedring gjennom mesteparten av 1990-tallet ser ut til å fortsette også etter 2000. I 2008 lå veide årsmidler for ANC, pH og labilt Al på hhv.  $-20 \mu\text{ekv L}^{-1}$ , 4,69 og  $169 \mu\text{g L}^{-1}$ .

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2006-2008 er vist i Figur 9. Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat varierer vanligvis relativt lite gjennom året i Birkenes-feltet hvilket er tilfelle både i 2007 og 2008, mens det i år med tørre somre som i 2006 kan oppstå store variasjoner.

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. Til forskjell fra de to foregående årene, mangler 2008 den typiske toppen i nitratkonsentrasjoner senvinters eller om våren. Dette bidrar således til de laveste årsmiddelverdier i nitrat som er registrert gjennom tidene i Birkenes-feltet dette året. Årsmiddelkonsentrasjoner av nitrat de siste tre årene (2006-2008) har ligget på  $74\text{--}128 \mu\text{g N L}^{-1}$ , med den laveste verdien i 2008.

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon (TOC) viser også en tydelig sesongvariasjon, men mønsteret er til dels motsatt av 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. Det mest iøynefallende ved TOC-konsentrasjonene i løpet av de tre siste årene, er de svært høye verdiene (maksimum  $32,3 \text{ mg L}^{-1}$ ) målt i løpet av en tørkeperiode sommeren 2006. Ser man bort fra disse ekstremverdiene, varierer konsentrasjonene i intervallet  $2,7\text{--}12,3 \text{ mg L}^{-1}$  igjennom årene 2007 og 2008.

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 2006-2008 på 4.66-4.70, 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 2007 og 2008, og selv om det har skjedd en halvering av labilt Al siden 1990, har Birkenes fremdeles kronisk høye konsentrasjoner som langt overskrider 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 nede i  $169 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2008.

### 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 de siste fem årene har 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 avsetningen av svovel (p<0,01) og nitrogen (p<0,05) siden 1985 (Mann-Kendall test, årlige middelveier). Nedbørmengdene ved Treungen de siste tre årene (2006-2008) har vært hhv. 1522, 1006 og 1150 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Tveitsund (252 m.o.h.) er til sammenligning 994 mm, slik at 2008 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 (2008) ANC verdi er redusert til 8  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  fra tidenes maksimumsverdi (12  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ) året før. 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 av labilt Al i 2008 var tidenes laveste - 25  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2006-2008 er vist i Figur 10. Det er ingen tydelig sesongvariasjon i pH som for eksempel nitrat og TOC, men laveste og høyeste verdi ser ut til å opptre til omtrent samme tid hvert år, hhv. tidlig vinter og om sommeren. I den nevnte treårsperioden har pH gjennom året variert mellom 4,7 og 6,0. De høyeste verdiene er knyttet til tørrværsperioder somrene 2006 og 2008.

I 2008 var det stor variasjon i labilt aluminium (LAl) gjennom året, fra minimum under den tørre perioden om sommeren med verdier <5  $\mu\text{g/l}$ , til maksimum (72  $\mu\text{g/l}$ ) under en episode om høsten omtrent på nivå med "sjøsaltvinteren" 2005. Med unntak av år 2006, var ANC negativ i to perioder om vinteren i 2007 og 2008. Sett i lys av disse episodene og relativt få eller kortvarige perioder med verdier over 20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  er det derfor trolig et stykke igjen før vannkvaliteten i Storgama-området kan regnes som akseptabel for fisk (Henriksen et al. 1996).

Nitratkonsentrasjonene i 2008 fortsatte på det relativt moderate nivået som er registrert i løpet av de senere årene. Høstperioden i de tre årene 2006-2008 utmerker seg med lavere verdier enn 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 snøsmeltningen 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 de siste fem årene har ligget rundt 0,2-0,3 g S m<sup>-2</sup> (NILUs målestasjon Brekkebygda, 390 m.o.h.), mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,3-0,6 g N m<sup>-2</sup>. Det har vært en signifikant reduksjon i våtavsetningen av svovel (p<0,01), nitrat (p<0,05) og ammonium (p<0,01) siden 1985 (Mann-Kendall test, årlige middelveier). Nedbørmengdene ved Brekkebygda de siste tre årene (2006-2008) har vært hhv. 934, 1093 og 950 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 pH har ligget jevnt mellom 4.9-5.0 de siste 10 årene. I 2008 var ANC 36  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  og labilt Al 20  $\mu\text{g L}^{-1}$ , og for sistnevnte er dette en nedgang fra året før. Verdien i labilt Al i 2008 bryter således den svake økningen som er observert siden 2004 da nivået var likt som i dag.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2006-2008 er vist i Figur 11. Den relativt lange og stabile vinteren i området, samt den markerte snøsmeltingsflommen preger ofte sesongmønsteret av mange av de vannkjemiske parameterne. Dette gjelder særlig sulfat, nitrat og ANC som alle viser en økning gjennom lavvannsperioden om vinteren, en tydelig topp like før snøsmeltningen og et kraftig konsentrasjonsfall under- og rett etter toppen av snøsmeltingsflommen. På samme måte som i 2007, er 2008 preget av lave nedbørsmengder om sensommeren og høsten. Dette gir lavere verdier for sulfat og nitrat i denne perioden sammenliknet med 2006.

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. Med en nedgang i årsmiddelkonsentrasjon fra 11,3 til 9,3  $\text{mg L}^{-1}$  fra 2007 til 2008, flates den økende trenden i TOC-konsentrasjoner ytterligere ut. Fremdeles har det høye innholdet av TOC i bekken 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 er for dårlig for overlevelse av fisk. Dette har spesielt vært knyttet til snøsmeltningen og til nedbørrike perioder om høsten hvor konsentrasjonene av uorganisk aluminium (LAl) fortsatt når nivåer som er svært giftige for fisk slik som høsten og vinteren 2007 med konsentrasjoner opp mot 80  $\mu\text{g L}^{-1}$ . I 2008 har uorganisk Al vært  $<40 \mu\text{g L}^{-1}$ . Arbeider av Lydersen et al. (2004) og Hindar og Larssen (2005) viser at en i vannforekomster som Langtjern med mye organisk materiale bør korrigere ANC for TOC-bidraget ( $\text{ANC}_{\text{aaa}}$ ) 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 opptre primært om vinteren (desember-mars). Tørkeperioder om sommeren opptre sjeldent.

Forurensningsbelastningen i Kårvatn er lav og stabil; gjennom hele måleperioden har årlig avsetning (våt + tørr) av sulfat ligget rundt 0,1-0,2  $\text{g S m}^{-2}$ , mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,3-0,5  $\text{g N m}^{-2}$ . På tross av den lave forurensningsbelastningen har også Kårvatn opplevd et signifikant ( $p < 0,01$ ) avtak i total svoveldeposisjon siden målingene av tørravsetning kom i gang i 1988 (Mann-Kendall test, årlige middelveidier). Nitrogenavsetningen viser ingen tilsvarende trend. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Kårvatn (210 m.o.h.) de siste tre årene (2006-2008) har vært hhv. 1218, 1930 og 1426 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Innerdal (403 m.o.h.) er til sammenligning 1547 mm.

Kårvatn kan karakteriseres som et uforsuret felt. I 2008 er veid årsmiddel-pH 6,3, labilt Al 2  $\mu\text{g L}^{-1}$ , mens ANC er 30  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Dette er omtrent samme verdier som de foregående to årene. Vannet ved Kårvatn er humusfattig, og som i 2007 ligger middel-TOC i 2008 på 0,8  $\text{mg C L}^{-1}$ . Den årlige nedbørmengden ved Kårvatn er vanligvis høy, og bidrar til fortykning av forvittringsprodukter som

kalsium og magnesium. Etter et av historiens våteste år i Kårvatn i 2007, er nedbørmengdene i underkant av normalnivå i 2008.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2006-2008 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. Middelverdien i 2008 er lik som året før ( $5 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) 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 er relativt sjelden med pH-verdier under 6,0 i bekken, og vanligvis inntreffer dette i forbindelse med snøsmelting, selv om det også kan skje som følge av kraftig høstnedbør som f.eks i oktober 2006. I 2008 varierte pH i området 6,1-6,7 hvilket er noe høyere enn i 2007.

Konsentrasjonene av labilt Al er lave og ligger vanligvis under  $10 \mu\text{g L}^{-1}$ , men i 2008 lå verdiene godt under  $8 \mu\text{g L}^{-1}$ . Konsentrasjonen av nitrat er moderat med veid årsmiddel i 2008 på  $19 \mu\text{g L}^{-1}$ . 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 1991-2008. Ved Svanvik ser det ut til å ha vært en nedgang i totalavsetningen av svovel i måleperioden 1987-2002 (Mann-Kendall test, årlige middelveier,  $p < 0,05$ ), mens det ikke er noen tydelig trend for nitrogen. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Karpbukt de siste tre årene (2006-2008) har vært hhv.  $506$ ,  $678$  og  $507 \text{ mm}$ . Normalnedbør (1961-90) på den nærliggende met.no stasjonen ved Karpbukt (12 m.o.h.) er til sammenligning  $500 \text{ mm}$ .

Konsentrasjonene av basekationer er forholdsvis høye i Dalelva, hvilket gjenspeiler relativ 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, periodevis opp mot  $140 \mu\text{ekv L}^{-1}$  som vinteren 2006. Nivåene fortsetter imidlertid å gå gradvis nedover. Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2006-2008 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 2008 er således intet unntak.

Årsmiddel-pH i Dalelva ser nå ut til å ha stabilisert seg på over 6,0 ( $6,2$  i de tre siste årene). Likevel måles det årvisse pH-avtak ned mot  $5,6\text{-}5,7$  i forbindelse med snøsmeltingsflommen om våren, hvilket

var tilfelle i mai 2008. Det er sjelden at konsentrasjonene av labilt Al overstiger  $10 \mu\text{g L}^{-1}$  i løpet av disse periodene, og ANC holder seg vanligvis relativt høy pga. stabile konsentrasjoner av basekationer. Både i 2007 og 2008 var det imidlertid gjennomgående lavere konsentrasjoner av basekationer enn i 2006, og en nedgang under snøsmeltingen begge år bidro til et samtidig dropp i ANC. Dette resulterte i lavere årsmiddel for ANC i 2007 ( $52 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og 2008 ( $57 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) sammenliknet med 2006 ( $65 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ).

TOC-nivået i Dalelva er vanligvis moderat, med typiske konsentrasjoner mellom 3 og  $6 \text{ mg C L}^{-1}$ . Både i 2004 og 2005 ble det registrert markerte TOC-topper (opp mot  $12 \text{ mg C L}^{-1}$ ) i forbindelse med tørrværsperioder om sommeren. Det ble ikke registrert tilsvarende topper i 2006-2008. Nitratkonsentrasjonene er generelt lave i vassdraget, med verdier omkring deteksjonsgrensen ( $1 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) i vekstsesongen og topper rundt  $40 \mu\text{g N L}^{-1}$  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 svært 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 får middels store avsetninger 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  $0,8\text{-}1,2 \text{ g N m}^{-2}$ . Det har vært en signifikant reduksjon i våtavsetningen av svovel ( $p < 0,01$ ), nitrat ( $p < 0,05$ ) og ammonium ( $p < 0,01$ ) siden 1985 (Mann-Kendall test, årsverdier). Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Haukeland de siste tre årene (2006-2008) har vært hhv. 3454, 4124 og 3649 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 2008 var 5,3, ANC  $4 \mu\text{ekv L}^{-1}$  og labilt Al  $31 \mu\text{g L}^{-1}$ . TOC-nivået i bekken er moderat, med årlige middelverdier i 2006-2008 omkring  $2,6\text{-}3,0 \text{ mg C L}^{-1}$ . På tross av relativt store totale forurensningsavsetninger er konsentrasjonen av sulfat i avrenningsvannet lavt i forhold til f.eks. Langtjern og Storgama. Dette skyldes at de store nedbørmengdene tynner ut konsentrasjonene av løste stoffer i avrenningen. Eksempelvis var middelkonsentrasjonen av ikke-marin sulfat i Svartetjern  $7 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2008, mens den var mer enn det dobbelte i både Langtjern og Storgama.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2006-2008 er vist i Figur 14. På grunn av sjøsaltpåvirkning inntreffer det vanligvis en topp i kloridkonsentrasjonen i løpet av vinterhalvåret. Maksimal kloridkonsentrasjon i 2007 og 2008 var like og på samme nivå som i 2005 som til dels var preget av kraftige sjøsaltepisoder (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltpåvirkningen i 2007 og 2008 førte til en periode med kraftig fall i ANC ( $< 0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og pH (minimum hhv. 4,9 og 5,0) om vinteren, og en økning i labilt Al (maksimum hhv. 71 og  $69 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

Konsentrasjonene av nitrat i Svartetjern følger den tradisjonelle sesongvariasjonen, med de høyeste verdiene om vinteren og de laveste i plantenes vekstsesong. Etter et år med maksimalkonsentrasjon i nitrat opp mot  $135 \text{ mg N L}^{-1}$  vinteren 2006, er maksimalkonsentrasjonen betydelig lavere vintrene 2007 og 2008 (hhv. 66 og  $36 \text{ mg N L}^{-1}$ ).

### 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 og Hessen 1997) og har siden 1996 inngått i overvåkingsprogrammet. Øygardsbekken er typisk for heiområdene på Sør-Vestlandet, med milde vintre uten permanent snødekke og hyppige

smelteperioder og småflommer gjennom hele vinteren. Nedbørmengden er høy, og feltet mottar betydelige mengder sur nedbør.

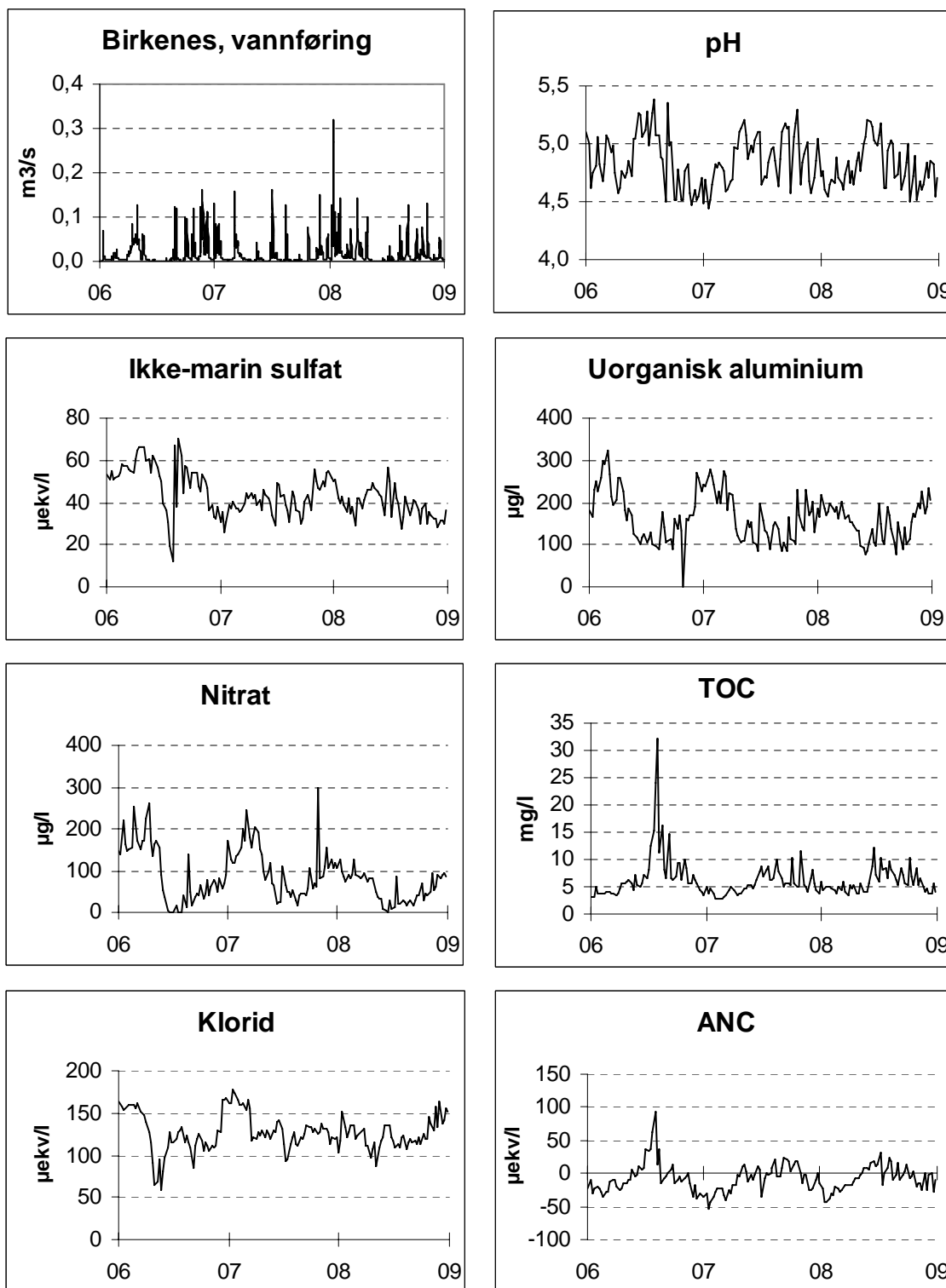
Nærmeste og mest representative bakgrunnsstasjon med kontinuerlig tidsserie for våt- og tørravsetning har vært Skreådalen i Sirdal (474 m.o.h.), Vest Agder. Denne er imidlertid nedlagt fra og med 2005 og nærmeste NILU-stasjon er nå Vikedal (60 m.o.h.), som ligger nesten 100 km nord for Øygardsbekken. Total årsavsetning av svovel og nitrogen på denne stasjonen har vært hhv. 0,4-0,6 g S m<sup>-2</sup> og 1,1-1,5 g N m<sup>-2</sup> de siste fem årene. Det har vært en klar nedgang i svoveldeposisjonen ved Vikedal-stasjonen siden 1985 (p<0,01), en nedgående trend for deposisjon av nitrat (p<0,05) og ingen trend for ammonium. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon i Vikedal de siste tre årene (2006-2008) har vært hhv. 2771, 3147 og 2986 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, men feltet har lavere ANC og høyere konsentrasjoner av labilt Al enn Svartetjern. Veid middel-pH i 2008 var 5,3, ANC -7 µekv L<sup>-1</sup> og labilt Al 43 µg L<sup>-1</sup>, og er omtrent like verdier som i 2007. TOC-nivået er lavt, med veid middel de siste fem årene (2006-2008) i intervallet 1,4-1,7 mg C L<sup>-1</sup>. Øygardsbekken har høyest nitratkonsentrasjon av feltforskningsområdene, og veid middel de siste tre årene har vært 104-162 µg N L<sup>-1</sup>, der den laveste verdien er for 2008 og er også laveste verdi registrert for Øygardsbekken i de 15 årene feltet er overvåket. 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 2006-2008 er vist i Figur 15. Etter et år med generelt god vannkvalitet i 2006 er 2007 og 2008 preget av sjøsaltepisoder på samme måte som i 2005 (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltepisoden i 2007 og 2008 satte tydelige spor på vannkvaliteten i Øygardsbekken i form av høye kloridkonsentrasjoner (maksimum 350 µekv L<sup>-1</sup> i 2007), lave pH-verdier (≤ 5,0) 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 sjøsaltepisoden i 2007 og 2008 til ANC-verdier ned mot -40 µekv L<sup>-1</sup>.

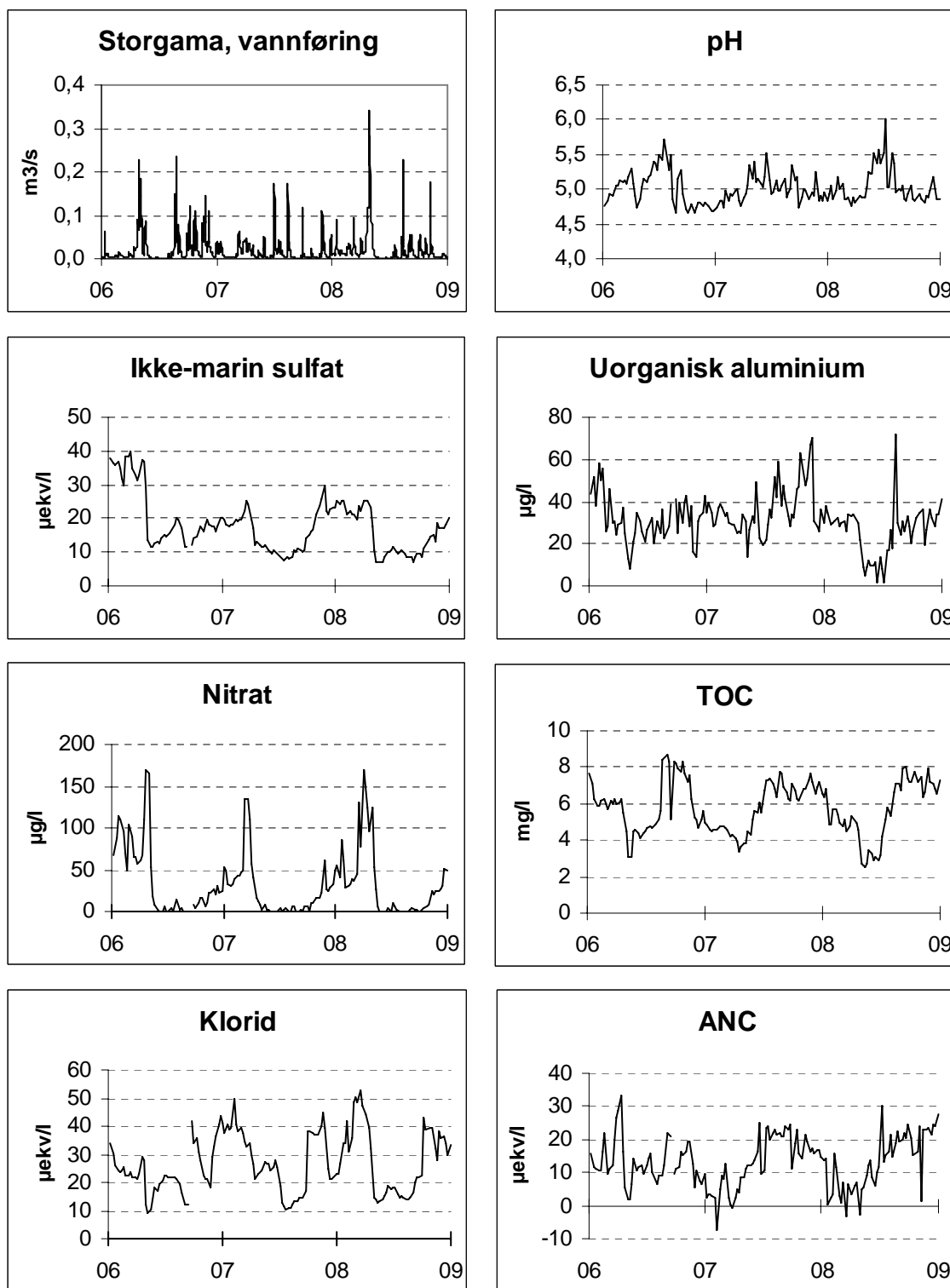


### Birkenes 2006 - 2008



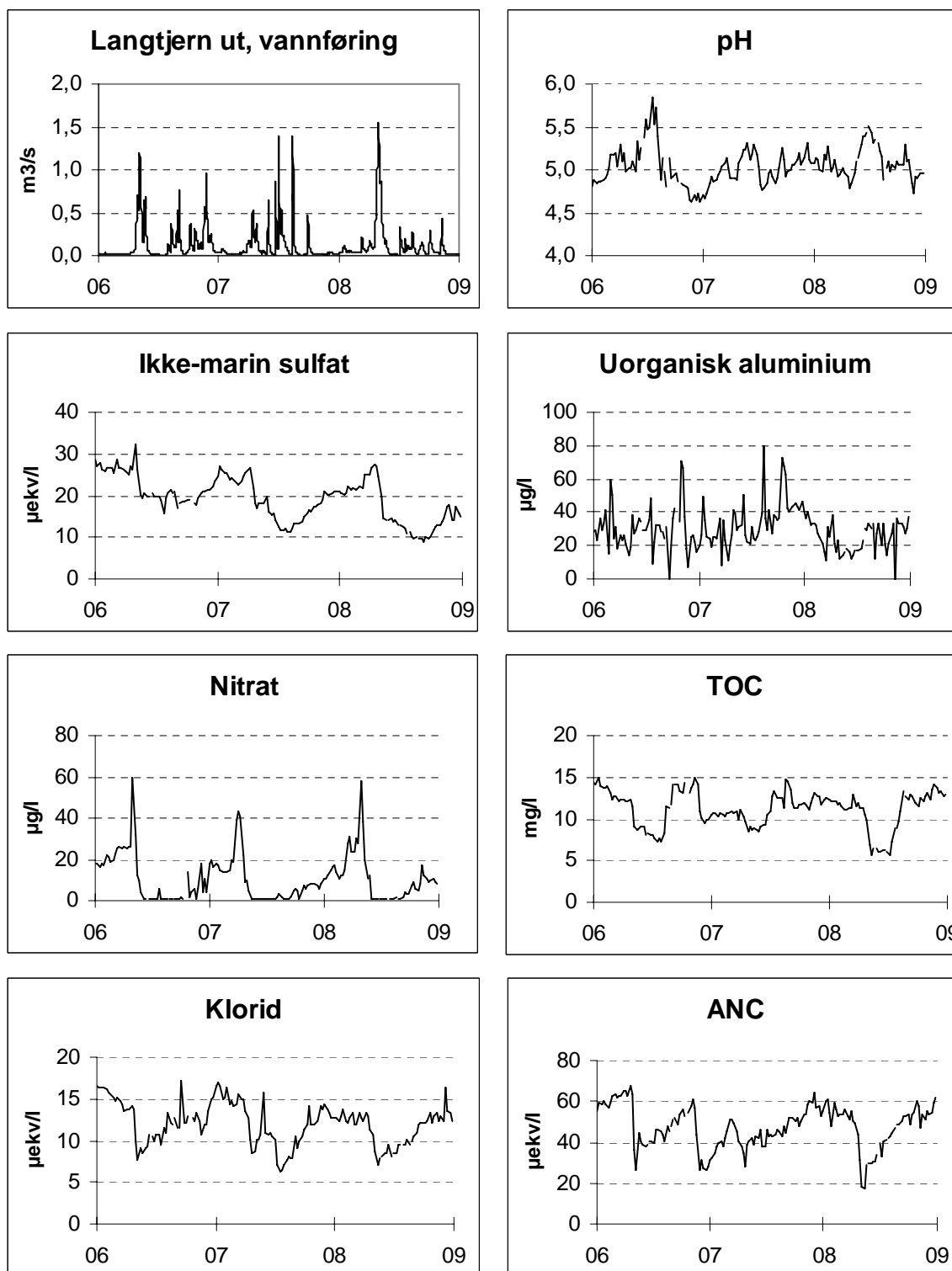
Figur 9. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Birkenes i perioden 2006-2008.

### Storgama 2006 - 2008



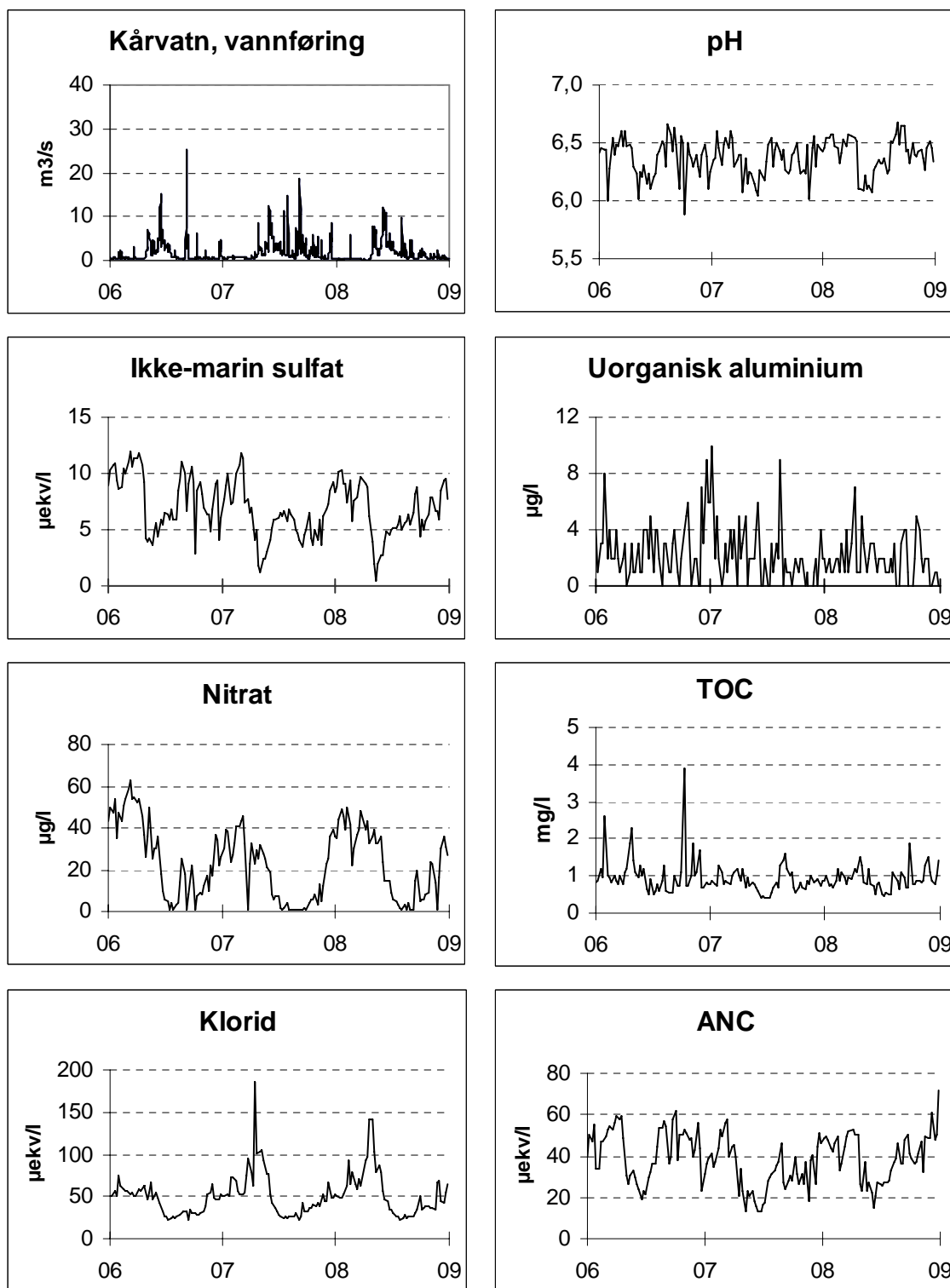
Figur 10. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Storgama i perioden 2006-2008.

### Langtjern ut 2006 - 2008



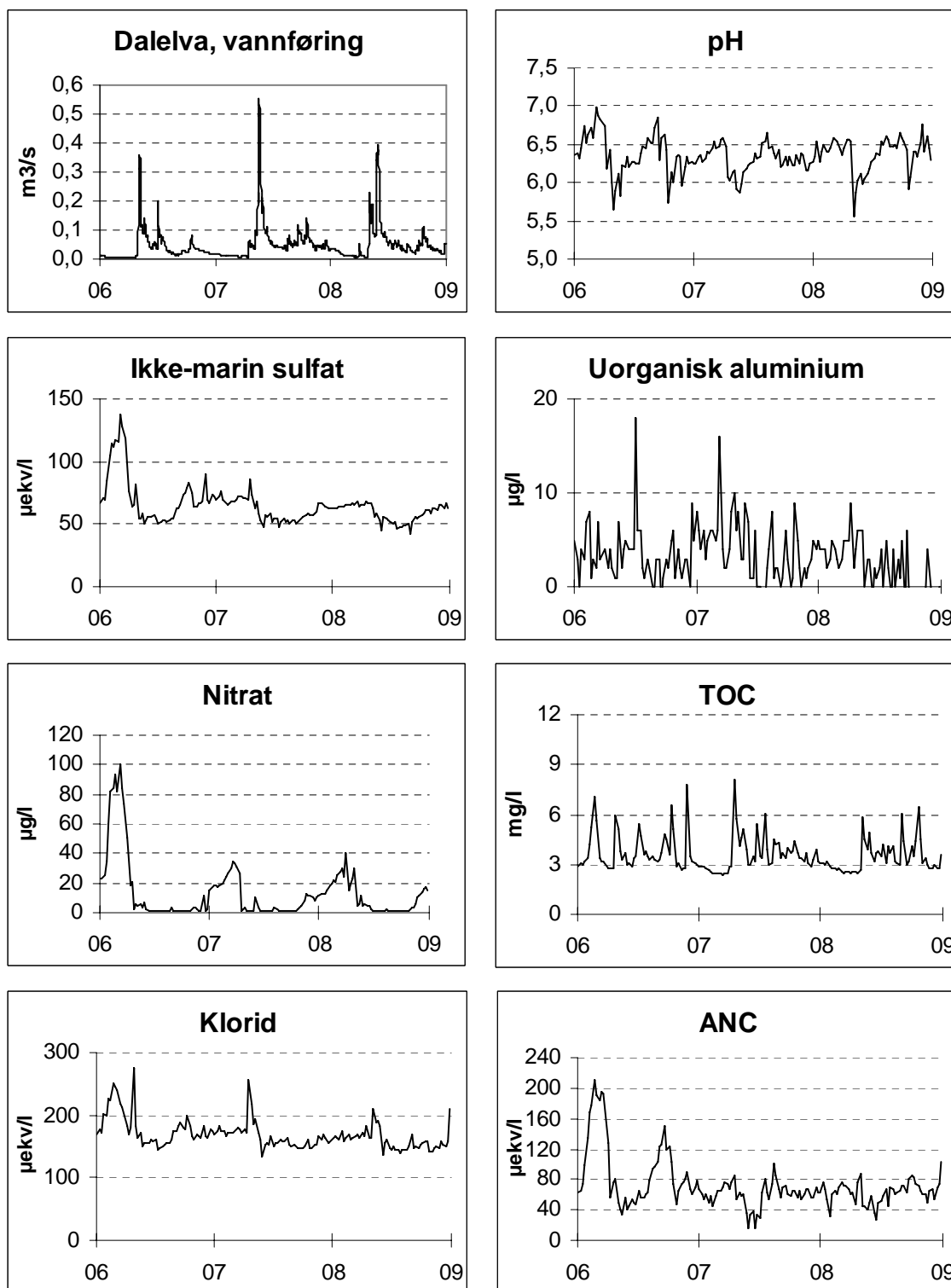
Figur 11. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Langtjern, utløp i perioden 2006-2008.

### Kårvatn 2006 - 2008



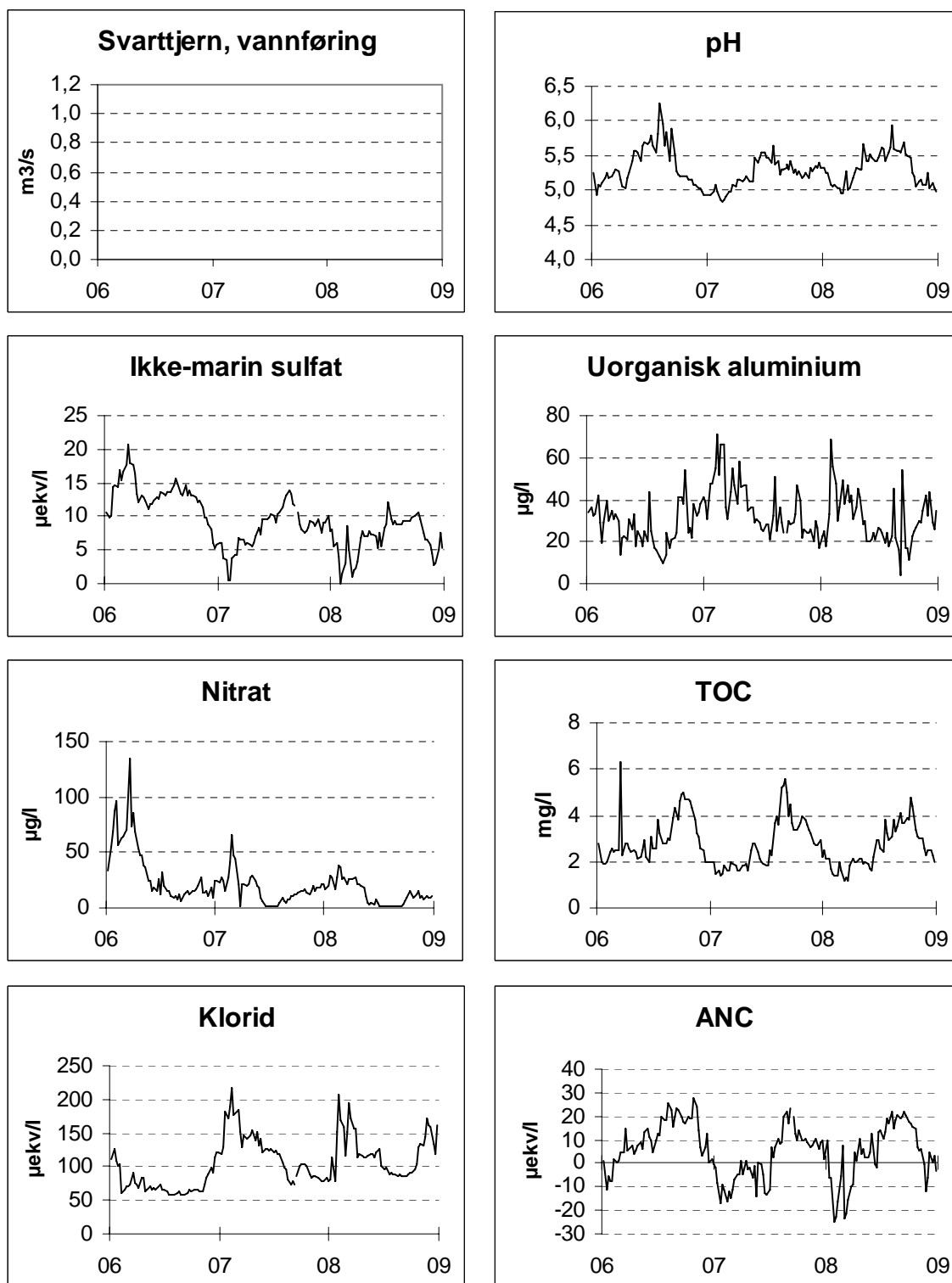
Figur 12. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Kårvatn i perioden 2006-2008.

### Dalelva 2006 - 2008



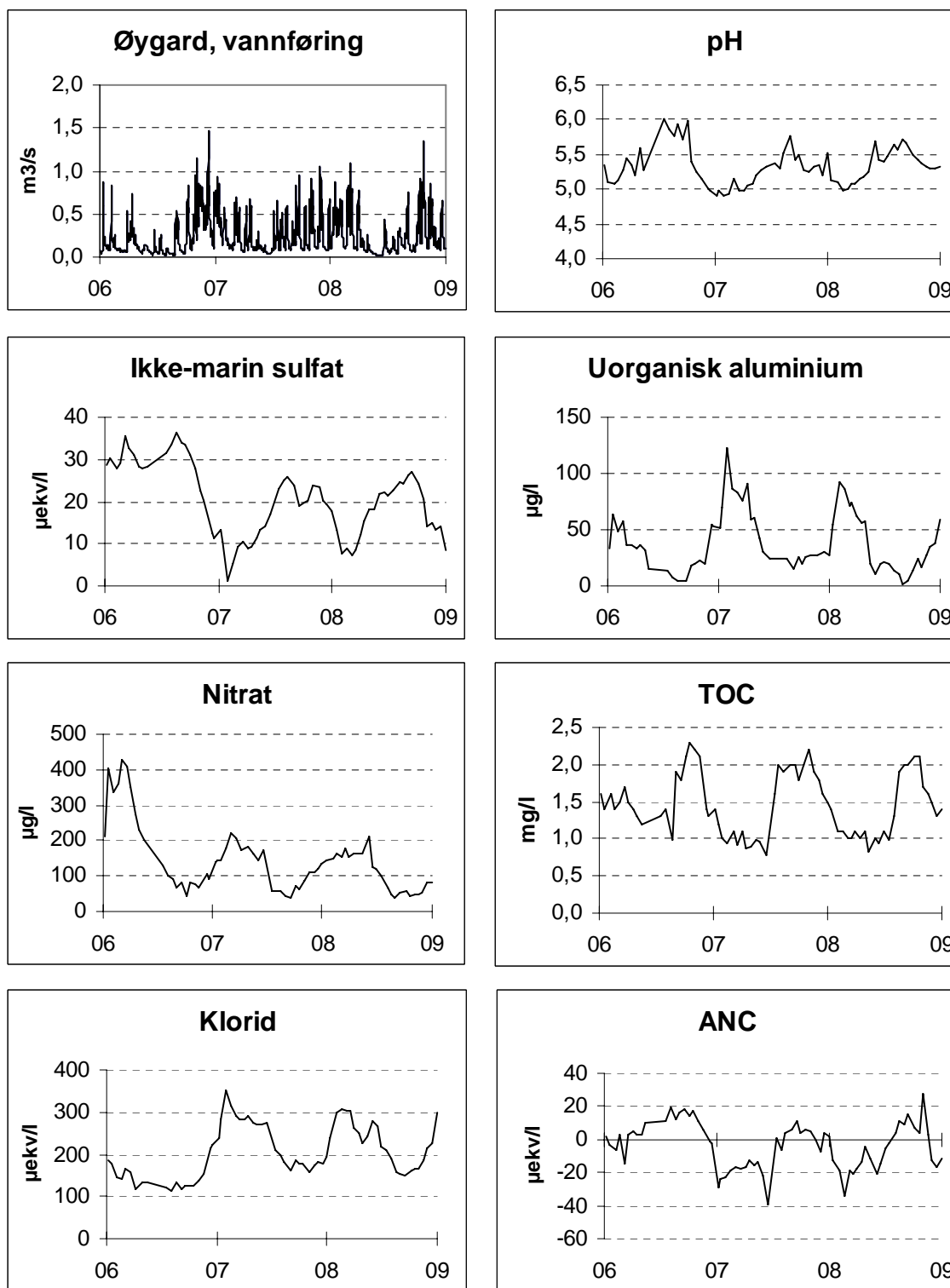
Figur 13. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Dalelva i perioden 2006-2008.

### Svartetjern 2006 - 2008



Figur 14. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Svartetjern i perioden 2006-2008. OBS! Ingen vannføringsstasjon

### Øygardsbekken 2006 - 2008



Figur 15. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Øygardsbekken i perioden 2006-2008.

### 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 37% for innsjøer i region X (Øst-Finnmark) til 70% for innsjøer i region II (Østlandet-Sør) for perioden 1986-2008, mens enkeltlokaliteter (feltforskningsstasjoner) i Sør-Norge viser reduksjoner > 75% i perioden 1980-2008 (Tabell 5).

Vannkjemien reflekterer endringer i nedbørkjemien og viser at konsentrasjonen av sulfat i 2008 var gjennomgående lavere eller på likt nivå som det foregående året. For ammonium og nitrat var konsentrasjonene noe høyere enn 2007, men tilsvarende nivåer som tidligere år (se kapittel 2).

Det var en tendens til utflating i nedgangen av sulfat i vann og vassdrag fra 2001-2006, men 2007 og 2008 viser de laveste konsentrasjoner i sulfat som er registrert gjennom hele overvåkingsperioden slik at den nedadgående trenden fortsetter.

Tabell 5. Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1980 til 2008 for elver og feltforskningsstasjoner, og for perioden 1986 til 2008 for innsjøene. Tallene er basert på lineær regresjon.

Innsjøer Region	Antall innsjøer	1986 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	2008 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% nedgang fra 1986-2008
I. Østlandet - Nord	1	56	24	58
II. Østlandet - Sør	15	99	30	70
III. Fjellregion - Sør-Norge	3	36	12	68
IV. Sørlandet - Øst	14	63	21	67
V. Sørlandet - Vest	11	59	20	67
VI. Vestlandet - Sør	3	34	11	68
VII. Vestlandet - Nord	5	19	8	59
VIII. Midt-Norge	10	18	9	46
IX. Nord-Norge	5	19	9	53
X. Øst-Finnmark	11	73	46	37

	Region	1980 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	2008 SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% nedgang 1980-2008
<b>Elver</b>				
Gjerstad	IV	111	43	63
Årdalselva	VI	35	15	57
<b>Feltforskningsstasjoner</b>				
Langtjern	II	74	17	78
Storgama	II	80	14	82
Birkenes	IV	128	39	70
Kårvatn	VIII	15	7	52



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. De høyeste konsentrasjonene av nitrat i avrenningen måles i de områdene av Norge der nitrogen-deposisjonen er høyest (region V Sørlandet-Vest).

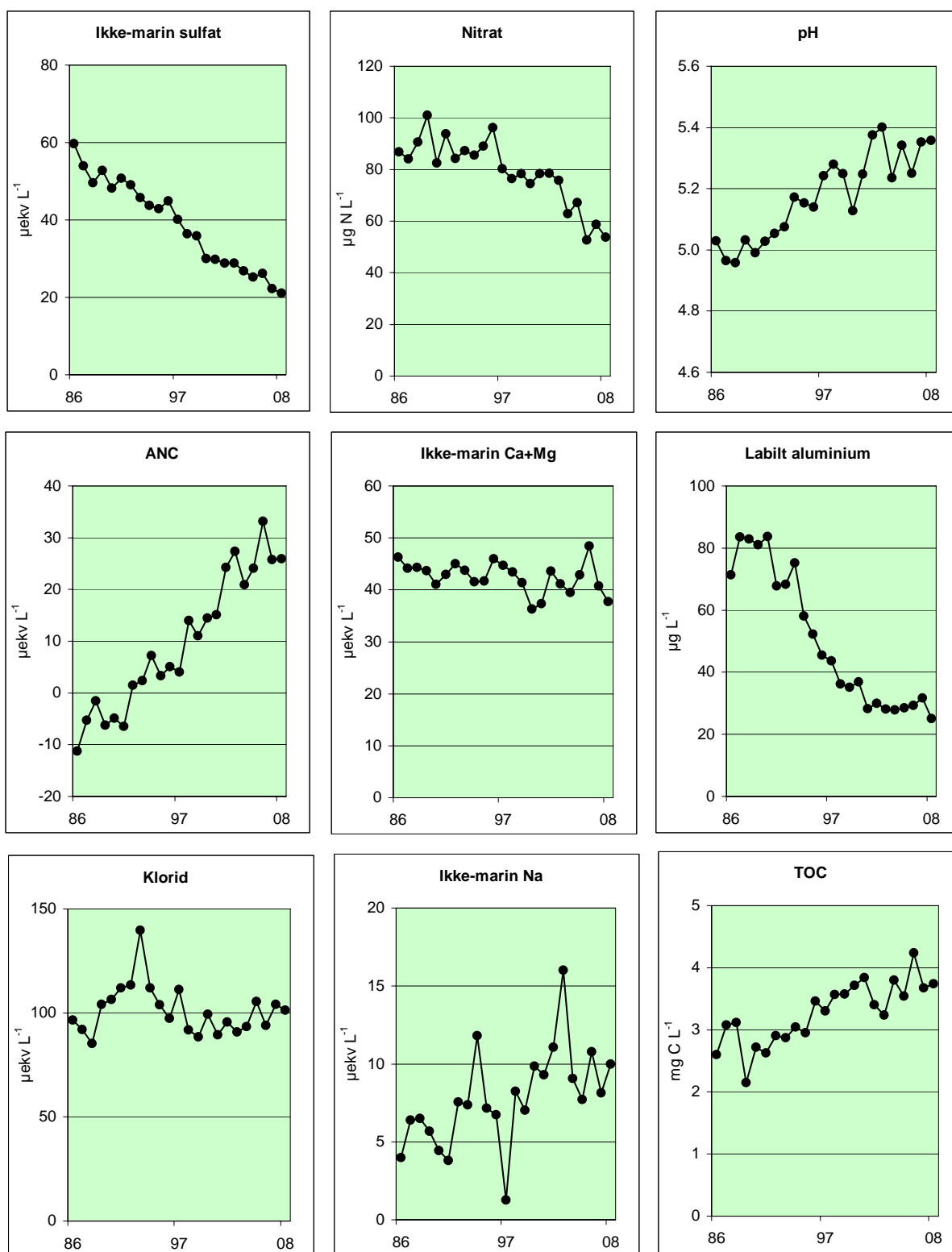
Nedgangen i sulfat gjennom overvåkingsperioden har hatt en tydelig innvirkning på vannkjemien i alle lokalitetene innen overvåkingsprogrammet. Hele landet sett under ett (Figur 16) har vist en klar økning i pH (se også Figur 17), syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og alkalitet, mens labilt aluminium (uorganisk "giftig" aluminium) har avtatt. Nedgangen i labilt aluminium har flatet helt ut siden 2001.

Statistisk beregning av trender for viktige forsøringsparametere fordelt på regioner (Tabell 6) viser at endringene vi observerer er signifikante. Sulfat og ANC har store årlige endringer, mens nitrat,  $H^+$  og alkalitet viser små årlige endringer. Basekationene (kalsium og magnesium) viser ingen systematiske trender (både øker, avtar og ingen trend). Organisk karbon (TOC) som er fulgt med interesse de siste årene pga økende trend, viser statistisk signifikant økning i 7 av 10 regioner, med årlig økning fra 0,005 - 0,17 mg C L<sup>-1</sup> per år fra 1990 til 2008.

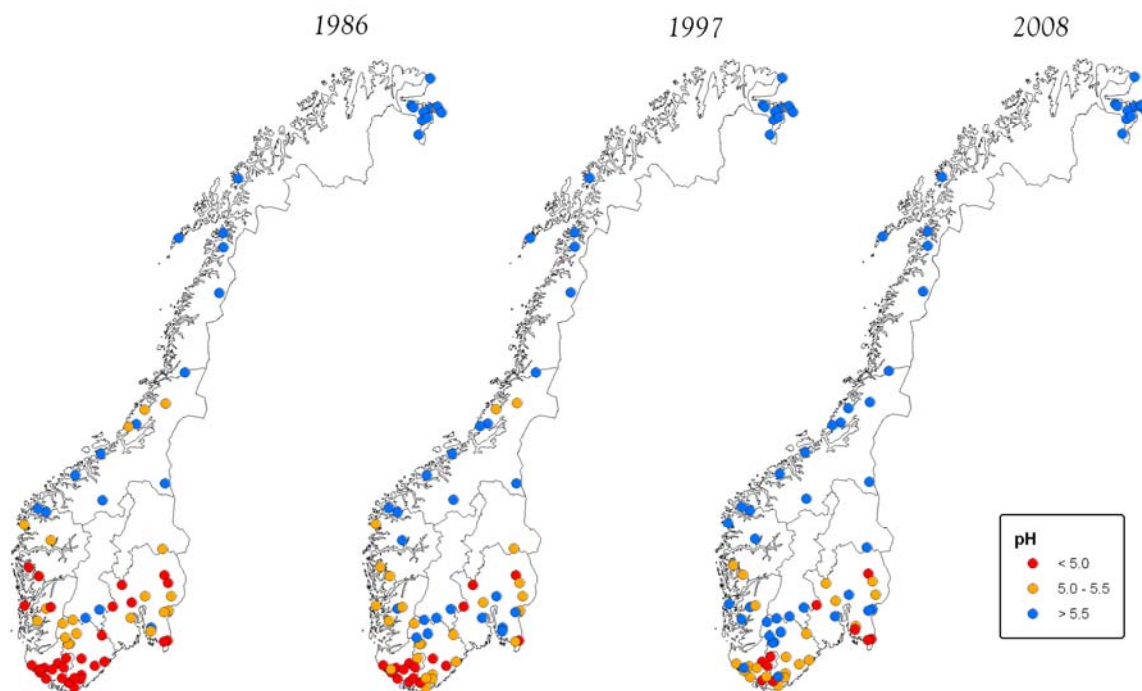
*Tabell 6. Tosidig regional Kendall test og estimert trend for perioden 1990-2008. Verdiene angir estimert trend for de enkelte regioner. Signifikante resultater ( $p < 0,05$ ) vises i gult (avtagende) og blått (økende). Enheter for  $SO_4^*$ ,  $NO_3$ ,  $H^+$ , ikke marine basekationer, alkalitet og ANC er  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{år}^{-1}$ , labilt Al  $\mu\text{g L}^{-1} \text{år}^{-1}$ , TOC mg C L<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. n er totalt antall observasjoner i innsjøene i perioden (bare høstprøver).*

Region	n	SO <sub>4</sub> <sup>*</sup>	NO <sub>3</sub>	H <sup>+</sup>	Ca+Mg <sup>*</sup>	Alkalitet	ANC	Labilt Al	TOC
I. Østlandet - Nord	19	-1.71	-0.03	-0.21	0.47	0.27	2.62	-0.38	0.163
II. Østlandet - Sør	282	-3.16	-0.09	-0.17	-1.00	0.00	2.50	-2.67	0.171
III. Fjellr. - Sør-Norge	54	-1.08	-0.24	-0.09	0.11	0.45	1.82	-1.03	0.016
IV. Sørlandet - Øst	263	-1.64	-0.23	-0.35	-0.19	0.00	1.89	-3.38	0.050
V. Sørlandet - Vest	205	-1.83	-0.29	-0.72	-0.11	0.00	2.67	-7.21	0.050
VI. Vestlandet - Sør	56	-0.90	-0.14	-0.25	0.35	0.00	1.48	-1.29	0.008
VII. Vestlandet - Nord	95	-0.51	-0.09	-0.15	0.16	0.00	0.89	-0.73	-0.001
VIII. Midt-Norge	189	-0.36	-0.04	-0.02	0.44	0.41	1.06	0.00	0.005
IX. Nord-Norge	94	-0.48	-0.02	-0.03	0.41	0.66	1.36	0.00	0.011
X. Øst-Finnmark	205	-1.13	-0.01	-0.01	0.15	0.70	1.78	0.00	0.000

### Gjennomsnittlig endring i 78 innsjøer fra hele landet



Figur 16. Endring i gjennomsnittlige konsentrasjoner for et utvalg av komponenter i 78 innsjøer fra 1986-2008 fordelt over hele landet (se Figur 8).



Figur 17. pH i overvåkingsinnsjøene i 1986, 1997 og 2008. Figuren illustrerer tydelig forbedringen i forurensingssituasjonen, ved at innsjøene blir mindre sure (får høyere pH)

Trender for perioden fra 1986 til 2008 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.

### 3.3.1 Region I – Østlandet-Nord

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 forurensing. I denne regionen har vi bare én lokalitet, men den er typisk for forurensingsfølsomme sjøer i denne regionen. Fra 2001 – 2006 flatet konsentrasjonen av ikke-marin sulfat ut på et nivå mellom 26-28  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , men 2008 viser den laveste konsentrasjonen av sulfat hittil på 23  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . pH viser økende trend fra pH < 5,3 før 1993 til > 5,5 etter 2002. I 2006 raste pH ned til 4,89. Dette kan trolig forklares med en dobling i TOC fra 7,5  $\text{mg L}^{-1}$  i 2005 til 13,5  $\text{mg C L}^{-1}$  i 2006. 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 - 2007 har verdien vært > 50  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , mens den i 2008 igjen gikk ned til 43  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Årsaken til dette er en nedgang i kalsium. 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 svak nedgang i perioden, mens organisk karbon (TOC) viser signifikant økning.

### 3.3.2 Region II – Østlandet-Sør

Region Østlandet-Sør er skogdekket og har det høyeste nivået av TOC av alle regionene. Flere av sjøene har TOC fra 15 til 20 mg C L<sup>-1</sup>. I denne regionen finner vi også det høyeste sulfatnivået. Dette skyldes en kombinasjon av høy belastning og relativt lite nedbør og lange oppholdstider i sjøene. Innsjøene i denne regionen har vist en kraftig forbedring i forurensingssituasjonen gjennom overvåkingsperioden. Ikke-marin sulfat er redusert med gjennomsnittlig 70% fra 1986 til 2007 i de 15 sjøene som representerer denne regionen og sulfatkonsentrasjonene i 2008 (27 µekv L<sup>-1</sup>) er den 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 2008, 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 µekv L<sup>-1</sup>, i perioden 1992-1997 15-20 µekv L<sup>-1</sup>, 1998-2003 25-40 µekv L<sup>-1</sup> og siden 2003 > 40 µekv L<sup>-1</sup>. Målingene i 2006 (gjennomsnittsverdi 57 µekv L<sup>-1</sup>) er den høyeste registrert så langt. Innsjøene som representerer denne regionen, hadde ikke alkalitet fram til 1993 (< 1 µekv L<sup>-1</sup>). Siden da har bikarbonatsystemet sakte bygget seg opp og nivået er nå omkring 10 µekv L<sup>-1</sup>. Gjennomsnittsverdien av labilt Al var i perioden fram til 1994 > 90 µg L<sup>-1</sup>, men har siden avtatt markert. Fra 2001 til 2007 har labilt Al vært < 65 µg L<sup>-1</sup>. Det er nedgang i nitrat (signifikant for perioden 1990-2008), mens TOC har vist en jevn økning gjennom hele 90-tallet; fra < 9 mg C L<sup>-1</sup> fram til 1997, til foreløpig høyeste registrerte gjennomsnittsverdi på 11 mg C L<sup>-1</sup> i 2006.

### 3.3.3 Region III – Fjellregion Sør-Norge

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 mg C L<sup>-1</sup>) og generelt lavt innhold av basekationer (Ca < 0,6 mg L<sup>-1</sup>). Forurensningsbelastningen er relativt lav, og sulfatnivået i innsjøene er i dag på nivå med det en finner i de minst belastede regionene i Norge. Likevel finner vi også her en markert nedgang i sulfat på 68 % fra 1986-2008. I årene 2000-2006 var gjennomsnittsnivået for sulfat tilnærmet uforandret (15-17 µekv L<sup>-1</sup>), men 2008 viser det laveste nivået registrert så langt (12 µekv L<sup>-1</sup>). ANC har vist en jevn økning i hele perioden fra < 10 µekv L<sup>-1</sup> fram til 1998 og > 20 µekv L<sup>-1</sup> siden 2004. I 2006 var gjennomsnittsverdien på 29 µekv L<sup>-1</sup> 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 µg L<sup>-1</sup> i perioden 1986-1990 til konsentrasjoner < 15 µg L<sup>-1</sup> etter 1997. Nitrat viser nedgang fra nivåer > 80 µg N L<sup>-1</sup> før 1999 og < 55 µg N L<sup>-1</sup> siden 2004. Gjennomsnittskonsentrasjonen i 2007 på 40 µg N L<sup>-1</sup> er den laveste som er registrert så langt. TOC viser en svak økning på gjennomsnittlig 0,016 mg C L<sup>-1</sup> per år (Tabell 5).

### 3.3.4 Region IV – Sørlandet-Øst

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 67 % fra 1986-2008. Nedgangen i sulfat flatet noe ut fra 2000-2006, men den laveste verdien så langt er registrert i 2008 (19 µekv L<sup>-1</sup>). Regionen har vært sterkt forsuret, men det er nå klare tegn til bedring. Gjennomsnittlig pH var < 5 fram til 1993 og > 5,1 siden 2001. GjennomsnittspH i 2008 var 5,29. ANC har vært sterkt negativ med konsentrasjoner < -20 µekv L<sup>-1</sup> fram til 1991. Siden 2002 har gjennomsnittsnivået vært > 10 µekv L<sup>-1</sup>. Tilsvarende gjelder for alkalitet som fram til 1993 var < 0 µekv L<sup>-1</sup>. Fra 1994 til 2008 har alkaliteten økt gradvis til 7 µekv L<sup>-1</sup>. Labilt Al har avtatt fra nivåer > 100 µg L<sup>-1</sup> fra 1986-1993 til < 45 µg L<sup>-1</sup> siden 2001. Konsentrasjonsnivået av LAI har imidlertid holdt seg på samme nivå siden 2001. Det er en avtagende trend i nitrat fra konsentrasjoner > 130 µg N L<sup>-1</sup> fram til 1996 til < 100 µg N L<sup>-1</sup> siden 2003 og gjennomsnittskonsentrasjonen i 2008 på 59 µg N L<sup>-1</sup> er den laveste verdien som er registrert så langt. TOC viser en klar tendens til økning fra et gjennomsnittlig konsentrasjonsnivå < 3 mg C L<sup>-1</sup> fra 1986-1995 til > 3 mg C L<sup>-1</sup> siden 1996.

### 3.3.5 Region V – Sørlandet-Vest

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 2008 de laveste gjennomsnittlige verdiene for pH (5,04) og alkalitet ( $0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) av alle de ti regionene. Denne regionen har til nå også hatt de høyeste gjennomsnittsverdiene av labilt Al, men nedgangen av LAl i denne regionen har vært kraftigere enn i region II, slik at det nå er region II som har den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonen av LAl. Denne regionen har også den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjon av nitrat ( $148 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) 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 (67%) fra 1986 til 2008, en økning i pH og ANC og nedgang i labilt Al. pH viser i både 2007 og 2008 en gjennomsnittsverdi  $> 5,0$ . 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 ( $49 \mu\text{g L}^{-1}$ ) ble registrert i 2008. Nitrat viser nedgang og gjennomsnittskonsentrasjonen i 2008 ( $148 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) 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 1995-2008 ( $2,3\text{-}3,2 \text{ mg C L}^{-1}$ ).

### 3.3.6 Region VI – Vestlandet-Sør

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 68 % fra 1986 til 2008. Den laveste gjennomsnittsverdien for sulfat så langt er registrert i 2007 og 2008 ( $10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Denne regionen viste for første gang i 1996 en gjennomsnittlig positiv ANC, men ANC varierer en del fra år til år. I 2008 var gjennomsnitt ANC  $19 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Variasjonen i ANC skyldes variasjon i ikke-marine basekationer (kalsium) fra år til år. Siden 1996 har pH vært  $> 5,4$ , og 2008 har den høyeste registrerte gjennomsnittsverdien så langt (pH 5,88). 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  $132 \mu\text{g N L}^{-1}$  i 2008) av samme grunn som i regionen Vestlandet-Sør (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 trend.

### 3.3.7 Region VII – Vestlandet-Nord

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 (59%) og gjennomsnittskonsentrasjonen av ikke-marin sulfat i de 5 sjøene som representerer denne regionen, var  $7 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2007 og 2008. Dette har resultert i endringer i forsureningskjemien. ANC har økt fra  $< -10 \mu\text{ekv L}^{-1}$  før 1991 til  $10 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2006 og 2008, mens pH har økt fra  $< 5,2$  før 1991 til  $> 5,4$  etter 2002. Gjennomsnittskonsentrasjonen for pH var 5,66 i 2008, som er den høyeste verdien som er registrert så langt. Labilt Al har avtatt fra nivåer  $> 25 \mu\text{g L}^{-1}$  til  $< 10 \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Nitrat viser en svakt nedadgående trend, mens TOC ikke viser noen trend i denne regionen.

### 3.3.8 Region VIII og IX – Midt-Norge og Nord-Norge

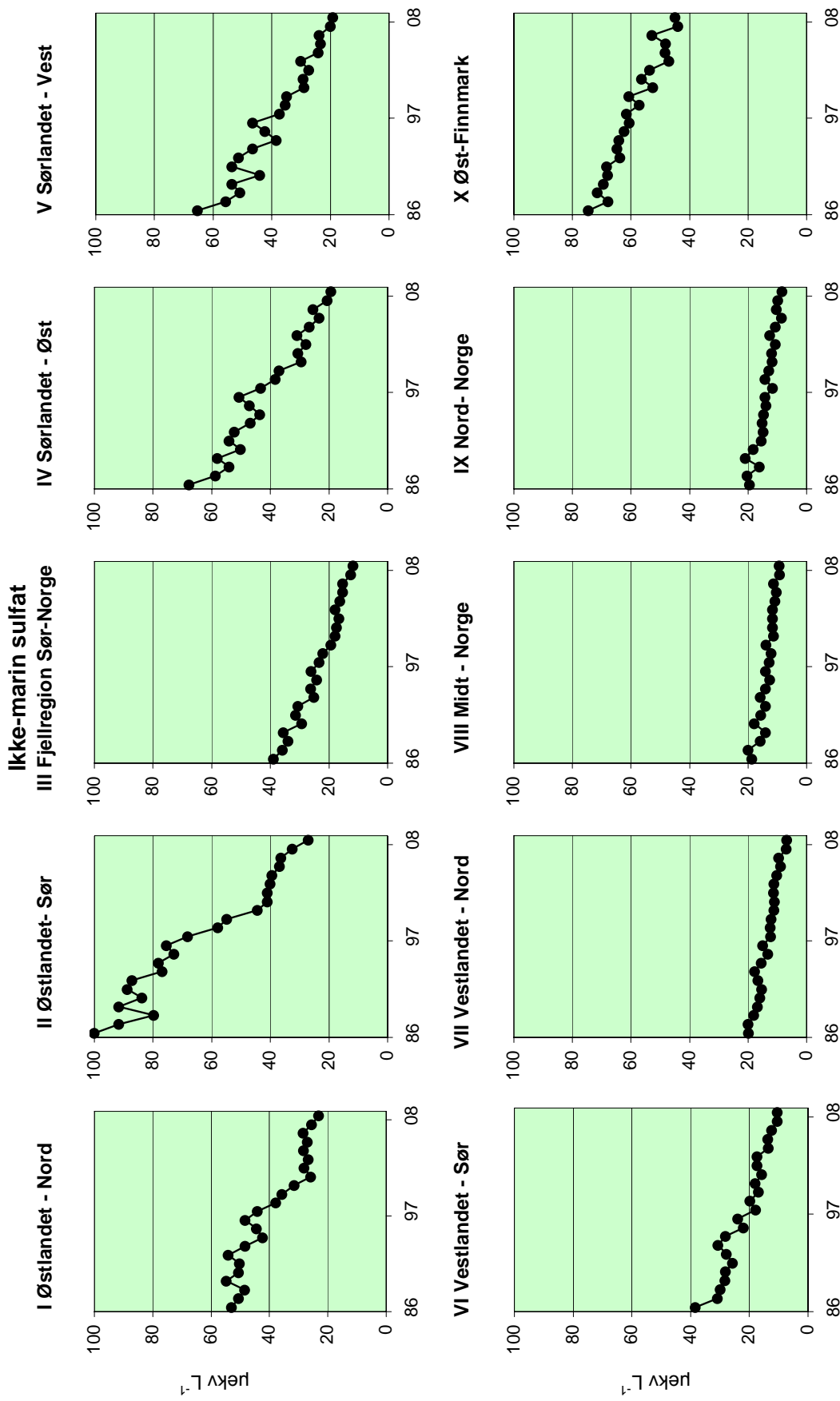
Disse to regionene spenner over store områder med svært variert natur fra vegetasjonsfattig kystlandskap til høyfjell og skogkledte innlandsområder. Forurensningsbelastningen er lav i hele området. Sulfatnivået i innsjøene i disse regionene er nå  $7\text{-}11 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Region VI, VII, VIII og IX har nå omtrent samme konsentrasjonsnivå av sulfat og men region VII har det laveste nivået av de 10 regionene. 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. 46% og 53% fra 1986 - 2008), 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 2000. Begge regionene har vist en svak økning i pH fra starten av overvåkingen, og gjennomsnittsverdien for pH er i 2008 hhv. 5,9 i region VIII og 6,2 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 2008 hhv. 14 og 11  $\mu\text{g N L}^{-1}$  i region VIII og IX. TOC viser en svak økning i begge regionene.

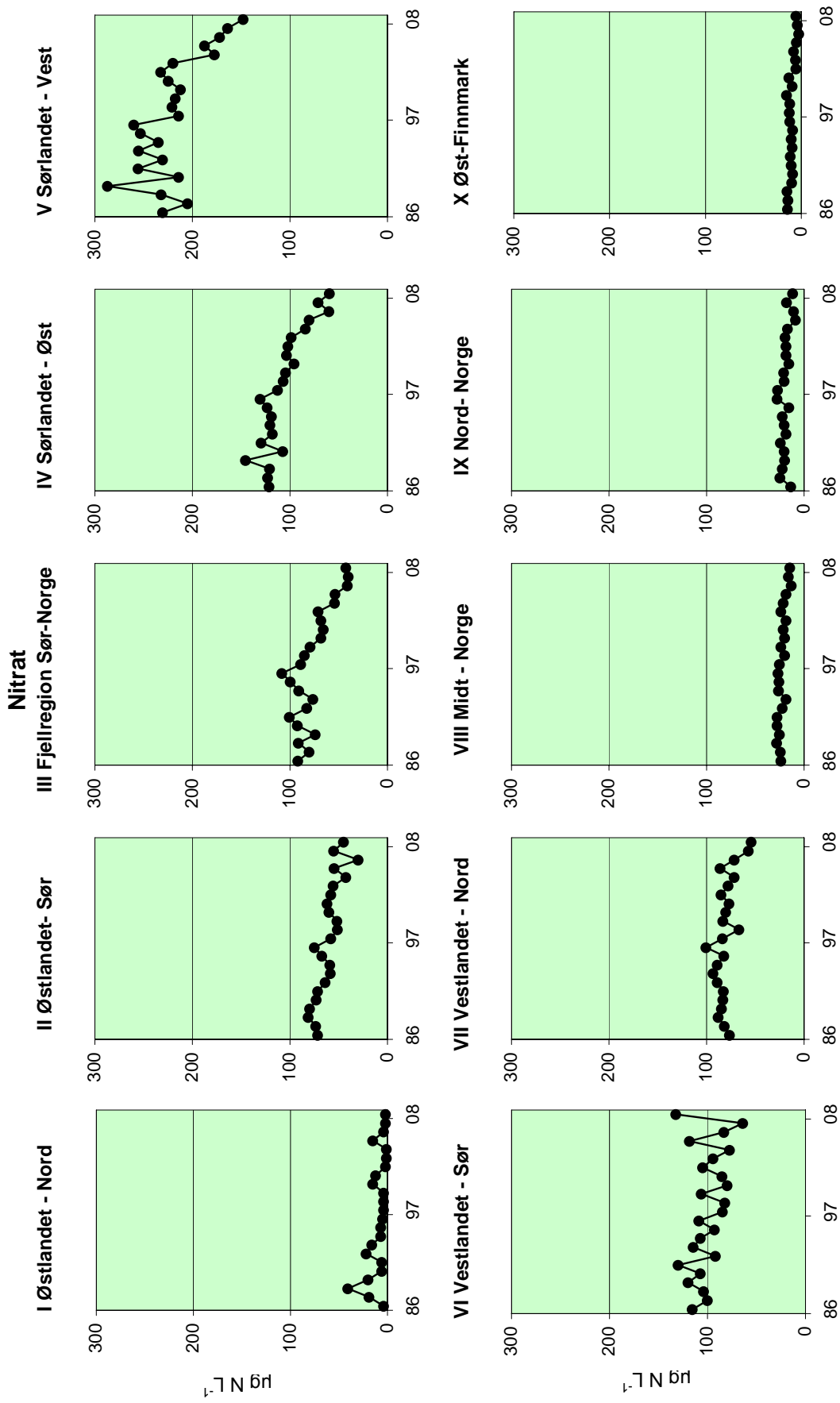
### 3.3.9 Region X – Øst-Finnmark

Region Øst-Finnmark dekker områdene inn mot Kola-halvøya og er påvirket av svovel, kobber og nikkell 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 nikkell 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 Kola-halvøya økte ytterligere. Innsjøovervåkingen frem til 1991 tydet på at forsuring utviklingen 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 2008 var gjennomsnittlig pH 6,31, 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 37% fra 1986 til 2008, og gjennomsnittskonsentrasjonen for 2008 på 45  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  er den nest laveste som er registrert så langt innen overvåkingen i denne regionen. Konsentrasjonen av labilt Al har helt siden 1991 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 2004-2008. Dette er mest sannsynlig en respons på den økte deposisjonen av Ni i området.

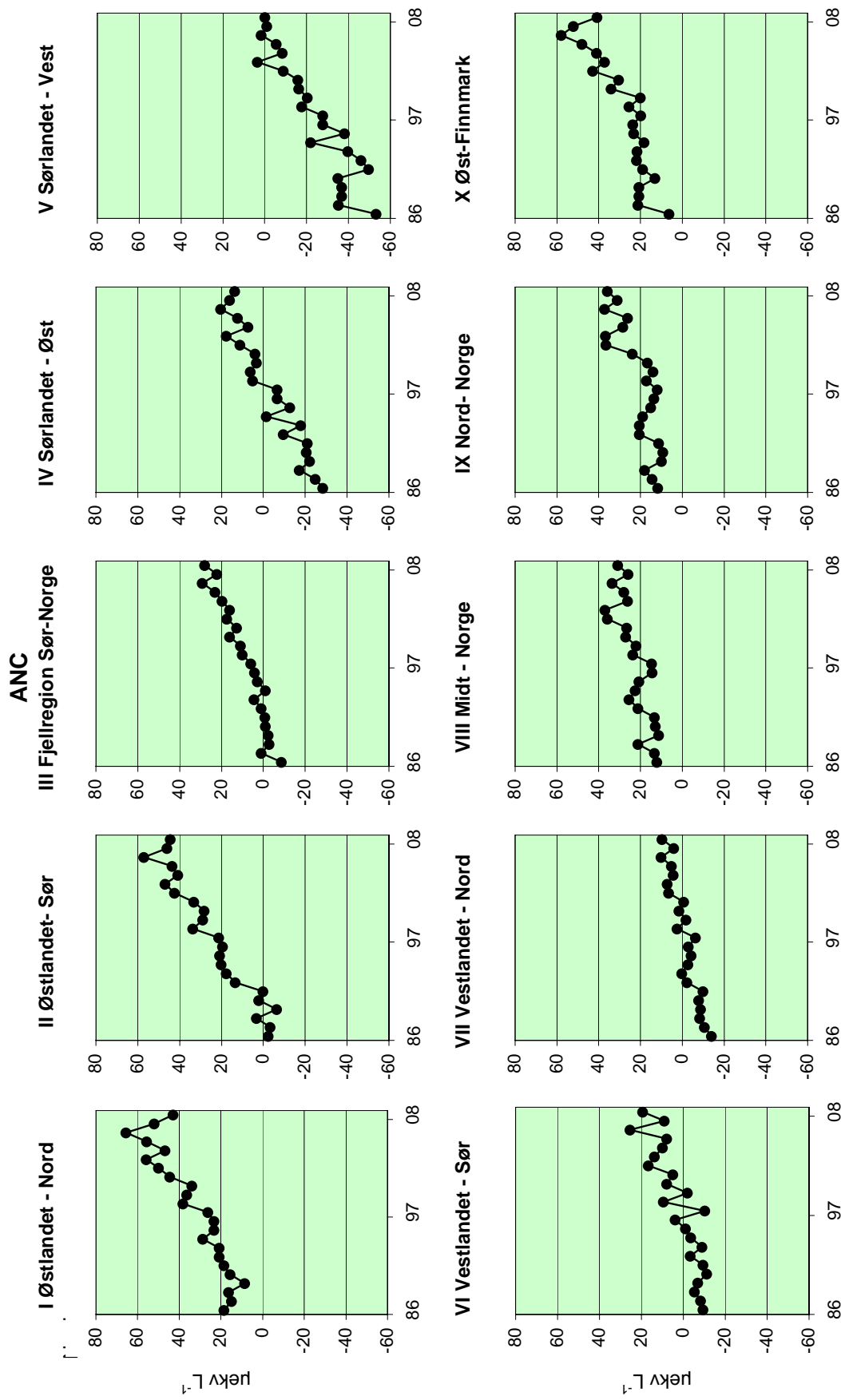


Figur 18. Trender for perioden 1986-2008 for ikke-marine sulfat for innsjøer i de 10 regionene.

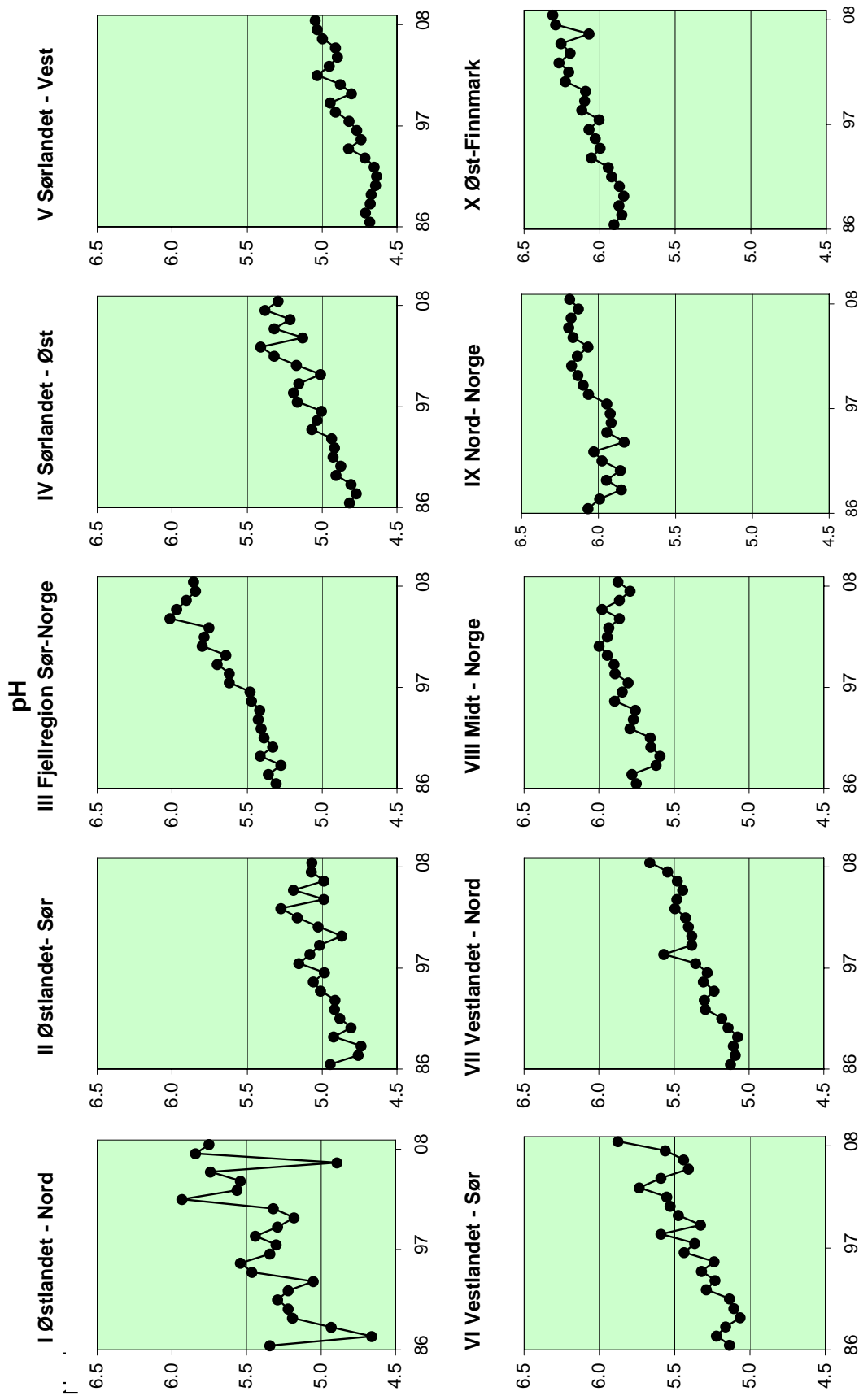


Figur 19. Trender for perioden 1986-2008 for nitrat for innsjøer i de 10 regionene.

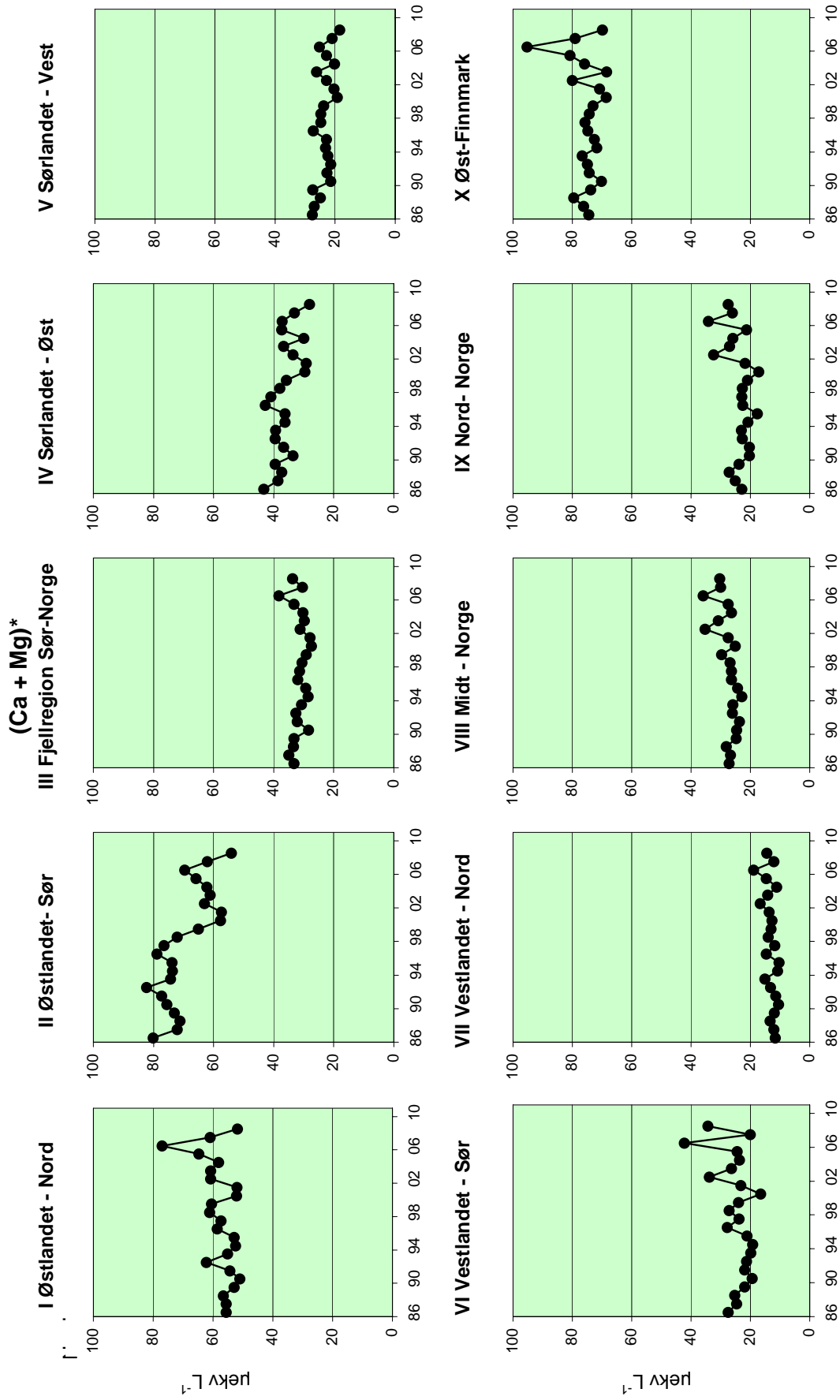




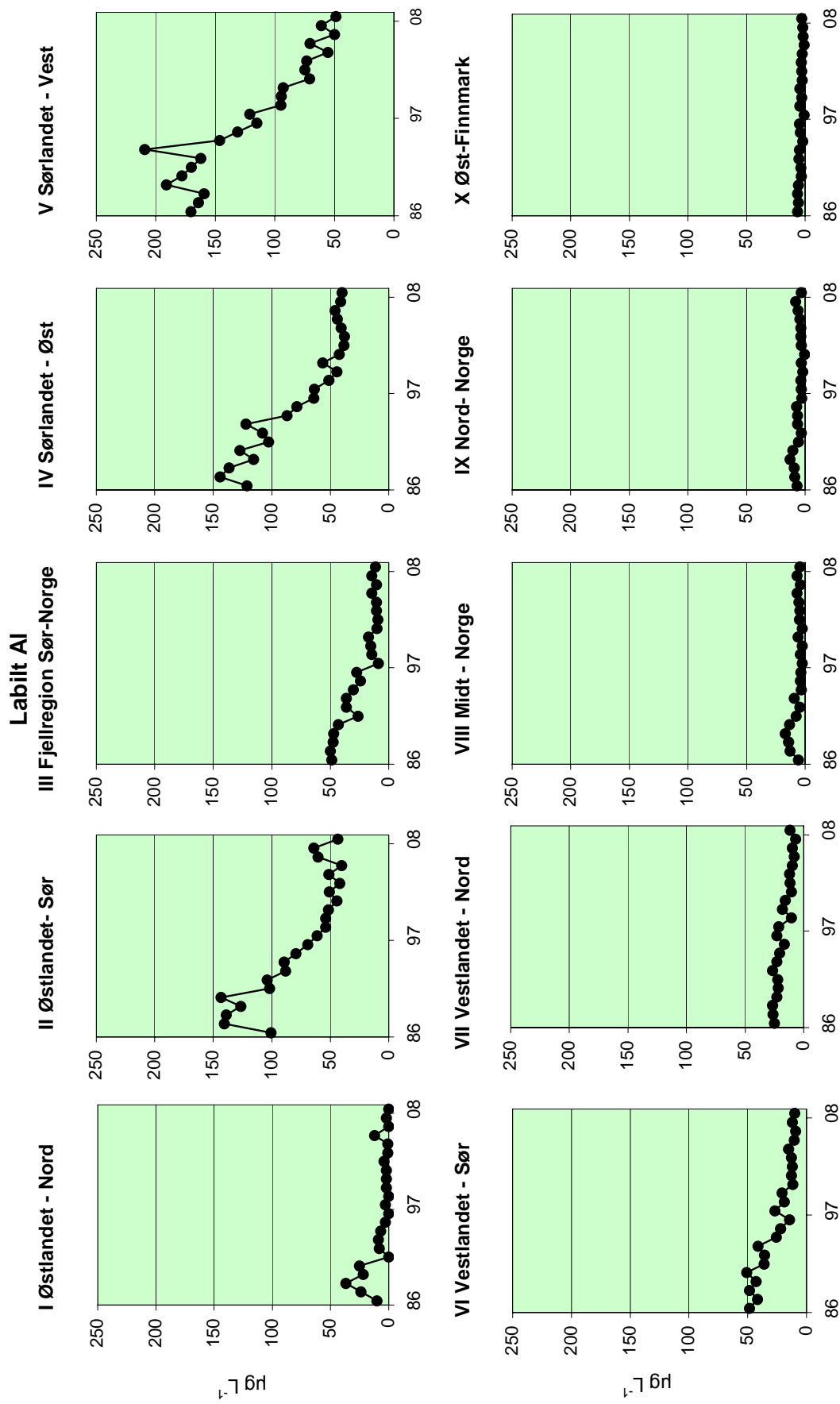
Figur 20. Trender for perioden 1986-2008 for ANC (syrenøytraliserende kapasitet) for innsjøer i de 10 regionene.



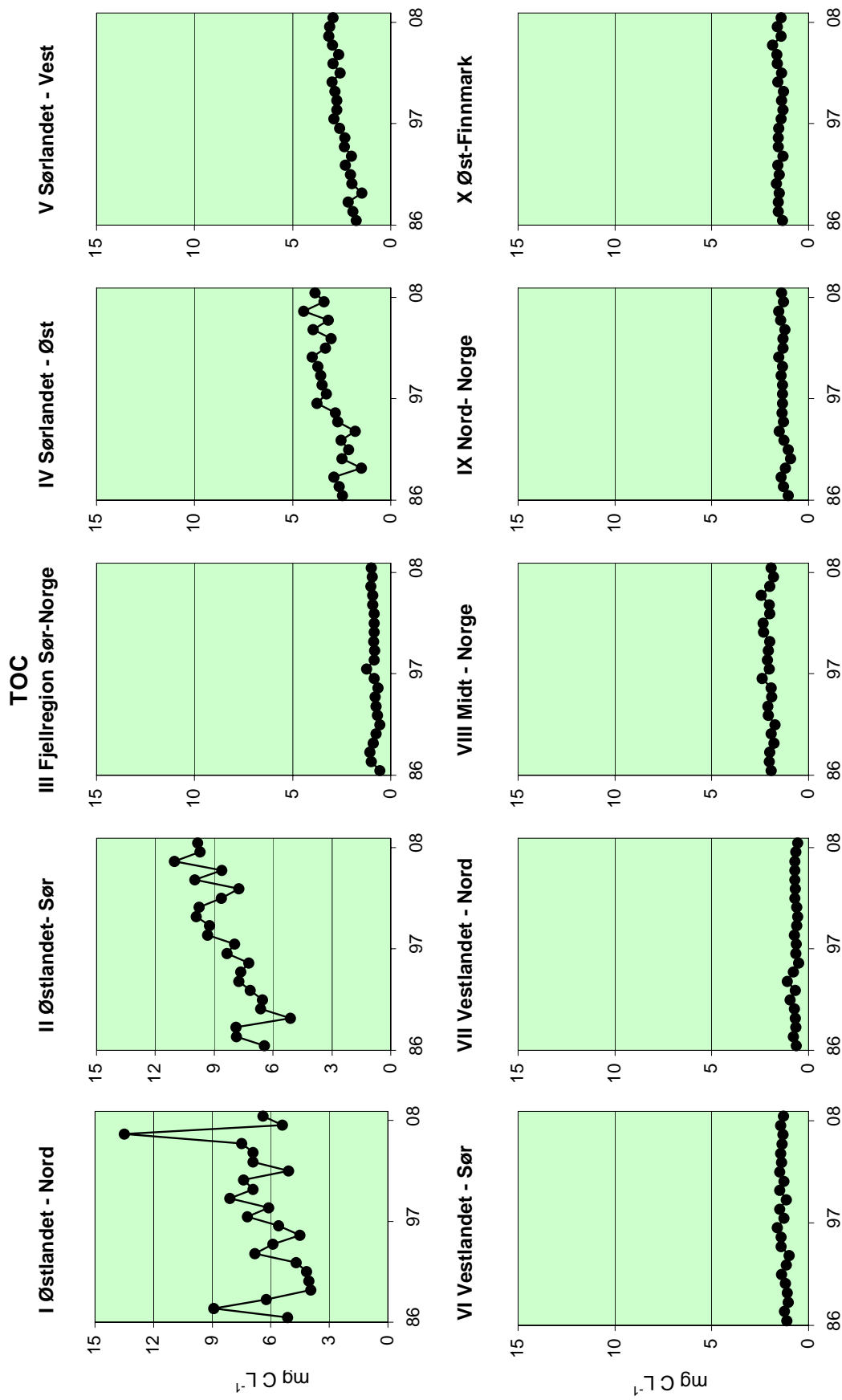
Figur 21. Trender for perioden 1986-2008 for pH for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 22. Trender for perioden 1986-2008 for ikke-marine  $Ca+Mg$  for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 23. Trender i LAI (labilt uorganisk (bundet) aluminium) for perioden 1986-2008 for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 24. Trender i TOC (total organisk karbon) for perioden 1986-2008 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 fem siste årene (2004 til 2008) har det vært en jevn nedgang i sulfat og 2008 viser den nest laveste gjennomsnittlige sulfatkonsentrasjonene som er registrert i overvåkingen. I 2008 var verdiene for pH de høyeste som er målt siden overvåkingen startet i 1986, for aluminium de laveste verdiene. Basekationene hadde en nedgang i 2008 og dette medførte også en nedgang i 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 2008 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 forsuringparametere 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 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.

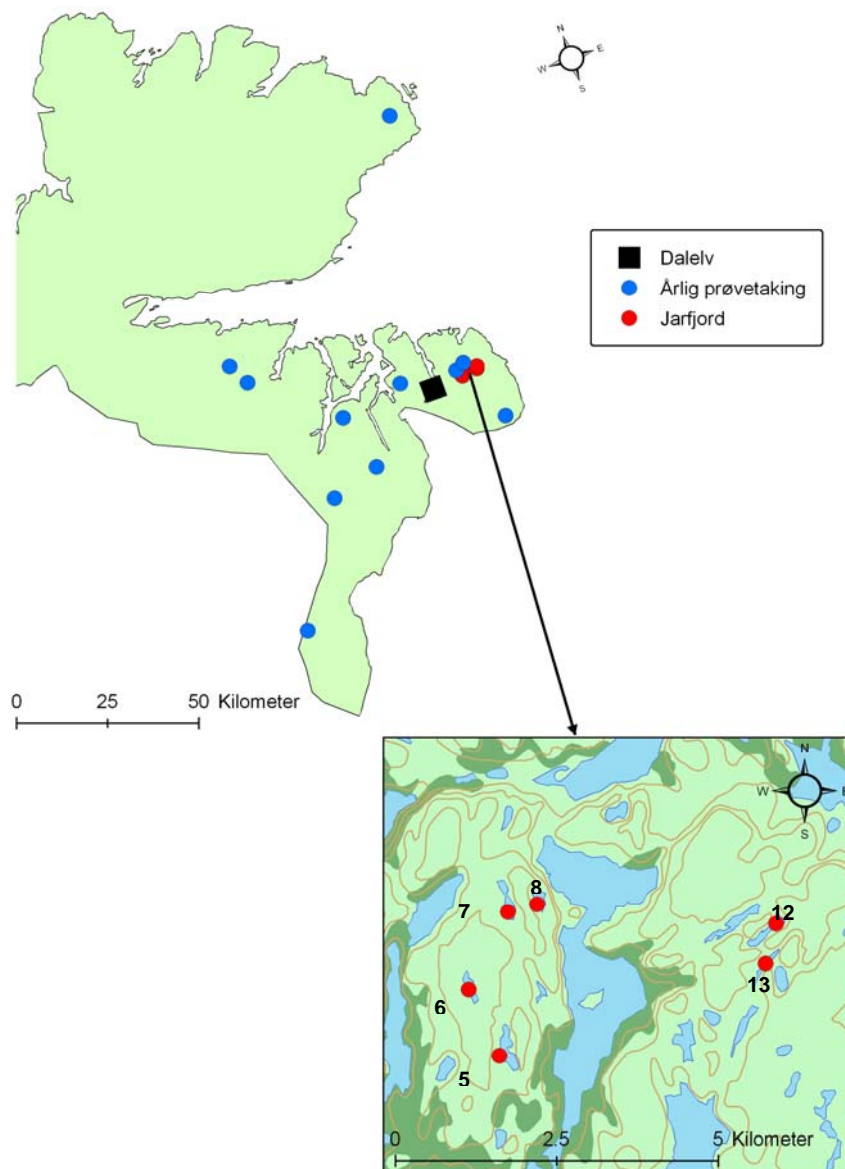
De seks undersøkte innsjøene på Jarfjordfjellet er typiske forsuringfølsomme sjøer med konsentrasjoner av Ca < 1 mg/L og alkalitet (Alk) < 20  $\mu$ ekv/L. Innsjøene er noe påvirket av sjøsalter med klorid-konsentrasjoner omkring 5 mg/L, mens innholdet av organisk karbon (TOC) er lavt, < 1 mg/L. Sjøene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

#### 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 fra et gjennomsnitt av sulfat for de seks sjøene på 113  $\mu$ ekv/L i 1988 til den hittil laveste registrerte gjennomsnitt på 60  $\mu$ ekv/L i 2003. De fem siste årene (2004 til 2008) har det vært en jevn nedgang i sulfat og 2008 viser den nest laveste gjennomsnittlige sulfatkonsentrasjonene som er registrert i overvåkingen (62  $\mu$ ekv/L).

Fra 1986 fram til 2003 har det vært en jevn økning i pH fra en gjennomsnitts-pH < 5 i 1989 til > 5,4 fra 2002-2006. I 2008 var verdiene for pH de høyeste som er målt siden overvåkingen startet i 1986 (pH 5,62). Alkalitet viste positive verdier første gang i 1992, mens ANC viste positive verdier første gang i 2000. Gjennomsnittsverdien for ANC i 2007 er den høyeste som er registrert så langt, mens 2008 verdien var noe lavere. Aluminium har stabilisert seg på et lavt nivå siden 2005.

Basekationer (sum ikke marin Ca+Mg) viser nedgang fra 80 til 60  $\mu$ ekv/L fra 1987 til 1994, men har siden vært på et stabilt nivå. I 2005 og 2006 var det en liten økning i ikke-marin Ca + Mg. Dette var positivt for bufferkapasiteten og forsuringssituasjonen. I 2008 ble det igjen en liten nedgang i basekationer (til 56  $\mu$ ekv/L), som dermed også resulterte i en nedgang i ANC fra 2007 til 2008. Slike år-til-år variasjoner i basekationer må tilskrives naturlige forhold. Trenden i ANC sett over en lengre periode er likevel klart positiv.

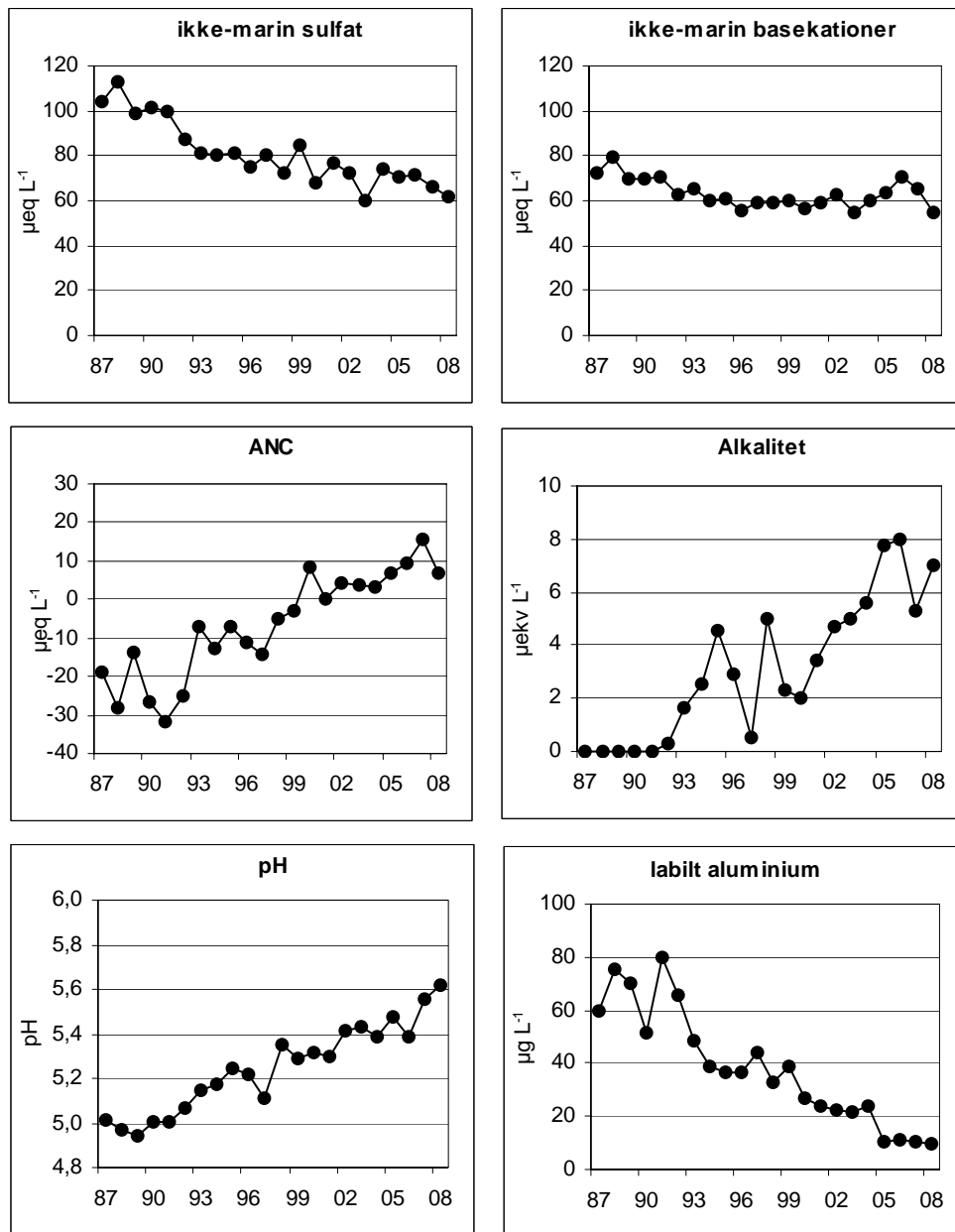


Figur 25. Lokalisering av overvåkingslokaliteter i Øst-Finnmark, i Sør-Varanger kommune. Både Jarlfjordfjell-sjøene, tidstrendsjøene (årlig prøvetaking) og feltforskningsstasjonen Dalelv er vist på kartet. Tallene er en forkortelse av identifikasjonen på lokalitetene (5 er JAR-05, 6 er JAR-06 osv.).

Innsjøene er ikke påvirket av N-deposisjon. Gjennomsnittsverdien for  $\text{NO}_3\text{-N}$  var  $< 1 \mu\text{g L}^{-1}$  og for  $\text{NH}_4\text{-N}$   $< 5 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2008.

Innsjøene på Jarlfjordfjellet er svært følsomme for endringer i utslipp og påfølgende nedfall fra industrien på Kola-halvøya. I 1999 ble det registrert en forverring av vannkvaliteten. Konsentrasjonene av sulfat og labilt aluminium økte, mens ANC og pH sank. Årsaken var sannsynligvis svært høy svoveldeposisjon i området året før ( $1115 \text{ mg m}^{-2}$  på Svanvik). Dette var den høyeste svoveldeposisjon som er målt siden målingene startet i 1987. Sulfatverdiene i innsjøene viser vanligvis god samvariasjon med svoveldeposisjonen målt på Svanvik foregående år. Dette har en sammenheng med oppholdstiden i nedbørfeltene. Det er trolig at forsinkelsen av effekten i avrenningen blir større når mesteparten av svoveldeposisjonene er tørravsetninger. I 1998 var hele 85 % av svoveldeposisjonen ved Svanvik tørravsetning. I 1999 og 2000 var deposisjonene av svovel ved Svanvik de laveste siden målingene startet i 1987 (hhv.  $608$  og  $610 \text{ mg m}^{-2}$ ), mens deposisjonene i 2001 og 2002 steg til hhv.  $700$  og  $760 \text{ mg m}^{-2}$ . 2002 var siste året for måling av tørr-deposisjon, mens

2003 var siste året for måling av våt-deposisjon. Nå er målestasjonen på Svanvik lagt ned, og nærmeste stasjon er Karpbukt, som startet målingene i 1999 (som en oppfølger til stasjonen i Karpdalen 1991-1997). Karpbukt måler bare våt-deposisjon, og tilsvarende sammenligninger mellom avsetning av svovel og konsentrasjoner av sulfat i innsjøene er ikke lenger like enkel. I Karpbukt har våt-deposisjonen av S vært på omtrent samme nivå siden målingene startet i 1999.



Figur 26. Forsuringsparametre for seks små vann på Jarfjordfjellet i 1987-2008. Middelerverdier for basekationer, sulfat ( $\text{SO}_4^*$ ), ANC, alkalitet, pH og labilt aluminium.

### 3.4.2 Tungmetaller

Detaljerte undersøkelser av Ni 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. Konsentrasjonen 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

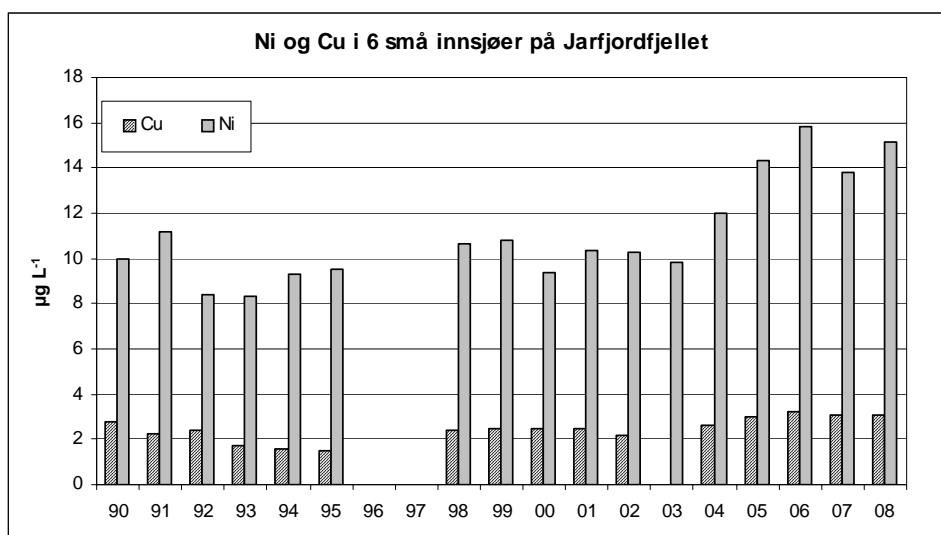


av Ni opp til 20 µg/L. Seks små sjøer på Jarfjordfjellet har siden 1990 blitt overvåket for tungmetaller på årlig basis.

Konsentrasjonene av nikkell og kobber viste ingen endringer fra 1990 fram til 2003 (Figur 27, Tabell 7). 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 Nikel 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 2008 viser både Cu og Ni høyere konsentrasjoner i innsjøene på Jarfjordfjellet enn årene før (Figur 27, Tabell 7). I samme periode har det også vært en markert økning i nedfallet av Cu og Ni (SFT 2009). 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).

Tabell 7 viser også andre sporelementer som ble analysert i tillegg til nikkell og kobber. 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 også tendenser til økning i konsentrasjoner i nedfall av kolbolt, og en tilsvarende økning i konsentrasjoner i innsjøene. Det er ellers små endringer i konsentrasjonene for 2008 i forhold til foregående år.

I 2007 har vi ingen analyseverdier for JAR-12. Analyseresultatene viste svært avvikende tall fra tidligere år og mest sannsynlig ble prøven tatt på feil sted under prøvetakingen høsten 2007. I gjennomsnittsverdiene som vi bruker i rapporteringen har vi derfor brukt analyseresultatene for 2006 for å få gjennomsnitt av de samme seks sjøene.



Figur 27. Årlige middelverdier for nikkell og kobber i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet fra 1990 til 2008.

Tabell 7. Sporelementer i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet, oktober 2008.

VANN	Ni	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Co	As
	$\mu\text{g L}^{-1}$							
JAR-05	13,6	2,9	0,07	1,8	0,028	0,3	0,58	0,27
JAR-06	18,6	4,4	0,04	2,4	0,092	0,2	0,89	0,25
JAR-07	9,8	2,3	0,02	2,2	0,043	0,2	0,15	0,19
JAR-08	13,3	2,2	0,01	2,9	0,032	0,2	0,23	0,17
JAR-12	19,7	3,9	0,01	2,1	0,026	0,1	1,37	0,22
JAR-13	15,7	2,9	0,01	1,6	0,026	0,2	0,49	0,18
<b>Middelverdi 2008</b>	15,1	3,1	0,03	2,2	0,041	0,2	0,62	0,21
<i>Middelverdi for Norge 1995 n=998</i>	0,05	0,3	0,17	1,5	<0,02	<0,1	0,05	<0,1
Middelverdi 2007	13,8	3,0	0,09	2,1	0,049	<0,1	0,61	0,13
Middelverdi 2006	15,9	3,2	0,08	2,2	0,062	0,22	0,69	0,20
Middelverdi 2005	14,3	3,0	0,14	2,2	0,038	0,12	0,65	0,32
Middelverdi 2004	12,0	2,6	0,07	2,5	0,025	0,10	0,68	
Middelverdi 2003	9,8				0,024	<0,1	0,59	0,17
Middelverdi 2002	10,3	2,2	0,07	2,2	0,022	<0,1	0,63	0,13
Middelverdi 2001	10,3	2,5	0,12	2,8	0,023	0,10	0,63	0,21
Middelverdi 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. Verdiene for 2008 viser de hittil laveste registrerte årsmiddelverdiene av sulfat i overvåkingen. 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, mens i Årdalselva kan vi observere en svak økning. Dette viser at disse to elvene er lite påvirket av kalkingsaktivitetene i nedbørsfeltet. Den kraftige nedgangen i sulfat sammen med et stabilt eller svak økende nivå 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, men vi ser antydning til en svak økning i Gjerstadelva. 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 har ikke vært noen markerte sjøsaltepisoder i 2008.

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” hhv. 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 2008 i de to elvene er gitt i Tabell 8.

Tabell 8. Middelverdier for utvalgte parametre i 2008. ANC=syrenøytraliserende kapasitet, TOC=total organisk karbon. LAl=labilt aluminium.

Region	Fylke	Elv	Ikke-marin SO <sub>4</sub> µekv L <sup>-1</sup>	pH	Ikke- marin (Ca+Mg) µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>
IV	Aust-Agder	Gjerstadelva	39	6,04	90	62	5,1	9
VI	Rogaland	Årdalselva	13	6,27	47	34	1,2	2

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 (39 µekv L<sup>-1</sup> i 2008) enn i Årdalselva i vest (13 µekv L<sup>-1</sup> i 2008). 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 2008 for Årdalselva og Gjerstadelva vært hhv 57 % og 63 % (Tabell 9). En stor del av reduksjonen skjedde fram til 2000, og etter dette har endringene avtatt. I 2008 er det imidlertid en ny rekordlav registrering av middelverdien for sulfat i de to elvene.

Tabell 9. Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1980 til 2008. Tallene er basert på lineær regresjon.

	Region	1980 $\text{SO}_4^* \mu\text{ekv L}^{-1}$	2008 $\text{SO}_4^* \mu\text{ekv L}^{-1}$	Endring per år $\mu\text{ekv L}^{-1}$	% endring 1980-2008
Gjerstad	IV	111	43	2,5	63
Årdalselva	VI	35	15	0,7	57

### Nitrogen

Konsentrasjonene av nitrat er relativt lav i begge elvene. Gjerstadelva har generelt høyest årsmiddelkonsentrasjon og i 2008 ble den målt til  $142 \mu\text{g L}^{-1}$ , mens for Årdalselva lå den på  $115 \mu\text{g L}^{-1}$  (Tabell 10). Selv om det bare er Gjerstadelva som viser en svakt avtakende tendens i nitrat, er målingene i 2008 de laveste verdiene som er målt i disse elvene.

Fra 2005 har det blitt analysert mhp ammonium i elvene. Middelkonsentrasjonene er generelt lave,  $\leq 14 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2008 og prøvetakingen i 2008 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. Vektforholdet mellom TOC og TON ligger på 26 i Gjerstad, og noe lavere i Årdalselva (14).

Tabell 10. Årsmiddelkonsentrasjon av ulike nitrogenforbindelser i overvåkingselvene i 2008. Totalt organisk nitrogen (TON) er beregnet som differansen mellom total nitrogen (Tot-N), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

Elv	$\text{NO}_3^-$ $\mu\text{g L}^{-1}$	$\text{NH}_4^+$ $\mu\text{g L}^{-1}$	TON $\mu\text{g L}^{-1}$	TOC/TON $\mu\text{g } \mu\text{g}^{-1}$
Gjerstadelva	142	14	198	26
Årdalselva	115	5	84	14

### 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 ikke på noe tidspunkt kan ha vært så omfattende og intens at den har målbar påvirket vannkjemien i hovedelva. I Årdalselva ser vi en svakt økende trend i basekationer. Dette kan være forårsaket av kalking, men kan også være et resultat av den kjemiske gjenhentingsprosessen som vi observerer i alle de andre overvåkingslokalitetene 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. Middelerverdiene for ANC i de to elvene i 2008 var  $34 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Årdalselva og  $62 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Gjerstadelva. Gjerstadelva har nå en vannkvalitet som teoretisk sett skal kunne være tilstrekkelig for overlevelse og reproduksjon av både ørret og laks. Overvåkingen inkluderer imidlertid kun 12 - 16 prøver i året og det er sannsynlig at det fremdeles er episoder med svak eller dårlig vannkvalitet som fortsatt gir fisken problemer.

### pH

Langtidstrender av 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 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 6,27 (Gjerstadelva) og 6,04 (Årdalselva) i 2008. Det var kun Gjerstadelva som hadde tre registrerte pH-målinger under 6 i 2008.

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, og reflekterer at de har omtrent samme nærhet til kysten samt vindeksponering på tross av at de ligger i to forskjellige landsdeler. Langtidstrendene viser at det med ulikt mellomrom er sjøsaltepisoder som fanges opp i elvens overvåkingsprogram. I Gjerstadelva er det spesielt sjøsaltepisodene i 1988 og 2006 som er dokumentert, mens i Årdalselva er det episodene i 1993, 1994 og 2005 som er dokumentert. I 2008 fanger ikke overvåkingen opp noen sjøsaltepisoder, selv om overvåkingen av feltforskningsstasjoner viser at både Øygardsbekken og Svartetjernet har en ganske markert sjøsaltepisode om vinteren dette året (januar - februar). I Gjerstadelva og Årdalselva finner vi de høyeste kloridkonsentrasjonene i mars måned i år 2008.

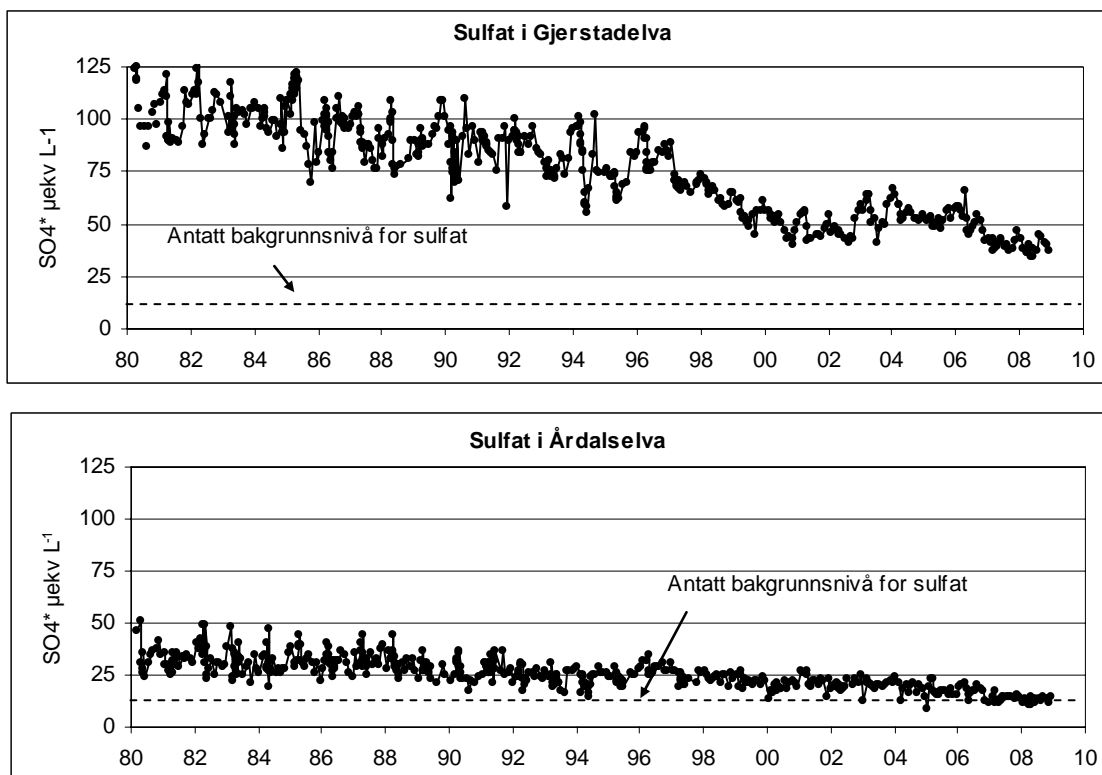
### **TOC**

Gjerstadelva og Årdalselva hadde middelkonsentrasjon av TOC på hhv 5,1 mg C L<sup>-1</sup> og 1,2 mg C L<sup>-1</sup> i 2008. 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 omkring 1990 (3,2 mg C L<sup>-1</sup>). Deretter steg verdiene kraftig gjennom 1990-tallet. I 2000 ble det registrert et midlertidig avtak i de fleste av Sørlandselvene, 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>). Her varierer TOC ganske mye mellom hver måling og år-til-år variasjonen er relativt stor. Så selv om TOC er lavere i både 2007 og 2008 sammenliknet med 2006, trenger vi flere år med overvåking for å si noe sikkert om helningen på TOC-trendene. Basert på situasjonen i Gjerstadelva per 2008 kan det se ut som om nivået av TOC midlertidig har flatet noe ut. Årdalselva har lavt nivå av TOC og liten år-til-år variasjon. Det er ikke mulig å spore noen endringer over tid i TOC i Årdalselva.

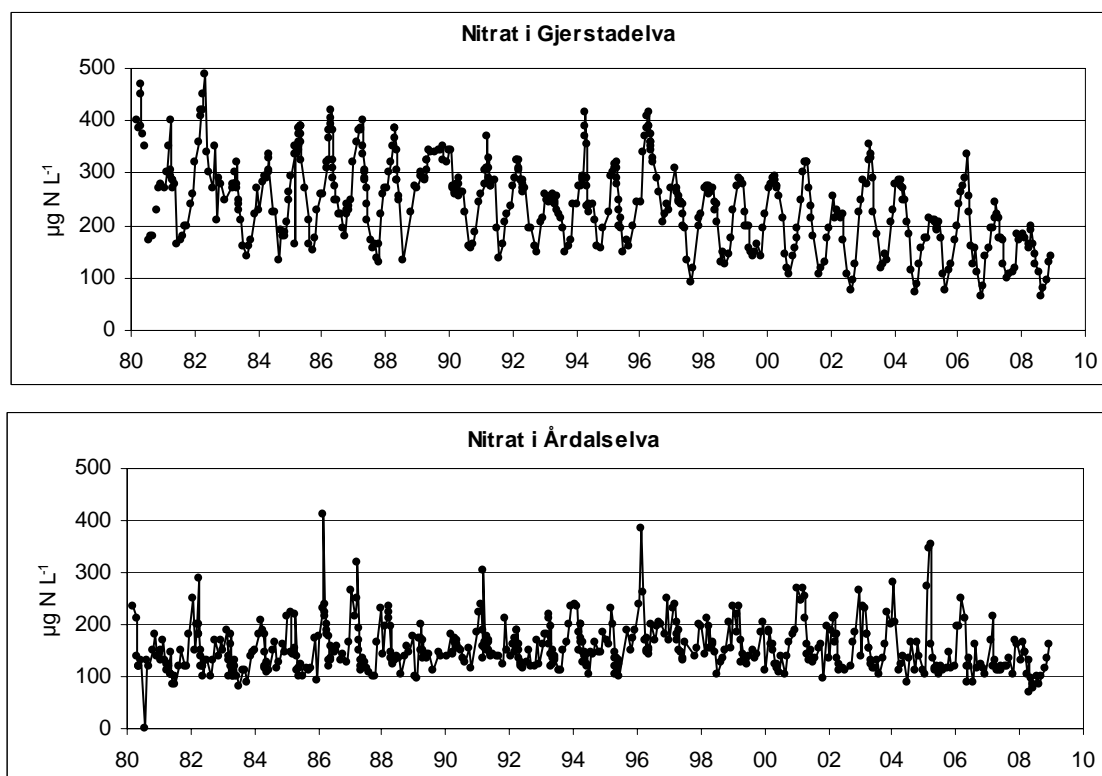
### **Aluminium**

Begge elvene viser en markert nedgang i labilt aluminium (LAl) gjennom overvåkingsperioden. 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 2008 var årsmiddelverdiene av labilt Al historisk lavt på hhv. 9 og 2 µg L<sup>-1</sup>. Tendensen til svak øking i labilt aluminium de foregående tre årene, ser derfor ikke ut til å fortsette. Det mobiliseres nå betydelig mindre giftig aluminium i disse vassdragene enn det gjorde for 10-15 år siden. Siden midten av 90-tallet har det ikke vært noen nedgang i labilt Al i Gjerstadelva, og dette kan ha mange og kompliserte forklaringer. På tross av nedgangen i syredeposisjonen og økningen i pH, ser det ut til at transporten av aluminium fra jordsmonn til vassdraget fortsetter på samme nivå. En mulig hypotese bak dette mønsteret kan være at TOC-økningen i vassdraget kan ha medvirket til en forskyvning fra uorganisk (LAl) til organisk bundet (ikke-labilt) aluminium.

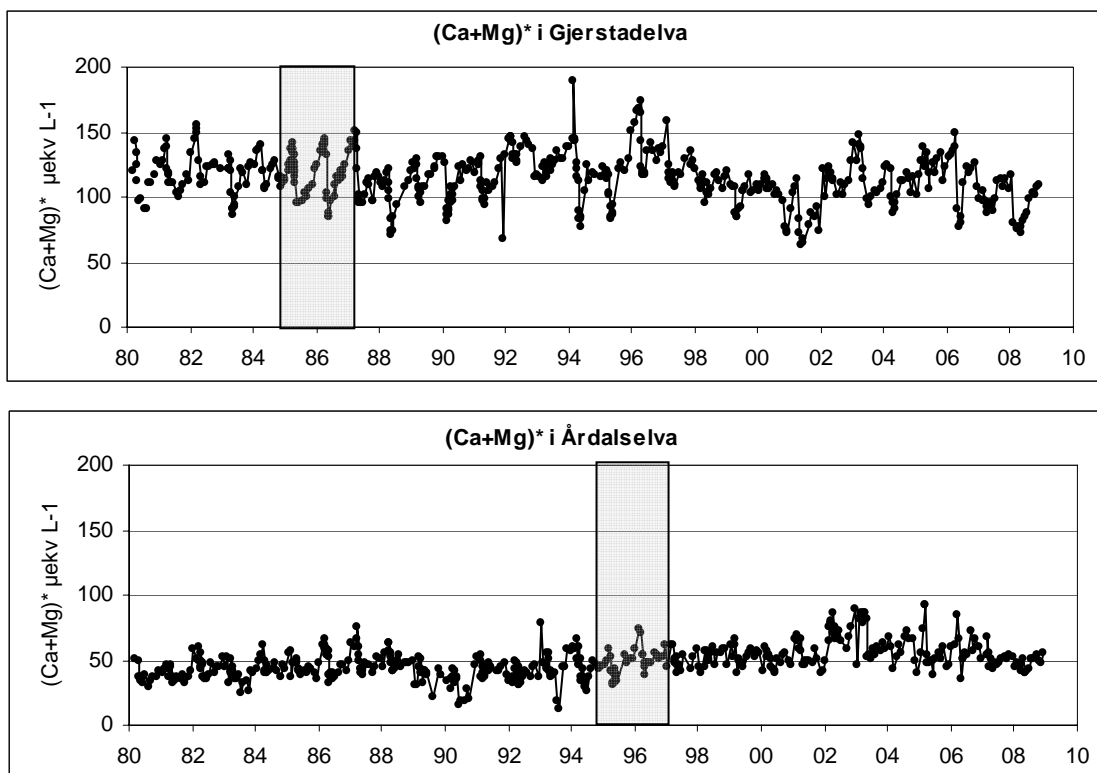
Gjerstadelva har kun tre observert enkeltverdier av LAl over 30 µg L<sup>-1</sup> i løpet av de siste 10 årene; 2002, 2006 og 2007. Dette er nivåer hvor det kan oppstå skader på laks i vassdragene. Mest sannsynlig er vannkvaliteten i Gjerstadelva marginal, dvs at vannkvaliteten stort sett er bra nok, men at nivået av ANC og pH, samt konsentrasjonen av labilt Al er på et slikt nivå at selv middels sterke hydrologiske episoder (flom, tørke, sjøsaltepisoder, evt også episoder med mer forurenset luft) kan bidra til å gi dårlig vannkvalitet.



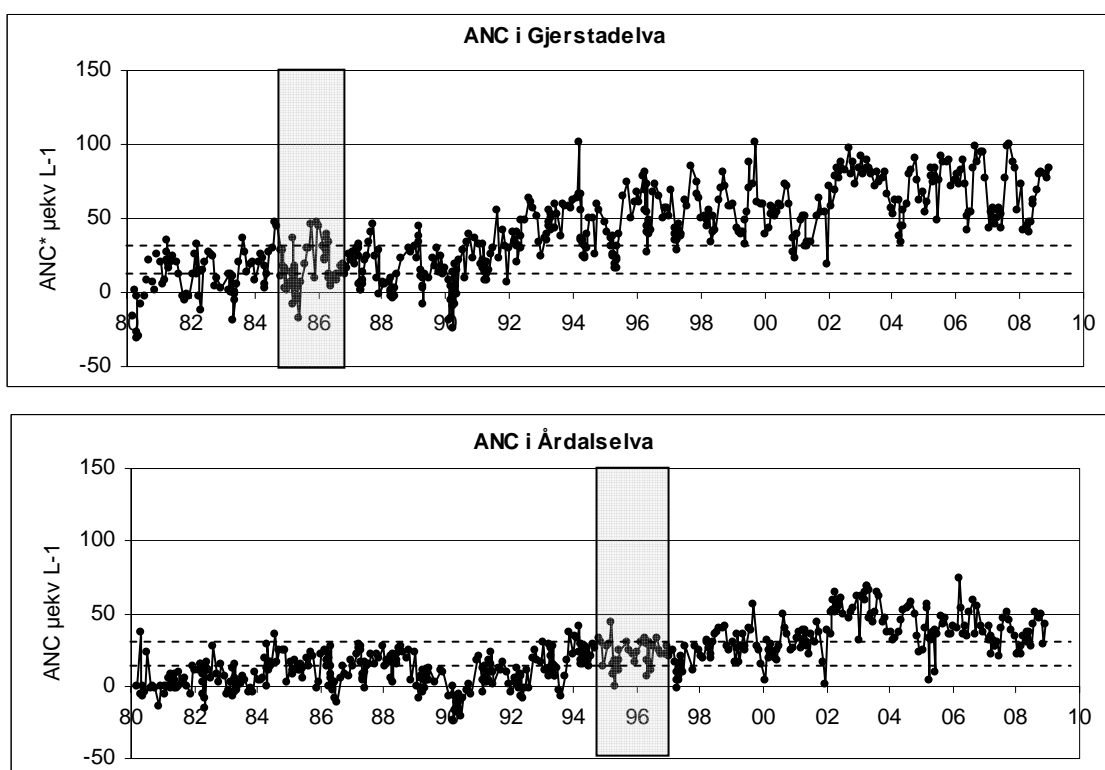
Figur 28. Ikke-marin sulfat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2008. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Den stiplede linjen antyder antatt bakgrunnsnivå for sulfat, ca.  $10 \mu\text{ekv L}^{-1}$ .



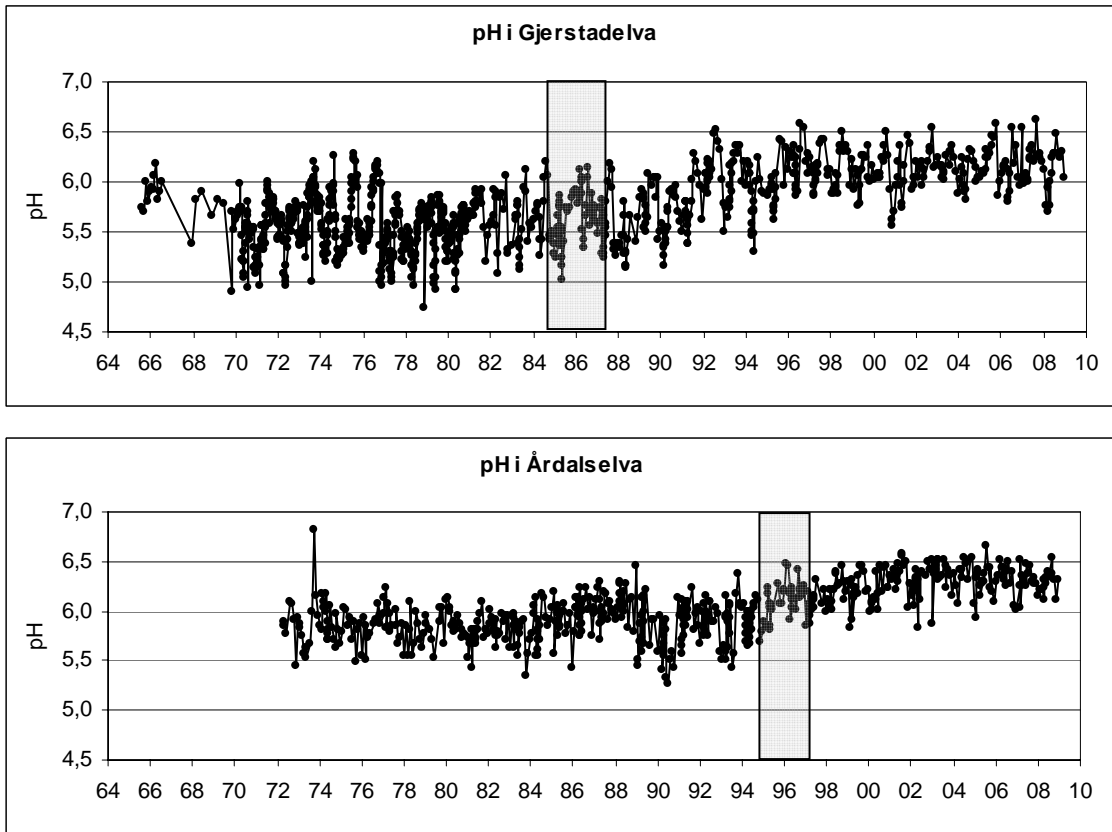
Figur 29. Nitrat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2008. Enhet  $\mu\text{g N L}^{-1}$ .



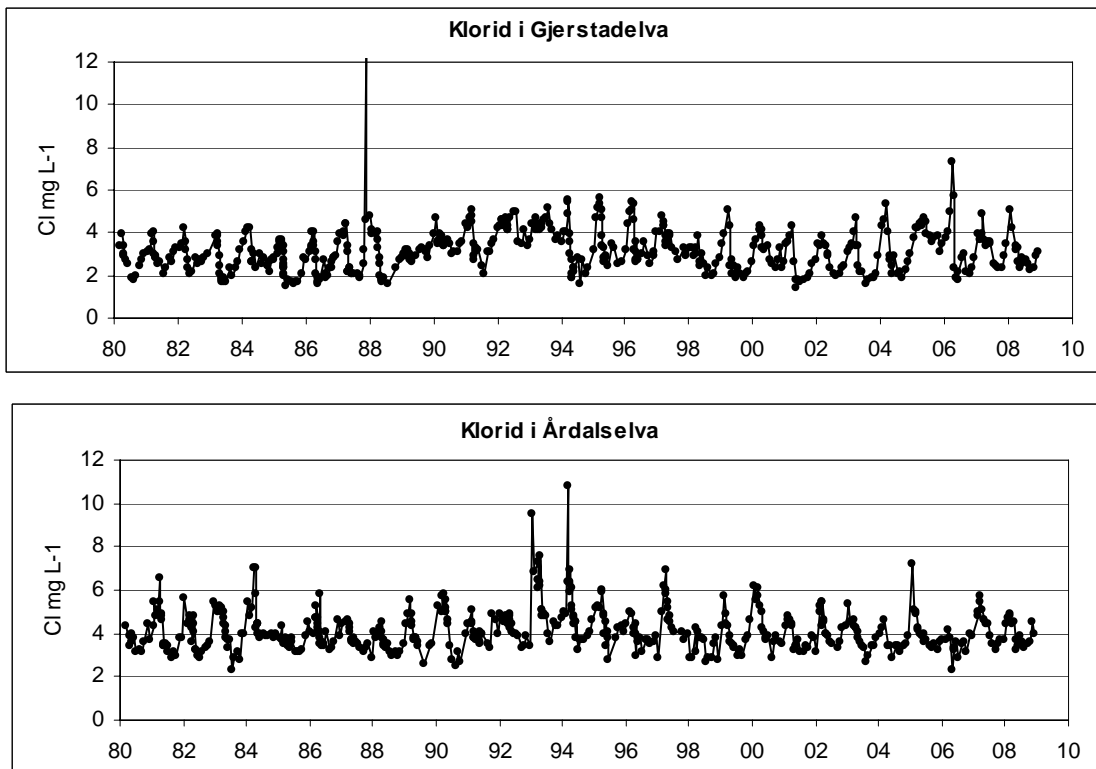
Figur 30. Ikke-marin kalsium + magnesium i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2008. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltet til elvene.



Figur 31. ANC i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2008. 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).

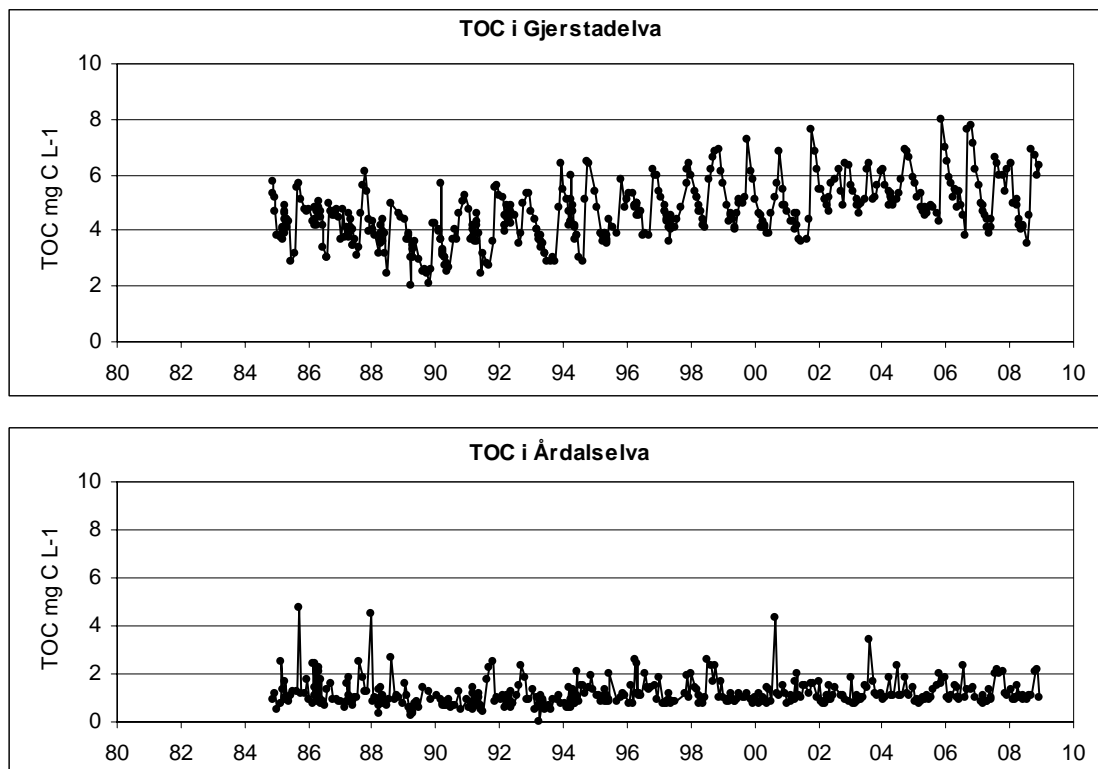


Figur 32. pH i Gjerstadelva og Årdalselva fra hhv 1965 og 1972 frem til 2008. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltene.

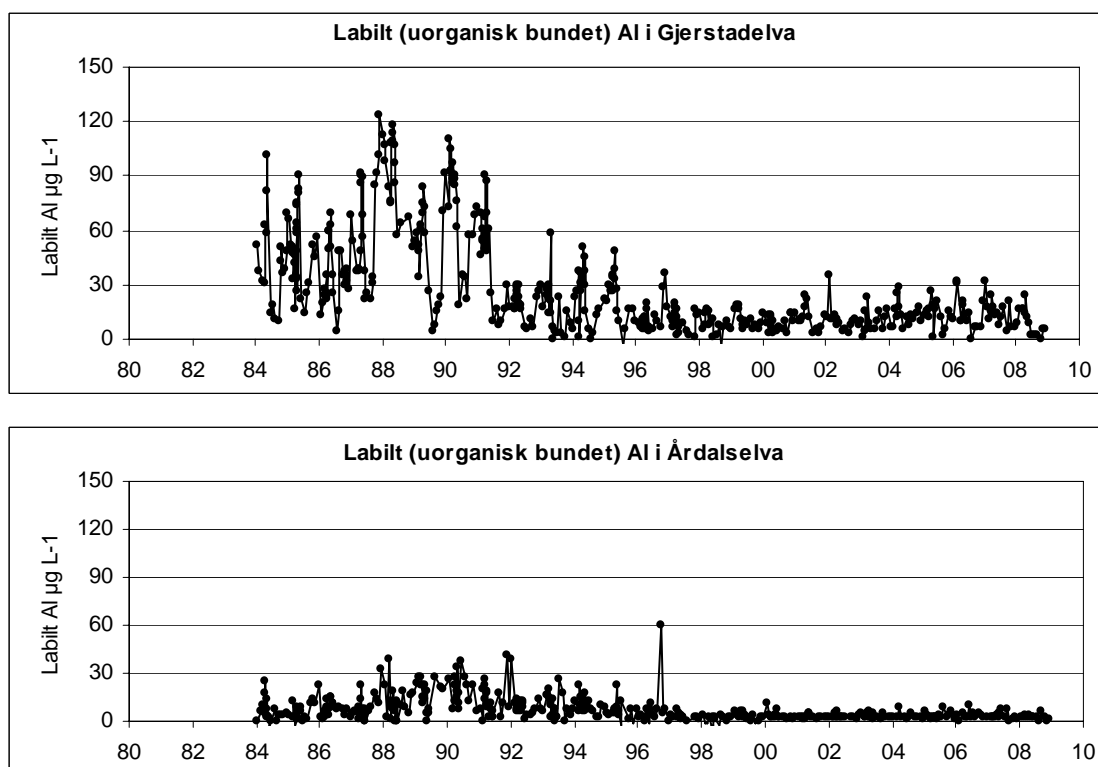


Figur 33. Klorid i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2008. Enhet mg L<sup>-1</sup>.

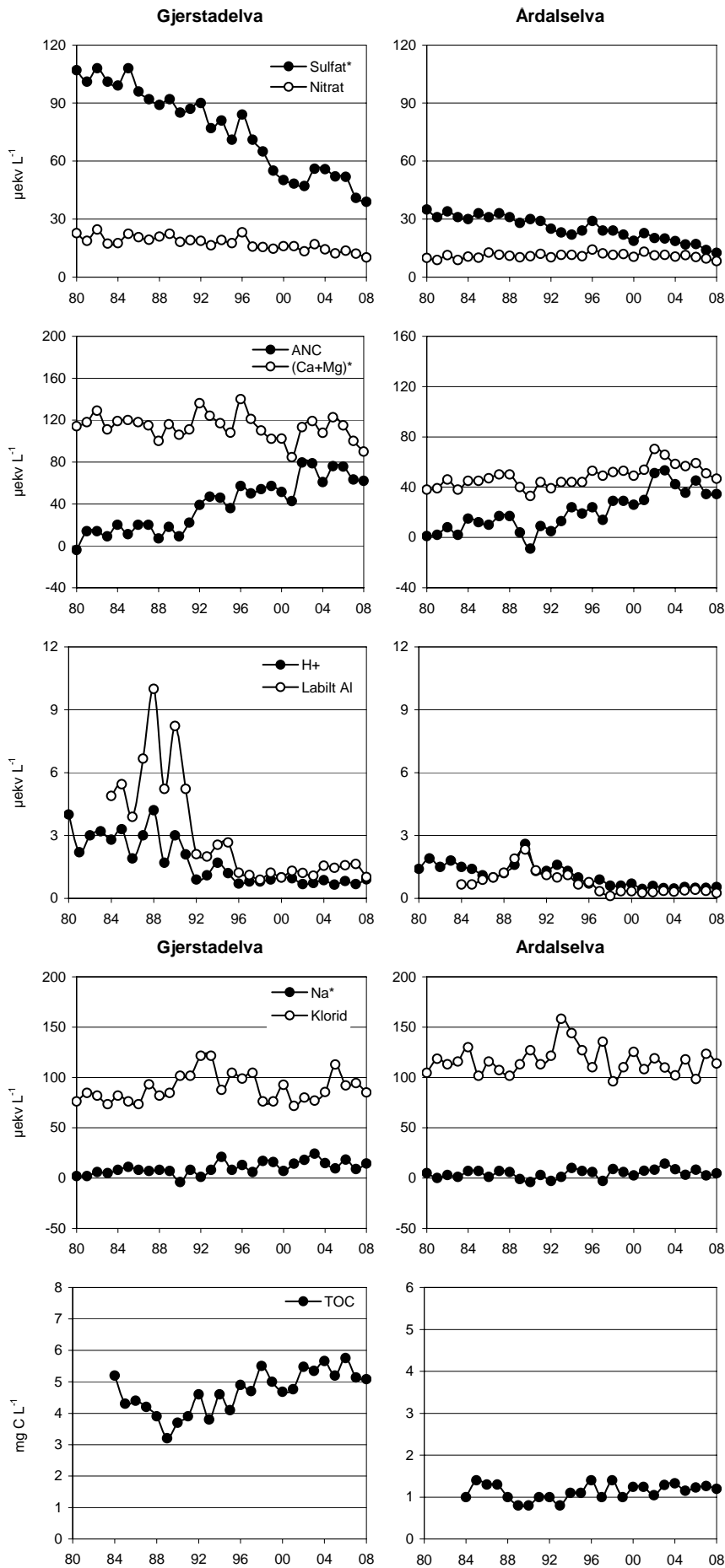




Figur 34. Total organisk karbon (TOC) i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2008. Enhet  $\text{mg C L}^{-1}$ .



Figur 35. Labilt (uorganisk bundet) Al i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1984 - 2008. Enhet  $\mu\text{g L}^{-1}$ .



Figur 36. Årsmiddelverdier av utvalgte parametre i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980-2008.

### 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 70-82% i Birkenes, Storgama og Langtjern og med 45-52% 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 bekkene. Trendanalyser viser at Storgama, Langtjern og Dalelva har hatt en signifikant nedgang i nitratkonsentrasjon i perioden 1990-2008 mens Kårvatn viser en signifikant økning. Den reelle økningen på Kårvatn er imidlertid liten, da nitratkonsentrasjonene er så lave i utgangspunktet. I samme periode har Birkenes, Storgama, Langtjern, Øygardsbekken og Dalelva 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 middelverdi er brukt siden stasjonen mangler vannføringsmålinger. Volumveide årsmidler er definert som årstransport delt med årsavrenning.

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 11). 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 Nordvestlandet 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 sulfatkonsentrasjonen redusert med hhv. 46 og 51%.

Tabell 11 Endringer pr. år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for ikke-marin sulfat ( $\text{SO}_4^*$ ) i feltforskningsstasjonene for periodene 1980-1990, 1990-2000, 2000-2008 og 1980-2008. Beregningene er gjort ved enkel regresjon av årlig aritmetisk middelverdi 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		2000-2008		1980-2008	
	årlig endring	%-vis endring	årlig endring	%-vis endring	årlig endring	%-vis endring	årlig endring	%-vis endring
	$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$		$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$		$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$		$\text{SO}_4^*$ $\mu\text{ekv L}^{-1}$	
Birkenes	-2,8	-22	-3,6	-37	-1,6	-23,4	-3,2	-70
Storgama	-1,2	-16	-3,6	-56	-1,1	-34,2	-2,4	-82
Langtjern	-1,3	-19	-3,4	-52	-1,2	-36,0	-2,0	-78
Kårvatn	-0,2	-13	-0,2	-18	-0,6	-44,2	-0,3	-52
Dalelva (89)			-2,9	-27	-1,7	-18,5	-1,8	-46
Svartetjern (94)			-2,3	-51	-1,1	-51,8	-0,3	-45
Øygardsbekken (93)			-4,0	-46	-1,6	-40,5	-0,7	-47

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 klar nedadgående trend i ikke-marin sulfat.

Ser en hele overvåkingsperioden (1980-2008) under ett, har konsentrasjonene avtatt med 70-82% i Birkenes, Storgama og Langtjern, og 45-52% i de andre feltforskningsområdene. Birkenes har hatt den største årlige nedgangen i sulfatkonsentrasjon i perioden 1980-2008 med -3,2  $\mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ , etterfulgt

av Storgama og Langtjern med hhv.  $-2,4$  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 bekkene 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. Kårvatn er eneste felt med signifikant ( $p < 0,05$ ) økning i nitratkonsentrasjonene over tid. Den reelle økningen på Kårvatn er imidlertid svært liten, i og med at nitratkonsentrasjonene er så lave i utgangspunktet. 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 overvåkingselvene 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 år 2008 i feltforskningsfeltene. Denne gir en fin illustrasjon på hvordan biologien 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 ( $-20 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2008) hvert år. Storgama og Øygardsbekken passerte for første gang grensen for positiv årsmiddelverdi i hhv. 2001 og 2003 (Figur 38). Verdiene har deretter holdt seg positive i Storgama og den økende trenden fortsetter, mens Øygardsbekken har vist større år-til-år variasjon med negative verdier i 2007 og 2008. Den positive utviklingen de siste årene gjør at Storgama og muligens også Svartetjern begynner å nærme seg en vannkvalitet hvor fisk kan overleve. I Dalelva har reduksjon av svovelavsetningen på 1990-tallet ført til en klar øking i ANC i løpet av samme periode. Etter en foreløpig maksimumsverdi for ANC i 2006 ( $65 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ), får vi imidlertid en kraftig nedgang til  $52 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2007 for så å øke svakt igjen i 2008 ( $57 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ). 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 fem siste årene.

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

Feltene har en stor spennvidde i konsentrasjoner av ikke-marin kalsium og magnesium, verdiene fra 2008 varierer mellom  $9 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i Svartetjern og  $92 \mu\text{ekv L}^{-1}$  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 1990-2008). Dette er også tilfelle for Dalelva ( $p < 0,05$ ), men her har trenden flatet noe ut siden 2002 sammenliknet med de tre førstnevnte feltforskningsstasjonene. Nedgangen i sulfat er derfor delvis blitt kompensert med en parallell nedgang i basekationer. Dette forklarer hvorfor oppgangen i ANC, f.eks. i Birkenes-feltet er såpass liten sammenliknet med nedgangen i sulfat. Redusert 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 2008 var de to stasjonene fortsatt surest, men Storgama har gjennomgått en større forbedring (pH 4,9) enn Birkenes (4,7). Rangert etter surhetsnivå i

2008, følger deretter Langtjern (pH 5,0), Svartetjern og Øygardsbekken (pH 5,3), Dalelva (pH 6,2) 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 har skyldtes 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 1990-2008 (Figur 39). Birkenes har hatt spesielt stor nedgang totalt sett, men nivået i 2008 ( $169 \mu\text{g L}^{-1}$ ) er fortsatt langt over tåleransegrensene for fisk. Rangert etter konsentrasjonsnivå i 2008 etter Birkenes er det følgende rekkefølge: Øygardsbekken ( $43 \mu\text{g L}^{-1}$ ), Svartetjern ( $31 \mu\text{g L}^{-1}$ ), Storgama ( $25 \mu\text{g L}^{-1}$ ) og Langtjern ( $20 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Dalelva og Kårvatn har begge svært lav årsmiddelverdi ( $2 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2008). 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 bekkene. Årene 1997, 2000, 2005, 2007 og 2008 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 og 2008 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.

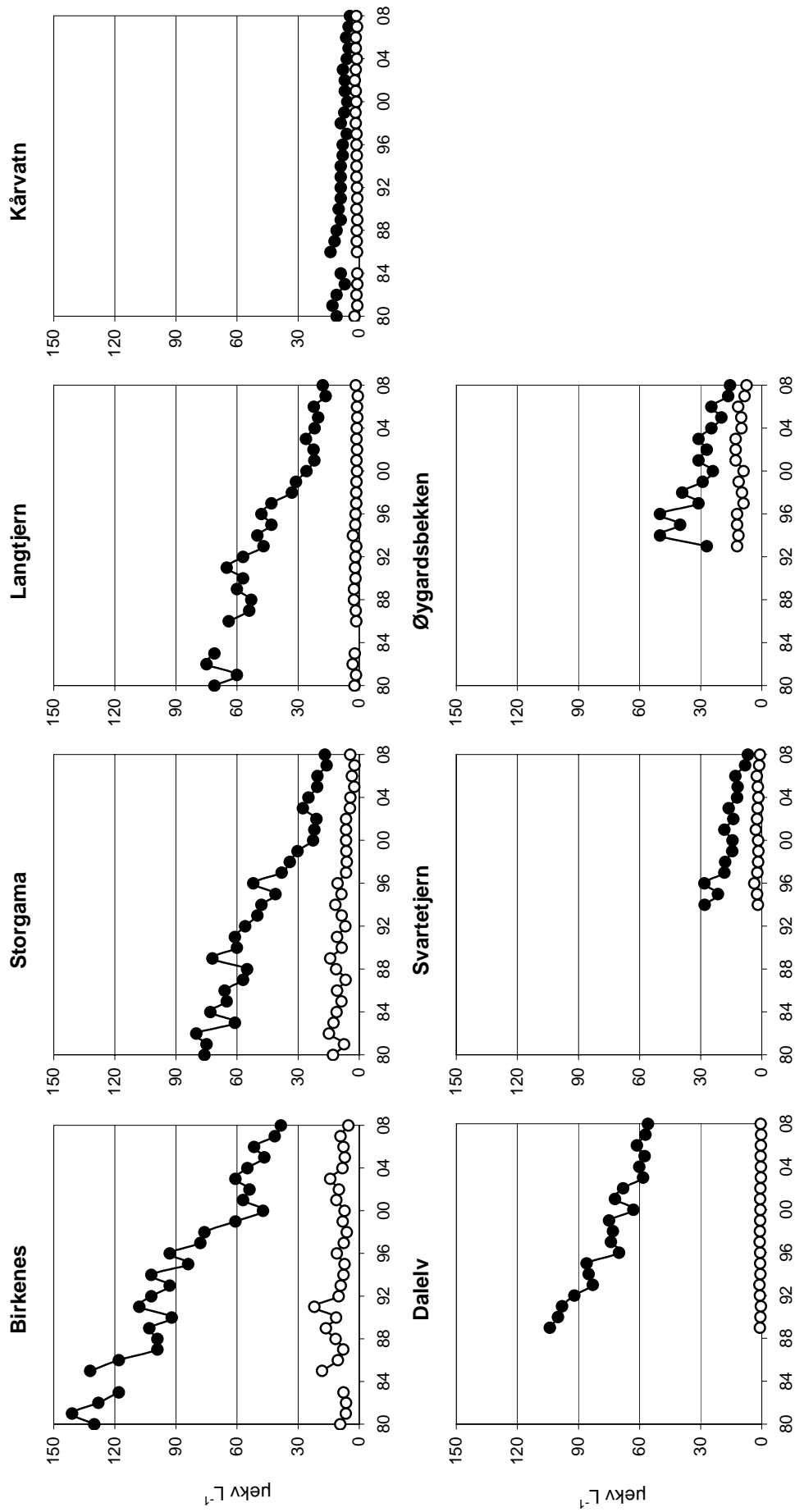
Sjøsaltepisoder vises også tydelig når man ser på veide årsmidler av ikke-marin natrium (Figur 40). Negative verdier indikerer år med sterke sjøsaltepisoder. Episoder med spesielt høye konsentrasjoner av sjøsalter i nedbøren kan forårsake at en del av natriumionene byttes ut med  $\text{H}^+$ -ioner 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 ( $9,3 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2008) og lavest i Kårvatn ( $0,8 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2008) og Øygardsbekken ( $1,4 \text{ mg C L}^{-1}$  i 2008) (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.

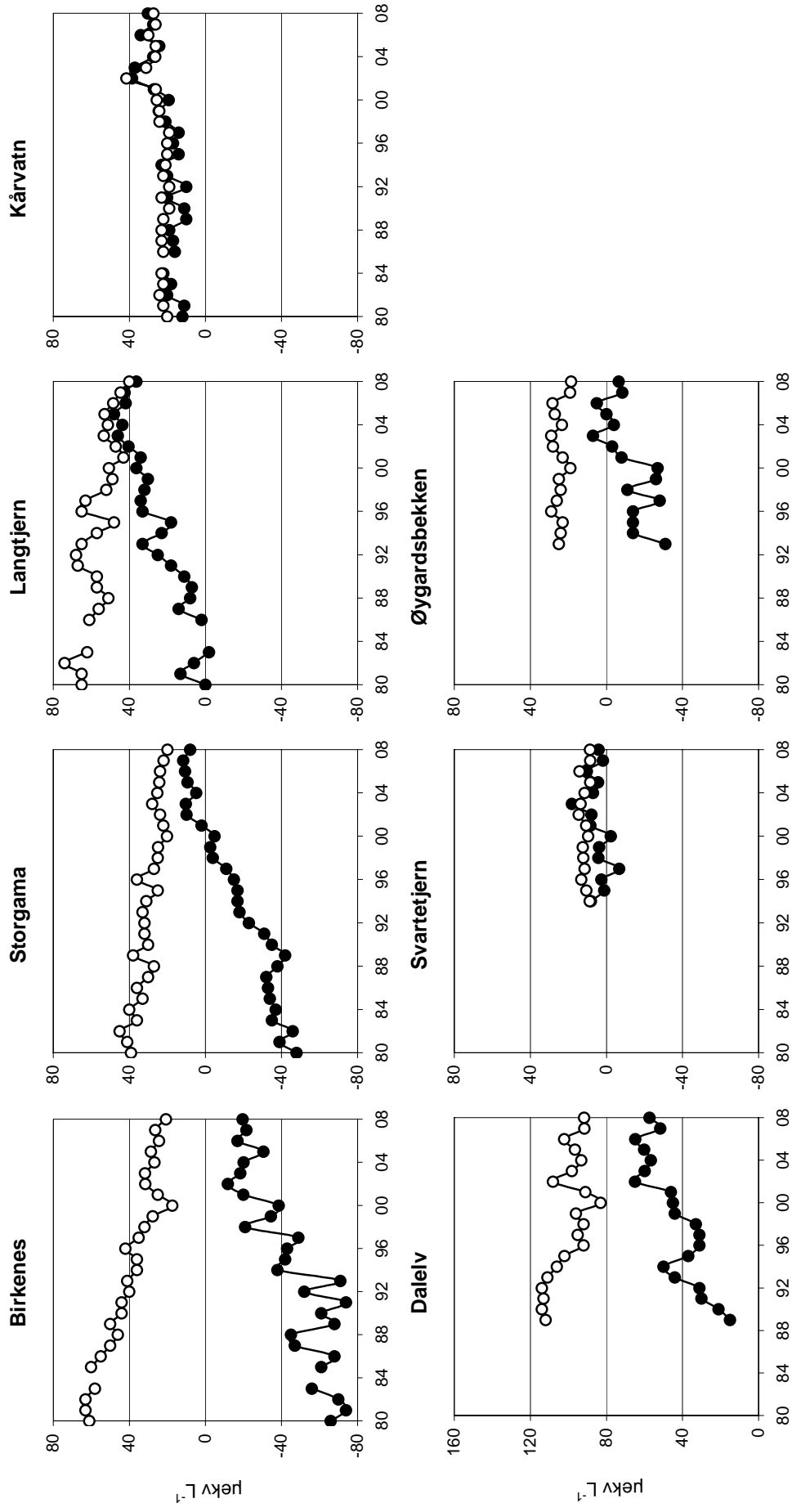
Det er først og fremst feltene på Øst- og Sørlandet som har vist økende trender i TOC i løpet av overvåkingsperioden. Økningen var særlig sterk på deler av 1990-tallet, men etter et midlertidig avtak omkring 2000 har konsentrasjonene igjen tatt seg opp. Følgende av feltene viser signifikant økende trend i TOC i perioden 1990-2008, basert på veide årsmidler og Mann-Kendall test; Birkenes og Storgama (begge med  $p < 0,01$ ), Langtjern, Øygardsbekken og Dalelva (alle med  $p < 0,05$ ). 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).

### Feltforskningsstasjoner - Ikke-marin sulfat og nitrat



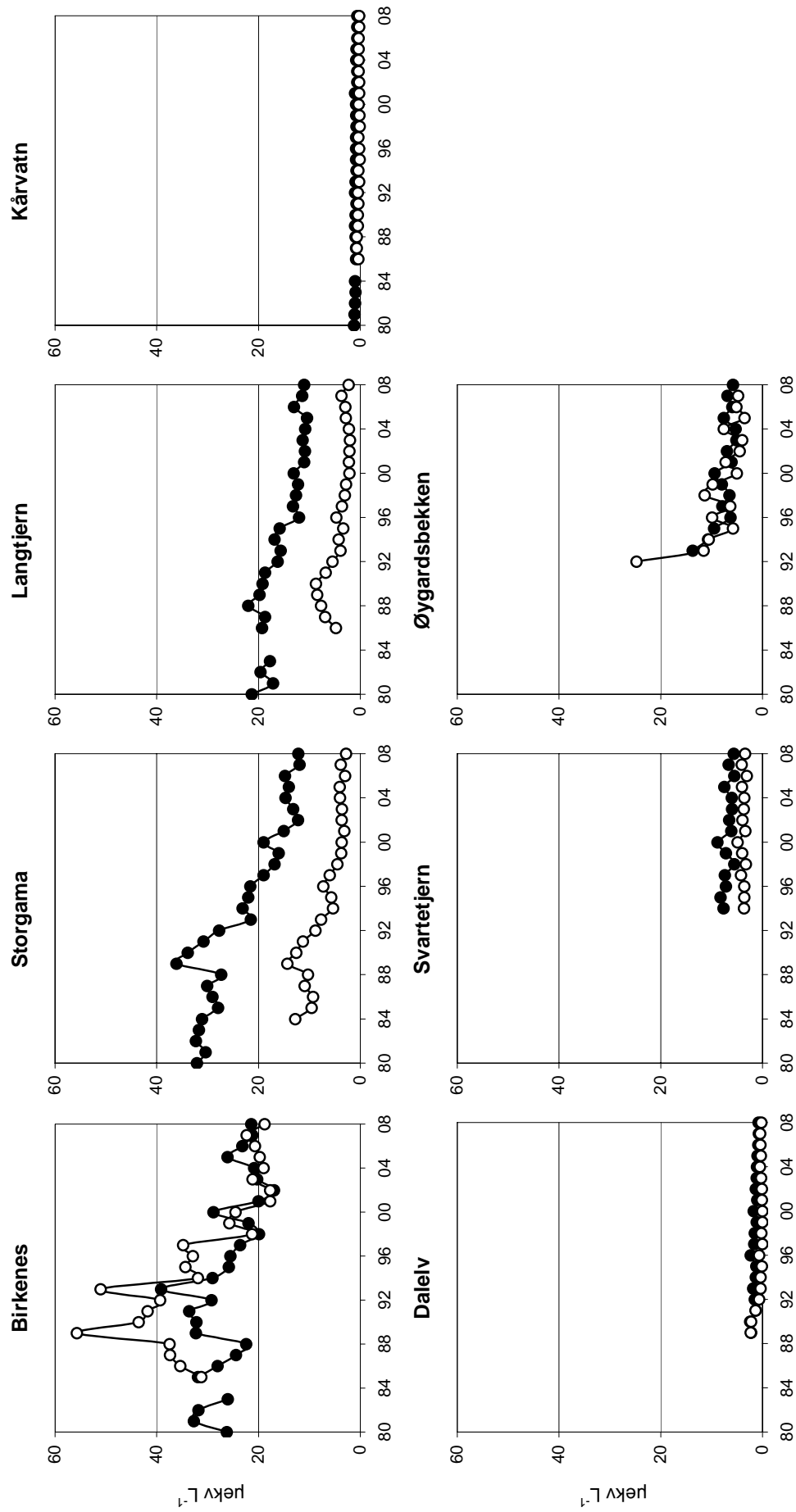
Figur 37. Ikke-marin sulfat og nitrat i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin sulfat ● og nitrat ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

### Feltforskningsstasjoner - ANC og ikke-marine basekationer



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

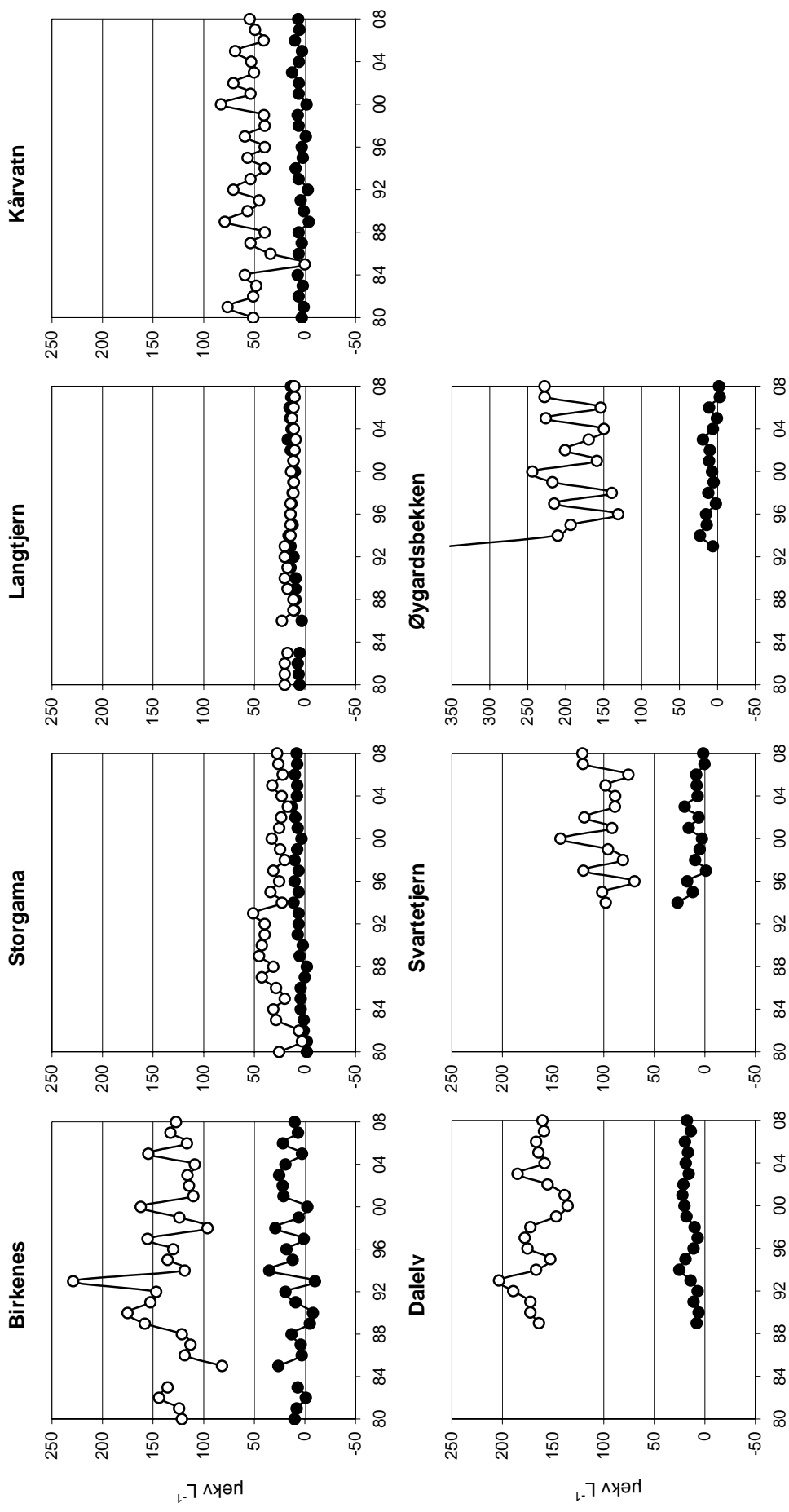
### Feltforskningsstasjoner - H+ LAL



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

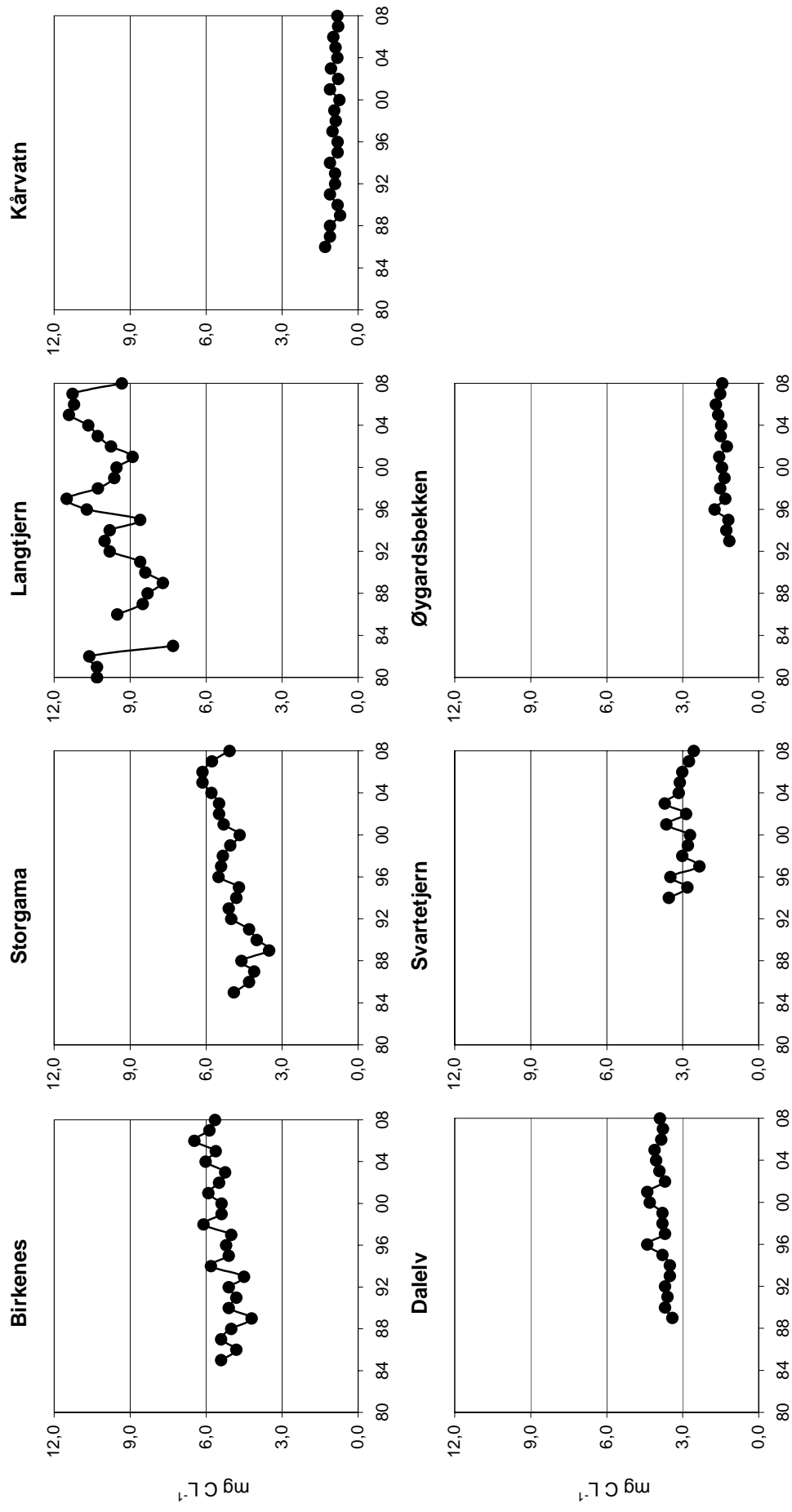


## Feltforskningsstasjoner - Klorid + ikke-marin Na



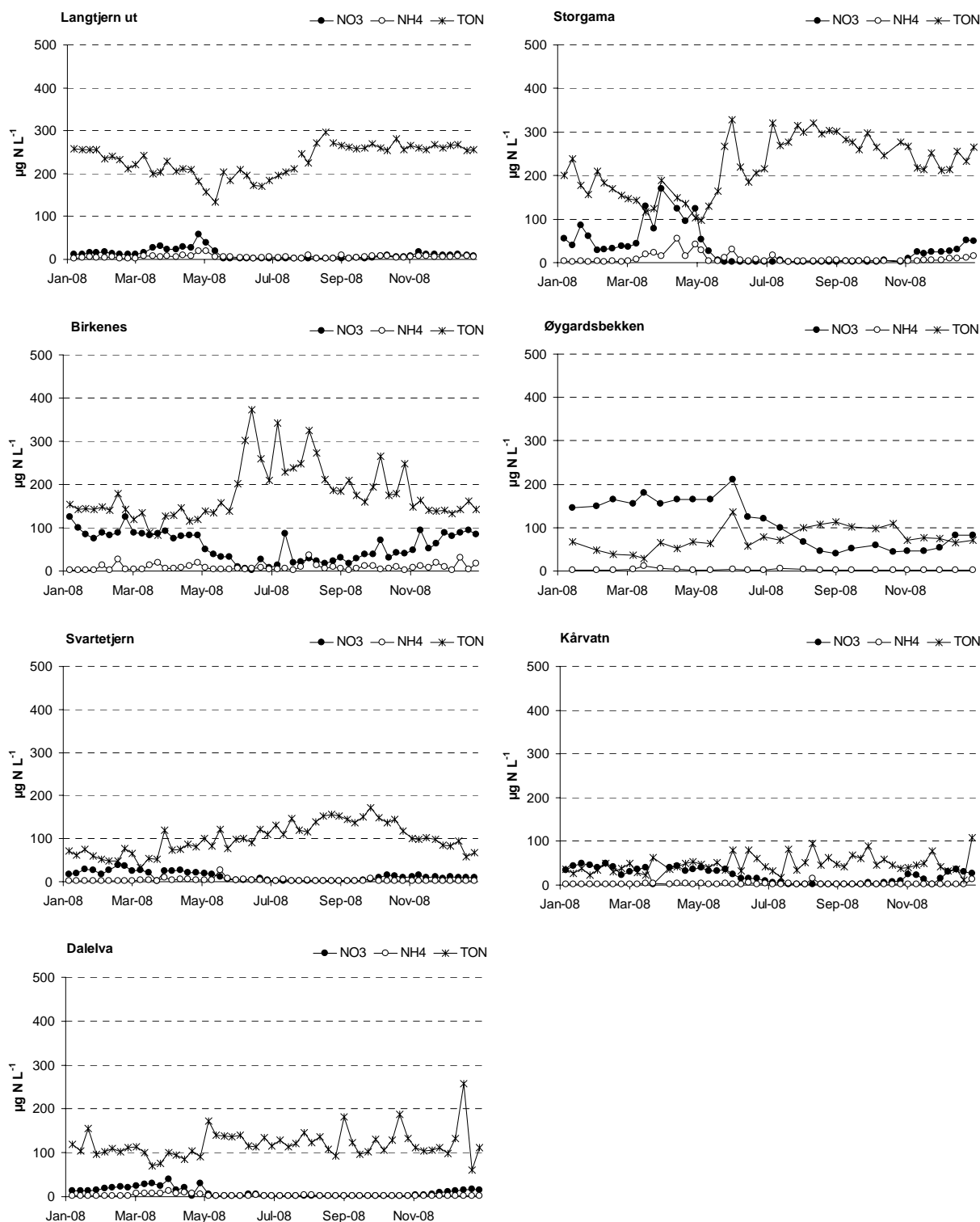
Figur 40. Klorid og ikke-marin natrium i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin natrium ● og klorid ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Øygardsbekken.

## 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 2008. 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:

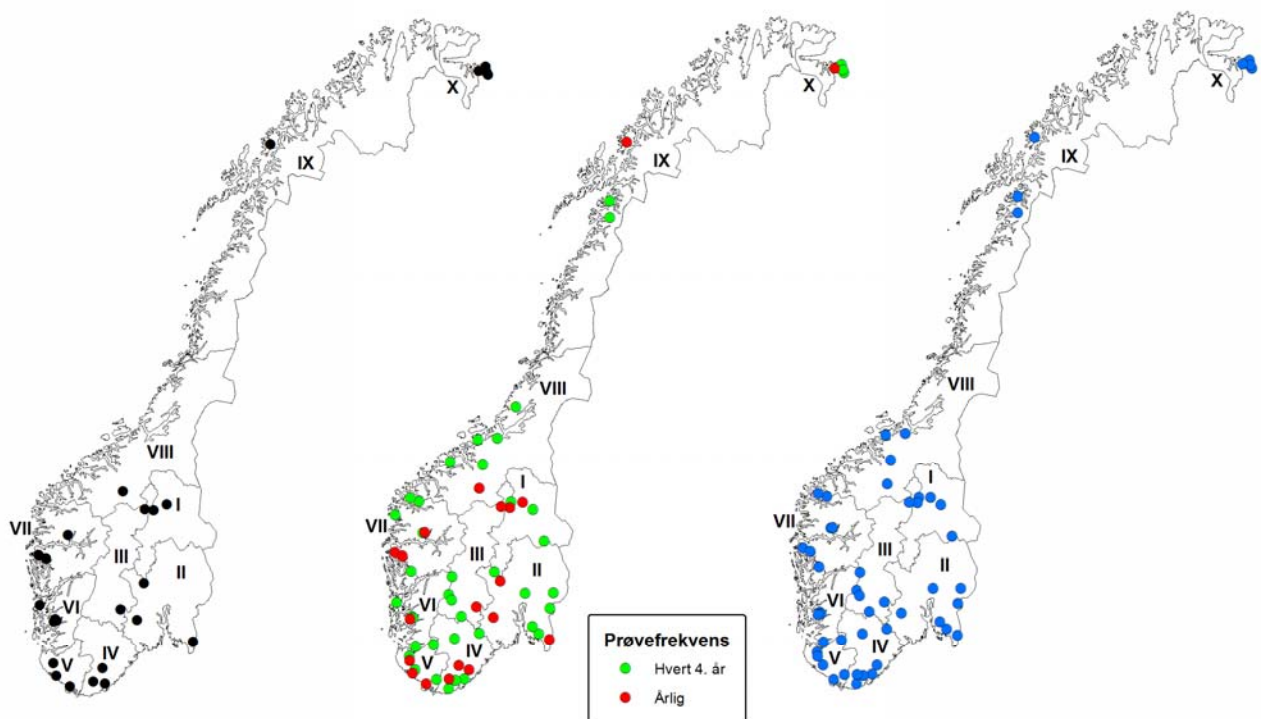
- Bunndyr i innsjøer og elver
- Planktoniske og litorale krepsdyr (småkreps) i innsjøer
- Fiskebestander i innsjøer og elver

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

Innsjøprogrammet omfatter 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 redusert fra 2002 og etter dette er antall Gruppe 3-sjøer gradvis halvert. I 2008 ble totalt 26 innsjøer undersøkt (Tabell 12, Figur 43). Hovedvekt ble lagt på region VI (Vestlandet - Sør) og region X (Øst-Finnmark) i tillegg til årlige innsjøer fordelt på de øvrige åtte regionene. Innsjøovervåkingen har pågått siden 1996, og for en del av innsjøene foreligger det data på bunndyr og krepsdyr fra alle 13 årene. Det gjennomføres dessuten bunndyrundersøkelser i fem vassdrag fordelt på regionene V-VII (tre av disse overvåkes hvert andre år). Tidligere ble fiskebestandene i disse også undersøkt, men fra 2008 gjennomføres fiskeundersøkelser kun i Vikedalsvassdraget.

Tabell 12. Innsjøer som inngår i undersøkelse av vannkjemi, bunndyr, planktoniske- og litorale krepsdyr samt fisk i 2008. 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	* <i>Stortjørna</i>	1918-4	x	x	x	
II-2	ØF	Aremark	3555	* <i>Bredtjenn</i>	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	* <i>Langtjern</i>	1715-1	x	x	x	
III-1	Op	Sel	231	* <i>Rondvatn</i>	1718-1	x	x	x	x
III-5	Te	Hjartdal	69	* <i>Heddersvatn</i>	1614-4	x	x	x	x
IV-3	AA	Grimstad	10482	<b>Bjorvatn</b>	1512-2	x	x	x	
IV-5	AA	Evje og Hor	10069	<b>Lille Hovvatn</b>	1512-3	x	x	x	
IV-9	VA	Vennesla	11078	* <i>Songevatn</i>	1411-1	x	x	x	
V-1	VA	Farsund	21894	<b>Saudlandsvatn</b>	1311-2	x	x	x	
V-4	Ro	Sokndal	21438	<b>Ljosvatn</b>	1211-1	x	x	x	
V-8	Ro	Bjerkreim	20451	* <i>Lomstjørni</i>	1212-2	x	x	x	
VI-3	Ro	Vindafjord	22548	<b>Røyrvatn</b>	1214-2	x	x	x	
VI-4	Ro	Vindafjord	22508	Risvatn	1214-2	x	x	x	x
VI-5	Ro	Vindafjord	22439	Flotavatn	1214-2	x	x	x	x
VI-6	Ho	Stord	22101	Øv. Sørlivatn	1114-1	x	x	x	
VII-4	Ho	Masfjorden	26000	<b>Markhusdalsvatn</b>	1116-1	x	x	x	
VII-6	Ho	Masfjorden	26133	* <i>Svartetjern</i>	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	x
IX-5	Tr	Tranøy	2380	* <i>N. Kaperdalsvatn</i>	1333-1	x	x	x	
X-2	Fi	S-Varanger	64713	Otervatn	2534-3	x	x	x	x
X-3	Fi	S-Varanger	64482	Store Skardvatn	2534-3	x	x	x	x
X-4	Fi	S-Varanger	64143	F. Høgfjellvatn	2534-3	x	x	x	
X-5	Fi	S-Varanger	64282	* <i>Dalvatn</i>	2434-2	x	x	x	x



Figur 43. Lokalteter som inngår i det biologiske overvåkingsprogrammet for innsjøer i 2008. Kartet lengst til venstre angir regioninndeling (I-X) av Norge med romertall (se Tabell 12 for nærmere angivelse av lokalitetene og hvilke type prøver som er tatt i den enkelte lokalitet). De to andre kartene viser alle innsjølokalitetene som er med i det biologiske overvåkingsprogrammet; det midterste kartet viser innsjøer med invertebratundersøkelser og det høyre kartet innsjøer med fiskeundersøkelser.

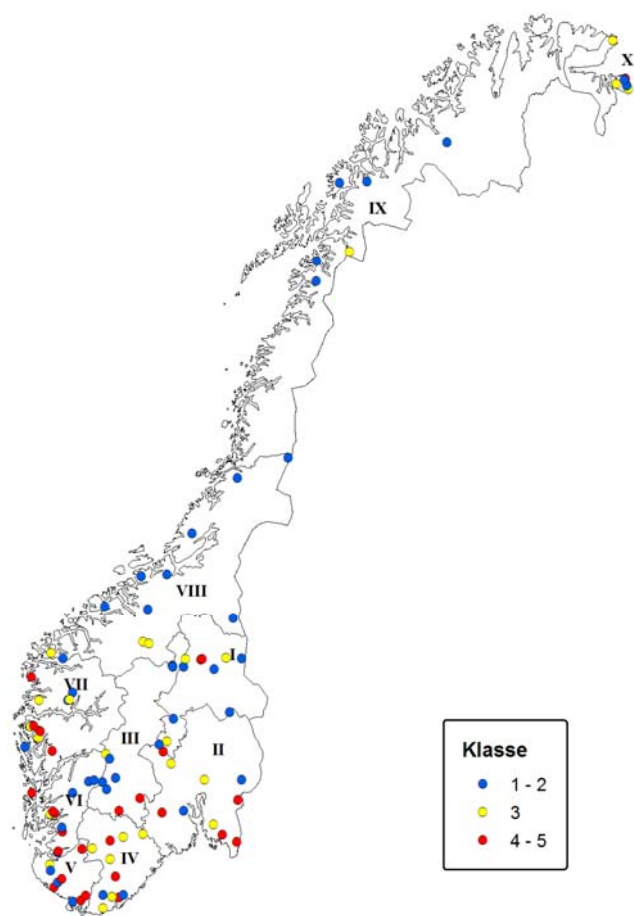
For bunndyr, krepsdyr og fisk er det gjort en vurdering av tilstand mht. forsurening/ forsuringsskader. Forsuringstilstanden er inndelt i fem klasser basert på avvik fra forventet biologisk mangfold i ikke-forsurete lokaliteter: ingen/ubetydelig endring (klasse 1), liten endring (klasse 2), moderat endring (klasse 3), stor endring (klasse 4), svært stor endring (klasse 5). Disse betegnelseene 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 forursingsskadene enn en vurdering basert på bunndyrene eller krepsdyrene alene. Innsjøenes forursingstilstand 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 bestandsparmetre og hvordan disse varierer naturlig og med ulike påvirkninger. I denne rapporten vil vi imidlertid kun presentere tetthet for de ulike fiskebestandene.

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



Figur 44. Kart med angivelse av forursingsskader basert på bunndyr og planktoniske og litorale krepsdyr (innsjøer) fra siste år med data i perioden 1997-2008. Klasse 1-2: ikke-forsuret/ubetydelig til litt forursingsskadet, klasse 3: moderat forursingsskadet, klasse 4-5: sterkt til svært sterkt forursingsskadet.

#### 4.1.1 Bunndyr

I 2008 ble det undersøkt bunndyr fra totalt 26 innsjøer fordelt på ti regioner i Norge, se Tabell 12 og Figur 43. Overvåkingen av innsjøer har nå pågått i 13 år og i de intensive og halvintensive sjøene foreligger det årlig materiale fra denne perioden. Fra og med 2007 utgår alle innløpsprøver fra overvåkingsinnsjøene. Dette får betydning for det totale biologiske mangfold i prøvene og for trendanalyser og sammenligning med tidligere år. Vi har tatt hensyn til dette i rapporten.

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.

Overvåkingen av bunndyr i rennende vann ble startet i 1981. Det tas prøver fra et fast stasjonsnett i fem vassdrag beliggende i regionene V, VI og VII. Fra og med 2002 blir to av vassdragene prøvetatt annet hvert år. I 2008 ble det samlet inn prøver fra fire vassdrag (Figur 66). Nausta ble ikke prøvetatt. Ved kartleggingen av forsuringssituasjonen benyttes forsuringstoleransen hos de ulike bunndyrgrupper- og arter som basis slik at en kan karakterisere vassdraget i en forsuringssammenheng. Det benyttes en skala fra 0 (sterkt forsuringsskadet) til 1 (ubetydelig/lite påvirket). Eksempler på følsomme taksa er vist i Tabell 13 og resultater vist i kapittel 4.4.1.

Tabell 13. 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>Isoperla</i> spp. <i>Diura</i> spp. <i>Capnia</i> spp. Vårfluer: <i>Apatania</i> spp. <i>Hydropsyche</i> spp. <i>Philopotamus montanus</i> <i>Tinodes waeneri</i> <i>Potamophylax cingulatus</i> <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Itytrichia lamellaris</i>	0,5	Mangler ovenfor nevnte grupper helt i prøven, trer registreringer av arter/grupper med verdi 0,5 i funksjon. Dersom en eller flere av disse blir registrert i nødvendig omfang, vil vi karakterisere lokaliteten som markert forsuringsskadet.
Ertemuslinger ( <i>Pisidium</i> )	0,25	I mange tilfeller blir det også undersøkt lokaliteter som egner seg for ertemuslinger ( <i>Pisidium</i> ). En eller to av disse artene kan tåle surhet ned mot pH 4,8. Dersom småmuslinger blir registrert i slike tilfeller, karakteriseres området fortsatt som sterkt skadet.
Ingen registrering av ovenfor-nevnte arter/grupper eller andre forsuringssømfintlige bunndyr	0	Mangler småmuslinger i lokaliteter som biotopmessig skulle være gode for dem og man ellers bare har registrert dyr med høy pH-toleranse, karakteriseres området som meget sterkt forsuringsskadet, verdi 0.

#### 4.1.2 Planktoniske og litorale krepsdyr

Undersøkelsene av krepsdyr (vannlopper og hoppekreps) er basert på kvalitative håvtrekk, både fra pelagialen og fra litoralsonen. Kvalitative prøver er tatt med planktonhåv med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm. Prøvene fra pelagialen er tatt over innsjøens dypeste punkt ved at håven er blitt trukket fra bunn og opp til overflaten i et rolig tempo (se EN 15110 for ytterligere beskrivelse). De litorale prøvene er tatt like over bunnen, og det foreligger prøver fra dominerende bunnssubstrat 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 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 forsuringfølsomme arter i en ikke-forsuret innsjø vil imidlertid avhenge av en rekke forhold, blant



annet med klima, innsjøens produktivitet og innholdet av kalsium. For forsuringfølsomme vanntyper forventes andel forsuringfølsomme arter å være 20 - 40 % dersom innsjøen ikke er forsuret (typespesifikk naturtilstand). Andelen er lavest for svært kalkfattige, klare fjellsjøer på Vestlandet og høyest for lavlandssjøer på Østlandet med noe høyere kalsiuminnhold og produktivitet. Humøse innsjøer forventes generelt å ha en høyere andel forsuringfølsomme småkreps enn klare innsjøer dersom forholdene for øvrig er like.

Av de 20 innsjøene som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2-sjøer), er en innsjø undersøkt for første gang i 1999, mens tre lokaliteter er undersøkt siden 1998, tolv siden 1997 og fire siden 1996. Fra flere av innsjøene finnes det i tillegg data på planktoniske og/eller litorale krepsdyr fra tidligere undersøkelser. Lokaliteter som inngår i krepsdyrundersøkelsene i 2008 er angitt i Tabell 12 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 bestandeffekter forårsaket av forsuring. Endringer i fangstutbytte, rekruttering og alderssammensetning ligger til grunn for vurderingen av fiskepopulasjoner i innsjøer i de utvalgte områdene.

Registrering av forsuringsskader på fisk i innsjøer har i de siste åra vesentlig vært foretatt blant de såkalte "100-sjøers lokaliteter". En stor del av disse lokalitetene ble i 1996 inkludert i et revidert biologisk overvåkingsprogram. I perioden 1996-2008 har et utvalg på 9-19 innsjøer fra ulike regioner blitt prøvofisket hvert år.

Da den biologiske overvåkingen ble satt i gang tidlig på 1980-tallet, ble prøvofiske gjennomført med SNSF-garnserier. En slik serie består av åtte enkeltgarn (27,0 x 1,5 m), med maskeviddene 10-45 mm. Disse garn ble satt enkeltvis fra land, og dekte vanligvis 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 garn 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 på de to garnseriene er sammenliknet ved fiske med begge seriene i en del innsjøer. Fangstutbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt, dvs ca. 12 timers fiske (CPUE).

I 2008 ble totalt åtte lokaliteter prøvofisket fordelt på region III (n=2), VI (n=2), VIII (n=1) og X (n=3) (Tabell 12 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.

Vi benytter en forsuringindeks (FI) for å sammenlikne fangstutbyttet hos aure og abbor i en lokalitet eller region over tid ut fra en bestemt forventning. Indeksen varierer mellom 0 og 1, og fangstutbyttet i ikke-skadde bestander av aure (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 14).

*Tabell 14. 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 prøvofisket 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 trenger ikke å bety at en fiskebestand er påvirket av forsuring. Dette skyldes at f. eks en aurebestand kan være rekrutteringsbegrenset fordi tilløpsbekker er små eller har uegnet gytesubstrat. Gytebekker kan også være påvirket av ugunstige klimatiske forhold (tørke eller flom). Aurebestander kan også være påvirket av konkurranse fra andre arter som f.eks abbor. Data om aure i slike lokaliteter er derfor 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 formål 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 forsuringområder. 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, Markhusdalsvatn, Atnsjøen (Atna), Røyrvatn og Nystølvatn. (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. 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 2008 ble 20 bekker i Vikedalsvassdraget undersøkt. Disse tre vassdragene har en forsuringfølsom vannkvalitet, med skader på fiskebestander i flere innsjøer. 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 imidlertid 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 1993-2008. Tetthetene justeres i forhold til vannføringen under fisket hvert år fordi dette påvirker fangsteffektiviteten.

## 4.2 Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene i 2008

### 4.2.1 Region I – Østlandet-Nord

#### Bunndyr

De årlige innsjøene Atnsjøen og Stortjørna ble undersøkt i 2008. I Atnsjøen var tettheten av den sterkt følsomme døgnfluen *B. rhodani* høy i utløpselva. Dette indikerer en uskadet fauna. Videre var det registrert 7 arter av steinfluer. Blant disse var det to moderat følsomme arter, *Isoperla grammatica* og *Diura nanseni*. Det ble videre påvist 7 arter/slekter av vårfluer. Tre av disse er kjent for å være sensitive for surt vann. I 2008 ble det funnet to arter ferskvannssnegl, *Lymnaea peregra* og *Gyraulus acronicus*. Videre ble det også registrert følsomme krepsdyr, *Daphnia* sp., i bunnprøvene. Resultatet i Atnsjøen varierer litt fra år til år med hensyn på antall arter og mengden av sensitive taksa. Forskjellene tolkes som naturlige variasjoner og ikke at samfunnene endrer seg grunnet endret forureningsbelastning.

Stortjørna har tidligere vist moderat til liten forureningskade. *B. rhodani*, som tidligere har hatt sporadisk forekomst, er ikke registrert i de tre siste årene. Vekslingen i forekomst indikerer ustabile forhold og varierende surhetstilstand fra år til år. Blant vårfluene ble det bare påvist tolerante arter. Det ble videre registrert moderat følsomme individer av flimmermark og svakt forureningsfølsomme småmuslinger (*Pisidium*) som er noe følsomme for surt vann. Lokaliteten må på basis av faunaen karakteriseres som moderat skadet av forurening og tilstanden er ustabil.

#### Krepsdyr

Totalt er det registrert 57 arter i region I (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1997-2008. For enkeltsjøene i regionen ble forureningskadeene i 1998 vurdert som ubetydelig/liten til stor (svært god/god - dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunen.

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 forureningsstolerante/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. Forureningsfølsomme 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.

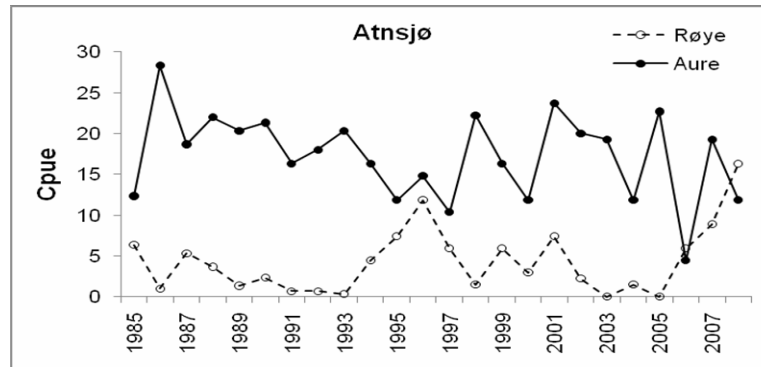
Kun fire av innsjøene i denne regionen er undersøkt etter 1998. To av innsjøene undersøkes årlig (Vedlegg F1-F2). Atnsjøen (Stor-Elvdal) er en referansesjø med ingen eller kun ubetydelige forureningskader. Andelen forureningsfølsomme individer har i de siste fire årene likevel vært noe høyere enn i tidligere år. Stortjørna (Engerdal) er moderat forurenset og viser relativt store mellom-år variasjoner i krepsdyrfaunaen. Survannsindikatorerne *Alona rustica* og *Acanthocyclops vernalis* er registrert i tillegg til moderat tolerante og moderat følsomme arter. Hoppekrepsen *Eucyclops speratus*, som regnes som moderat forureningsfølsom, ble registrert for første gang i 2008. 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. forureningsstilstand. Andel forureningsfølsomme småkreps i 2008 (20 %) har imidlertid aldri vært høyere siden overvåkingen startet. 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 forureningsstilstanden over overvåkingperioden.

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

#### Fisk

I 2008 ble ingen innsjøer i region I prøvet fisket, 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 det siste tiåret. 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. Fangstutbyttet for aure og røye i bunnære områder (0-12 m dyp) har i perioden 1985-2008 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 2-31 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 1985-2008.

#### 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. Den økologiske tilstanden i Ø. Jerpetjern ble vurdert som dårlig både vår og høst. I Langtjern ble det påvist småmuslinger, *Pisidium* sp.. Bredtjern hadde en sterkt skadet fauna. Samlet viser faunaen i innsjøene i region II at området bærer preg av forurensningsskade, 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 1996-2008. For enkeltlokaliteter i region II vurderes forurensningsskadene som liten til meget stor (god - svært dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen.

Region II ble undersøkt i 1998 (SFT 1999) og på nytt i 2002 (SFT 2003) og 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 tre av lokalitetene i region II fins det årlige krepsdyrdata fra ti til 13 år i løpet av perioden 1996-2008 (Vedlegg F1-F2). Bredtjern (Aremark) er en av de mest forurensningsskadede 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 forurensningsskadet. En ny forurensningsfølsom vannloppe, *Alona karelica*, ble imidlertid registrert i 2008. 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 2003-2008, 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 overvåkingsperioden. I Øvre Jerpetjern (Notodden) har andel forurensningsfølsomme

arter vært noe høyere i årene 2004-2007 sammenlignet med tidligere år og 2008. 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. For øvrig er det ingen generelle endringer i krepsdyrfaunaen i undersøkelsesperioden. Totalt åtte innsjøer 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 sammenlignet med 1998. Det blir antatt at forskjellene mellom de to årene 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 prøvofisket i noen innsjøer i region II i 2008. Lokalitetene i denne regionen har lave tettheter av aure. Alle de åtte undersøkte abborbestandene er imidlertid nå svært tette, og de vurderes ikke lenger som skadde. Bestandene av aure og røye har vært små gjennom hele undersøkelsesperioden, noe som trolig skyldes konkurranse fra abbor. I både Øvre Jerpetjern og i Nordre Furuvatn er det satt ut aure, men undersøkelsene hittil 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 Rondvatn og Heddersvatn. I Rondvatn ble det registrert tre sensitive taksa av bunndyr. Den sterkt følsomme døgnfluen *B. rhodani* ble registrert i utløpsbekken om høsten. Det ble registrert to arter sensitive steinfluer, *Capnia* sp. og *D. nanseni*. Faunaen viser at innsjøens forsuringstatus ikke er endret sammenlignet med tidligere. Det ble registrert flere moderat sensitive steinfluearter i utløpet av Heddersvatn: *Capnia* sp., *D. nanseni* og *I. grammatica*. Våre registreringer i region III viser at følsomme insektarter kan forekomme i meget tynn vannkvalitet. Dette kommer særlig til syne i Rondvatnet, som er svært ionefattig.

### Krepsdyr

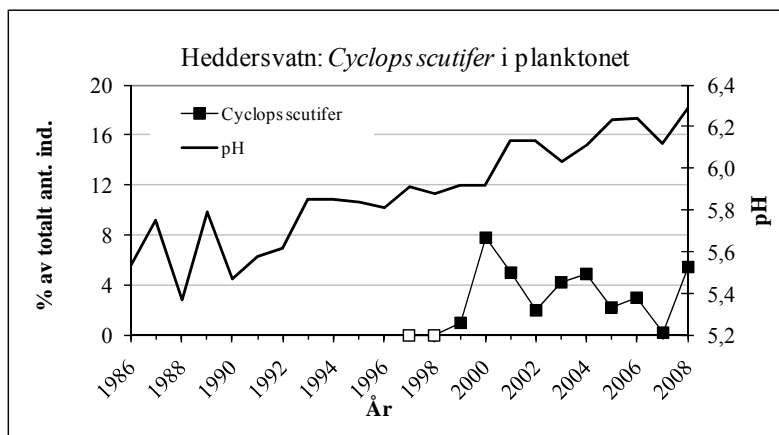
Totalt er det registrert 41 arter i region III (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1998-2008. For enkeltsjøene i regionen er forsuringsskadene basert på krepsdyrfaunaen vurdert som ubetydelig/liten til stor (svært god/god – dårlig økologisk tilstand).

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.

Fra to av lokalitetene i region III fins det årlige krepsdyrdata for perioden 1997-2008 (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). 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 ione-konsentrasjoner. 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.

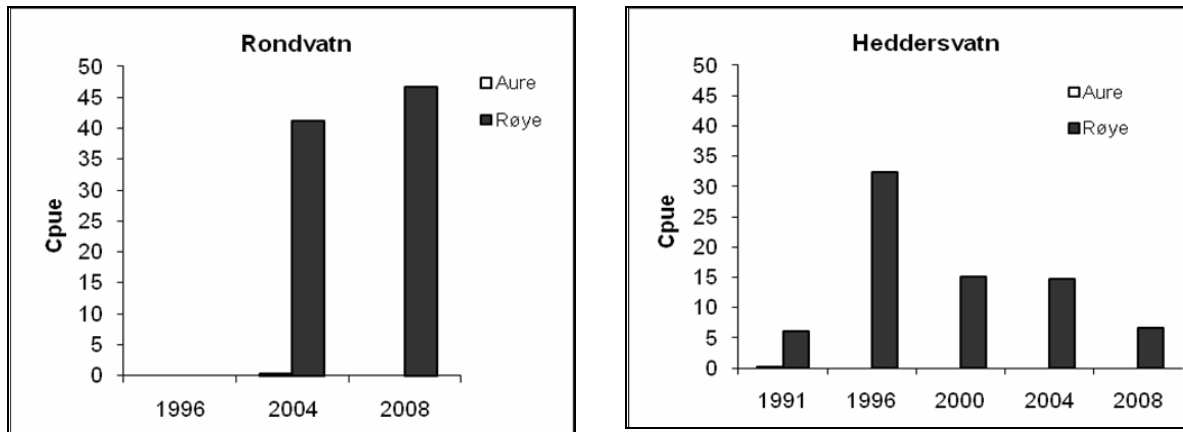
De fleste innsjøene i regionen vurderes ikke som forsuringsskadet, og forskjeller i krepsdyrfaunaen mellom år skyldes høyst sannsynlig variasjoner i andre miljøforhold, for eksempel klima eller fisketetthet.



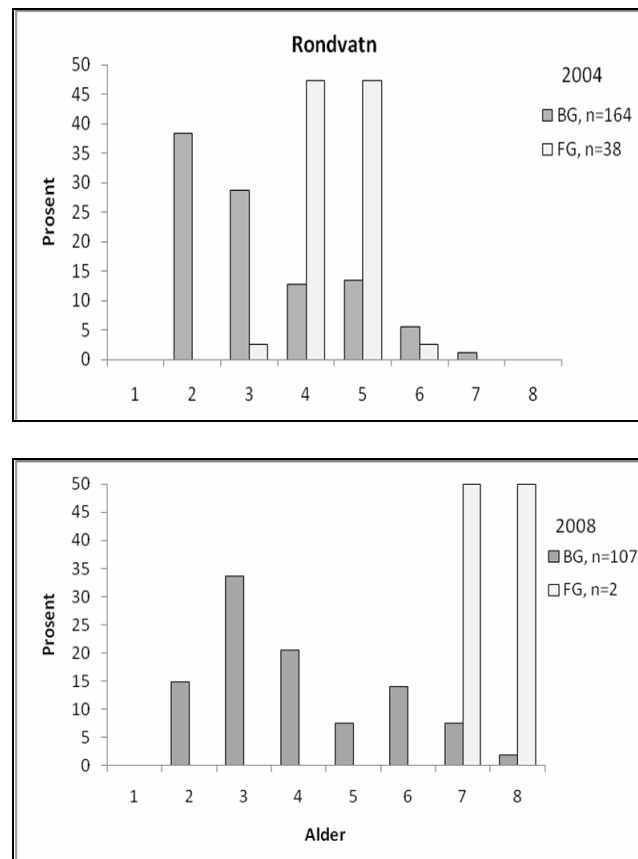
Figur 46. Andel (% av totalt individantall) av vannloppen *Cyclops scutifer* i Heddersvatn (region III, Fjellregionen Sør-Norge) i 1997-2008. Åpne symboler: ingen funn av arten i planktonprøver. pH er fra høstprøver.

## Fisk

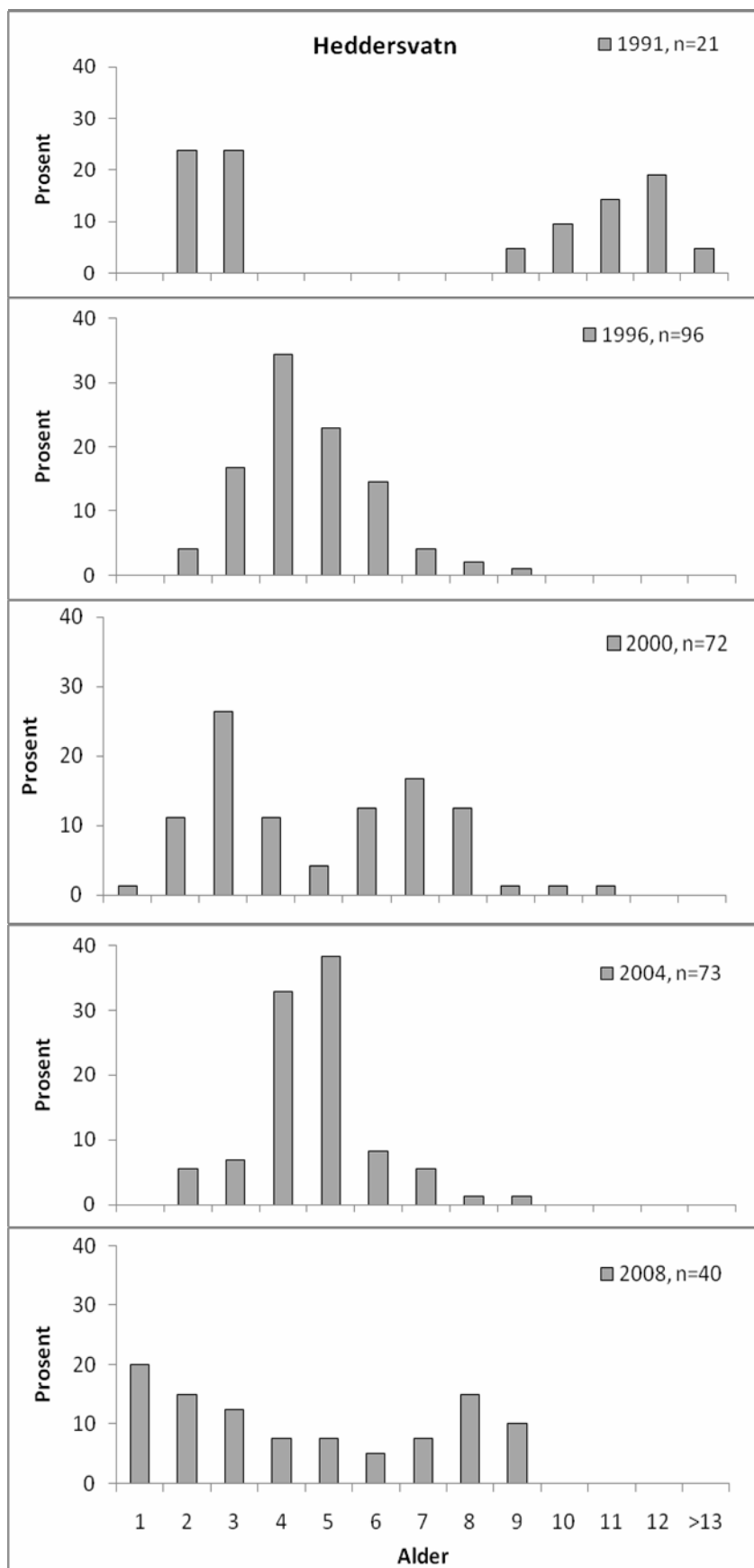
I region III ble to lokaliteter prøvofisket i 2008. Alle de undersøkte lokalitetene ligger over 1000 m o.h., og de fleste har forholdsvis tynne eller middels tette aure- og/eller røyebestander. Røyebestanden i Rondvatn (Lok. III-1) har hatt en svært positiv utvikling i de siste åra (Figur 47). Innsjøen var fisketom fram til 1998 da det ble satt i gang utsetting av røye fra tjern i Illmandalen. Disse individene har reprodusert, og i løpet av få år har de gitt opphav til en tett røyebestand. Aldersfordelingen hos røye i Rondvatn viser at rekrutteringen er svært god, med en stor andel unge individer (Figur 48). Eldre individ ( $\geq 4$  år) er også godt representert i bestanden. Fangstutbytte av røye i Heddersvatn (Lok. III-5) har vært forholdsvis lavt, med unntak av i 1996 (Figur 47). Aldersfordelingen hos røye i denne lokaliteten tyder også på en mer ujevn rekruttering med noen sterke årsklasser (Figur 49). Fire- og femåringene dominerte i fangsten i 2004 og de samme årsklassene utgjorde også en stor del av fangsten fire år senere. Tre andre innsjøer i denne regionen som ble undersøkt i 2004/2005 har fortsatt tynne aurebestander. 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 (se kap 3 i denne rapporten). Mengden fisk i disse høyfjellssjøene er sannsynligvis rekrutteringsbegrenset og ikke lenger påvirket av forsuring.



Figur 47. Fangst av aure og røye pr. 100 m<sup>2</sup> garmareal (Cpue) i bunnære områder (0-6 m dyp) av Rondvatn (lok III-1) og Heddersvatn (lok III-5) i ulike perioder.



Figur 48. Aldersfordelingen hos røye fanget på bunnegarn (BG) og flytegarn (FG) i Rondvatn i 2004 og 2008. n = antall individ som er aldersbestemt.



Figur 49. Aldersfordelingen hos røye i Heddersvatn i ulike år. n = antall individ som er aldersbestemt.



#### 4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst

##### Bunndyr

I region IV ble Bjorvatn, Lille Hovvatn og Songevatn undersøkt. I førstnevnte lokalitet er det tidligere bare påvist taksa som er tolerante for surt vatn med unntak av 2002, hvor det ble registrert småmuslinger. I senere år, inklusive 2008, er ikke muslingene gjenfunnet og innsjøen fremstår som meget sterkt forsuringsskadet. I Lille Hovvatn ble den moderat følsomme døgnfluen, *Siphonurus sp.* påvist i strandsonen. Dette var også tilfelle i 2007 og observasjonen kan tyde på at Lille Hovvatn er i ferd med å gjenhente seg fra en tidligere sterkt skadet tilstand. I Songevatn ble det registrert to arter av den sterkt følsomme døgnflueslekten *Baetis* i utløpsbekken (*B. rhodani* og *B. fuscatus*). I strandsonen ble det registrert en annen sterkt følsom døgnflueart, *Caenis horaria*. Dette viser at vatnet er lite forsuringsskadet.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 64 krepsdyrarter i region IV (10 innsjøer) i perioden 1997-2008. Krepsdyrsamfunnene viser stor variasjon og forsuringsskadene er vurdert som liten til meget stor (god – svært dårlig økologisk tilstand) for enkeltsjøene i regionen.

Et utvalg av overvåkingssjøene i regionen ble undersøkt i 1999 (SFT 2000) og på nytt i 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 survannsindikatorene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble funnet i alle vann. Også mer forsuringfølsomme arter som *Daphnia longispina* ble påvist, men kun i et fåtall av lokalitetene.

Tre av innsjøene overvåkes årlig (Vedlegg F1-F2). Bjorvatn (Birkenes) er moderat til stekt forsuringsskadet. 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*; begge anses som moderat forsuringfølsomme. Mengden av disse er imidlertid liten, og enkelte år er andelen forsuringfølsomme arter svært 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 forsuringsskadete av overvåkingssjøene våre og krepsdyrsamfunnet gir ingen tegn på endringer i forsuringstilstanden. I 2008 ble det kun registrert forsuringstolerante arter. I Songevatn (Songdalen/Vennesla) er andelen forsuringfølsomme krepsdyrarter mer enn fordoblet for perioden 1997-2008 sammenlignet med situasjonen på slutten av 1980-tallet, men datagrunnlaget fra de tidlige undersøkelsene er noe mangelfullt. Andelen *Daphnia longispina* i planktonet har økt fram mot 2005, fra kun sporadiske funn og svært lave tettheter i 1997. Lave tettheter av *Daphnia longispina* i 2005-2008 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 i de to sjøene Risvatn (Birkenes) og 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 2008. Karakteristisk for forsøkslokalitetene i denne regionen er at de har forholdsvis tynne aurebestander og tette abborbestander. I en 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 meget sterkt skadet (Klasse 5), men kan nå klassifiseres som markert skadet (Klasse 3). Forsuringssituasjonen i regionen vurderes fortsatt som alvorlig, med mange tapte aure- og abborbestander (SFT 2008).

#### 4.2.5 Region V - Sørlandet-Vest

##### Bunndyr

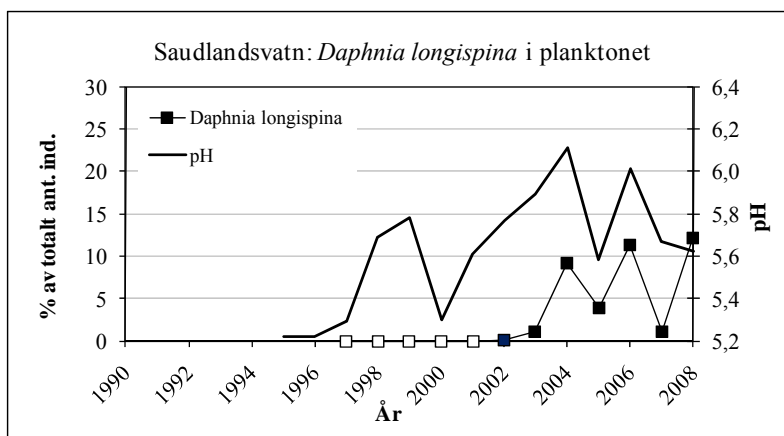
I region V ble innsjøene Saudlandsvatn, Ljosvatn og Lomstjørni undersøkt. I Saudlandsvatn, som undersøkes årlig, ble det i 2008 påvist ni følsomme taksa, det samme som 2007. Den sterkt sensitive døgnfluen *B. rhodani*, som tidligere har vært registrert sporadisk, ble ikke registrert i 2008. Denne arten ble først påvist i 1995. Bestanden har vært ustabil og arten var fraværende i årene 1998-2000. I de fire påfølgende årene viste denne døgnfluen en positiv utvikling. I 2005 var arten igjen fraværende, sannsynligvis grunnet sjøsaltepisoder tidlig på året. De seneste års resultater viser at forekomstene av de mest følsomme taksaene fortsatt er meget ustabile og at små vannkjemiske endringer kan slå disse ut igjen. En økende andel av sensitive organismer viser at det biologiske mangfoldet utvikler seg i positiv retning. Av arter som har etablert seg i Saudlandsvatnet i de seneste årene kan foruten *Baetis*, nevnes døgnfluene *Cloeon dipterum* og *Siphonurus alternatus* samt vårfluene *Tinodes waeneri*, *Oecetis testacea* og *Wormaldia* sp. Alle artene som har kommet tilbake er forventet, men fortsatt mangler det arter som finnes i uforsurete lokaliteter. I Ljosvatn ble det ikke registrert følsomme bunndyr i 2008. Lokaliteten vurderes fortsatt som meget sterkt forsuret slik situasjonen har vært i hele overvåkingsperioden. I Lomstjørni ble det funnet syv følsomme taksa bestående av meget følsomme og moderat følsomme arter. Døgnfluen *B. rhodani* var tallrik i utløpsbekken. I strandsonen ble det registrert to sterkt sensitive arter: døgnfluen *C. horaria* og sneglen *L. peregra*. Antall følsomme individ er økende, og lokaliteten fremstår nå som lite forsuret.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 58 arter i region V (14 sjøer) i overvåkingsperioden 1996-2008. Innsjøene i region V er klassifisert som litt/moderat til sterkt forsuret (god – svært dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen.

Region V ble undersøkt i 1997 (SFT 1998), 2001 (SFT 2002) og 2005 (SFT 2006). Utvalget av sjøer er endret i løpet av overvåkingsperioden og mange innsjøer er kun undersøkt ett år. Artsantallet for den enkelte lokalitet varierte i 2005 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 *Daphnia* spp. er registrert i kun fire lokaliteter.

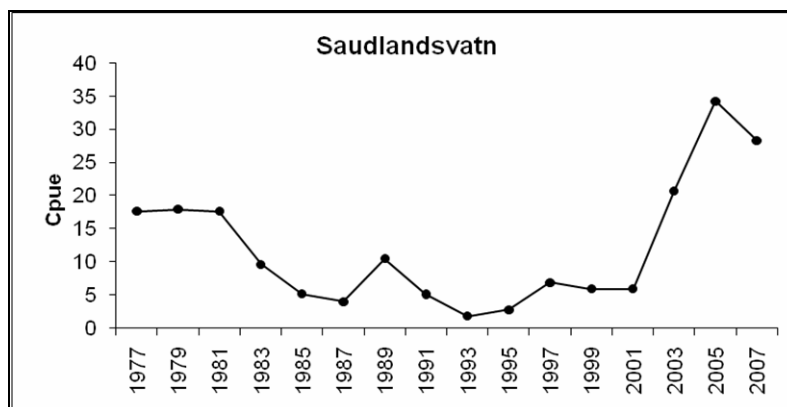
Tre innsjøer blir undersøkt årlig (Vedlegg F1-F2). I Saudlandsvatn (Farsund) ble det i 2002, for første gang, funnet individer av *Daphnia longispina* i planktonet. Andelen av *D. longispina* har siden økt og denne har enkelte år vært en av de dominerende planktonartene (Figur 50). Andelen forsuringfølsomme 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. 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 2008 ble det for eksempel kun registrert en forsuringfølsom art i Ljosvatn. 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. Lomstjørni (Bjerkreim) vurderes som moderat forsuringsskadede med høye andeler forsuringfølsomme arter. Fra åtte av sjøene foreligger det krepsdyrdata fra både 1997 og 2001 og seks av disse er også undersøkt i 2005. Ytterligere to innsjøer er undersøkt kun i 2001 og 2005. Samlet sett er det en liten økning i relativ forekomst av forsuringfølsomme arter fra 1997 til 2001 og videre til 2005. Dette kan være et første tegn på bedring i forsuringssituasjonen i region V.



Figur 50. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* i Saudlandsvatn (region V, Sørlandet - Vest) i 1997-2008. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH er fra høstprøver (unntak 2004: gjennomsnitt av prøver tatt vår og sommer).

### Fisk

Det ble ikke prøvefisket i region V i 2008. Av de sju aurebestandene som inngår i overvåkingsprogrammet for regionen, vurderes nå bare to som spesielt forsuringsskade; Rundavatn (Lok. V-13) og V. Flogevatn (Lok. V-3). I Saudlandsvatn ble aurebestanden kraftig redusert på begynnelsen av 1980-tallet, og var fortsatt lav i 2001 (Figur 51). Men bestanden har i løpet av de siste åra økt kraftig, og i 2005 var fangstutbyttet rekordhøyt. Prøvefiske i 2007 viser at bestanden fortsatt kan klassifiseres som meget god (Klasse 1). Elfiske på inn- og utløp viser at rekrutteringen til bestanden også er god (Figur 72). Denne regionen av Sørlandet har for øvrig flest tapte og skadde fiskebestander pga forsuring her i landet (SFT 2008).



Figur 51. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnære områder (0-12 m dyp) av Saudlandsvatn i perioden 1977-2007.

## 4.2.6 Region VI -Vestlandet-Sør

### Bunndyr

I region VI ble Røyrvatnet, Risvatnet, Flotavatnet og Inste Sørlivatnet undersøkt i 2008. Etter mange år med sterk forsuringsskade viser Røyrvatnet tegn til en begynnende gjenhenting av bunndyrfaunaen i de siste fire årene. I 2008 ble det registrert to moderat sensitive bunndyrtaksa i lokaliteten: steinfluen *D. nanseni* og vårfluen *Hydropsyche siltalai*. Røyrvatn synes nå å føye seg til en generell positiv utvikling for regionen, se elveundersøkelsene. I utløpselva fra Flotavatnet ble det registrert en moderat sensitiv steinflueart, *D. nanseni*. Det er også tidligere gjort sporadiske funn av sensitive arter her, og vi venter at bestandene av disse skal stabilisere seg. Det ble ikke registrert sensitive bunndyr i Risvatnets

strandsone, men *D. nanseni* ble funnet i utløpselva. I Inste Sørlivatnet ble det ikke påvist sensitive arter.

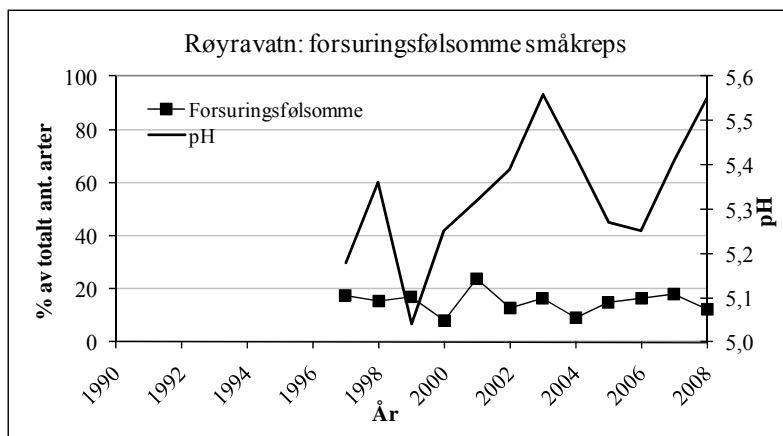
### Krepsdyr

Totalt er det registrert 43 krepsdyrarter i region VI (7 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2008. Forsuringsskadene basert på krepsdyrfaunaen er vurdert som moderat til stor (moderat – dårlig økologisk tilstand) for enkeltsjøene i region VI.

Region VI ble undersøkt i 2000 (SFT 2001) og fire av innsjøene ble undersøkt på nytt i 2004 (SFT 2005) og i 2008 (Vedlegg F1, F3). 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*, ble funnet i alle innsjøene mens kun to innsjøer hadde bestander av *Daphnia longispina*. For øvrig var innsjøene dominert av moderat tolerante eller moderat forsuringfølsomme arter. Alle innsjøene i region VI er ionsvake og med relativt lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3-0,9 mg Ca L<sup>-1</sup>).

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. Arten er så langt ikke funnet i planktonet, og dersom dafnier fremdeles finnes i innsjøen så antas det at populasjonen er svært liten. Krepsdyrundersøkelsene gir ellers ingen tegn på endringer i forsuringssituasjonen i Røyrvatn (Figur 52). Dette står i kontrast til den positive utviklingen som er registrert for bunndyr og fisk. De øvrige innsjøene som ble undersøkt både i 2000, 2004 og 2008 er også svært forsuringsskadede med lave andeler av forsuringfølsomme krepsdyr og kun mindre år til år variasjoner.

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

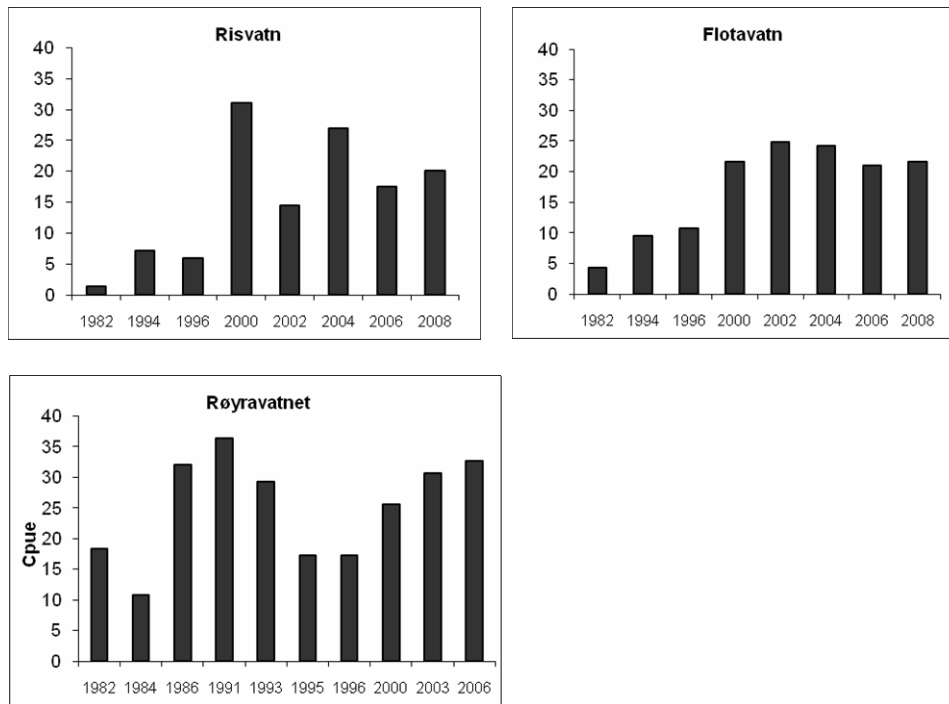


Figur 52. Andel (% arter) av forsuringfølsomme småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) i Røyrvatn (region VI, Vestlandet - Sør) i 1996-2008. pH er fra høstprøver.

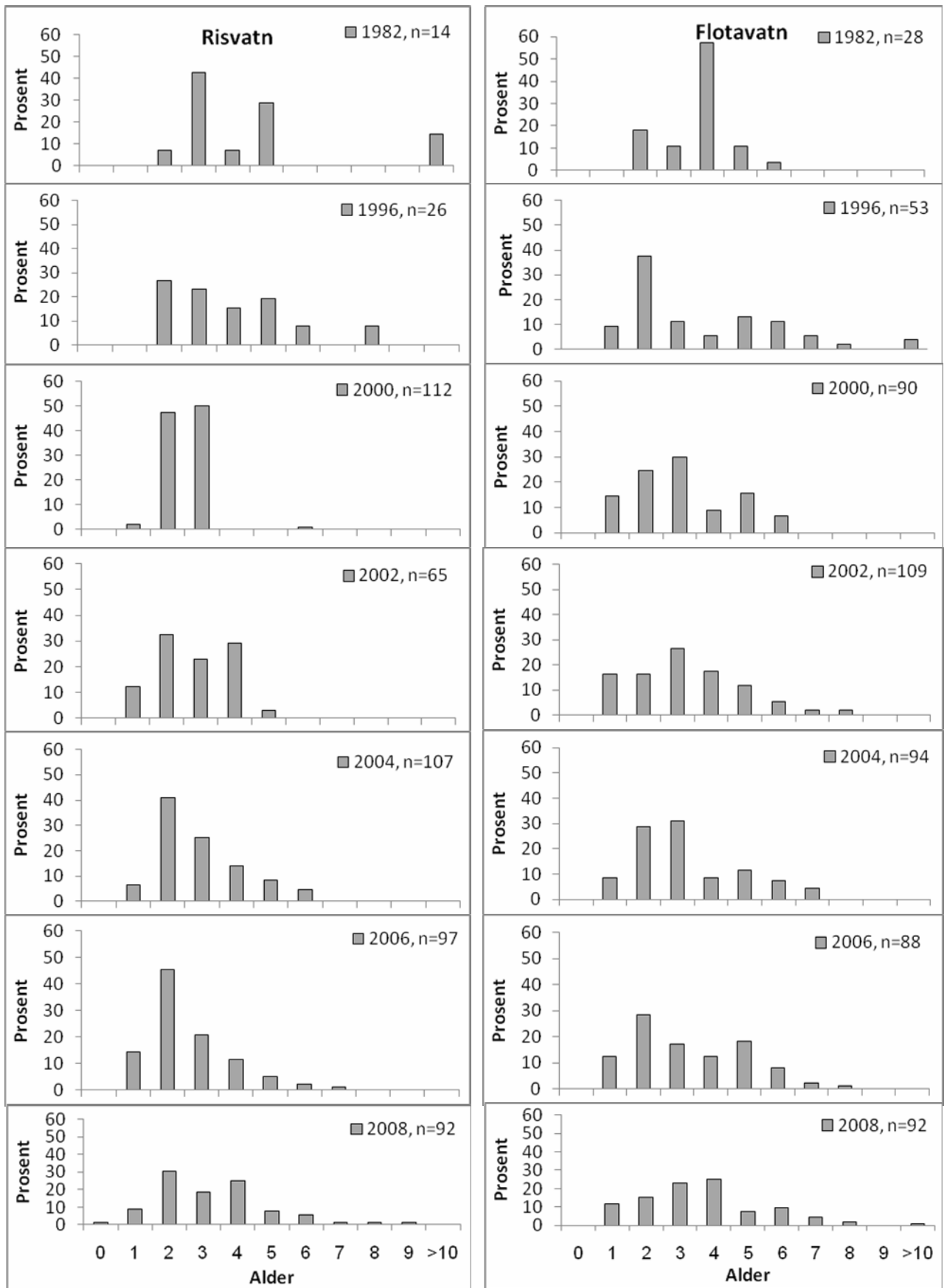
### Fisk

To innsjøer i region VI ble prøvofisket i 2008. 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 forsuringindeksen fra sterkt skadet før 1990 (Klasse 4-5) til små eller ingen skader i seinere år (Klasse 1-2). Aurebestandene i både Risvatn og Flotavatn var tynne fram til slutten av 1990-tallet, men seinere har de økt kraftig (Figur 53). I Risvatn har størrelsen på aurebestanden variert noe i det siste tiåret, men den vurderes nå som god med en forsuringindeks > 0,8 (Klasse 2). I Røyrvatn startet den positive bestandsutviklingen noe tidligere enn i Risvatn og Flotavatn, med en klar økning fra

1982/84 til 1986. Derimot skjedde det en bestandsreduksjon på midten av 1990-tallet. I seinere år har aurebestanden i Røyrvatn igjen økt. Aldersfordelingen hos aure i Risvatn og Flotavatn viser at rekrutteringen har blitt bedre og jevnere utover på 2000-tallet (Figur 54).



Figur 53. 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.



Figur 54. Aldersfordeling hos aure i Risvatn (Lok. VI-4) og Flotavatn (Lok. VI-5) i ulike år mellom 1982-2008. n= antall individ som er aldersbestemt.

#### 4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord

##### Bunndyr

I region VII ble de årlige innsjøene Markhusdalsvatn, Nystølsvatn og Svartetjern undersøkt. Bunnfaunaen i Markhusdalsvatn var meget sterkt forsuret fram til 1999. Fra dette året er det sporadisk registrert moderat sensitive bunndyrarter i lokaliteten. I 2008 ble døgnfluen *S. alternatus* funnet i strandsonen. I Svartetjern ble det kun påvist tolerante arter. Forekomst av enkelte følsomme arter fra år til annet tyder på at vatnet er i positiv utvikling. Nystølsvatn hadde en periode med sterkt forsuret bunnfauna i årene 2000 og 2001. Etter dette har vatnet vist tegn til forbedring, med årlige registreringer av moderat sensitive bunndyr. Det ble registrert fire følsomme taksa i 2008. Ved undersøkelsene i 2006 ble døgnfluen *B. rhodani* for første gang registrert i utløpselva nedstrøms Nystølsvatnet. Denne arten ble også funnet i 2008. Nystølsvatn er svært ionefattig og er følgelig følsom for forsuring. Den stabile forekomsten av moderat følsomme taksa de siste årene og etablering av *B. rhodani* fra 2006 indikerer en positiv utvikling.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 50 krepsdyrarter i region VII (12 innsjøer) i perioden 1996-2008. Krepsdyrfaunaen viser stor variasjon og innsjøene i region VII er klassifisert som ubetydelig/litt til sterkt/svært sterkt forsuret (svært god/god – dårlig/svært dårlig økologisk tilstand). Det er sannsynlig at forsuringssituasjonen i enkelte av innsjøene er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se nedenfor).

Region VII ble undersøkt i 1999 (SFT 2000) og på nytt i 2003 (SFT 2004) og i 2007 (SFT 2008). Antall arter var hhv. 35 (12 sjøer), 31 (7 sjøer) og 38 (6 sjøer). Artsantallet for enkeltlokaliteter varierte i 2007 mellom 16 og 28. Samlet artsliste for regionen inkluderer både forsuringfølsomme og forsuringstolerante arter, inklusive survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*. Dafnier er ikke registrert i noen av lokalitetene som ble undersøkt i 2007. Overvåkingssjøene i regionen er alle næringsfattige med lave kalsiumkonsentrasjoner (0,1 - 1,0 mg Ca L<sup>-1</sup>). Ved slike marginale vannkvaliteter mangler ofte de mest forsuringfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forsuret.

For tre av innsjøene i regionen fins det årlige krepsdyrdata (Vedlegg 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. Nystølsvatn og Markhusdalsvatn viser ingen klar trend verken mht. artsantall eller andel forsuringfølsomme krepsdyr. I sistnevnte innsjø ble det imidlertid registrert flere forsuringfølsomme arter i 2008 enn det som er registrert tidligere år. Samtidig ble det ikke registrert noen individer av den svakt følsomme og ellers svært vanlige hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. For de øvrige tre innsjøene som ble undersøkt i 2007 (Vedlegg F3) synes tilstanden å være uforandret siden forrige undersøkelse (2003) med unntak av Movatn (Eid). Her er det nå registrert flere moderat forsuringfølsomme arter.

##### Fisk

Det ble ikke prøvofisket i region VII i 2008. Forsuringsindeksen for de undersøkte aurebestandene har variert fra tynn (Klasse 4-5) til god (Klasse 1-2). I tre lokaliteter i Gaularvassdraget viser fangstutbyttet en positiv utvikling hos disse aurebestandene. Forsuringsindeksen har endret seg fra Klasse 3/4 til Klasse 1. I en lokalitet i Hordaland er aurebestanden fremdeles tynn (Klasse 5). Det er fortsatt en del tapte og reduserte aurebestander i region VII (SFT 2008).

#### 4.2.8 Region VIII - Midt-Norge

##### Bunndyr

I region VIII undersøkes Svartdalsvatn årlig. Den svært sensitive døgnfluen *B. rhodani* er tidligere registrert i innløpselva. Denne lokaliteten utgår fra og med 2007. I 2008 ble det påvist tre moderat forsuringssensitive bunndyrarter i strandsonen: døgnfluen *Siphonurus lacustris*, steinfluen *Capnia* sp. og vårfluen *Apatania* sp.

## Krepsdyr

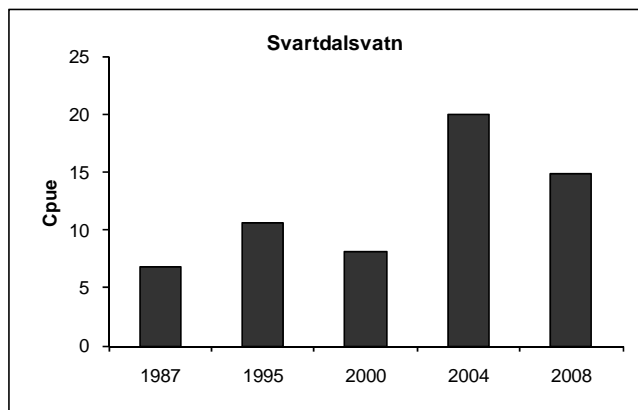
Totalt er det registrert 54 arter i region VIII (10 innsjøer) basert på overvåkingen i 1998-2008. Innsjøene i region VIII er vurdert som litt til sterkt forsuringsskadet (svært god – dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Det er sannsynlig at forsurings situasjonen i enkelte av lokalitetene er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se nedenfor).

Region VIII ble undersøkt i 2001 (SFT 2002, 2003) og på nytt i 2005 (SFT 2006). Antall arter var hhv. 42 (10 sjøer) og 48 (7 sjøer). Antall krepsdyrarter varierte i 2005 mellom 12 og 35 for enkeltlokaliteter. De fleste av artene er indifferente i forhold til forsurening eller kun moderat følsomme. 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 forsuringsfølsomme arter var generelt høy og lå i snitt på 20 % for regionen. Lavest andel forsuringsfølsomme arter ble funnet i ionesvake fjellsjøer som Svartdalsvatn, Øvre Neådalsvatn og Skjerivatn. Innsjøene i region VIII er alle næringsfattige med lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3 - 1,1 mg Ca L<sup>-1</sup>). Ved slike marginale vannkvaliteter mangler ofte de mest forsuringsfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forsuret. Med bakgrunn i belastningsdata er regionen antatt å være lite påvirket av sur nedbør.

Undersøkelser av høyfjellslokaliteten Svartdalsvatn i Lesja (Vedlegg F1) viser årlige forekomster av den forsuringsfølsomme vannloppen *Daphnia longispina*. Med unntak av 1999 og 2000 har andelen imidlertid vært svært lave. De siste seks årene har mengden dafnier vært avtagende. For første gang siden overvåkingen startet ble arten ikke registrert i 2008. Lave tettheter av dafnier er også registrert for andre ionefattige klarvannsjøer (Schartau *et al.* 2006). Andelen forsuringsfølsomme 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) har vært relativt grundig undersøkt i perioden 1991-97 (forskningsprosjekt), og det er her funnet åtte arter i tillegg til de registreringene som er gjort i forbindelse med den ordinære overvåkingen i 2001 og 2005 (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

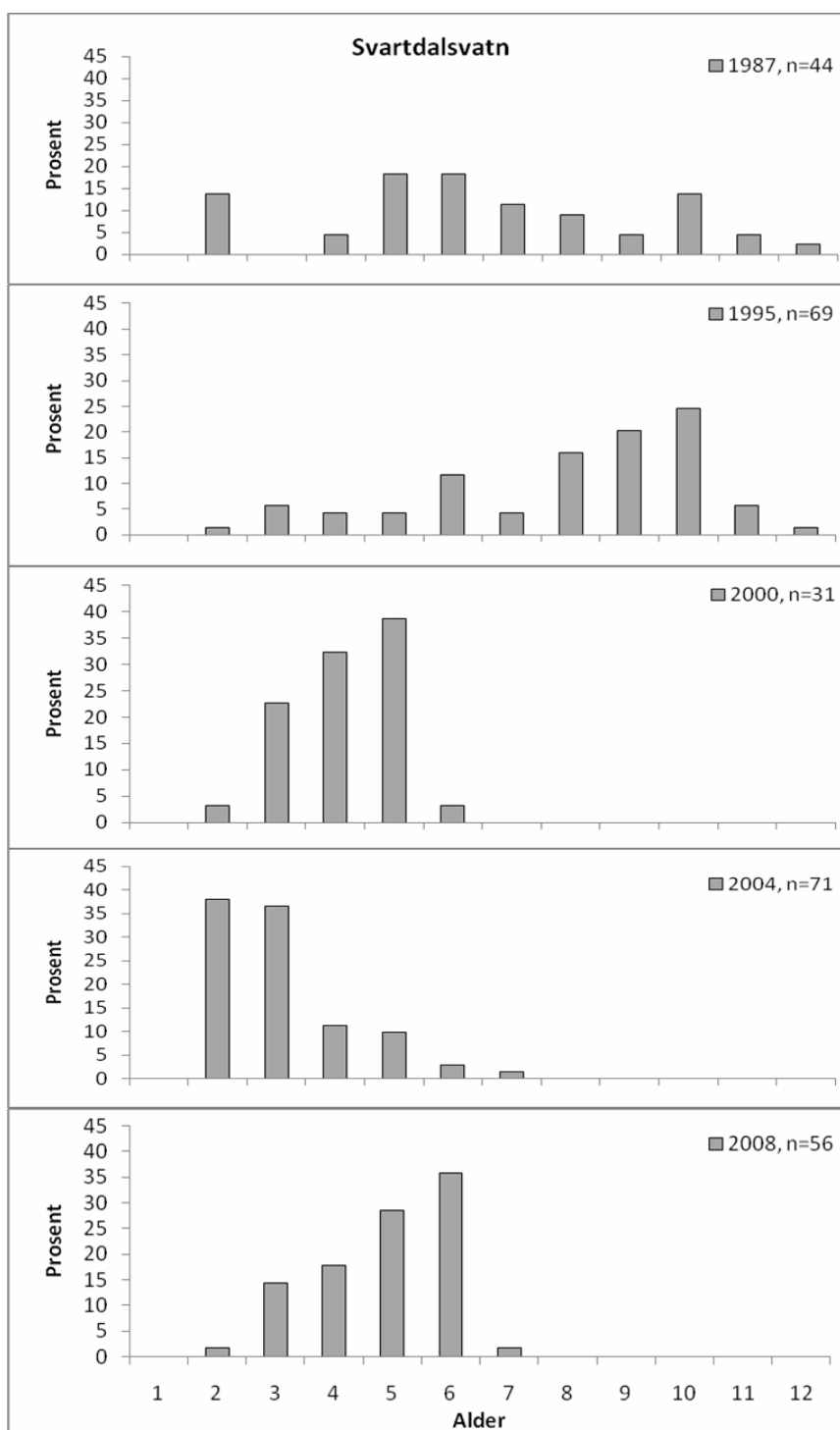
En innsjø ble prøvofisket i region VIII i 2008. Aurebestandene i regionen har hatt en varierende utvikling, med stor variasjon i forsuringsindeksen mellom de enkelte lokalitetene. I Svartdalsvatn (Lok. VIII-1) har bestanden av aure økt noe, og kan nå karakteriseres som middels tett (Figur 55). Men aldersfordelingen hos denne bestanden er ujevn, med sterke og svake årsklasser (Figur 56).



Figur 55. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnære områder (0-6 m dyp) av Svartdalsvatn (Lok. VIII-1) i ulike perioder mellom 1987 og 2008.



I 2004 dominerer to- og treåringene fangsten, og denne toårsklassen dominerer også i 2008. I motsetning til på 1980/90 er det ingen individer eldre enn 7 år i fangstene etter 2000. Forsuringsbelastningen for regionen er blant de laveste i landet (SFT 2008). Lokaliteten ligger imidlertid over 1000 m o.h., og vi antar at aurebestandene i slike høyfjellssjøer i stor grad er rekrutteringsbegrenset.



Figur 56. Aldersfordeling hos aure i Svartdalsvatn (Lok. VIII-1) i ulike år. n = antall individ 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. 2008 ble det registrert høye tettheter av den sterkt sensitive døgnfluen *B. rhodani* i utløpsprøven. Denne arten har ikke vært vanlig tidligere. I tillegg ble det registrert to moderat forsuringfølsomme arter: døgnfluen *Heptagenia sulphurea* og vårfluen *H. siltalai*. Lokaliteten fremstår for øvrig som meget næringsfattig, noe som kan forklare den artsfattige faunaen. Dette tilsier også at innsjøen er svært følsom for surt nedfall og det vil være vanskelig å skille effektene av eventuell forsuring fra virkningen av lav produktivitet. Sjøen har tidligere vært vurdert som moderat forsuret, men resultater fra de senere år viser at den er lite skadet.

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

Artsantallet for enkeltlokaliteter undersøkt i 1999 varierte mellom 11 og 20. De fleste av artene er indifferente i forhold til forsuring, men survannsindikatorerne *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble registrert i flere av innsjøene. Også arter som indikerer en noe bedre vannkvalitet er påvist, som f.eks. *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina* og *Eucyclops macrurus*. Lavt artsmangfold ble registrert i ionesvake innsjøer med Ca-konsentrasjoner  $< 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Disse innsjøene hadde dessuten en god aurebestand. Både lave Ca-konsentrasjoner og høy predasjon fra fisk kan være begrensende faktorer for forekomsten til enkelte arter som for eksempel dafnier.

En lokalitet er undersøkt årlig siden 1999 (Vedlegg F2). Krepsdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn (Tranøy) er artsfattig med dominans av forsuringstolerante arter. Andelen forsuringfølsomme arter var relativt høy i 2008 (26%). For øvrig varierer krepsdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn relativt mye, og det er lite som tyder på en generell endring i forsuringstilstanden.

##### Fisk

Siste prøvefiske i region IX var 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 fiskeeskader. En av innsjøene i denne regionen tilhører ut fra fangstutbytte forsuringssindeks Klasse 3. Men aldersfordeling og ungfiskundersøkelser i utløpet (1999) gir ingen indikasjoner på rekrutteringssvikt (SFT 2000). Region IX har også en lav forsuringbelastning (SFT 2008).

#### 4.2.10 Region X - Øst-Finnmark

##### Bunndyr

I region X undersøkes bunnfaunaen i Dalvatn årlig. I tillegg ble Ottervatnet, Første Høgfjellsvatn og Store Skardvatn undersøkt i 2008. Gode tettheter av *B. rhodani* i utløpselva fra Dalvatnet viser en forbedring fra foregående år, da det bare ble registrert moderat sensitive arter. Store Skardvatn hadde en rik fauna bestående av flere sterkt sensitive arter, blant annet sneglene *Gyraulus* sp. og *L. peregra* samt døgnfluene *B. rhodani* og *Baetis fuscatus*. I Ottervatnet ble det registrert moderat sensitive arter: døgnfluen *Ameletus inopinatus* og steinfluen *Capnia* sp. I Første Høgfjellsvatn ble det bare registrert forsuringstolerante arter.

##### Krepsdyr

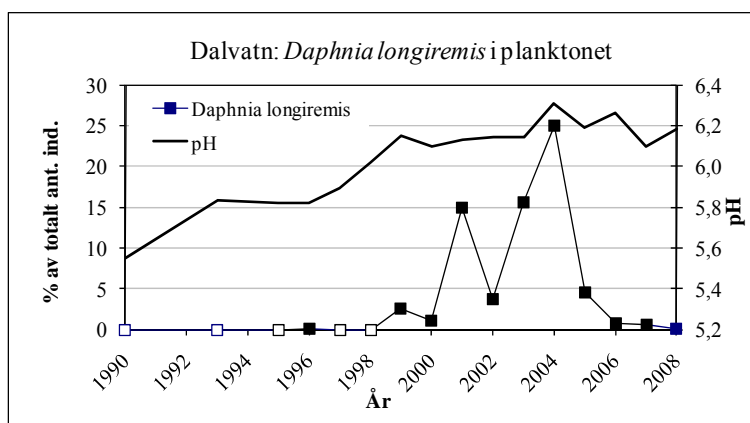
Totalt er det funnet 44 arter av krepsdyr i region X (6 innsjøer) i perioden 1996-2008. Innsjøene i region X er klassifisert som litt/moderat til sterkt forsuringsskadet (god/moderat – dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen.

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

Kun Dalvatn i Sør-Varanger blir undersøkt årlig (Vedlegg F2). Fra denne lokaliteten fins det data fra de fleste år i perioden 1990-2008. Totalt er det registrert et relativt stort antall arter i Dalvatn, men artsinventaret varierer mye fra år til år. Andelen av den forsuringfølsomme 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 fire årene (Figur 57). Mengden av andre forsuringfølsomme arter varierer over år, men var spesielt høy i 2004 og noe lavere de siste årene. Krepssdyrfaunaen i Dalvatn indikerer ustabile forhold med betydelig år til år variasjoner i vannkvaliteten, men tette bestander av krepssdyrspisende røye kan også være en medvirkende årsak til variasjonene i krepssdyrfaunaen.

Fra ytterligere tre innsjøer foreligger det krepssdyrdata fra 2000, 2004 og 2008. Det er også gjennomført planktonundersøkelser i disse lokalitetene i perioden 1990-91. Innsjøene viser relativt store år til år variasjoner i krepssdyrfaunaen. Andelen forsuringfølsomme arter og relativ mengde av disse var lav i 2008 sammenlignet med tidligere undersøkelser. I 2008 ble det ikke registrert noen forsuringfølsomme arter i Første Høyfjellsvatn, som er den av sjøene i region X med den fattigste krepssdyrfaunaen. I Store Skardvatn er det i tidligere år registrert inntil tre arter av dafnier; i 2008 ble det ikke funnet noen dafnier. En tett røyebestand kan ha betydning for sammensetningen av krepssdyrfaunaen i denne innsjøen. Den vannkjemisk overvåkingen av innsjøer på Jarfjordfjellet viser dessuten at innholdet av metallene nikkell og kobber har økt i de siste fem årene (Figur 27). Innsjøene for biologisk overvåking ligger innfor det samme området og en eventuell økning av metallinnholdet vil kunne føre til endringer i artssammensetningen av småkreps.

Basert på overvåkingen av småkreps var det fram til 2004-2005 indikasjoner på en positiv utvikling i forsuringssituasjonen i region X. Denne utviklingen synes nå å ha stoppet opp.

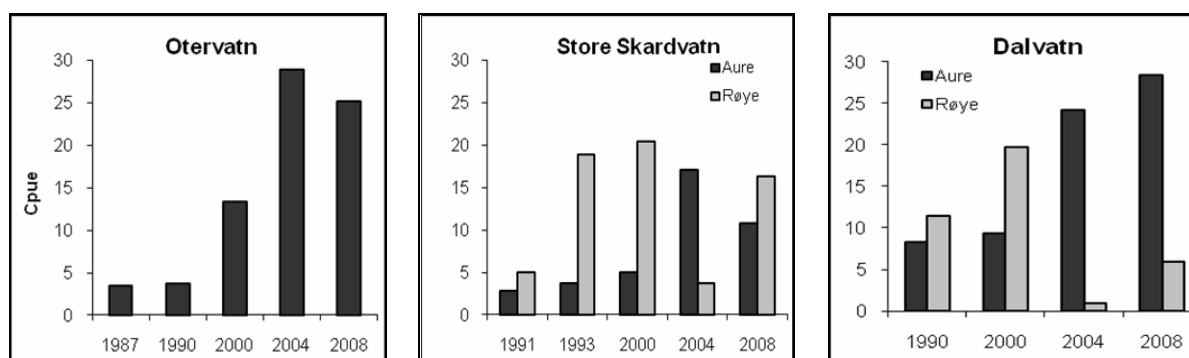


Figur 57. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longiremis* i Dalvatn (region X, Øst-Finnmark) i 1990-2008. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH fra høstprøver i samme periode.

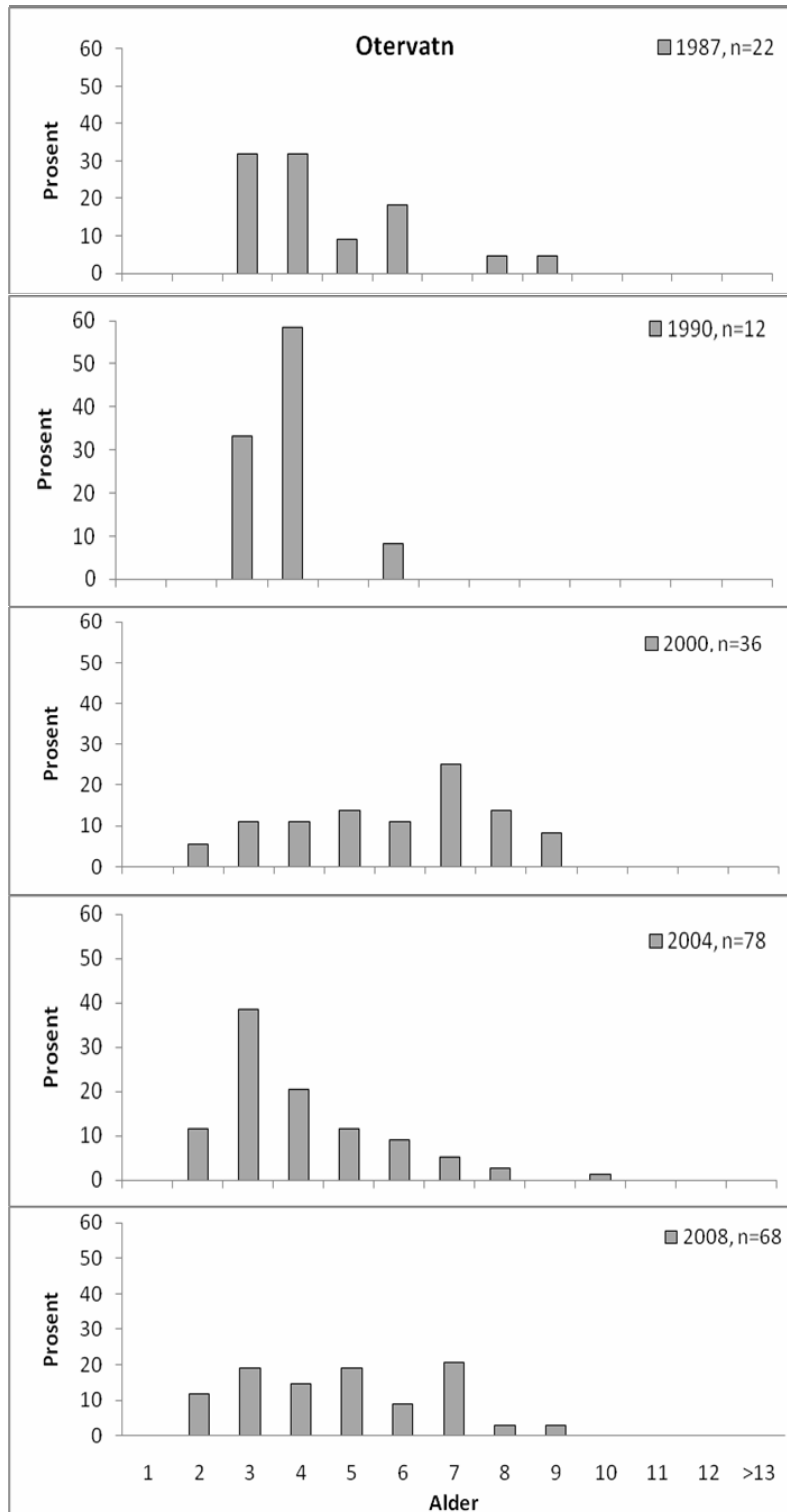
## Fisk

Tre innsjøer i region X ble undersøkt i 2008; Ottervatn (Lok X-2), Dalvatn (Lok X-5) og Store Skardvatn (Lok X-3). Aurebestandene i denne regionen tilhører Klasse 1-3. I alle de tre undersøkte innsjøene har det vært en økning i fangstutbyttet av aure fra 1990-tallet og fram til 2004 og 2008 (Figur 58). Første Høyfjellsvatn har en svært tynn aurebestand pga manglende gytebekker og er derfor tatt ut av fiskeundersøkelsene. Fangstutbyttet av røye i bunnære områder (0-6 m dyp) av Store Skardvatn og Dalvatn var større i åra med lave fangster av aure (Figur 58). I disse åra var fangstene av røye større i dypere (> 6 m dyp) områder av innsjøen. Dalvatn har hatt størst reduksjon i røyefangstene

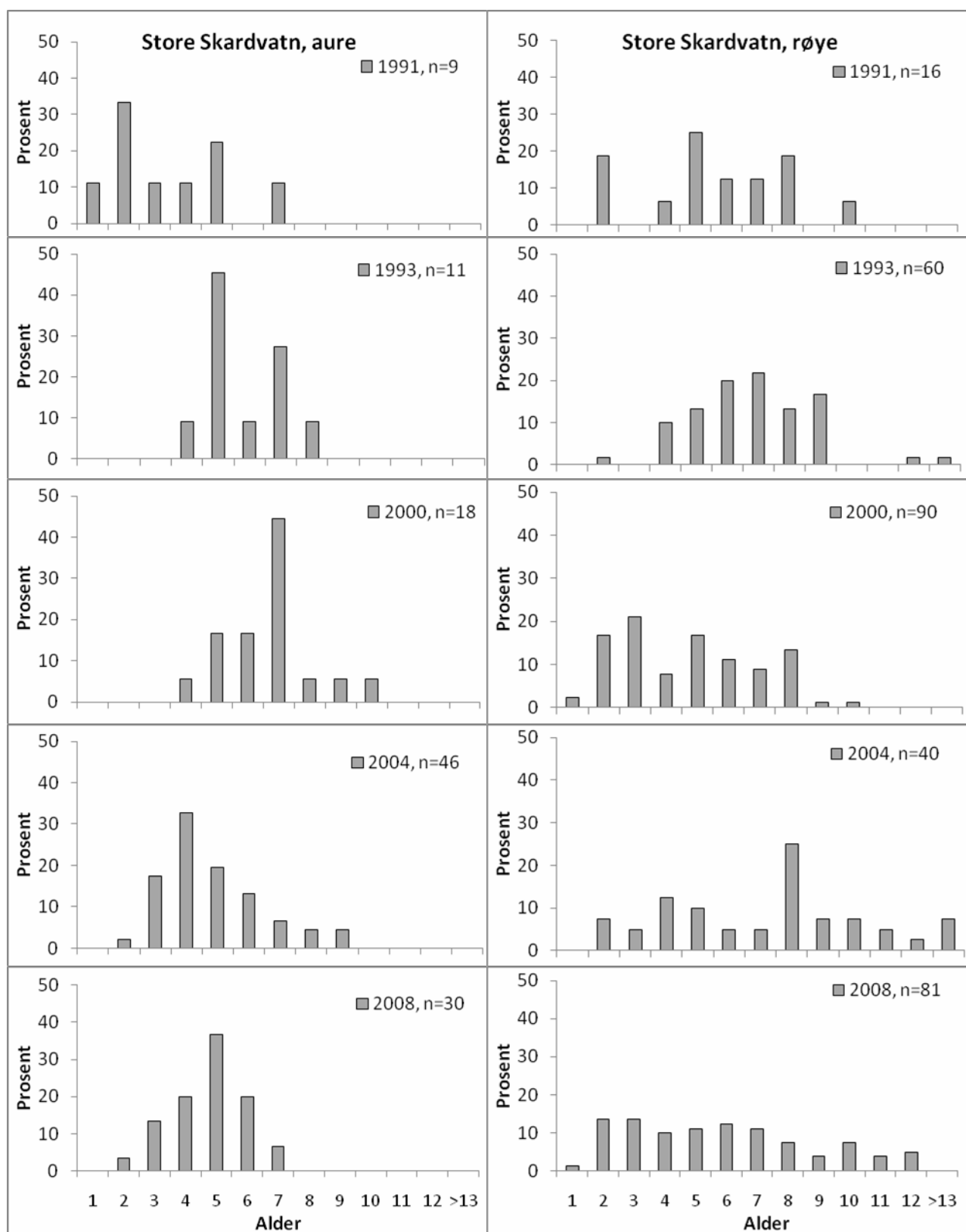
i seinere år, også i de dypere områdene av innsjøen. Samtidig har innsjøen hatt størst økning i mengden aure. Alle de tre lokalitetene har også tre- og/eller nipigget stingsild. Aldersfordelingen hos aure i Otervatn tyder på en jevnere og bedre rekruttering utover 2000-tallet sammenlignet med 1980/90-tallet (Figur 59). I Store Skardvatn tyder aldersfordelingen hos aure på en noe bedre rekruttering etter 2000, med en større andel yngre ( $\leq 3$  år) individer i fangstene (Figur 60). Andelen unge individ var også høy i 1991, men fangstutbyttet var svært lavt (Figur 58). Aldersfordelingen hos røye i Store Skardvatn viser at rekrutteringen er forholdsvis jevn utover 2000-tallet, med mange årsklasser. I Dalvatn var det flere årsklasser av aure i fangstene i de to siste periodene sammenlignet med tidligere, men aldersfordelingen fremdeles er noe ujevn (Figur 61). Røya i Dalvatn har en svært irregulær aldersfordeling, med unntak av i 2008. Her er alle aldersgruppene fra to til åtte representert, med en dominans av femåringer. Dette indikerer at rekrutteringen fremdeles er noe ustabil. Regionen har store årlige variasjoner i forsuringsbelastningen, men vannkvaliteten har bedret seg kraftig i løpet av de siste 10-15 åra (SFT 2008).



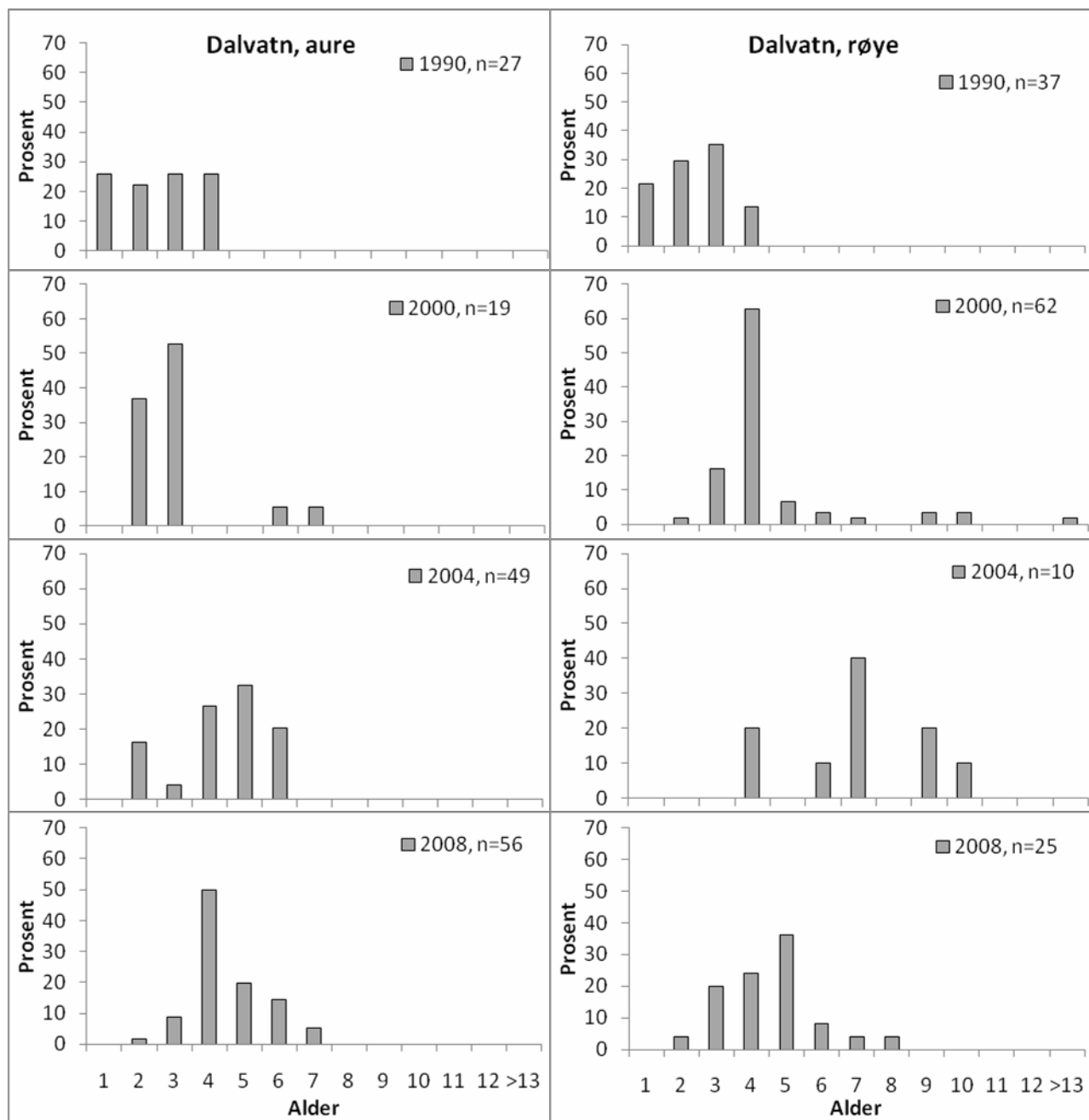
Figur 58. Fangst av aure i Otervatn (Lok. X-2) og av aure og røye pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal pr. natt (Cpue) i Store Skardvatn (Lok.X-3) og Dalvatn (Lok. X-5) i perioden 1987-2008.



Figur 59. Adersfordeling hos aure i Ottervatn (Lok. X-2) i ulike år mellom 1987-2008. n= antall individ som er aldersbestemt.



Figur 60. Aldersfordeling hos aure og røye i Store Skardvatn (Lok. X-3) i ulike år mellom 1991-2008. n= antall individ som er aldersbestemt.



Figur 61. Aldersfordeling hos aure og røye i Dalvatn (Lok. X-5) i ulike år mellom 1990-2008. n= antall individ som er aldersbestemt.

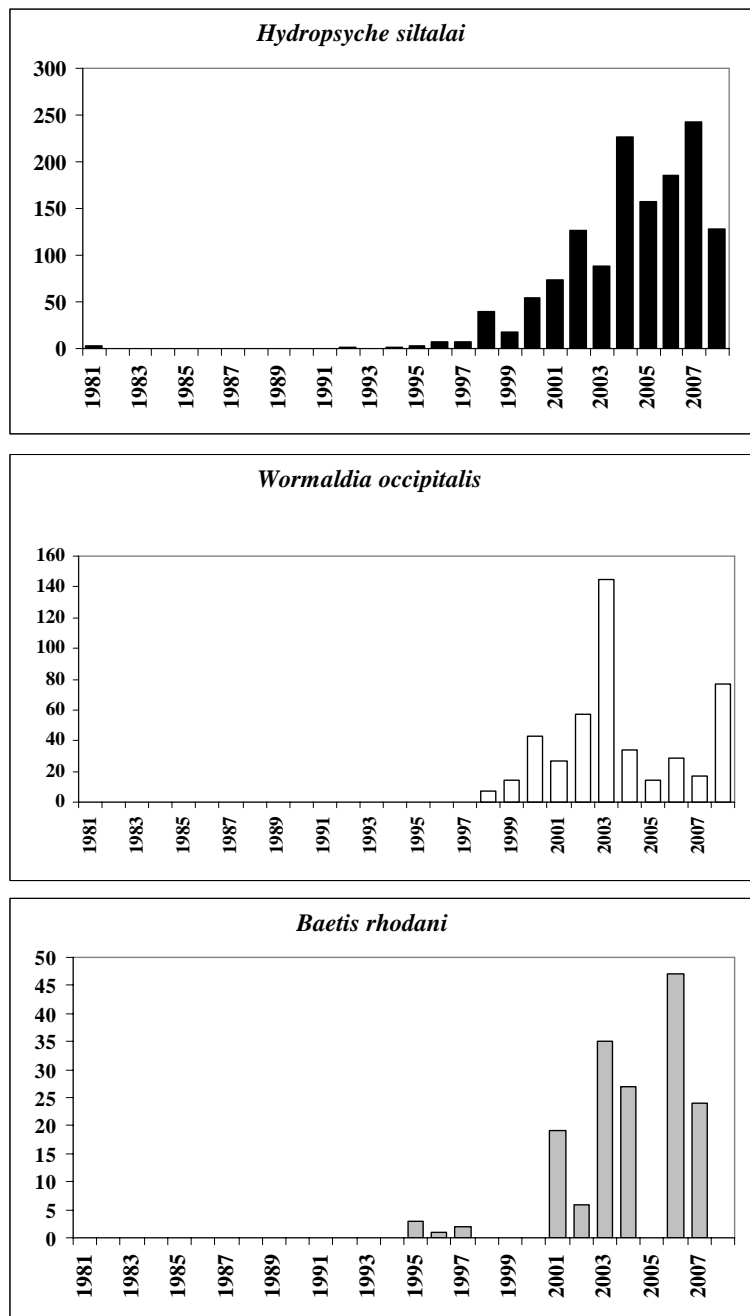
### 4.3 Utvikling i forureningstilstanden

#### Bunndyr

En del av elvene og innsjøene som inngår i innsjøovervåkingen har vært undersøkt over lange tidsrom. Lille Hovvatn (region IV) har vært årlig undersøkt over 18 år (referanse til det nærliggende kalkete Store Hovvatn). Innsjøen var meget sterkt forurenet i perioden 1977 til 1980. I siste halvdel av nittitallet ble det sporadisk registrert moderat forureningsfølsomme arter: småmuslinger (*Pisidium* sp.) og døgnfluen *Siphonurus* sp. Senere var begge arter fraværende til og med 2005. *Siphonurus* sp. ble registrert i 2008. Bestanden må karakteriseres ustabil. Årsaken er marginal vannkvalitet.

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 arter/grupper for Saudlandsvatn og nærliggende områder har vært meget positiv fra 1990. I 2008 ble det registrert ni følsomme taksa i Saudlandsvatn, mot tre i 1990. Dette viser at det biologiske mangfold i lokaliteten er økende. Vårfluene *H. siltalai* og *Wormaldia occipitalis* er eksempler på følsomme arter som kom tilbake i siste halvdel av nittitallet i bekkelokaliteter nær Saudlandsvatn (Figur 62). Den sterkt forsureningsensitive døgnfluen *B. rhodani* viser en ustabil gjenhentingsprosess og ble ikke registrert i prøvene i 2008 (Figur 62). 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.

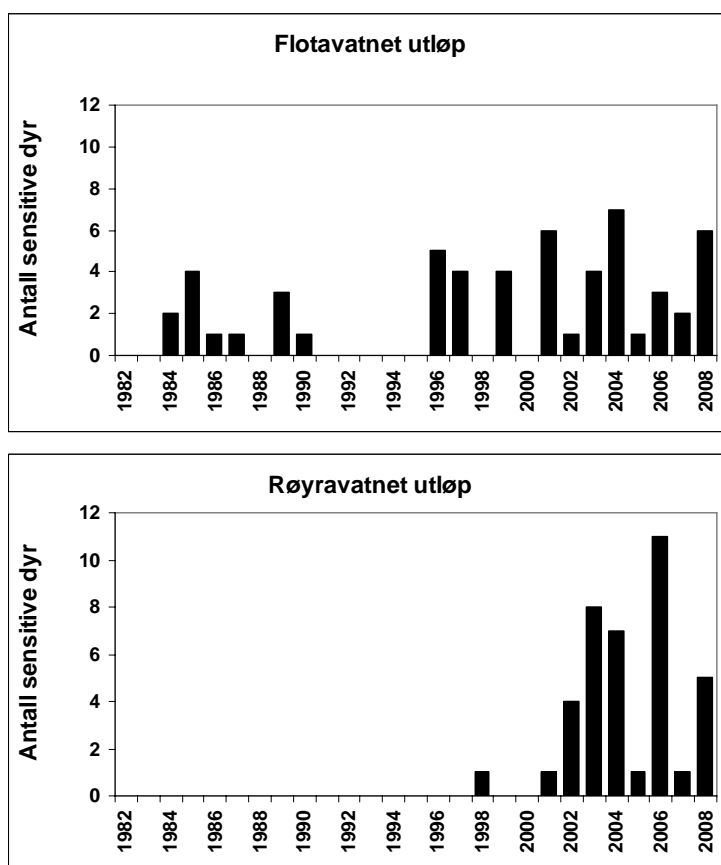


Figur 62. Antall registrerte individer av vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Wormaldia occipitalis* samt døgnfluen *Baetis rhodani* Saudlandsområdet, Farsund i perioden 1981-2008.



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 forsurening. Vi har indikasjoner på at iglene er moderat følsomme for surt vann, mens noen av deres viktigste næringsorganismer, som f. eks. snegl, er meget følsomme. Overvåkingen har vist at toøyet flatigle (*Helobdella stagnalis*), hundegle (*Erpobdella octoculata*) og andegle (*Theromyzon tessulatum*) har blitt mer vanlige i flere lokaliteter på Sørlandet. I 2008 ble det registrert igler i Songevatnet og Saudlandsvatnet. Utviklingen tolkes som en positiv effekt av redusert forsurening både på iglene og på viktige næringsdyr.

I region VI har utløpselvene fra Flotavatn og Røyrvatn inngått i overvåkingen siden 1982. Elva fra Flotavatn har gjennom hele perioden hatt sporadiske innslag av den moderat forsuringfølsomme steinfluen *D. nanseni* (Figur 63). Døgnfluen *B. rhodani* ble påvist i lokaliteten i 2001. Forsurningsnivået 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 forsuret i perioden 1982-1997. Situasjonen i de senere årene viser en endring i positiv retning (Figur 63), med en redusert forsuringsskade og økning i biologisk mangfold. Det observeres årlig ulike moderat sensitive arter her. I 2006 ble *B. rhodani* registrert for første gang i lokaliteten, da det ble funnet ett individ av arten i utløpet. I 2008 ble det også kun funnet ett individ av *B. rhodani* i utløpet. Vi regner med at det ennå vil ta tid å etablere en stabil bestand av arten i Røyrvatn.



Figur 63. Forekomst av forsuringssensitive bunndyr i utløpselvene fra Flotavatnet og Røyrvatnet, Vikedal, i perioden 1982-2008.

I region VII har vi overvåket utløpselva fra Ø. Botnatjønn og Markhusdalsvatn siden 1991 og innløp og utløpselv fra Nystølsvatn siden 1984. De to førstnevnte lokalitetene har vært meget sterkt forsuringsskadet i mesteparten av perioden, men i 1999 ble det funnet moderat forsuringfølsomme

taksa. Prøvene fra de siste årene indikerer ustabil vannkjemi, til tross for en positiv tendens i utviklingen av følsom fauna og biologisk mangfold. Bunndyrfaunaen i Nystølsvatn, som var sterkt forsuret i 2000 og 2001, har vist en positiv utvikling i de siste årene. Registreringen av *B. rhodani* i utløpet de to siste årene viser at vannkvaliteten er i bedring.

### Krepsdyr

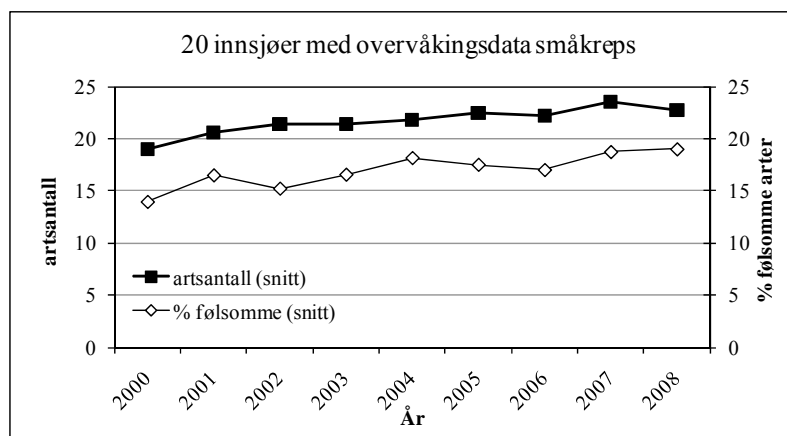
Totalt 20 av lokalitetene som ble undersøkt i 2008 var innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2 sjøer); 17 av disse er undersøkt siden 1997 eller tidligere. Fra og med 2000 finnes det årlige krepsdyrdata fra alle de 20 innsjøene. Tre av innsjøene er ikke-forsurede referansesjøer.

Gjennomsnittsverdier basert på data fra alle de 20 sjøene viser en liten økning i antall arter og også i andel forsuringfølsomme småkreps i perioden 2000-2008 (Figur 64). Endringen er knyttet til syv innsjøer som viser en positiv utvikling i en eller begge parametre. Av de forsurede innsjøene har i underkant av halvparten vist enkelte indikasjoner på endringer i positiv retning, særlig fra og med 2001. For tre av innsjøene (Langtjern i Østlandet – Sør, Saudlandsvatn i Sørlandet – Vest og Svartetjern i Vestlandet - Nord) er endringen så entydige at vi nå kan snakke om en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen. 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 tre-fire årene. For alle disse innsjøene indikerer artssammensetningen av krepsdyr 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.

For de fleste innsjøene på Østlandet og Sørlandet (region I – V) indikerte krepsdyrfaunaen noe bedre forhold i 1998-1999 og i 2003-2004 sammenlignet med de øvrige årene i overvåkingsperioden. Det er imidlertid en relativt dårlig samvariasjon mellom artsantall og pH for flere av innsjøene. Variasjoner i artsmangfoldet kan skyldes variasjoner i andre miljøforhold, for eksempel år til år variasjoner i klima. Vurdering av forsuringstilstanden må derfor baseres på andre parametre enn artsantall alene.

Samlet sett er endringene i krepsdyrfaunaen så små at forsuringstilstanden vurderes som uforandret basert på utvalget av overvåkingssjøer.

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 64. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsuringfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 20 innsjøer med årlige undersøkelser i perioden 2000-2008.

## **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 ustabil i enkelte lokaliteter på Sør- og Vestlandet (Figur 65). I tillegg er det fortsatt mange tapte fiskebestander i overvåkingslokalitetene i disse regionene (SFT 2006). I Midt-Norge og nordover er situasjonen stort sett god og uendret. I enkelte lokaliteter har det vært en viss økning i mengden fisk. Utviklingen i løpet av 1990-tallet viser økte fangster for aure, røye og abbor i de fleste lokaliteter i Sør-Norge. Fem av regionene (region III, IV, V, VII og VIII) har imidlertid aurebestander med en forsuringssindeks under 0,5, dvs. i klasse 4-5. Region VII og VIII har aurebestander i klasse 3 (Figur 65). I tillegg er det noen lokaliteter der aure lever sammen med andre fiskearter som abbor og/eller røye, der forsuringssindeksen tilhører klasse 3 eller dårligere. Utviklingen i fangstutbyttet hos røye viser en forholdsvis sterk nedgang i to av lokalitetene, men generelt har fangstutbyttet endret seg lite i løpet av 1990-tallet. Hos abbor har økningen i fangstutbyttet vært nærmest eksplosiv sammenlignet med de fleste aure- og røyebestandene. I et tilfelle økte fangstutbyttet (Cpue) til denne arten med 158 individ i løpet av en tiårsperiode, og 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 mindre enn 10 individ.

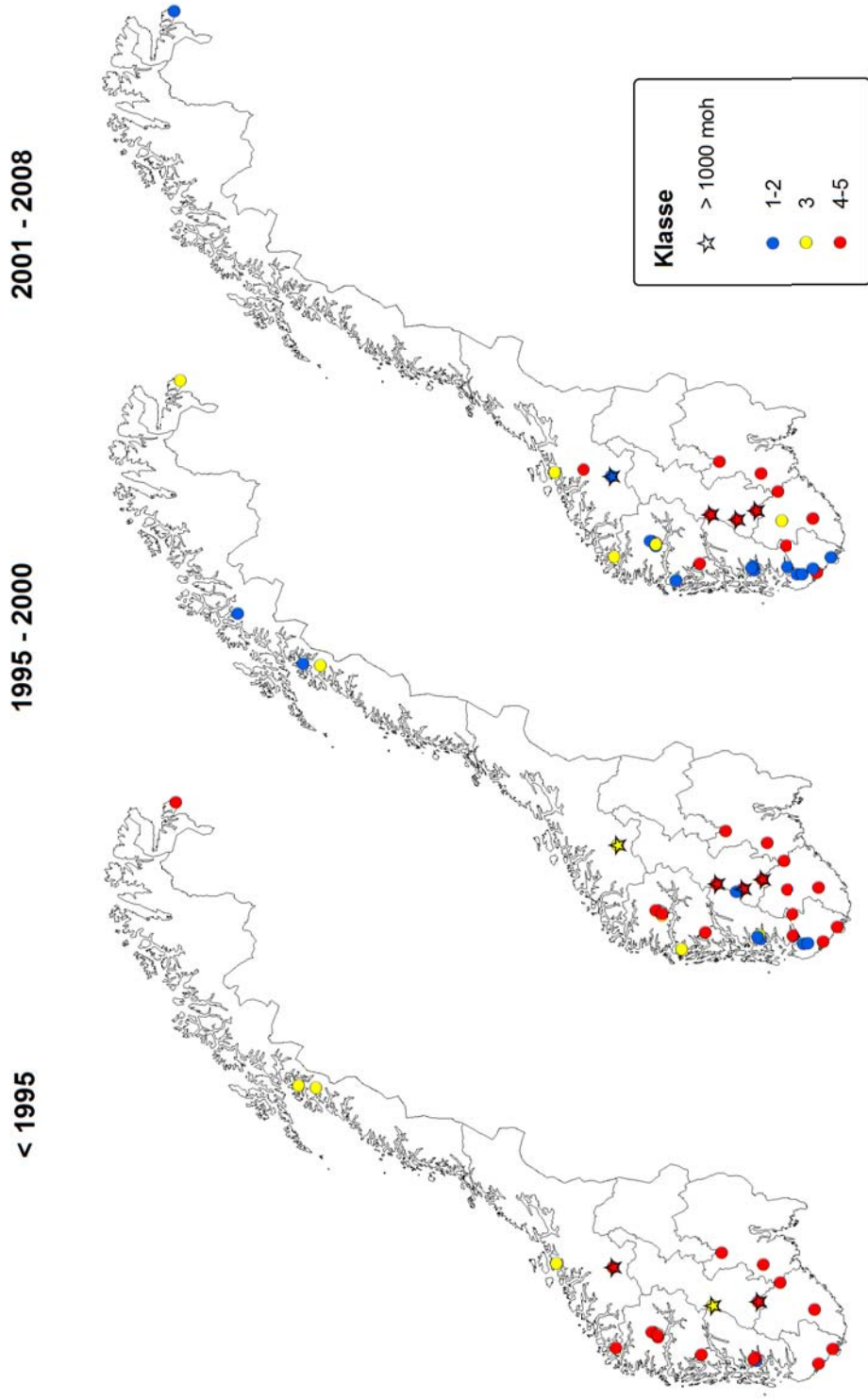
De fleste lokalitetene i region I har eller har hatt bestander av aure, mens røye, ørekyt og steinsmett er registrert i én eller flere innsjøer. Generelt har fiskebestandene i denne regionen hatt en positiv utvikling siden midten av 1990-tallet. En av lokalitetene har fortsatt en tynn aurebestand til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

De fleste lokalitetene i region II har svært tette abborbestander. Tidligere undersøkelser viser en positiv utvikling hos denne arten, mens bestandene av aure og røye har avtatt (SFT 2003). Årsaken til det lave fangstutbyttet av aure og røye i noen av de undersøkte lokalitetene kan blant annet skyldes konkurranse fra økende abborbestander, eller at vannkvaliteten fortsatt er marginal. Forsuringssituasjonen for fisk i denne regionen vurderes fortsatt som alvorlig, idet flere bestander av både abbor og aure er redusert eller tapt (SFT 2008).

Alle de undersøkte innsjøene i region III ligger i høyfjellet over 1000 m o.h., og de fleste lokalitetene har forholdsvis tynne eller middels tette bestander av aure og/eller røye. Dette gir en lav forsuringssindeks (Figur 65). Røyebestandene i to lokaliteter i denne regionen har hatt en positiv utvikling. Regionen har forholdsvis lav forureningsbelastning, og vannkvaliteten er nå i stor grad tilfredsstillende med høy pH og lavt innhold av labilt aluminium (se kap 3 i denne rapporten). Vi antar derfor at mengden fisk i disse høyfjellssjøene i stor grad er rekrutteringsbegrenset og ikke lenger er påvirket av forsuring.

Karakteristisk for fiskesamfunnene i overvåkingslokalitetene i region IV er forholdsvis tynne aurebestander og tette abborbestander. Aurebestander i enkelte innsjøer har hatt en økende forsuringssindeks i undersøkelsesperioden, mens én lokalitet fortsatt er fisketom. 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 mange tapte aure- og abborbestander her i landet.

De fleste undersøkte aurebestandene i region V har i løpet av de siste åra en økning i forsuringssindeks, og har ingen eller små skader (Figur 65). Av de fem aurebestandene som inngår i overvåkingsprogrammet, vurderes nå bare én bestand som spesielt forsuringsskadet, mens én lokalitet fortsatt er fisketom.



Figur 65. Angivelse av mulig forsuringsskadede aurebestander i tre ulike perioder, basert på fem klasser. Klasse 1-2: ingen/ubetydelig til litt forsuringsskadedet, klasse 3: mulig moderat forsuringsskadedet, klasse 4-5: mulig sterkt til svært sterkt forsuringsskadedet. Lokaliteter over 1000 m o. h. er markert med stjerne (\*).

I region VI har alle de undersøkte aurebestandene hatt en positiv utvikling i løpet av de siste 10-15 åra. FI har gått fra sterkt skadet (Klasse 4) før 1995 til ingen/litt skadet i de to siste periodene (Figur 65). Region VI er det området i Sør-Norge med størst positiv utvikling blant aurebestander siden slutten av 1990-tallet. Dette har trolig sammenheng med at vannkvaliteten har bedret seg kraftig (SFT 2006). Enkelte lokaliteter har imidlertid fortsatt en marginal vannkvalitet, med lav pH og høyt innhold av labilt Al. Det kan derfor forventes at aurebestandene i disse lokalitetene fortsatt viser svingninger.

I region VII har det etter 2001 vært en positiv utvikling hos alle de undersøkte aurebestandene (Figur 65). 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.

Hos fisk i region VIII har det vært stor variasjon i forsuringindeksen mellom lokaliteter (0,3 til 1,0) (Figur 65). 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 det 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 (Figur 65). I to lokaliteter med både aure og røye har fangstutbyttet av røye gått kraftig tilbake i de siste åra. Dette kan skyldes konkurranse fra økende aurebestander. Forurensningsbelastningen i regionen viser fortsatt store årlige variasjoner, men både pH og ANC har økt klart i seinere år (SFT 2008).

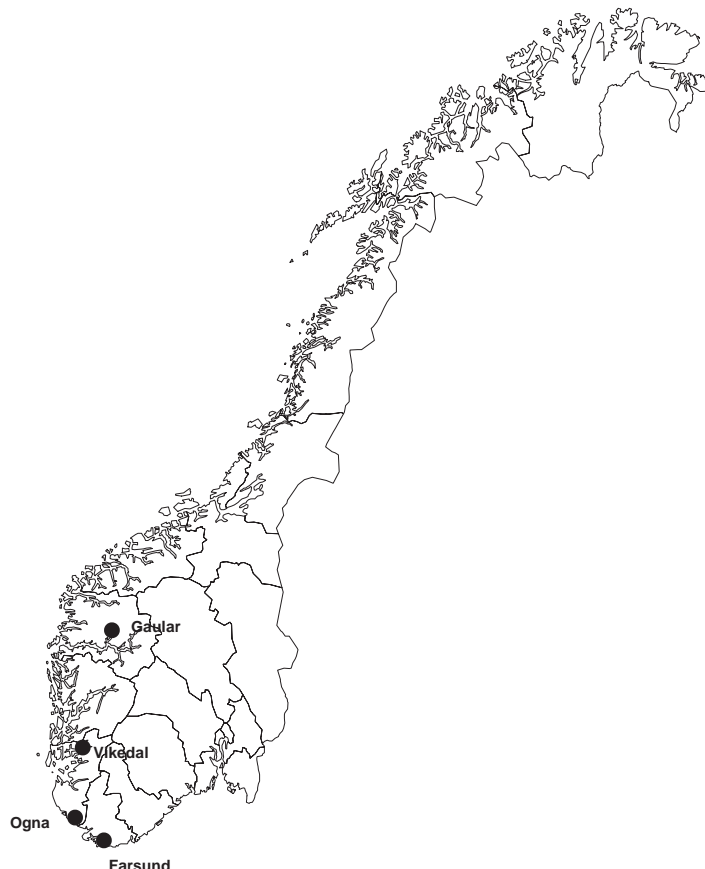
## 4.4 Biologi i rennende vann

### 4.4.1 Bunndyr

*De regionale bunndyrundersøkelsene i elver omfatter overvåking av fem vassdrag. I 2008 ble det samlet inn prøver fra fire vassdrag. Resultatene viser at forsuringsskadebildet hadde forverret seg i et av vassdragene sammenlignet med året før, mens tilstanden var noenlunde uendret i de øvrige. 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 2008 med prøvetaking av bekker ved Saudlandsvatn og Gjørvollstadvatn i Farsund, Ogna, Vikedalselva og Gaularvassdraget (Figur 66). Ved undersøkelsene ble det tatt prøver fra et fast stasjonsnett i vassdragene. Bunndyrmaterialet er samlet inn vår og høst ved bruk av "kick method" (Frost *et al.* 1971). Ved kartleggingen av forsuringssituasjonen er det benyttet samme system som i de foregående årsrapporter. Systemet er utarbeidet på basis av forsuringstoleranse hos de ulike bunndyrgrupper- og arter (Fjellheim & Raddum 1990, Lien *et al.* 1991). Metoden går forenklet ut på, ved hjelp av bunndyrfaunaen å karakterisere vassdraget i forsuringssammenheng. Det brukes en skala fra 0 (svært sterkt forsuringsskadet) til 1 (lite påvirket). For detaljert beskrivelse henvises til Tabell 13, 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 undersøkelsestidspunkt. Variasjonen i forsuringssindeks over tid er vist grafisk.



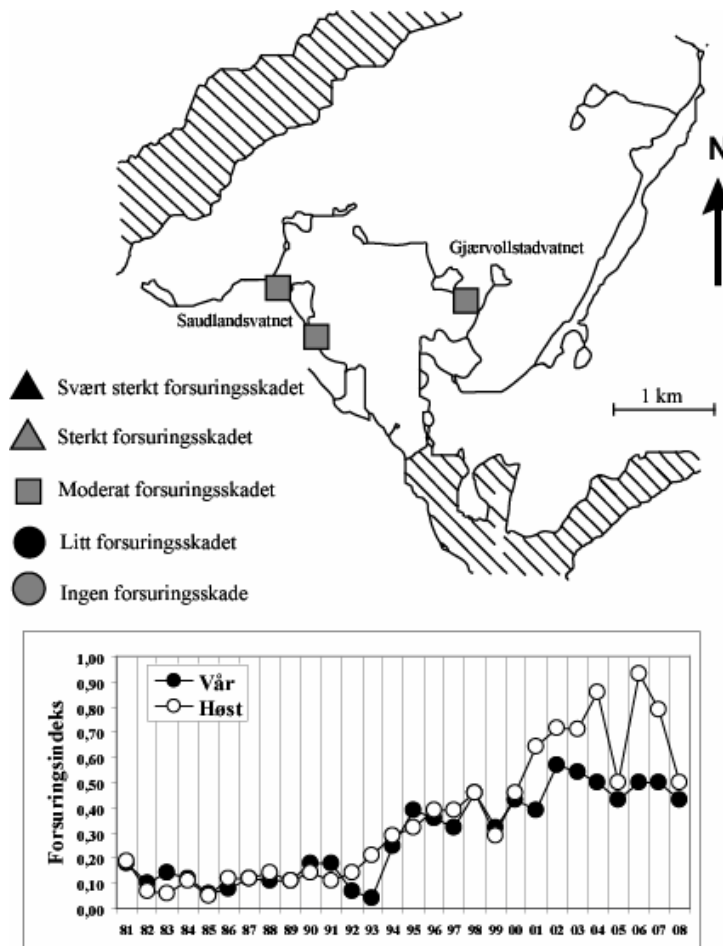
Figur 66. Lokalisering av overvåkingsstasjonene for invertebratundersøkelser i vassdrag i 2008.

## Region V - Sørlandet-Vest

### Farsund i Vest-Agder

Farsundområdet har vist en positiv trend med hensyn til mangfold av forursingssensitive bunndyr i de senere år. I 2008 var forursingsindeksen om høsten lavere enn de to foregående årene. Dette skyldes fravær av den meget sensitive døgnfluearten *B. rhodani*. Det ble registrert åtte ulike arter forursingssensitive bunndyr. Forursingsindeksen har vist en betydelig bedring fra begynnelsen av 1990-årene. Bunndyrfaunaen i Farsund viser fremdeles avvik sammenlignet med forventet økologisk forursingstilstand.

Lokalitetene ved Farsund var sterkt forursingsskadd i perioden 1981-1993. I de senere år har skadene på bunndyrfaunaen avtatt, men deler av området må fortsatt karakteriseres markert forursingsskadet. Undersøkelsene ved Farsund i 2008 viste en tilbakegang sammenlignet med de to tidligere år. Dette skyldes fravær av den meget følsomme døgnfluen *B. rhodani*. Denne arten blir sannsynligvis slått ut som følge av dårligere vannkvalitet (Figur 67). 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 2008. Med unntak av nevnte *B. rhodani* er det som foregående år. Regresjonsanalyser viser at det har vært en signifikant bedring ( $p < 0,001$ ) av forursingsindeksen i Farsundområdet i de årene overvåkingen har pågått.

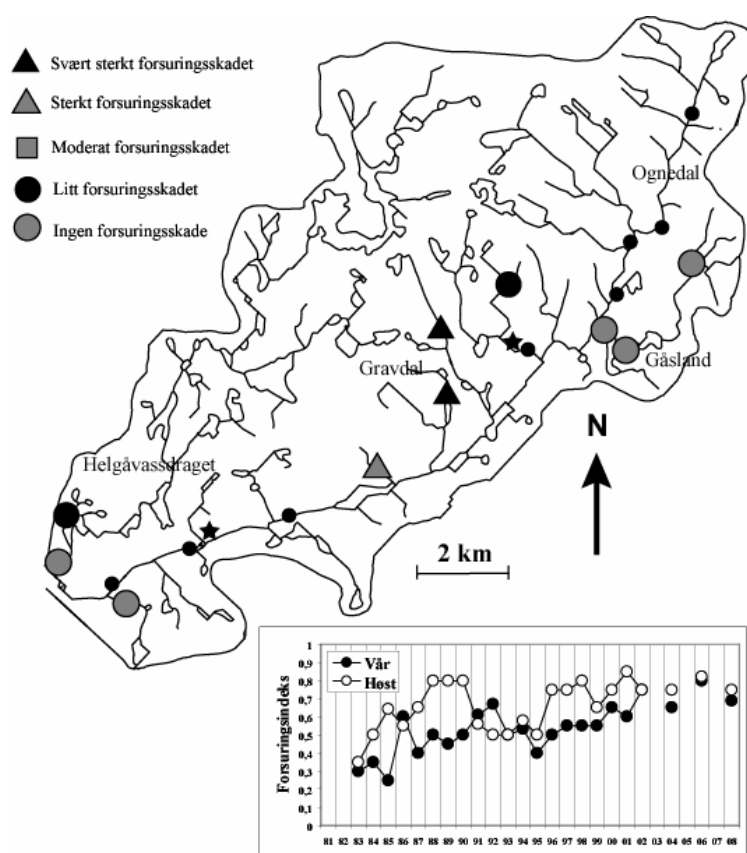


Figur 67. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Farsundområdet i 2008. Figuren viser også gjennomsnittlige forursingsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1981-2008.

## Ognavassdraget i Rogaland

*Undersøkelsene i 2008 viste at forsuringsbildet i Ognå er i ferd med å stabilisere seg. Forsuringsindeksene var litt lavere enn det som ble målt i 2006. Vassdraget er svært heterogent med hensyn til forsuringssskade, og inneholder både felter med stabilt god vannkvalitet og sure lokaliteter.*

I Ognavassdraget ble det opprettet et nytt stasjonsnett for overvåking i 1991, da deler av det opprinnelige stasjonsnettet ble kalket. Undersøkelsene i 2006 viste at forsuringsbildet har stabilisert seg på et betydelig bedre nivå enn tidlig på 1990-tallet. Forsuringsindeksen var 0,69 og 0,75 henholdsvis vår og høst (Figur 68). Av figuren fremgår det at vassdraget er svært heterogent med hensyn til forsurening. Vassdraget som helhet kan karakteriseres moderat forsuringssskadet. Gåslandselva og de nedre deler av Helgåvassdraget har en stabil og god vannkvalitet. I sistnevnte lokalitet ble det registrert flere sterkt forsuringsssensitive arter, som snegleartene *L. peregra*, *G. acronicus* og *Potamopyrgus antipodarum*, døgnfluen *Caenis luctuosa* og vårfluen *Lepidostoma hirtum*.



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

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



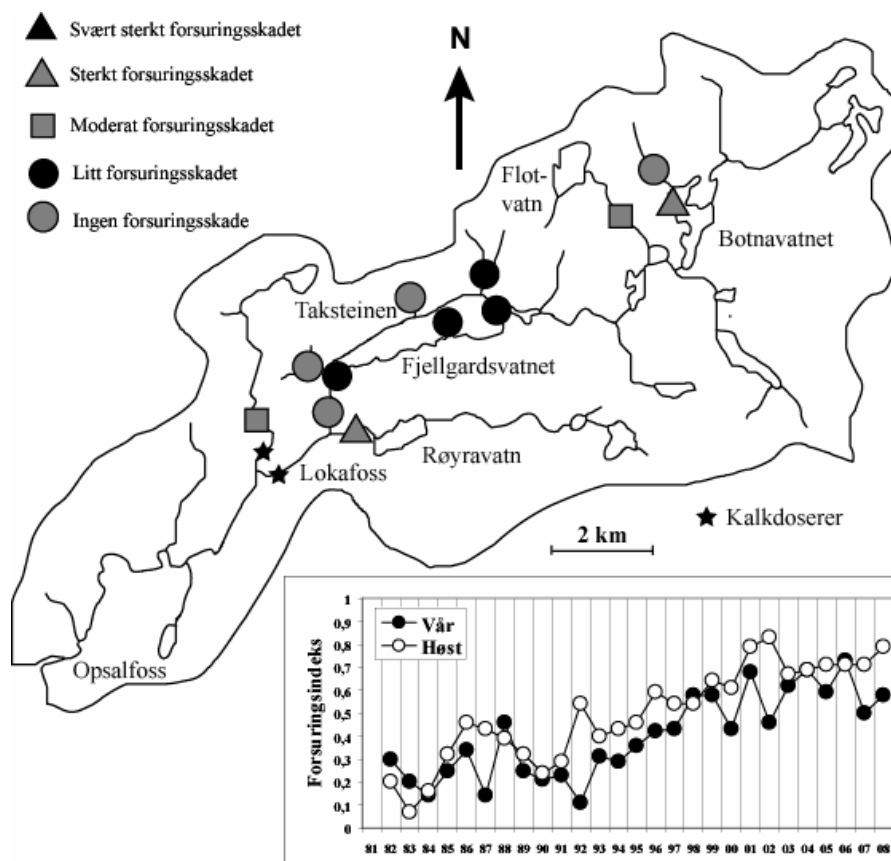
I de senere år har de nedre, kalkete deler av hovedelva hatt en god vannkvalitet, og det er her funnet flere forsuringssømfintlige arter (Tabell 13), blant annet døgnfluene *B. rhodani*, *C. horaria* og *Caenis luctuosa*, vårfluene *Itytrichia lamellaris*, *L. hirtum* og *Hydropsyche* spp., steinfluen *Isoperla* sp. og snegleartene *L. peregra*, *G. acronicus* og *Acroloxus lacustris*. Stasjonene i denne delen av elva inngår nå i et overvåkingsprogram innen det Norske kalkingsprosjektet (Fjellheim & Raddum 1993a, 2003).

## Region VI - Vestlandet-Sør

### Vikedalsvassdraget i Rogaland

Undersøkelsene av Vikedalselva i 2008 viste at faunaen i flere av lokalitetene i den ukalkete delen var skadet. Vårsituasjonen viste litt større skade enn de tre foregående år. 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 vassdraget viser fremdeles skader sammenlignet med forventet tilstand for et uforsuret vassdrag i regionen.

Bunndyrundersøkelsene i de ukalkete delene av Vikedalsvassdraget i 2008 viste at det er markerte forsuringsskader i deler av nedbørfeltet. Det ble registrert betydelig større skade om våren sammenlignet med høsten (Figur 69). Sett over et lengre tidsrom viser Vikedalsvassdraget en positiv utvikling. Vassdraget har refuger med god vannkvalitet og med en rik bunndyrfauna. Disse lokalitetene inneholder forsuringssensitive bunndyr og har stor betydning som kilder for rekolonisering etter sure episoder. Regresjonsanalyser viser at det har vært en signifikant bedring ( $p < 0,001$ ) av forsuringssindeksen i Vikedalsvassdraget fra 1990.



Figur 69. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Vikedalsvassdraget i 2008. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringssverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1982-2008. Kalkdoserere er merket stjerne.

Fra tidligere vet vi at faunaen i dette vassdraget har en god evne til å reetablere seg etter forsureningskader. 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, med en økt artsdiversitet som resultat (Fjellheim & Raddum 1995, 1999). 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 forsureningsensitive bunndyrarter har begynt å kolonisere lokaliteter som tidligere var karakterisert kronisk sure. Eksempler er elva fra Flotavatnet og utløpselva fra Røyrvatnet (Figur 63). 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 forsureningskade om våren og mindre skade om høsten. I perioden etter 1990 viser vassdraget en positiv trend ( $p < 0,001$ ) med hensyn til forsureningskade.

*B. rhodani* finnes i mer eller mindre stabile populasjoner på isolerte steder i den ukalkete delen av vassdraget. Taksteinbekken (Figur 69) 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*.

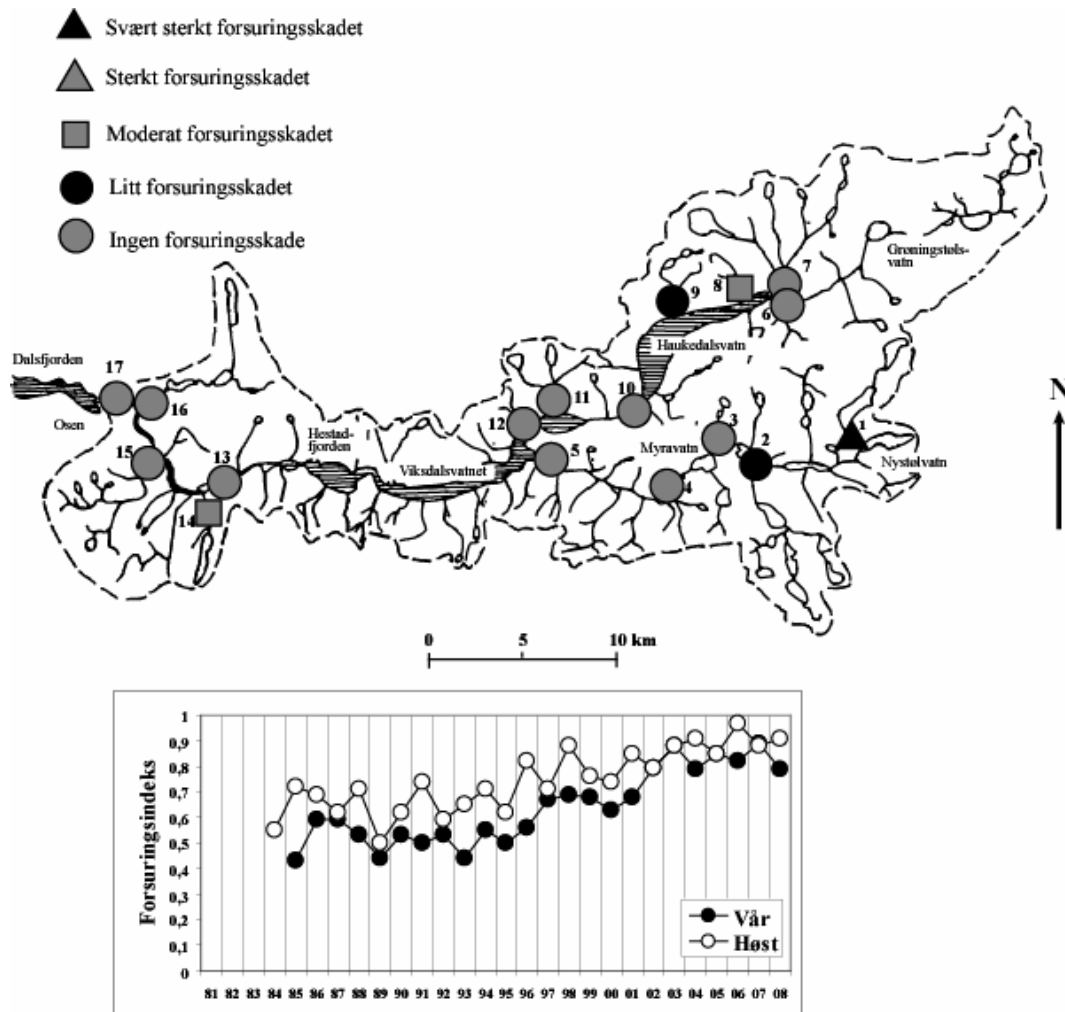
## **Region VII - Vestlandet-Nord**

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

*Forsuringsskadene på bunndyrsamfunnene i Gaularvassdraget har bedret seg betydelig i løpet av de seneste år. I 2008 var de øverste stasjonene i Eldalen forsuret. 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 forsureningsensitive arter.*

De regionale bunndyrundersøkelsene i Gaularvassdraget (Figur 70) ble innledet med en intensivundersøkelse høsten 1984 (Raddum & Fjellheim 1986). Denne undersøkelsen viste at store deler av Eldalen var sterkt forsuret. De nederste delene av vassdraget og den andre hovedgreina mot Haukedalen var mindre skadet. I de senere år har moderat forsureningsensitive 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 to mindre tilløp i dette vassdragsavsnittet var periodevis moderat forsuret. I 2008 ble det registrert 22 ulike forsureningsensitive arter/grupper, mot henholdsvis 23 og 19 de to foregående år. Samlet EPT (antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer) var 37, som foregående år. Dette er det største biologiske mangfoldet som er registrert i Gaularvassdraget. Vassdragets forsureningsindeks var henholdsvis 0,79 og 0,91 vår og høst.

Nedstrøms Viksdalsvatnet, finner vi en stabil og svært frodig fauna. Her er det registrert mange viktige indikatororganismer. Blant disse kan nevnes sneglen *L. peregra*, vårfluen *Glossosoma intermedia*, steinfluer av slektene *Isoperla* og *Diura* og flere arter døgnfluer: *B. rhodani*, *B. niger*, *A. inopinatus*, *Ephemerella aurivilli* og *H. 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 sjøene lenger oppe i vassdraget.

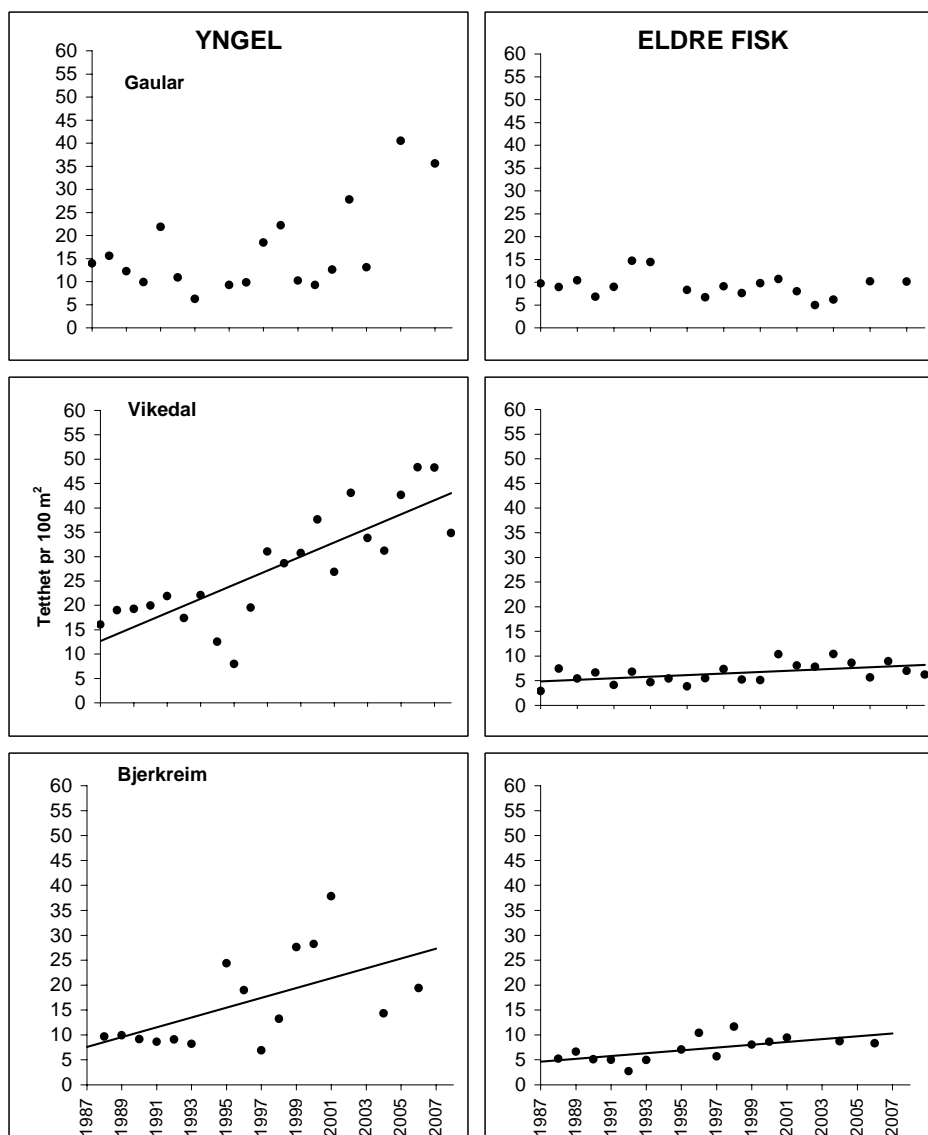


Figur 70. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Gaularvassdraget i 2008. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1984-2008.

#### 4.4.2 Ungfiskundersøkelser

Disse undersøkelsene ble satt i gang i 1987/88, og omfattet årlig elfiske på faste stasjoner på inn/utløp og i tilløpsbekker til innsjøer i Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane og Vikedal- og Bjerkreimsvassdraget i Rogaland. I løpet av de siste åra har det bare vært undersøkelser i Vikedalsvassdraget, mens fisken i de to andre vassdragene har vært undersøkt annet hvert år. I 2008 ble 20 lokaliteter i Vikedal 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  $\geq 1+$ ). Tettheten av fisk i de to aldersgruppene har siden 1993 blitt beregnet på bakgrunn av suksessiv avfisking, basert på tre omganger. I perioden 1987 til 1992 ble hver lokalitet bare avfisket én gang. Fisketettheten i denne perioden blir beregnet ut fra fangstsannsynligheten etter tre omganger for perioden 1993-2008. Tetthetene blir justert i forhold til vannføringen under elfisket hvert år fordi dette påvirker fangsteffektiviteten. Det blir tatt vannprøver hvert år fra hver lokalitet i forbindelse med elfisket.

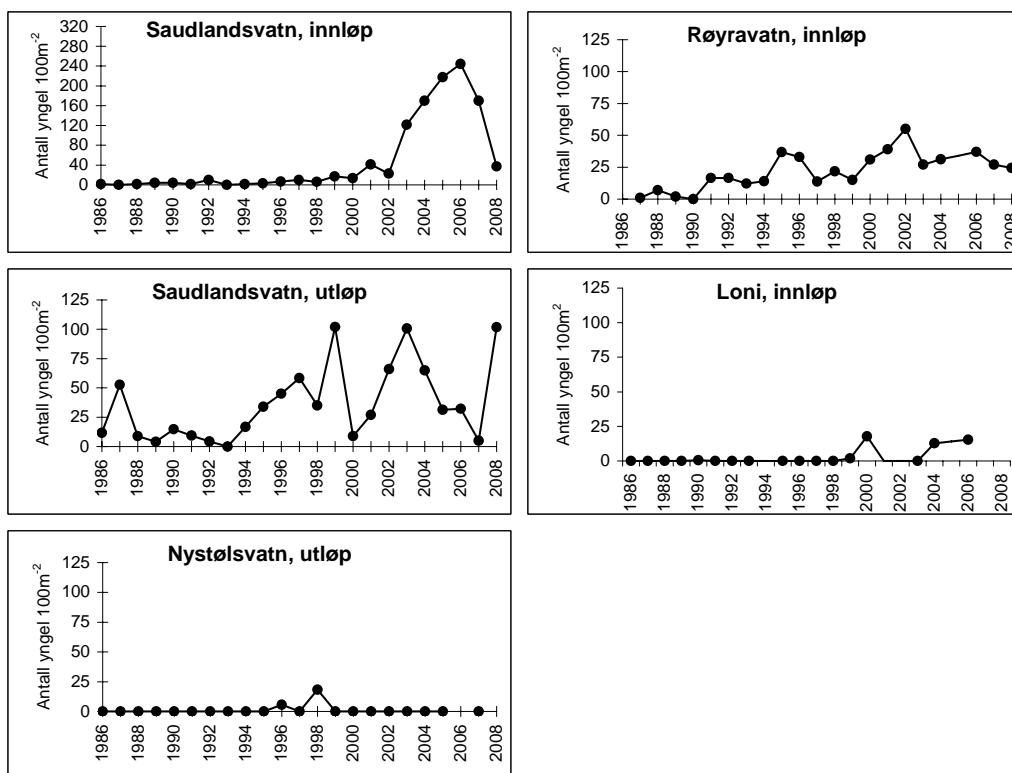
I Vikedalsvassdraget har rekrutteringen hos aure vært økende i løpet av de siste 10 åra (Figur 71). I 2008 var tettheten av yngel noe lavere enn i de to foregående åra. Tid (år) og vannføring forklarer totalt 71 % av årlig variasjon i yngeltetthet i dette vassdraget. Det har også vært en klar økning i tettheten av eldre aureunger. I Bjerkreimsvassdraget har også tettheten av yngel og eldre aureunger vært økende i seinere år. Her forklarer tid (år) og vannføring henholdsvis 33 og 22 % av variasjonen i yngeltetthet (1988-2006). Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom yngeltetthet og vannføring. I Gaularvassdraget har tettheten av aureunger variert betydelig i løpet av de siste åra. Men resultatene fra 2005 og 2007 tyder også her på en positiv utvikling.



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

På innløpet og utløpet av Saudlandsvatn ved Farsund (Vest-Agder) har bestanden av aureunger i hovedsak vært overvåket hvert år siden 1986. På innløpet var rekrutteringen svak fram til 2001, da det

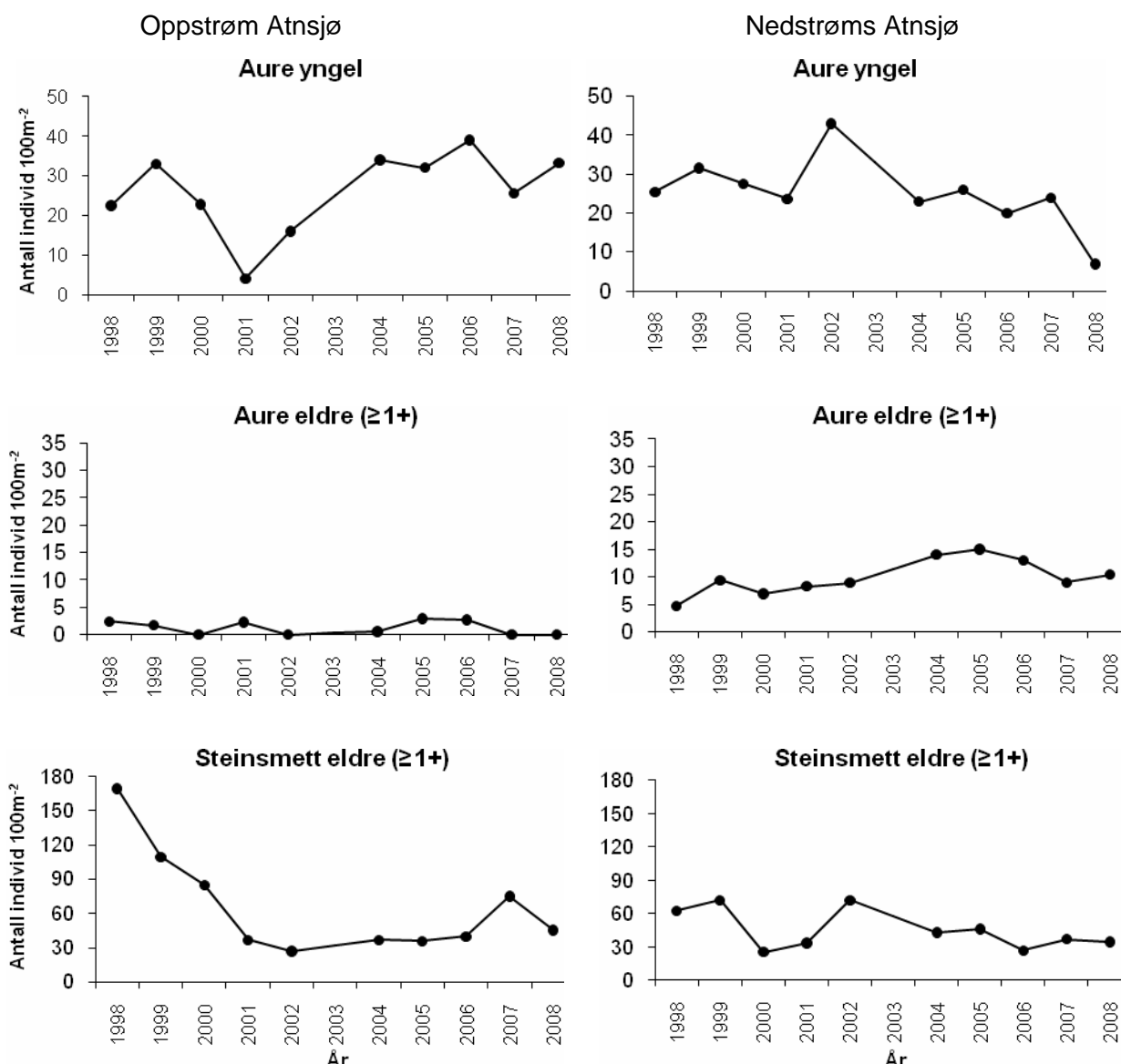
ble registrert 42 yngel pr. 100 m<sup>2</sup>. To år seinere var yngeltettheten nesten tre ganger høyere, med 120 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2005 og 2006 var det en ytterligere økning i yngeltettheten, til henholdsvis 217 og 307 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2007 avtok tettheten noe sammenliknet med de to foregående åra. Tettheten var likevel fortsatt svært god, med 170 yngel pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 72). I 2008 var yngeltettheten på innløpet svært lav. Den økte rekrutteringen til aurebestanden i Saudlandsvatn skjedde først på utløpet, med en yngeltetthet på 34 individ 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. Innløpselva til Røyrvatn i Vikedalsvassdraget har hatt bra med yngel 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>. Yngeltettheten var omtrent på samme nivå også i 2007, med 27 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 72). Innløpet av Loni i Bjerkreimsvassdraget har vært undersøkt nesten hvert år siden 1987. I denne lokaliteten ble det ikke påvist yngel fram til 1999, bortsett fra ett individ i 1990. Det første året med en yngeltetthet av 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 72). På utløpet av Nystølsvatn i Gaularvassdraget har det bare vært påvist aureyngel i 1996 og 1998. I tillegg ble det fanget én yngel på innløpet i 2004. 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 en relativt høy vannføring, noe som også reduserer fangsteffektiviteten.



Figur 72. Antall aureyngel pr. 100 m<sup>2</sup> på innløpet og utløpet av Saudlandsvatn (1986-2008), på innløpet av Røyrvatn (1987-2008), på innløpet av Loni (1987-2006) og på utløpet av Nystølsvatn (1986-2007).

Atna i Atnavassdraget i Oppland/Hedmark ble elfisket i regi av Forskref i perioden 1986-91. Siden 1998 har elva vært inkludert i det biologiske overvåkingsprogrammet, bortsett fra det var ingen

innsamling i 2003. Det er etablert to stasjoner både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. Fiskesamfunnet i Atna domineres av aure og steinsmett, med et ubetydelig innslag av ørekyt og harr i nedre deler. Elva har bra tettheter av aureyngel, som har holdt seg relativt stabil både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen, med 20-35 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 73). I 2008 var det imidlertid betydelig lavere tettheter av aureyngel nedstrøms Atnsjøen. Yngeltetthetene er vanligvis høyest i øvre deler av vassdraget. Mengden eldre aureunger (alder ≥ 1+) er lav oppstrøms Atnsjøen, som er gyteområdene for Atnsjøauren. Lav tetthet av eldre aureunger på denne strekningen tyder på aureungene vandrer ned i Atnsjøen i løpet av første leveår. Stasjonene nedstrøms Atnsjøen har betydelig høyere tettheter av eldre aureunger, med 10-15 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 73). Dette er avkom av stedeagne individ, da denne elvestrekningen trolig ikke fungerer som rekrutteringsområde for aure fra Atnsjøen. Tettheten av eldre steinsmett (alder ≥ 1+) viser store årlige variasjoner både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. I øvre deler av elva er det nå lavere tettheter av steinsmett enn i perioden 1998 til 2000.



Figur 73. Tetthet 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 av steinsmett i perioden 1998-2008. I 2003 ble det ikke samlet inn fisk.

## 5. Referanser

- Arvola, L., Salonen, K., Bergström, I., Heinänen, A. & Ojala, A. 1986. Effects of experimental acidification on phyto-, bacterio- and zooplankton in enclosures of a highly humic lake. - *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 71: 737-758.
- 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.
- 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.
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. - *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 41: 1-76.
- EMEP 2008. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2008.
- 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.
- 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., 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.
- Henriksen, A., Hindar, A., Styve, H., Fjeld, E. & Lien L. 1996. Forsuring av overflatevann - beregningsmetodikk, trender og mottiltak. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 81, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 3528, 46 s.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). - *Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart,* 130 s.
- Hessen, D.O., Faafeng, B.A. & Andersen, T. 1995. Competition or niche segregation between *Holopedium* and *Daphnia*; empirical light on abiotic key parameters. - *Hydrobiologia* 307: 253-261.
- Hessen, D.O., Alstad, N.E.W. & Skardal, L. 2000. Calcium limitation in *Daphnia magna*. - *Journal of Plankton Res.* 22: 553-568.
- 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.
- 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 Reoprt 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 forureningsovervåking, 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.
- Rylov, W.M. 1948. *Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea* 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- 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.
- 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.L., Walseng, B., & Halvorsen, G. 2001. Hva betyr kalsium for artsrikdom og sammensetning av småkreps i Norge? - *Vann* 36: 408-413.
- SFT 1989. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. Rapport 375/89. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.



- SFT 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1996. Rapport 710/97. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. Rapport 748/98. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1998. Rapport 781/99. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1999. Rapport 804/00. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2000. Rapport 834/01. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2001. Rapport 854/02. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2003. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2002. Rapport 886/2003. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2004. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2003. Rapport 913/2004. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2005. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2004. Rapport 941/2005. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2006. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2005. Rapport 970/2006. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2006. Rapport 1000/2007 Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2008. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007. Rapport 1036/2008 Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- SFT 2009. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Atmosfæriske tilførsler 2008. Rapport 1051/2008 Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurenningstilsyn, 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 forureningsovervåking Rapport 677/96, Statens forurenningstilsyn, Oslo, Norway. 73 pp.
- Skjelkvåle, B.L., Rognerud, S., Fjeld, E., Christensen, G., Røyset, O. 2008. Nasjonale innsjøundersøkelse 2004-2006, Del I: Vannkjemi. Status for forurening, næringsstoffer og metaller. Rapport TA 2361/2008. Statlig program for forureningsovervåking. SPFO 1011/2008. Statens forurenningstilsyn, Oslo.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Spikkeland, I. 1980a. Hydrografi og evertebratfauna i vassdragene på Lifjell, Telemark 1979. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 19: 1-55.
- Spikkeland, I. 1980b. Hydrografi og evertebrater i vassdragene i Sjøvatnområdet, Telemark. 1979. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 18: 1-49.
- Strøm, K.M. 1944. High mountain limnology. Some observations on stagnant and running waters of the Rondane area. - Avh. norske Vidensk. Akad. Oslo, I. Mat. nat. Kl. 1944 (8): 1-24.
- Traaen, T. S. 1987. Forsuring av innsjøer i Finnmark. SFT-Rapport 299/87, SFT., Oslo, Norway.
- Traaen, T. S. and Rognerud, S. 1996. Forsuring og tungmetallforurening 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. 1993. Verneplan I og II, Rogaland. Krepssdyrundersøkelser. – NINA Oppdragsmelding 222: 1-33.
- 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.

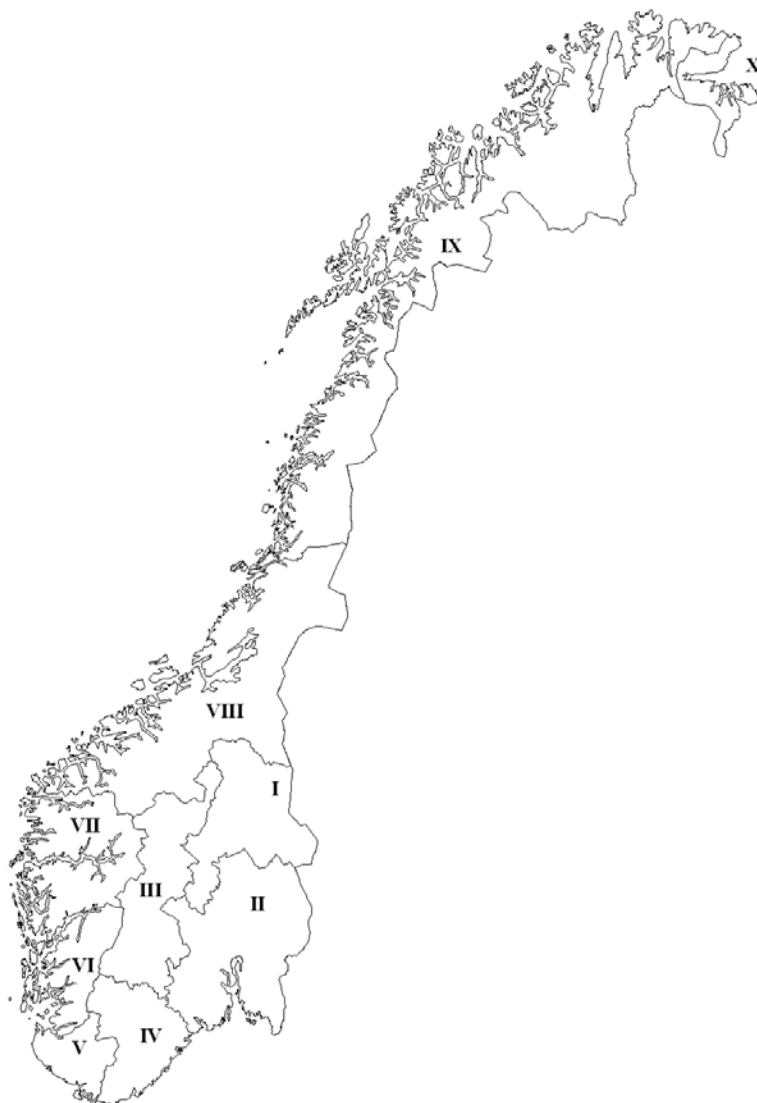
## 6. Vedlegg

### 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.**  
Høyereliggende områder (over 1000 m.o.h.) i fylkene Oppland, Buskerud, Telemark og Hordaland (Rondane, Jotunheimen og Hardangervidda).
- IV. Sørlandet - Øst.**  
Omfatter Vest-Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder til Lindesnes.
- V. Sørlandet - Vest.**  
Omfatter resten av Vest-Agder til Boknafjord/Lysefjord i Rogaland (t.o.m. Forsand kommune) og deler av Rogaland (kommuner sør for Hjelmeland).
- VI. Vestlandet - Sør.**  
Omfatter kommuner i Rogaland nord for Boknafjorden og kommuner i Hordaland til Hardangerfjorden.
- VII. Vestlandet - Nord.**  
Omfatter Hordaland nord for Hardangerfjorden og Sogn og Fjordane (nord til Stadt).
- VIII. Midt-Norge**  
Omfatter Møre og Romsdal og Trøndelagsfylkene og kommunene Skjåk, Lesja og Dovre i Oppland.
- IX. Nord-Norge.**  
Omfatter Nordland, Troms og Finnmark (unntatt Øst-Finnmark).
- X. Øst-Finnmark.**  
Kommunene Sør-Varanger, Nesseby, Vadsø og Vardø.

Ved inndelingen er det lagt vekt på at forsuringsbelastningen 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 forsurings situasjonen i ulike deler av Norge. Resultatene vil bli vurdert opp mot de prognosene for forsuringsutviklingen som er satt opp på grunnlag av de internasjonale avtalene om reduksjoner i utslipp av svovel og nitrogen til atmosfæren.



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

## Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver

### B1. Analyseprogrammet og analysemetoder

Kode	Variabelnavn	Enhet	Analysemetode	Analyseinstrument	Deteksjonsgrense
pH	pH		Potensiometri	Methrom Titrino E702 SM	-
Kond	Konduktivitet	mS/m 25C	Elektrometri	WTW LF 539 RS	0,2
Ca	Kalsium	mg/L	Ionekromatografi	Dionex DX 320 duo	0,02
Mg	Magnesium	mg/L	"	"	0,02
Na	Natrium	mg/L	"	"	0,02
K	Kalium	mg/L	"	"	0,02
Cl	Klorid	mg/L	"	"	0,03
SO4	Sulfat	mg/L	"	"	0,04
NO3-N	Nitrat	µg N/L	"	"	1
NH4-N	Ammonium	µg N/L	"	"	5
Alk	Alkalitet	mmol/L	Potensiometrisk titrering til pH = 4.5	Methrom Titrino E702 SM	0,01
TOC	Total organisk karbon	mg C/L	Oksidasjon til CO2 med UV/persulfat og måling med IR-detektor	Phoenix 8000	0,10
Al/R, Al/II	Reaktiv og ikke labil	µg/L	Automatisert fotometri	Skalar SAN Plus Autoanalysator	5
LAl	Labil Aluminium	µg/L		Beregnes ved differansen mellom Al/R og Al/II	
Tot-N	Total Nitrogen	µg N/L	Automatisert fotometri	S2O8 oksidasjon i autoklav Skalar SAN Plus Autoanalysator	10
Cu	Kobber	µg/L	ICP-MS		
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-labilt aluminium (IIAl) inkludert i analyseprogrammet. Total aluminium ble analysert parallelt med den nye metoden i 1984 og 1985. Sammenhengen mellom RAI og TAI er gitt ved likningen:  $RAI = 22 + 0.64 \cdot TAI$  ( $n = 116$ ,  $r = 0.89$ ). Fra og med 1986 ble den gamle metoden kuttet ut, og verdiene for aluminium i tabellene for de etterfølgende år vil derfor være lavere enn tidligere.

Fra 1985 ble total organisk karbon (TOC) tatt med i rutineprogrammet, og i 1987 ble også ammonium ( $NH_4$ ) og totalt nitrogeninnhold (Tot-N) bestemt. I 1989 ble  $NH_4$  tatt ut av programmet igjen på grunn av meget lave konsentrasjoner over hele året, mens Tot-N fortsatt bestemmes rutinemessig.

Prøvetakingsfrekvensen er én gang pr. uke for feltforskningsstasjonene. Elvene prøvetas én gang pr. måned med unntak av vårsmeltingsperioden 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 sjøsalkorreksjon

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 deponisjon. 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 sjøsalkorrigerede 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. Sjøsalkorrigerede 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-Jerpejern ut
- Region 3. Steinavatn inn
- Region 4. Brårvatn inn, Songevatn inn
- Region 5. Gjuvatn inn, Stigebottsvatn inn
- Region 6. Steinavatn ut (flyttet til 3)
- Region 7. Langevatn inn

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

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vain nr	Vassdrag nr	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø		Nedbørfelt areal km <sup>2</sup>
												areal km <sup>2</sup>	areal km <sup>2</sup>	
Hedmark	Åmot	429	1	429-601	Holmsjøen	282	002.JAAA1B	20173	61,15	11,62	559	1,15	5,9	
Østfold	Halden	101	2	101-605	Holvatn	331	001.B1D	20133	59,11	11,53	161	1,15	9,35	
Østfold	Sarpsborg	105	2	105-501	Isebakktjern	5844	002.A2B	19134	59,34	10,97	60	0,3	6,6	
Østfold	Aremark	118	2	118-502	Breijern	3554	001.C3A	20133	59,12	11,68	190	0,3	4	
Østfold	Våler	137	2	137-501	Ravnsvøen	5828	003.B1C	19134	59,41	11,00	82	0,3	2,85	
Akershus	Aurskog-Høland	221	2	221-607	Holvatn	3259	001.FB	20143	59,74	11,58	214	0,42	4,95	
Akershus	Aurskog-Høland	221	2	221-605	Store Lyseren	3238	314.B	20144	59,78	11,77	229	0,51	3,37	
Oslo	Oslo	301	2	301-605	Langvatn	5114	002.CDB	19153	60,11	10,77	342	0,56	3,57	
Hedmark	Kongsvinger	402	2	402-604	Storbørja	368	313.3AD	20152	60,09	11,93	301	1,15	29,2	
Hedmark	Nord-Odal	418	2	418-603	Skurvsjøen	3838	002.EB3C	20163	60,57	11,65	432	0,43	20,7	
Hedmark	Grue	423	2	423-601	Meitsjøen	281	002.EB11B	20154	60,39	11,81	358	1,02	20,35	
Buskerud	Flå	615	2	615-604	Langjern (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	Skakktjern	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.FZZ	16144	59,83	8,76	1136	1,83	11,65	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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
Telemark	Vinje	834	3	834-614	Stavsvatn	13194	016.BG11	15142	59,64	8,11	1053	0,4	2,43	
Hordaland	Odda	1228	3	1228-501	Steinvatn	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	Hundevatn	10127	019.B2A	16123	58,59	8,54	286	0,32	2,3	
Aust-Agder	Iveland	935	4	935-7	Grunnevatn	10926	021.AC	15114	58,39	7,97	250	1	3,3	
Aust-Agder	Bygland	938	4	938-66	Grimsdalsvatn	9219	020.BCD	15123	58,75	7,97	463	0,31	8,3	
Aust-Agder	Valle	940	4	940-502	Myklevatn	15177	021.EC	14132	59,07	7,38	785	0,6	32,7	
Aust-Agder	Valle	940	4	940-527	Skammevatn	14534	025.Q	14133	59,21	7,24	1074	0,68	8,4	
Aust-Agder	Valle	940	4	940-501	Tjurrmonvatn	15100	021.ED	14132	59,07	7,46	720	0,75	6,8	
Aust-Agder	Bykle	941	4	941-24	Bånevatt	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	Songevatt	11078	022.1C7	14111	58,32	7,68	268	0,25	9,3	
Vest-Agder	Søgne	1018	4	1018-4	Kleivsetvatn	11592	022.2Z2	14112	58,11	7,68	83	0,57	17,2	
Vest-Agder	Marnardal	1021	4	1021-14	Homesteadvatn	11373	023.A12Z	14112	58,21	7,45	278	0,62	3	
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-15	Botnevatt	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	Troldevatt	11292	024.AD2Z	14113	58,23	6,99	278	0,22	1	
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-19	I.Espelandsvatn	11095	024.B22C	14114	58,30	7,16	391	0,28	10	
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-8	Trollselvatn	10305	022.CE	14123	58,55	7,21	617	0,25	3,5	
Vest-Agder	Kvinesdal	1037	5	1037-17	Heievatt	1373	025.BD	14123	58,63	6,97	500	0,31	12,5	
Rogaland	Eigersund	1101	5	1101-43	Glypstadvatt	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	Gjuvvatt	21049	026.4F	13123	58,52	6,41	389	0,35	2,4	
Rogaland	Hå	1119	5	1119-602	Homsevatt	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	Eine	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	Båtevatt	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	Nystalsvatn	1651	083.CC	13174	61,34	6,46	715	1,25	21,45	
Sogn og Fjordane	Eid	1443	7	1443-501	Movatt	1935	094.D	12181	61,98	6,18	422	1,05	20	
Oppland	Lesja	512	8	512-601	Svartdalsvatnet	34660	104.D6Z	14191	62,27	8,84	1018	0,6	49,9	
Møre og Romsdal	Molde	1502	8	1502-602	Lundalsvatnet	31186	105.4A2	13204	62,82	7,53	254	0,3	5,65	
Møre og Romsdal	Vanylven	1511	8	1511-601	Blåjevattet	31047	093.2B	11192	62,05	5,78	700	0,55	1,93	
Møre og Romsdal	Aure	1569	8	1569-601	Skarvatnet	36436	116.2Z	14211	63,30	8,78	346	0,52	3,75	
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-601	Grovilvatnet	36780	135.2A	16221	63,91	10,16	180	1,03	10,4	
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-603	Skjerivatnet	36727	135.3CD	16224	63,96	10,56	357	0,88	3,25	
Sør-Trøndelag	Rørås	1640	8	1640-603	Tufsingan	35326	2.53	17202	62,61	11,88	781	1,38	5,15	



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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

Jarfjordfjellet, Øst-Finmark

Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR5	Navnløs				24342	69,69	30,61	270	0,06	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR6	Navnløs				24342	69,70	30,61	310	0,06	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR7	Navnløs				25343	69,71	30,63	255	0,07	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR8	Navnløs				25343	69,71	30,64	263	0,04	
Finmark	Sør-Varanger	2030		2030-JAR12	Navnløs				25343	69,69	30,73	291	0,08	
Finmark	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 miljøvernnavdeling, 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 2008

## Årsmiddelverdier for hele overvåkingsperioden

Tabell E1. Analyseresultater for innsjøer 2008.

### Tidstrendsjøer

St. Kode	Navn	Region	Dato dd/må	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>	SO <sub>4</sub> mg.L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> -N µg.N.L <sup>-1</sup>	AIK µekv.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> -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>	SO <sub>4</sub> * µekv.L <sup>-1</sup>	Na* µekv.L <sup>-1</sup>
429-601	Holmsjøen	1	14.10	5,75	1,03	0,89	0,13	0,53	0,14	0,50	1,78	2	14	35	0	6,4	240	4	8	2	43	52	23	11
101-605	Holvatn	2	04.11	4,94	4,16	0,91	0,56	4,33	0,35	6,70	3,09	125	0	202	108	94	7,2	430	5	11	27	47	45	26
105-501	Isebakktjern	2	04.11	4,99	5,15	1,76	0,71	4,92	0,41	8,68	2,85	45	6	374	297	77	20,3	490	14	10	63	89	34	4
118-502	Bretljern	2	04.11	4,63	3,38	0,47	0,32	2,83	0,15	4,37	1,72	39	0	276	167	109	9,7	350	21	4	23	15	21	23
137-501	Ravnsløen	2	04.11	5,37	3,62	1,19	0,58	3,90	0,33	5,69	2,81	85	11	192	125	67	6,3	335	22	4	60	70	42	32
221-605	Store Lyseren	2	22.10	5,67	2,01	0,98	0,31	1,66	0,26	2,29	2,72	62	18	112	64	48	4,1	270	10	3	2	28	59	50
221-607	Holvatn	2	22.10	5,57	2,18	1,19	0,37	1,76	0,33	2,58	1,99	68	23	158	138	20	9,1	355	13	5	3	56	73	34
301-605	Langvatn	2	23.10	5,80	1,30	0,90	0,18	1,00	0,18	1,04	1,74	51	22	76	59	17	3,7	215	5	4	2	39	53	33
402-604	Storberja	2	22.10	5,35	1,65	1,04	0,32	1,18	0,18	1,31	1,52	40	13	134	119	15	11,0	295	8	4	63	70	28	20
418-603	Skunsløen	2	19.10	4,75	1,64	0,53	0,17	0,90	0,13	0,77	1,01	14	0	128	96	32	13,9	300	5	7	18	39	35	19
423-601	Mellsløen	2	19.10	5,01	1,66	0,91	0,26	0,96	0,22	0,96	1,10	26	0	158	138	20	14,1	340	5	8	10	62	60	20
615-604	Langtjern, utløp	2	27.10	5,29	1,14	1,02	0,15	0,52	0,06	0,43	0,69	5	13	186	159	27	12,7	265	4	4	5	61	60	13
623-603	Brettlvatn	2	21.10	5,11	0,97	0,33	0,10	0,55	0,09	0,53	0,88	7	0	182	99	83	6,1	290	38	7	8	17	21	17
631-607	Skakktjern	2	09.10	4,76	1,29	0,56	0,12	0,43	0,05	0,45	0,54	13	0	132	115	17	11,7	235	10	7	17	33	35	10
713-601	Øyvannet (Store)	2	03.11	5,80	1,53	1,20	0,25	1,03	0,22	1,15	1,32	78	26	124	117	7	8,5	345	27	9	2	65	73	24
819-501	Nedre Furovatn	2	26.10	5,04	1,14	0,75	0,14	0,52	0,06	0,66	0,69	19	0	163	144	19	9,1	290	4	5	9	39	45	12
827-601	Heddersvatn	3	10.10	6,19	0,66	0,63	0,11	0,38	0,11	0,33	0,77	49	19	14	12	2	1,0	128	9	2	1	31	38	15
834-614	Stavsvatn	3	15.11	6,63	0,86	0,96	0,11	0,50	0,06	0,41	0,66	17	48	80	57	23	1,6	123	10	3	0	54	54	13
1228-501	Sleinvatn	3	09.10	5,48	1,06	0,18	0,14	1,07	0,08	1,85	0,62	62	0	14	<5	0,34	78	4	2	3	0	8	8	2
831-501	Bråvatn	4	01.11	6,09	0,80	0,52	0,11	0,58	0,09	0,73	0,84	72	14	31	17	14	1,0	180	19	2	1	19	30	15
833-603	Skurevatn	4	11.10	5,87	0,59	0,31	0,09	0,39	0,04	0,55	0,63	72	5	17	6	11	0,32	103	4	1	1	7	19	12
914-501	Sandvatn	4	02.11	5,02	2,62	0,74	0,36	2,49	0,16	3,94	1,75	28	0	200	136	64	8,2	320	11	4	10	29	41	25
919-606	Hundevatn	4	02.11	5,12	2,01	0,55	0,31	1,66	0,18	2,48	1,84	91	0	121	75	46	5,1	320	20	2	8	15	37	31
935-7	Grunnevatn	4	24.11	5,06	2,39	0,64	0,31	2,29	0,11	3,82	1,89	55	0	191	110	81	5,3	255	11	3	9	9	32	28
938-66	Grimsdalsvatn	4	27.09	5,10	1,08	0,25	0,10	0,73	0,05	0,95	0,76	21	3	69	35	34	2,5	155	6	3	8	10	14	13
940-501	Tjurrmonvatn	4	27.09	5,58	0,78	0,28	0,09	0,67	0,03	1,00	0,57	15	3	42	30	12	2,5	147	2	2	3	10	15	9
940-502	Myklevatn	4	27.09	5,72	0,70	0,33	0,08	0,48	0,03	0,70	0,53	8	11	42	30	12	2,5	147	4	2	2	13	18	9
940-527	Skammvatn	4	17.10	5,90	0,56	0,29	0,07	0,53	0,04	0,65	0,53	14	9	19	9	10	0,44	64	4	1	1	14	16	9
941-24	Bånevatt	4	13.10	5,77	0,67	0,21	0,08	0,51	0,05	0,93	0,57	50	4	11	6	5	0,23	87	3	2	-1	11	11	9

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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+	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>
1014-12	Songevatn	4	02.11	5.53	2.92	1.21	0.40	2.82	0.56	4.73	1.92	76	21	142	119	23	7.8	375	16	14	3	51	62	26	8
1014-25	Drivnesvatn	4	02.11	5.11	2.80	0.86	0.34	2.74	0.25	4.35	2.09	79	2	173	123	50	7.0	395	24	16	8	25	42	31	14
1018-4	Kleivsetvatn	4	17.10	5.39	3.74	0.92	0.44	3.66	0.24	6.81	2.40	125	6	188	126	62	6.3	405	17	5	4	-4	39	30	-6
1021-14	Homesdørvatn	4	31.10	4.88	3.24	0.44	0.33	3.39	0.17	5.69	1.89	125	0	139	48	91	3.2	305	15	3	13	-8	16	23	10
1004-13	Store Ellandsvatn	5	01.12	5.21	2.58	0.32	0.28	2.73	0.15	4.51	1.47	115	0	75	22	53	1.4	205	15	2	6	-4	11	18	9
1004-15	Bohevattet	5	17.10	5.41	4.96	0.74	0.72	5.99	0.29	10.50	2.76	210	0	79	27	52	1.3	340	14	4	4	-5	27	27	6
1026-210	Sligebofsvatn	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	Troldevatn	5	16.11	4.79	3.24	0.26	0.33	3.28	0.15	5.51	1.52	150	0	99	47	52	2.6	330	21	3	16	-11	7	16	9
1034-8	Trolselvatn	5	27.09	4.88	1.42	0.29	0.15	1.11	0.04	1.29	0.56	24	0	116	91	25	9.3	345	7	2	13	26	18	8	17
1034-19	Indre Espelandsvatn	5	27.09	5.04	2.10	0.43	0.21	2.25	0.11	2.98	1.41	56	0	141	94	47	6.5	340	18	7	9	22	19	21	26
1037-17	Helevatn	5	17.12	4.85	2.35	0.35	0.20	1.97	0.06	2.92	1.59	120	0	147	109	38	4.7	285	10	2	14	-3	15	25	15
1101-43	Glypsdørvatn	5	17.10	5.89	4.14	1.04	0.71	4.42	0.42	7.85	2.62	410	5	17	10	7	0.77	490	8	3	1	8	59	32	2
1111-3	Ljpsvatn	5	31.10	5.09	4.16	0.40	0.47	4.64	0.15	8.29	1.99	155	0	88	20	78	0.7	255	18	2	8	-22	11	17	1
1112-15	Gjuvatn	5	20.10	5.03	2.74	0.30	0.32	2.99	0.13	5.02	1.60	170	0	88	20	68	1.0	260	10	1	9	-12	10	19	8
1119-602	Homsevatn	5	02.11	5.10	4.56	0.51	0.59	5.49	0.22	9.20	2.36	210	0	104	18	86	1.1	330	21	2	8	-5	16	22	16
1154-601	Royrvatn	6	03.11	5.89	2.79	1.04	0.40	2.40	0.41	4.38	1.36	305	25	34	23	11	0.93	390	14	2	1	26	56	16	-2
1211-601	Vaulavatn	6	19.10	5.84	0.89	0.33	0.11	0.92	0.09	1.41	0.60	43	3	22	19	3	0.98	94	4	2	1	13	16	8	6
1222-502	Inste Sørliv Ø. Sleivd.	6	27.11	5.90	3.34	0.75	0.40	3.59	0.16	6.43	1.25	49	19	60	44	16	2.0	155	4	2	1	20	31	7	0
1251-601	Otdmunddalsvatn	7	14.11	5.40	1.55	0.22	0.21	1.59	0.07	2.93	0.61	66	0	20	<5		0.34	124	3	1	4	-1	9	4	-2
1263-601	Bålevatn	7	09.11	5.47	1.67	0.19	0.21	1.73	0.10	2.78	0.77	71	5	35	11	24	0.58	132	8	2	3	5	8	8	8
1401-501	Langvatn	7	28.10	5.87	2.50	0.49	0.38	2.87	0.11	5.13	1.08	91	10	19	13	6	0.74	195	11	1	1	10	22	8	1
1418-601	Nystølsvatn	7	04.11	5.78	0.86	0.29	0.11	0.85	0.08	1.35	0.50	40	8	15	<5		0.3	110	5	2	2	11	15	6	4
1443-501	Movvatn	7	04.10	6.22	1.02	0.34	0.15	1.18	0.09	1.68	0.60	3	14	20	17	3	0.86	74	8	2	1	23	18	8	11
512-601	Svardalsvatn	8	15.10	6.27	0.66	0.62	0.07	0.32	0.16	0.23	0.88	7	23	<5	<5		0.38	61	3	2	1	29	35	18	8
1502-602	Lundalsvatn	8	09.11	6.25	2.55	0.82	0.45	3.10	0.18	5.06	0.90	4	36	40	38	2	3.4	123	<2	3	1	56	45	4	12
1511-601	Bløjevatt	8	20.10	6.20	1.76	0.64	0.23	1.98	0.14	3.23	1.24	23	12	8	7	1	0.37	57	3	2	1	22	30	16	8
1569-601	Skardvatn	8	02.11	5.94	2.61	0.47	0.42	3.27	0.15	5.58	1.12	16	12	29	26	3	1.6	106	6	2	1	22	21	7	7
1630-601	Grovvatn	8	13.11	5.51	4.07	0.56	0.66	5.09	0.20	9.38	1.72	28	10	62	52	10	2.7	125	8	2	3	6	21	9	-6
1630-603	Skjerivatn	8	25.10	5.98	3.09	0.60	0.54	3.82	0.15	6.84	1.46	23	13	16	12	4	1.0	101	4	<1	1	19	29	11	0
1640-603	TufSingen	8	04.11	6.56	1.11	0.78	0.24	0.84	0.24	0.72	0.81	16	50	11	7	4	1.7	125	5	2	0	63	54	15	19
1725-3-14	Bjørnfarvatn	8	14.10	5.56	4.18	0.51	0.69	5.27	0.18	8.55	1.53	15	4	40	36	4	2.9	131	3	2	3	42	26	7	22
1740-602	Storgsvatn	8	30.09	6.25	1.77	0.37	0.25	2.08	0.09	3.55	0.69	11	16	22	21	1	1.1	94	7	<1	1	17	16	4	4
1742-501	Grysjøen	8	konst	5.55	1.74	0.51	0.29	2.01	0.05	3.33	0.59	<1	5	68	54	14	4.1	128	<2	2	3	32	27	3	7
1840-601	Kjemvatn	9	01.11	6.15	1.03	0.50	0.13	1.14	0.12	1.56	0.58	3	21	16	10	6	0.76	76	8	3	1	32	25	8	12
1845-601	Tennvatn	9	05.10	6.24	1.80	0.58	0.28	2.08	0.43	3.38	0.79	9	23	23	24	0	1.8	128	10	3	1	41	30	7	9
1850-603	Kjerivatn	9	05.10	6.18	2.85	0.75	0.44	3.58	0.46	5.91	1.18	7	23	46	43	3	2.5	135	5	3	1	49	35	7	13
1859-601	Stovvatn	9	03.12	6.18	5.37	0.65	0.86	6.57	0.37	11.50	2.01	36	19	16	13	3	0.94	137	<2	2	1	30	28	8	7
1927-501	Kapenvatn	9	03.10	6.19	1.84	0.43	0.28	2.45	0.18	3.74	1.10	2	22	17	12	5	0.94	68	5	2	1	27	20	12	16
2002-501	Oksevatn	10	30.09	6.21	3.90	0.64	0.74	4.98	0.28	8.88	2.14	<1	26	11	6	5	1.3	155	27	<1	1	21	34	19	1
2030-501	Bårsjøvatn	10	30.09	6.60	2.16	1.21	0.36	1.81	0.19	2.84	1.95	<1	49	7	<5		1.7	113	9	<1	0	53	71	32	10
2030-503	Skaidjævi	10	30.09	6.16	1.84	0.77	0.31	1.95	0.13	3.05	1.76	15	15	10	9	1	0.7	81	12	1	1	28	44	28	11
2030-504	Råfjern	10	30.09	6.15	1.90	0.77	0.32	2.16	0.15	3.29	1.90	<1	16	8	6	2	0.81	66	7	<1	1	30	43	30	14
2030-603	Otervatn	10	11.10	6.68	3.02	1.53	0.70	2.13	0.21	3.21	4.25	4	64	13	6	7	2.2	139	6	<1	0	53	113	79	15
2030-607	St.Valvatn	10	11.10	6.31	3.22	1.34	0.64	3.09	0.31	5.03	4.25	19	28	11	8	3	0.86	110	8	<1	0	30	86	74	13
2030-612	Little Djuvatn	10	11.10	5.96	2.88	0.96	0.52	2.93	0.21	4.91	3.73	<1	12	9	7	2	0.61	58	7	<1	1	7	58	63	8

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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+	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>
2030-614	Langvath	10	30.09	6,36	3,10	1,29	0,61	3,28	0,21	5,17	3,07	8	34	22	20	2	2,7	118	6	<1	0	52	81	49	17
2030-619	Folvath	10	30.09	6,71	1,78	1,36	0,37	1,27	0,23	1,44	2,23	1	56	<5	6	6	1,8	125	8	<1	0	72	89	42	20
2030-624	Ulekristlavri	10	30.09	6,49	1,71	1,14	0,29	1,41	0,19	2,01	1,83	<1	39	12	7	5	1,5	98	9	<1	0	52	68	32	13
2030-625	Holmvath	10	30.09	6,42	2,61	1,34	0,49	2,52	0,23	4,08	2,79	6	35	11	8	3	1,4	96	6	<1	0	49	80	46	11

Jarfjordfjellet

2030-JAR-05	Navnløst		11.10	5,76	2,44	0,72	0,40	2,36	0,15	3,83	3,26	<1	4	15	10	5	0,99	75	4	<1	2	-1	44	57	10
2030-JAR-06	Navnløst		11.10	5,34	2,47	0,52	0,43	2,35	0,11	3,93	2,90	<1	0	25	<5	20	0,76	52	5	<1	5	-5	35	49	7
2030-JAR-07	Navnløst		11.10	6,05	2,54	0,97	0,43	2,54	0,18	3,93	3,26	<1	12	13	9	4	0,94	62	3	<1	1	20	58	56	15
2030-JAR-08	Navnløst		11.10	5,80	2,76	0,99	0,47	2,71	0,21	4,37	3,79	<1	3	8	<5	3	0,57	50	5	<1	2	9	59	66	12
2030-JAR-12	Navnløst		11.10	5,30	2,66	0,73	0,44	2,59	0,16	4,24	3,52	<1	0	30	<5	25	0,75	49	4	<1	5	-4	45	61	10
2030-JAR-13	Navnløst		11.10	6,26	2,88	1,35	0,52	2,46	0,18	3,82	4,40	<1	23	14	12	2	1,2	75	6	<1	1	22	85	81	14

Lokaliteter for biologisk overvåking

St. Kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AIK-E	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>
118-502	Breiljern	11.06	4,86	3,09	0,48	0,38	3,20	0,17	5,57	2,45	16	0	227	109	118	7,2	295	4	4	14	-11	19	35	4
118-502	Breiljern	06.09	4,84	3,00	0,42	0,29	2,81	0,11	4,53	1,96	16	0	237	136	101	9,2	330	10	5	14	0	16	28	12
430-I-1	Alnsjøen	09.07	6,37	0,82	0,73	0,12	0,40	0,24	0,24	0,71	24	37	17	12	5	1,3	148	25	5	0	47	45	14	12
430-I-1	Alnsjøen	04.08	6,41	0,75	0,66							38				1,2	110			0				
430-I-1	Alnsjøen	09.09	6,55	0,77	0,76	0,13	0,34	0,22	0,21	0,75	30	36	14	7	7	1,3	104	6	3	0	45	47	15	10
438-041	Storfjerna	08.07	6,28	0,64	0,63	0,07	0,61	0,09	0,18	0,59	<1	31	30	27	3	1,8	95	<2	3	1	49	36	12	22
438-041	Storfjerna	09.09	6,60	0,77	0,76	0,07	0,62	0,09	0,18	0,59	<1	40	32	23	9	2,0	102	4	3	0	56	43	12	23
512-601	Svartdalsvatn	02.07	6,35	0,71	0,53	0,08	0,40	0,18	0,52	0,65	67	21	7	<5	0,42	117	4	1	0	0	22	30	12	5
512-601	Svartdalsvatn	19.08	6,49	0,50	0,34						20	20								0				
512-601	Svartdalsvatn	12.09	6,42	0,57	0,51	0,08	0,28	0,15	0,23	0,66	6	20	<5	<5	0,39	50	3	1	0	0	27	31	13	7
517-041	Rondvatnet	10.07	5,91	0,44	0,28	0,04	0,20	0,24	0,37	0,48	115	8	12	7	5	0,32	205	6	3	1	3	15	9	0
517-041	Rondvatnet	21.08	5,98	0,44	0,24	0,04	0,13	0,26	0,14	0,44	110	4	12	8	4	0,41	165	7	<1	1	7	14	9	2
604-608	Øvre Jerpefjern	12.06	5,50	3,24	0,67	0,12	4,71	0,13	7,74	1,17	10	13	180	117	63	5,6	285	5	5	3	8	25	2	17
604-608	Øvre Jerpefjern	12.08	5,50	3,02	0,61						10									3				
604-608	Øvre Jerpefjern	24.09	5,22	3,10	0,68	0,12	4,26	0,09	6,46	1,03	18	6	255	138	117	8,4	270	5	5	6	26	27	3	29
615-604	Langfjern, ullep	15.06	5,40	0,77	0,55	0,08	0,46	0,06	0,34	0,73	1	8	88	74	14	6,2	175	2	3	4	31	32	14	12
615-604	Langfjern, ullep	22.09	5,01	1,18	0,86	0,12	0,50	0,05	0,43	0,53	3	0	160	135	25	12	265	5	5	10	52	50	10	11
827-601	Heddersvatnet	09.07	6,30	0,65	0,61	0,09	0,37	0,13	0,34	0,78	72	16	9	8	1	0,89	160	3	1	1	26	36	15	8
827-601	Heddersvatnet	22.08	6,36	0,62	0,63	0,09	0,31	0,12	0,28	0,67	42	19	11	8	3	0,95	128	9	<1	0	31	37	13	7
919-401	Bjornvatn	27.05	5,69	2,15	0,87	0,35	1,87	0,35	2,73	2,37	120	11	103	66	37	3,7	350	17	3	2	28	54	41	15
919-401	Bjornvatn	24.07	5,78	2,12	0,92						19	19								2				
919-401	Bjornvatn	07.09	5,62	2,13	0,92	0,32	1,83	0,33	2,67	2,14	51	10	92	68	24	5,2	315	9	5	2	37	55	37	15
928-2-20	Lille Howvatn	28.05	4,98	1,24	0,20	0,09	0,91	0,06	1,20	1,01	92	0	92	38	54	2,8	280	30	3	10	-3	9	18	11
928-2-20	Lille Howvatn	25.07	5,08	1,15	0,20						0	0								8				

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. Kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALKE	AVR	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		d/dmnd		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	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 Howvatn	07.09	4.88	1,33	0,25	0,09	0,86	0,05	1,14	0,83	28	0	125	82	43	6,3	345	14	6	13	7	12	14	10	
1003-2-4	Saudlandsvatn	05.06	5,62	5,79	1,06	0,93	7,13	0,33	13,60	2,85	200	5	39	14	25	1,2	305	12	1	2	-9	40	20	-19	
1003-2-4	Saudlandsvatn	14.08	5,79	5,34	1,09							11								2					
1003-2-4	Saudlandsvatn	14.10	5,58	4,67	0,90	0,67	5,67	0,27	9,96	2,95	70	14	58	42	16	2,7	255	16	4	3	6	35	32	5	
1014-12	Songevatn	10.06	6,35	2,80	1,39	0,44	2,86	0,73	4,57	2,45	1	45	31	23	8	5,7	365	5	9	0	69	76	38	14	
1014-12	Songevatn	03.09	6,15	2,66	1,54	0,41	2,45	0,45	3,80	1,54	9	44	84	88	0	9,4	420	11	8	1	89	86	21	14	
1111-3	Ljosvatn	05.06	5,16	4,42	0,45	0,59	5,54	0,19	9,98	2,31	145	0	74	<5		0,86	285	35	1	7	-23	12	19	-1	
1111-3	Ljosvatn	14.08	5,08	4,13	0,42							0							8						
1111-3	Ljosvatn	14.10	5,05	4,09	0,41	0,48	4,85	0,15	9,88	2,39	180	0	95	12	83	0,7	270	12	2	9	-67	10	21	-28	
1114-1-34	Lomsjøfjorri	05.06	6,61	3,69	1,42	0,64	4,11	0,36	6,87	2,21	81	58	19	16	3	1,9	260	13	4	0	66	78	26	12	
1114-1-34	Lomsjøfjorri	14.10	5,99	3,10	1,15	0,48	3,31	0,37	5,47	1,83	105	40	57	55	2	3,5	360	29	6	1	50	61	22	11	
1154-401	Risvatnet	28.06	5,94	1,15	0,29	0,16	1,30	0,13	2,02	0,80	68	9	17	14	3	0,61	116	<2	<1	1	9	14	11	8	
1154-401	Risvatnet	12.08	6,11	1,07	0,26	0,12	1,11	0,11	1,50	0,70	43	14	17	15	2	0,82	99	<2	<1	1	14	13	10	12	
1154-402	Flotvatnet	28.06	5,74	1,52	0,31	0,20	1,79	0,10	3,05	0,80	49	8	32	23	9	1,3	160	3	2	2	6	12	8	4	
1154-402	Flotvatnet	14.08	5,76	1,39	0,30	0,18	1,56	0,08	2,70	0,76	30	4	30	25	5	1,6	128	8	<1	2	6	12	8	2	
1154-601	Røyrvatn	30.06	5,55	1,54	0,32	0,21	1,75	0,08	2,88	0,99	73	3	40	26	14	1,3	160	4	1	3	4	14	12	6	
1154-601	Røyrvatn	16.08	5,61	1,43	0,33							5							2						
1154-601	Røyrvatn	21.10	5,49	1,68	0,37	0,21	1,82	0,09	2,98	1,03	47	4	45	34	11	1,8	150	5	2	3	8	16	13	7	
1222-502	Inste Sørlivvatn	01.07	5,81	2,74	0,67	0,36	3,32	0,17	5,72	1,54	140	9	39	31	8	1,7	240	<2	2	2	8	27	15	6	
1222-502	Inste Sørlivvatn	30.09	5,90	2,50	0,69	0,31	2,96	0,14	4,91	1,42	72	11	47	44	3	2,7	225	6	3	1	19	29	15	10	
1266-401	Markhusdalsvatn	25.06	5,19	2,28	0,20	0,25	2,69	0,12	4,39	1,27	22	0	93	61	32	3,1	160	2	3	6	-1	5	14	11	
1266-401	Markhusdalsvatn	18.08	5,23	1,86	0,19							0							3	6	6	11	7	0	
1266-401	Markhusdalsvatn	26.09	5,18	1,94	0,23	0,21	2,29	0,09	3,41	1,19	18	0	107	88	19	4,8	225	<2	7	7	8	8	15	17	
1266-999	Svartefjell	29.06	5,46	1,79	0,21	0,23	2,25	0,13	3,46	0,91	4	5	92	65	27	2,9	116	4	8	3	14	7	9	14	
1266-999	Svartefjell	28.09	5,49	1,78	0,28	0,23	2,14	0,12	3,23	0,94	6	5	100	78	22	3,9	185	7	3	3	18	12	10	15	
1418-601	Nystølsvatn	26.06	5,69	1,11	0,26	0,13	1,15	0,10	2,07	0,62	72	4	18	<5		0,28	99	3	1	2	0	11	7	0	
1418-601	Nystølsvatn	19.08	5,88	0,80	0,18							0							1	1	2	0	11	7	0
1418-601	Nystølsvatn	25.09	5,83	0,81	0,25	0,10	0,83	0,07	1,35	0,52	36	2	9	6	3	0,24	91	<2	<1	1	7	12	7	3	
1927-3-1	Kapenvatnet	14.07	6,37	2,23	0,53	0,31	2,66	0,29	4,36	1,36	1	30	6	5	1	0,65	285	57	8	0	24	23	16	10	
1927-3-1	Kapenvatnet	02.10	6,14	2,10	0,59	0,32	2,63	0,20	4,02	1,52	1	19	9	7	2	0,78	44	6	2	1	30	29	20	17	
2030-603	Olevvatnet	11.07	6,61	2,50	1,39	0,67	2,08	0,23	2,77	3,28	<1	57	<5	5	5	1,9	131	12	7	0	74	106	60	23	
2030-603	Olevvatnet	30.08	6,78	2,72	1,54	0,76	2,29	0,21	2,92	3,38	<1	69	13	6	7	2,4	160	4	5	0	92	120	62	29	
2030-606	Store Skardvatn	11.07	6,74	3,34	1,87	0,87	2,94	0,31	4,34	3,84	<1	76	6	5	1	1,5	89	8	3	0	98	136	67	23	
2030-606	Store Skardvatn	31.08	6,84	3,43	1,79	0,89	2,87	0,30	4,30	3,96	<1	80	12	7	5	16,3	78	2	3	0	91	134	70	21	
2030-705	Første Høgjøllsvatn	11.07	5,75	2,96	0,91	0,56	3,17	0,21	5,33	3,49	2	6	20	10	10	0,84	55	4	1	2	12	56	57	9	
2030-705	Første Høgjøllsvatn	05.09	5,86	2,94	0,85	0,51	3,02	0,19	5,23	3,43	<1	9	12	13	0	1,0	60	<2	2	1	2	50	56	5	
2030-801	Dalvatn	08.07	6,25	2,98	1,16	0,62	3,14	0,21	5,12	3,19	4	24	27	24	3	2,3	102	5	2	1	40	75	52	13	
2030-801	Dalvatn	29.08	6,40	3,02	1,15	0,62	3,03	0,19	4,96	3,20	<1	29	31	24	7	2,6	105	3	2	0	38	76	52	12	

\*TOC-verdien for Store Skardvatn 31/8-08, må skyldes en kontaminering og verdien vil bli slettet i databasen

Tabell E2. Analyseresultater for elver 2008.

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AlV	LAL	TOC	ToI-N	NH <sub>4</sub> -N	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		dd.mnd		ms m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	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>	
3.1	<b>Gjerstadelva</b>																						
3.1	Gjerstadelva	15.01	6,12	3,44	2,24	0,47	2,95	0,34	5,09	2,79	185	36	113	9	6,4	440	<2	1	73	117	43	5	
3.1	Gjerstadelva	17.02	5,77	2,84	1,60	0,35	2,47	0,31	4,24	2,42	175	20	120	17	5,0	350	6	2	42	81	38	5	
3.1	Gjerstadelva	24.03	5,70	2,36	1,40	0,34	1,99	0,29	3,20	2,20	165	16	116	17	4,9	315	15	2	44	77	37	9	
3.1	Gjerstadelva	01.04	5,94	2,51	1,39	0,34	2,13	0,30	3,39	2,20	155	23	120	17	5,1	350	21	1	45	75	36	11	
3.1	Gjerstadelva	15.04	5,77	2,36	1,38	0,35	2,07	0,32	3,24	2,36	200	16	104	14	4,4	395	26	2	41	76	40	12	
3.1	Gjerstadelva	30.04	6,00	2,17	1,36	0,32	1,82	0,30	2,65	2,20	190	21	102	24	4,2	370	21	1	47	77	38	15	
3.1	Gjerstadelva	18.05	6,07	1,96	1,28	0,29	1,66	0,25	2,33	1,98	165	22	77	65	12	4,0	355	6	1	48	72	34	16
3.1	Gjerstadelva	02.06	6,24	2,06	1,44	0,31	1,78	0,28	2,49	2,02	145	34	68	59	9	4,1	320	8	1	59	81	35	17
3.1	Gjerstadelva	16.06	6,28	2,20	1,53	0,33	1,96	0,33	2,84	2,24	125	41	55	53	2	4,2	310	6	1	62	85	38	16
3.1	Gjerstadelva	15.07	6,29	2,20	1,56	0,33	1,97	0,30	2,72	2,18	110	40	45	43	2	3,5	320	11	1	68	87	37	20
3.1	Gjerstadelva	17.08	6,48	2,32	1,72	0,35	1,95	0,32	2,53	2,50	65	42	10	8	2	4,5	320	18	0	80	98	45	24
3.1	Gjerstadelva	15.09	6,28	2,38	1,76	0,37	1,77	0,28	2,28	2,44	81	42	86	84	2	6,9	365	21	1	82	103	44	22
3.1	Gjerstadelva	14.10	6,24	2,35	1,71	0,38	1,75	0,27	2,30	2,29	95	44	85	85	0	6,7	355	17	1	80	101	41	20
3.1	Gjerstadelva	16.11	6,30	2,56	1,90	0,38	1,88	0,31	2,89	2,32	130	44	104	98	6	6,0	375	18	1	77	107	40	12
3.1	Gjerstadelva	15.12	6,03	2,65	1,94	0,40	2,05	0,32	3,08	2,24	140	44	109	104	5	6,3	370	17	1	84	109	38	15
26.1	<b>Årdalselva</b>																						
26.1	Årdalselva	16.01	6,16	2,33	0,90	0,35	2,37	0,20	4,47	1,17	130	19	27	24	3	1,3	215	<2	1	22	44	11	-5
26.1	Årdalselva	14.02	6,22	2,29	1,05	0,32	2,50	0,22	4,67	1,29	165	25	18	15	3	0,9	210	<2	1	23	48	13	-4
26.1	Årdalselva	03.03	6,21	2,46	0,96	0,36	2,58	0,24	4,88	1,28	145	19	22	19	3	1,0	230	<2	1	21	45	12	-6
26.1	Årdalselva	13.03	6,21	2,37	0,94	0,37	2,69	0,24	4,84	1,25	145	23	23	19	4	0,9	210	2	1	28	46	12	0
26.1	Årdalselva	02.04	6,11	2,27	0,87	0,33	2,63	0,22	4,45	1,15	105	16	33	31	2	1,5	225	2	1	34	41	11	7
26.1	Årdalselva	16.04	6,32	2,39	1,02	0,36	2,60	0,24	4,56	1,32	130	25	18	15	3	1,0	215	4	0	34	51	14	3
26.1	Årdalselva	29.04	6,24	1,82	0,80	0,26	2,05	0,15	3,27	0,98	70	21	25	21	4	1,1	142	2	1	37	40	11	10
26.1	Årdalselva	14.05	6,27	1,95	0,81	0,28	2,18	0,16	3,66	1,06	96	22	15	13	2	1,0	175	9	1	30	39	11	6
26.1	Årdalselva	03.06	6,34	1,89	0,84	0,28	2,11	0,18	3,46	1,03	85	26	11	9	2	1,0	185	6	0	36	42	11	8
26.1	Årdalselva	17.06	6,39	1,98	0,89	0,30	2,16	0,17	3,90	1,20	78	24	18	15	3	1,1	140	3	0	27	43	14	-1
26.1	Årdalselva	14.07	6,33	2,02	0,97	0,31	2,22	0,19	3,62	1,13	100	32	16	13	3	0,9	195	6	0	43	50	13	9
26.1	Årdalselva	19.08	6,54	2,03	0,97	0,29	2,19	0,18	3,31	1,05	86	32	10	12	0	1,1	195	4	0	51	51	12	15
26.1	Årdalselva	16.09	6,38	2,06	1,01	0,32	2,17	0,19	3,47	1,18	99	34	21	15	6	1,1	190	6	0	46	54	14	10
26.1	Årdalselva	13.10	6,32	2,09	0,94	0,32	2,33	0,27	3,56	1,14	115	29	36	33	3	2,1	265	18	0	49	50	13	15
26.1	Årdalselva	14.11	6,11	2,34	1,00	0,33	2,52	0,21	4,54	1,21	135	28	46	49	0	2,2	245	3	1	29	47	12	0
26.1	Årdalselva	12.12	6,32	2,36	1,10	0,32	2,39	0,21	3,94	1,24	160	29	17	16	1	1,0	225	3	0	42	55	14	8

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

Tabell E3. Analyseresultater for feltforskningsstasjoner 2008.

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	A/II/I	LAL	TOC	ToI-N	NH <sub>4</sub> -N	ToI-P	H+	ANC	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>
		dd.mm		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	07.01	4,77	3,18	0,60	0,25	2,68	0,04	4,16	3,04	125	0	261	97	164	4,4	280	<2	3	17,0	-21	26	51	16
BIE01	Birkenes	14.01	4,61	3,72	0,50	0,29	2,86	0,05	5,40	2,76	100	0	357	137	220	4,9	245	<2	2	24,5	-42	19	42	-6
BIE01	Birkenes	21.01	4,55	3,31	0,39	0,20	2,58	0,07	4,73	2,56	84	0	327	141	186	5,0	230	<2	1	28,2	-43	15	40	-2
BIE01	Birkenes	28.01	4,64	3,03	0,37	0,19	2,45	0,06	4,28	2,64	75	0	325	154	171	5,1	220	<2	2	22,9	-39	14	43	3
BIE01	Birkenes	04.02	4,69	3,22	0,44	0,21	2,64	0,06	4,50	2,48	89	0	325	148	177	4,7	250	13	1	20,4	-29	17	39	6
BIE01	Birkenes	11.02	4,66	3,30	0,45	0,22	2,63	0,08	4,79	2,37	82	0	335	135	200	4,5	225	2	1	21,9	-33	17	35	-2
BIE01	Birkenes	18.02	4,88	3,09	0,63	0,22	2,82	0,17	4,80	2,67	89	0	286	102	184	3,7	295	27	2	13,2	-21	26	42	6
BIE01	Birkenes	25.02	4,71	3,04	0,53	0,20	2,47	0,07	4,19	2,24	125	0	320	144	176	5,0	270	3	10	19,5	-22	22	34	6
BIE01	Birkenes	03.03	4,66	3,04	0,51	0,20	2,55	0,06	4,39	2,45	88	0	327	137	190	4,5	210	3	1	21,9	-27	21	38	5
BIE01	Birkenes	10.03	4,60	3,20	0,35	0,21	2,54	0,07	4,42	2,03	87	0	349	188	161	5,8	225	3	1	25,1	-26	13	29	3
BIE01	Birkenes	17.03	4,73	3,09	0,60	0,24	2,79	0,08	4,59	2,65	83	0	315	113	202	4,0	185	13	1	18,6	-17	25	42	10
BIE01	Birkenes	24.03	4,85	2,92	0,68	0,25	2,75	0,08	4,67	2,66	87	0	274	93	181	3,3	190	20	1	14,1	-17	29	42	6
BIE01	Birkenes	31.03	4,66	3,10	0,36	0,20	2,55	0,09	3,94	2,32	93	0	334	173	161	5,2	225	6	1	21,9	-18	14	37	15
BIE01	Birkenes	07.04	4,76	2,81	0,43	0,21	2,57	0,08	3,93	2,54	75	0	309	141	168	4,7	210	6	2	17,4	-17	17	41	17
BIE01	Birkenes	14.04	4,65	2,77	0,38	0,18	2,46	0,07	3,41	2,58	81	0	304	150	154	5,4	235	7	2	22,4	-13	15	44	24
BIE01	Birkenes	21.04	4,85	2,76	0,58	0,22	2,65	0,08	3,82	2,76	83	0	253	100	153	3,7	210	11	2	14,1	-7	25	46	23
BIE01	Birkenes	28.04	4,93	2,73	0,69	0,23	2,64	0,08	4,06	2,78	82	0	234	87	147	3,8	220	19	2	11,7	-8	30	46	16
BIE01	Birkenes	05.05	4,77	2,60	0,45	0,19	2,47	0,06	3,11	2,81	50	0	269	136	133	5,6	195	7	3	17,0	-3	19	47	32
BIE01	Birkenes	12.05	5,00	2,66	0,68	0,22	2,67	0,08	3,87	2,81	38	0	220	86	134	4,0	175	3	3	10,0	0	30	42	22
BIE01	Birkenes	19.05	5,06	2,68	0,85	0,24	2,74	0,08	4,14	2,74	33	0	175	78	97	4,1	195	4	3	8,7	7	38	45	19
BIE01	Birkenes	26.05	5,21	2,71	0,88	0,24	2,81	0,08	4,29	2,68	32	5	170	78	92	4,0	175	4	3	6,2	9	39	43	18
BIE01	Birkenes	02.06	5,19	2,71	0,96	0,25	2,90	0,12	4,78	2,74	9	4	180	102	78	5,5	215	5	5	6,5	5	43	43	10
BIE01	Birkenes	09.06	5,14	2,86	1,01	0,25	2,94	0,17	4,79	2,53	5	9	230	145	85	8,6	310	3	10	7,2	15	45	39	12
BIE01	Birkenes	15.06	5,03	2,80	0,98	0,26	2,95	0,15	4,83	2,30	<1	2	275	168	107	12,3	380	5	15	9,3	18	44	34	11
BIE01	Birkenes	23.06	4,98	3,02	1,01	0,28	2,88	0,11	4,28	3,32	27	0	268	132	136	7,2	295	8	7	10,5	10	46	57	22
BIE01	Birkenes	30.06	5,07	2,86	0,96	0,25	2,80	0,09	4,14	3,00	7	3	213	108	105	5,9	220	4	5	8,5	13	44	50	21
BIE01	Birkenes	07.07	5,18	2,80	1,01	0,24	2,57	0,18	3,85	2,13	13	10	264	168	96	10,3	360	4	10	6,6	33	46	33	19
BIE01	Birkenes	14.07	4,62	3,25	0,52	0,22	2,66	0,04	3,98	2,93	87	0	422	222	200	8,2	320	5	5	24,0	-19	22	49	19
BIE01	Birkenes	21.07	4,62	3,08	0,60	0,22	2,63	0,04	3,84	2,57	20	0	355	204	151	8,5	260	<2	5	24,0	0	26	42	21
BIE01	Birkenes	28.07	4,94	2,88	0,82	0,22	2,83	0,09	4,31	2,49	22	0	218	107	111	6,5	280	10	5	11,5	9	36	39	19
BIE01	Birkenes	04.08	5,03	2,78	0,92	0,23	2,76	0,16	4,35	1,94	29	0	253	151	102	9,8	390	36	10	9,3	24	41	28	15
BIE01	Birkenes	11.08	5,00	2,62	0,81	0,23	2,56	0,08	3,81	2,13	23	0	314	125	189	8,2	310	14	6	10,0	19	36	33	19
BIE01	Birkenes	18.08	4,71	2,98	0,57	0,19	2,71	0,04	4,11	2,62	17	0	310	141	169	7,1	235	6	3	19,5	-9	24	43	18
BIE01	Birkenes	25.08	4,74	2,98	0,66	0,20	2,79	0,04	4,22	2,49	24	0	276	139	137	6,2	220	10	11	18,2	-1	29	40	19
BIE01	Birkenes	01.09	4,93	2,91	0,77	0,19	2,84	0,06	4,07	2,21	30	0	214	107	107	5,4	220	5	4	11,7	16	34	34	25
BIE01	Birkenes	08.09	4,61	3,15	0,49	0,18	2,75	0,03	4,16	2,38	18	0	249	171	78	8,3	230	2	19	24,5	-9	20	37	19
BIE01	Birkenes	15.09	4,72	2,96	0,54	0,20	2,77	0,05	4,02	2,54	29	0	306	151	155	7,1	210	6	2	19,1	-3	23	41	23
BIE01	Birkenes	22.09	4,84	2,87	0,74	0,20	2,87	0,06	4,30	2,54	39	0	242	114	128	5,7	210	12	3	14,5	3	32	40	21
BIE01	Birkenes	29.09	5,00	2,89	0,78	0,20	2,79	0,07	4,02	2,32	39	0	201	114	87	5,3	245	12	3	10,0	14	35	37	24
BIE01	Birkenes	06.10	4,50	3,49	0,45	0,23	2,85	0,06	4,47	2,05	71	0	407	264	143	10,3	340	4	7	31,6	-7	18	30	16
BIE01	Birkenes	13.10	4,72	3,19	0,52	0,20	2,79	0,04	4,19	2,37	30	0	250	149	101	6,9	210	5	3	19,1	-5	22	37	20



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	Al/Al	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		ddd.mmd		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	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	20.10	4.89	2.90	0.68	0.20	2.86	0.06	4.22	2.48	43	0	236	123	113	5.2	230	9	2	12.9	3	30	39	22
BIE01	Birkenes	27.10	4.51	3.72	0.44	0.21	3.07	0.03	5.19	2.16	40	0	378	224	154	8.4	290	<2	3	30.9	-2	17	30	8
BIE01	Birkenes	03.11	4.67	3.29	0.53	0.21	3.05	0.03	4.89	2.39	48	0	324	150	174	5.4	205	8	2	21.4	-14	21	36	14
BIE01	Birkenes	10.11	4.60	3.41	0.39	0.22	3.00	0.03	4.58	2.28	95	0	350	185	165	6.5	270	12	3	25.1	-15	15	34	20
BIE01	Birkenes	17.11	4.64	3.55	0.59	0.24	3.08	0.04	5.59	2.34	52	0	334	136	198	4.9	200	7	2	22.9	-26	24	32	-1
BIE01	Birkenes	24.11	4.84	3.36	0.69	0.21	3.03	0.05	4.74	2.21	63	0	284	99	185	4.0	220	19	2	14.5	1	29	32	17
BIE01	Birkenes	01.12	4.71	3.49	0.63	0.24	3.20	0.04	5.81	2.18	89	0	360	135	225	4.6	240	10	2	19.5	-24	25	29	-2
BIE01	Birkenes	08.12	4.86	3.23	0.71	0.22	3.02	0.05	4.86	2.18	80	0	270	98	172	3.8	215	25	2	13.8	-2	30	31	14
BIE01	Birkenes	15.12	4.82	3.34	0.71	0.24	3.15	0.05	5.03	2.21	88	0	288	100	188	3.6	260	30	2	15.1	-1	30	31	15
BIE01	Birkenes	22.12	4.55	3.72	0.50	0.23	3.13	0.03	5.49	2.21	95	0	393	160	233	5.5	260	4	2	28.2	-27	19	30	3
BIE01	Birkenes	29.12	4.71	3.58	0.68	0.27	3.29	0.05	5.39	2.49	84	0	309	101	208	4.0	245	18	2	19.5	-9	28	36	13
STE01	Innløp Storgama																							
STE01	Innløp Storgama	07.01	4.93	1.34	0.48	0.09	0.82	0.03	0.81	1.32	55	0	140	102	38	6.4	260	4	3	11.7	14	26	25	16
STE01	Innløp Storgama	14.01	5.06	1.43	0.54	0.10	0.79	0.04	0.94	1.29	40	0	135	100	35	6.8	280	<2	3	8.7	14	29	24	12
STE01	Innløp Storgama	21.01	4.86	1.63	0.48	0.10	0.83	0.03	1.21	1.37	85	0	106	77	29	4.9	265	3	2	13.8	0	24	25	7
STE01	Innløp Storgama	28.01	4.99	1.44	0.47	0.10	0.84	0.04	1.20	1.37	61	0	118	88	30	4.9	220	2	2	10.2	3	24	25	7
STE01	Innløp Storgama	05.02	5.17	1.34	0.53	0.09	0.87	0.04	1.49	1.22	28	0	136	105	31	5.7	240	3	3	6.8	3	25	21	2
STE01	Innløp Storgama	11.02	5.01	1.38	0.52	0.09	0.90	0.05	1.10	1.19	30	0	132	100	32	5.7	215	<2	3	9.8	16	26	22	12
STE01	Innløp Storgama	18.02	5.09	1.42	0.50	0.09	0.97	0.04	1.27	1.24	32	0	132	104	28	5.4	205	3	3	8.1	12	24	22	11
STE01	Innløp Storgama	26.02	4.86	1.62	0.50	0.10	1.06	0.03	1.71	1.25	38	0	123	93	30	5.0	195	<2	2	13.8	3	23	21	5
STE01	Innløp Storgama	03.03	4.85	1.69	0.50	0.09	1.08	0.03	1.79	1.26	36	0	119	88	31	4.8	185	3	1	14.1	1	23	21	4
STE01	Innløp Storgama	10.03	4.88	1.63	0.48	0.12	1.11	0.03	1.71	1.18	44	0	118	92	26	5.1	195	7	2	13.2	7	23	20	7
STE01	Innløp Storgama	18.03	4.76	1.88	0.50	0.12	1.19	0.07	1.88	1.40	130	0	113	79	34	4.5	265	19	1	17.4	-3	23	24	6
STE01	Innløp Storgama	25.03	4.88	1.66	0.54	0.11	1.13	0.05	1.67	1.31	78	0	120	87	33	4.8	225	23	1	13.2	6	25	22	9
STE01	Innløp Storgama	01.04	4.82	1.80	0.55	0.13	1.13	0.10	1.57	1.43	170	0	133	99	34	5.3	375	16	2	15.1	4	28	25	11
STE01	Innløp Storgama	15.04	4.90	1.62	0.50	0.11	1.10	0.07	1.40	1.41	125	0	117	87	30	5.0	330	56	2	12.6	6	25	25	14
STE01	Innløp Storgama	22.04	4.88	1.49	0.39	0.10	0.99	0.07	1.14	1.27	95	0	102	80	22	4.6	245	15	2	13.2	7	20	23	15
STE01	Innløp Storgama	01.05	4.88	1.09	0.20	0.06	0.50	0.13	0.52	0.93	125	0	45	36	9	2.7	270	42	2	13.2	-3	11	18	9
STE01	Innløp Storgama	06.05	5.02	0.83	0.22	0.04	0.44	0.06	0.50	0.59	54	0	39	34	5	2.6	180	28	3	9.6	5	11	11	7
STE01	Innløp Storgama	12.05	5.26	0.67	0.16	0.04	0.38	0.03	0.45	0.40	26	0	35	26	2	2.7	175	4	5	5.5	6	8	7	6
STE01	Innløp Storgama	20.05	5.23	0.61	0.20	0.04	0.40	0.03	0.48	0.41	6	0	44	32	12	2.7	175	4	5	5.9	9	10	7	6
STE01	Innløp Storgama	26.05	5.22	0.64	0.23	0.05	0.42	0.04	0.50	0.42	<1	0	39	29	10	3.5	280	11	20	6.0	12	12	7	6
STE01	Innløp Storgama	02.06	5.51	0.68	0.26	0.05	0.45	0.04	0.54	0.42	<1	0	39	29	10	3.3	360	31	18	3.1	14	14	7	6
STE01	Innløp Storgama	09.06	5.37	0.62	0.23	0.04	0.46	0.04	0.59	0.50	<1	0	40	29	11	2.9	225	5	5	4.3	9	11	9	6
STE01	Innløp Storgama	16.06	5.57	0.59	0.22	0.05	0.47	0.04	0.66	0.57	1	0	24	22	2	3.1	190	4	8	2.7	6	11	10	4
STE01	Innløp Storgama	23.06	5.38	0.67	0.27	0.05	0.49	0.04	0.62	0.57	4	0	37	23	14	2.9	215	7	5	4.2	10	14	10	6
STE01	Innløp Storgama	30.06	5.53	0.65	0.36	0.05	0.44	0.05	0.65	0.59	<1	0	32	24	8	3.2	220	4	5	3.0	12	18	10	3
STE01	Innløp Storgama	07.07	6.01	0.76	0.66	0.06	0.50	0.11	0.65	0.64	10	13	47	45	2	4.2	340	18	7	1.0	30	34	11	6
STE01	Innløp Storgama	14.07	5.02	0.90	0.31	0.06	0.46	0.03	0.56	0.67	6	0	70	53	17	5.1	280	4	7	9.6	13	17	10	6
STE01	Innløp Storgama	21.07	5.02	0.85	0.32	0.06	0.44	0.02	0.51	0.52	2	0	75	58	17	5.8	280	6	6	9.6	15	18	9	7
STE01	Innløp Storgama	29.07	5.51	0.77	0.36	0.05	0.46	0.02	0.53	0.55	<1	10	73	46	27	5.6	320	4	6	3.1	16	19	10	7
STE01	Innløp Storgama	03.08	5.37	0.71	0.43	0.06	0.48	0.03	0.52	0.58	<1	2	60	42	18	5.3	305	4	7	4.3	21	23	11	8
STE01	Innløp Storgama	12.08	4.96	0.95	0.32	0.05	0.44	0.02	0.50	0.53	<1	0	123	51	72	6.6	325	4	6	11.0	15	17	10	7
STE01	Innløp Storgama	19.08	5.00	0.95	0.36	0.06	0.45	<0.02	0.50	0.49	<1	0	115	85	30	7.1	300	4	6	10.0	19	20	9	7

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		mg m <sup>-3</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	Innløp Storgama	26.08	4,98	0,94	0,42	0,06	0,48	-0,02	0,52	0,48	1	0	104	80	24	7,1	310	6	5	10,5	23	22	8	8
STE01	Innløp Storgama	01.09	5,06	0,91	0,40	0,06	0,47	-0,02	0,57	0,48	2	0	107	76	31	6,7	310	6	6	8,7	20	21	8	7
STE01	Innløp Storgama	09.09	4,87	1,12	0,40	0,07	0,53	-0,02	0,71	0,44	4	0	111	85	26	7,9	290	4	5	13,5	20	21	7	6
STE01	Innløp Storgama	15.09	4,84	1,21	0,44	0,09	0,57	0,02	0,77	0,51	2	0	128	95	33	8,0	280	3	3	14,5	22	24	8	6
STE01	Innløp Storgama	21.09	4,94	1,12	0,46	0,07	0,58	-0,02	0,78	0,56	3	0	114	86	28	7,4	265	3	6	11,5	21	24	9	6
STE01	Innløp Storgama	28.09	5,05	1,04	0,51	0,08	0,60	-0,02	0,79	0,57	<1	0	109	89	20	7,2	305	6	3	8,9	24	27	10	7
STE01	Innløp Storgama	06.10	4,85	1,47	0,61	0,11	0,79	0,10	1,52	0,62	1	0	121	95	26	7,2	270	3	4	14,1	21	29	8	-2
STE01	Innløp Storgama	13.10	4,83	1,47	0,53	0,11	0,75	0,05	1,37	0,73	5	0	134	102	32	7,8	255	4	4	14,8	15	26	11	-1
STE01	Innløp Storgama	27.10	4,93	1,41	0,54	0,11	0,85	0,04	1,40	0,86	6	0	152	117	35	7,2	280	3	3	11,7	16	27	14	3
STE01	Innløp Storgama	03.11	4,86	1,53	0,66	0,11	0,91	0,04	1,39	0,89	9	0	154	118	36	7,5	280	3	4	13,8	24	33	14	6
STE01	Innløp Storgama	11.11	4,82	1,44	0,38	0,08	0,63	0,03	1,13	0,89	24	0	126	107	19	6,4	245	4	4	15,1	2	18	15	0
STE01	Innløp Storgama	17.11	4,90	1,39	0,52	0,08	0,80	0,02	0,98	0,76	21	0	125	98	27	6,6	240	6	3	12,6	23	26	13	11
STE01	Innløp Storgama	23.11	4,89	1,63	0,63	0,12	1,00	0,03	1,36	1,09	24	0	149	113	36	7,9	280	5	3	12,9	23	32	19	11
STE01	Innløp Storgama	02.12	4,98	1,58	0,64	0,10	0,94	0,03	1,27	1,00	24	0	142	110	32	7,2	240	5	3	10,5	23	32	17	10
STE01	Innløp Storgama	09.12	5,18	1,44	0,65	0,09	0,92	0,03	1,29	1,01	27	3	133	105	28	7,1	250	10	4	6,6	21	31	17	9
STE01	Innløp Storgama	16.12	5,01	1,41	0,64	0,11	0,90	0,04	1,20	0,99	30	0	140	106	34	6,8	295	10	4	9,8	25	33	17	10
STE01	Innløp Storgama	24.12	4,86	1,54	0,58	0,11	0,92	0,04	1,05	1,03	52	0	121	87	34	6,5	295	11	3	13,8	24	31	18	15
STE01	Innløp Storgama	30.12	4,86	1,63	0,67	0,12	1,01	0,04	1,19	1,13	50	0	148	107	41	7,3	330	15	3	13,8	28	35	20	15
LAE01	Langgjern, utløp																							
LAE01	Langgjern, utløp	07.01	5,14	1,36	1,11	0,15	0,60	0,06	0,45	1,06	11	2	199	163	36	12,1	270	<2	4	7,2	60	65	21	15
LAE01	Langgjern, utløp	14.01	5,11	1,33	1,13	0,16	0,57	0,07	0,44	1,03	12	2	199	159	40	12,2	270	3	5	7,8	61	67	20	14
LAE01	Langgjern, utløp	21.01	5,00	1,41	1,06	0,15	0,54	0,06	0,46	1,06	15	0	191	159	32	12,1	275	5	5	10,0	54	62	21	12
LAE01	Langgjern, utløp	27.01	4,98	1,40	1,00	0,14	0,55	0,06	0,49	1,14	16	0	188	155	33	11,7	275	4	4	10,5	48	58	22	12
LAE01	Langgjern, utløp	03.02	5,17	1,34	1,10	0,15	0,60	0,08	0,44	1,09	17	8	188	155	33	12,0	255	4	4	6,8	59	64	21	15
LAE01	Langgjern, utløp	10.02	5,11	1,33	1,04	0,15	0,59	0,08	0,43	1,11	14	0	180	148	32	11,6	260	5	5	7,8	56	61	22	15
LAE01	Langgjern, utløp	17.02	5,27	1,34	1,02	0,12	0,60	0,08	0,45	1,10	11	10	182	155	27	11,2	245	<2	4	5,4	53	58	22	15
LAE01	Langgjern, utløp	24.02	4,99	1,35	1,00	0,15	0,61	0,08	0,47	1,11	12	0	176	151	25	11,2	225	2	6	10,2	54	59	22	15
LAE01	Langgjern, utløp	02.03	5,01	1,34	1,01	0,13	0,61	0,08	0,42	1,12	12	0	181	160	21	11,4	235	<2	4	9,8	54	58	22	16
LAE01	Langgjern, utløp	09.03	5,11	1,29	1,00	0,15	0,63	0,10	0,42	1,10	15	5	178	162	16	11,3	265	7	4	7,8	56	59	22	17
LAE01	Langgjern, utløp	17.03	4,92	1,41	1,01	0,15	0,65	0,13	0,47	1,26	28	0	170	159	11	12,9	235	8	3	12,0	53	60	25	17
LAE01	Langgjern, utløp	24.03	4,95	1,50	0,97	0,15	0,65	0,13	0,45	1,26	31	0	181	150	31	11,6	240	5	3	11,2	51	58	25	17
LAE01	Langgjern, utløp	30.03	4,99	1,30	0,97	0,15	0,72	0,13	0,44	1,26	24	0	182	157	25	11,9	260	7	1	10,2	55	58	25	21
LAE01	Langgjern, utløp	07.04	5,02	1,41	0,95	0,15	0,69	0,13	0,47	1,35	24	0	171	133	38	11,4	235	6	10	9,6	50	57	27	19
LAE01	Langgjern, utløp	13.04	4,97	1,44	0,95	0,15	0,71	0,13	0,46	1,39	30	0	162	141	21	11,4	250	9	3	10,7	50	57	28	20
LAE01	Langgjern, utløp	20.04	4,92	1,43	0,81	0,13	0,71	0,12	0,40	1,35	28	0	150	134	16	10,6	245	8	3	12,0	44	48	27	21
LAE01	Langgjern, utløp	27.04	4,79	1,48	0,64	0,12	0,62	0,13	0,38	1,23	58	0	128	105	23	9,8	260	20	3	16,2	32	39	25	18
LAE01	Langgjern, utløp	04.05	4,84	1,19	0,43	0,08	0,44	0,12	0,31	0,99	38	0	85	73	12	6,8	215	20	4	14,5	18	26	20	12
LAE01	Langgjern, utløp	12.05	4,96	0,95	0,35	0,06	0,38	0,08	0,25	0,73	20	0	85	71	14	5,7	160	6	3	11,0	17	21	14	10
LAE01	Langgjern, utløp	19.05	5,10	0,90	0,52	0,08	0,42	0,07	0,28	0,72	11	0	93	77	16	6,5	210	6	5	7,9	29	31	14	11
LAE01	Langgjern, utløp	25.05	5,14	0,88	0,55	0,08	0,42	0,07	0,29	0,72	12	6	90	72	18	6,4	190	5	5	7,2	30	32	14	11
LAE01	Langgjern, utløp	03.06	5,30	0,80	0,53	0,08	0,43	0,07	0,30	0,74	<1	3	87	71	16	6,1	215	4	6	5,0	30	31	15	11
LAE01	Langgjern, utløp	09.06	5,40	0,78	0,53	0,08	0,44	0,07	0,30	0,71	<1	4	87	75	12	6,0	200	4	3	4,0	31	31	14	12
LAE01	Langgjern, utløp	15.06	5,40	0,77	0,55	0,08	0,46	0,06	0,34	0,73	1	8	88	74	14	6,2	175	2	3	4,0	31	32	14	12
LAE01	Langgjern, utløp	22.06	5,44	0,76	0,56	0,08	0,45	0,06	0,29	0,66	<1	5	89	72	17	6,2	175	4	4	3,6	34	33	13	13

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	AVR	Al/Al	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mnd		mg.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	29.06	5.51	0.74	0.58	0.08	0.55	0.10	0.30	0.66	<1	9	81	64	17	6.0	190	5	4	3.1	40	34	13	17
LAE01	Langfjern, utlopp	07.07	5.43	0.75	0.56	0.07	0.45	0.06	0.30	0.64	<1	5	90	73	17	5.7	200	3	4	3.7	33	32	12	12
LAE01	Langfjern, utlopp	14.07	5.31	0.87	0.67	0.09	0.48	0.06	0.34	0.62	<1	5	114	96	18	7.2	210	5	5	4.9	41	39	12	13
LAE01	Langfjern, utlopp	21.07	5.35	0.92	0.65	0.10	0.47	0.06	0.34	0.58	<1	6	122	99	23	8.9	215	<2	5	4.5	41	38	11	12
LAE01	Langfjern, utlopp	28.07	5.32	0.92	0.69	0.09	0.48	0.05	0.34	0.60	<1	10	121	91	30	8.8	250	2	5	4.8	42	40	12	13
LAE01	Langfjern, utlopp	03.08	5.22	0.98	0.70	0.10	0.44	0.05	0.34	0.54	<1	6	132	103	29	9.7	235	10	5	6.0	43	41	10	11
LAE01	Langfjern, utlopp	10.08	5.15	1.06	0.69	0.11	0.49	0.04	0.36	0.52	<1	0	148	115	33	11.0	275	2	5	7.1	45	41	10	13
LAE01	Langfjern, utlopp	18.08	4.89	1.21	0.72	0.11	0.51	0.03	0.34	0.53	2	0	175	145	30	13.3	300	<2	5	12.9	47	43	10	14
LAE01	Langfjern, utlopp	25.08	5.02	1.15	0.78	0.11	0.47	0.03	0.35	0.52	<1	0	177	144	33	12.7	275	4	5	9.6	48	46	10	12
LAE01	Langfjern, utlopp	01.09	5.09	1.18	0.79	0.11	0.47	0.04	0.37	0.51	1	2	153	141	12	12.4	275	9	6	8.1	49	46	10	11
LAE01	Langfjern, utlopp	08.09	4.99	1.20	0.80	0.12	0.47	0.04	0.39	0.48	2	0	169	142	27	12.9	265	<2	5	10.2	50	47	9	11
LAE01	Langfjern, utlopp	15.09	5.05	1.40	0.86	0.13	0.50	0.04	0.42	0.54	4	0	178	145	33	12.8	265	4	5	8.9	53	51	10	12
LAE01	Langfjern, utlopp	22.09	5.01	1.18	0.86	0.12	0.50	0.05	0.43	0.53	3	0	160	140	20	12.0	265	5	5	9.8	52	50	10	11
LAE01	Langfjern, utlopp	29.09	5.10	1.16	0.86	0.13	0.52	0.05	0.43	0.54	3	0	178	145	33	11.8	280	8	5	7.9	54	51	10	12
LAE01	Langfjern, utlopp	06.10	5.06	1.13	0.82	0.13	0.49	0.06	0.43	0.62	7	0	184	163	21	11.6	275	8	7	8.7	49	49	12	11
LAE01	Langfjern, utlopp	12.10	5.05	1.21	0.89	0.14	0.52	0.06	0.44	0.66	9	0	176	162	14	12.6	270	8	6	8.9	53	53	12	12
LAE01	Langfjern, utlopp	20.10	5.06	1.20	0.97	0.12	0.52	0.06	0.47	0.68	6	6	182	161	21	12.1	290	3	5	8.7	55	55	13	11
LAE01	Langfjern, utlopp	27.10	5.29	1.14	1.02	0.15	0.52	0.06	0.43	0.69	5	13	186	159	27	12.7	265	4	4	5.1	61	60	13	12
LAE01	Langfjern, utlopp	02.11	5.09	1.24	0.98	0.14	0.57	0.06	0.46	0.73	8	5	206	173	33	13.2	280	6	7	8.1	58	57	14	14
LAE01	Langfjern, utlopp	09.11	5.12	1.24	0.89	0.13	0.48	0.06	0.47	0.76	17	6	184	189	-5	12.4	285	8	6	7.6	47	52	14	9
LAE01	Langfjern, utlopp	16.11	4.84	1.47	0.99	0.14	0.54	0.05	0.44	0.89	12	0	189	163	36	13.6	275	8	5	14.5	54	58	17	13
LAE01	Langfjern, utlopp	23.11	4.73	1.49	0.94	0.13	0.57	0.05	0.46	0.92	11	0	195	162	33	14.1	285	6	5	18.6	51	55	18	14
LAE01	Langfjern, utlopp	01.12	4.93	1.57	0.96	0.12	0.57	0.06	0.44	0.75	9	0	202	169	33	13.8	275	6	5	11.7	55	55	14	14
LAE01	Langfjern, utlopp	07.12	4.91	1.46	1.01	0.13	0.56	0.05	0.58	0.76	10	0	195	164	31	13.2	280	5	5	12.3	54	57	14	10
LAE01	Langfjern, utlopp	14.12	4.96	1.44	1.01	0.13	0.57	0.05	0.48	0.90	11	0	189	162	27	13.4	285	7	5	11.0	54	58	17	13
LAE01	Langfjern, utlopp	22.12	4.96	1.39	1.01	0.15	0.60	0.06	0.47	0.82	9	0	182	152	30	12.8	270	7	5	11.0	59	60	16	15
LAE01	Langfjern, utlopp	28.12	4.97	1.43	1.04	0.15	0.57	0.06	0.44	0.77	8	0	184	147	37	13.0	270	6	4	10.7	62	61	15	14
<b>KAE01</b>	<b>Kårvatn</b>																							
KAE01	Kårvatn	06.01	6.46	1.33	0.85	0.21	1.21	0.12	1.79	0.67	35	37	10	9	1	1.0	73	<2		0.3	48	48	9	9
KAE01	Kårvatn	13.01	6.55	1.38	0.83	0.23	1.19	0.13	1.69	0.72	44	48	12	10	2	0.74	72	<2		0.3	50	49	10	11
KAE01	Kårvatn	20.01	6.55	1.34	0.90	0.21	1.14	0.12	1.70	0.73	49	45	10	9	1	0.80	89	<2		0.3	48	51	10	8
KAE01	Kårvatn	27.01	6.58	1.29	0.86	0.20	1.20	0.13	1.89	0.70	46	43	13	12	1	0.70	70	<2		0.3	44	47	9	6
KAE01	Kårvatn	03.02	6.57	1.53	0.83	0.20	1.42	0.15	2.22	0.75	39	46	11	9	2	0.89	76	<2		0.3	42	43	9	8
KAE01	Kårvatn	10.02	6.47	1.92	1.01	0.28	1.89	0.18	3.32	0.82	50	43	16	14	2	1.2	102	<2		0.3	46	52	7	2
KAE01	Kårvatn	17.02	6.46	1.58	0.94	0.21	1.50	0.17	2.30	0.77	42	41	15	14	1	0.89	75	<2		0.3	50	49	9	10
KAE01	Kårvatn	24.02	6.33	1.57	0.71	0.23	1.59	0.16	2.80	0.67	22	29	21	18	3	1.1	62	<2		0.5	33	36	6	1
KAE01	Kårvatn	02.03	6.41	1.45	0.75	0.20	1.39	0.15	2.32	0.69	30	34	15	14	1	1.0	82	<2		0.4	36	39	8	4
KAE01	Kårvatn	09.03	6.53	1.36	0.78	0.21	1.38	0.15	2.08	0.67	37	39	20	16	4	0.79	67	<2		0.3	45	43	8	10
KAE01	Kårvatn	16.03	6.47	1.58	0.90	0.25	1.59	0.17	2.49	0.78	39	38	11	10	1	1.0	65	3		0.3	50	49	9	9
KAE01	Kårvatn	23.03	6.57	1.61	0.92	0.23	1.48	0.17	2.19	0.77	48	43	12	9	3	0.93	68	4		0.3	52	50	10	11
KAE01	Kårvatn	06.04	6.56	2.01	1.08	0.30	1.90	0.20	3.27	0.89	39	44	18	11	7	1.2	78	<2		0.3	53	57	9	3
KAE01	Kårvatn	13.04	6.55	1.95	1.09	0.30	1.96	0.20	3.45	0.90	43	38	17	16	1	1.1	88	4		0.3	50	56	9	2
KAE01	Kårvatn	20.04	6.51	2.72	1.20	0.39	2.71	0.23	5.04	1.00	33	43	15	14	1	1.5	86	3		0.3	50	59	6	-4
KAE01	Kårvatn	27.04	6.10	2.38	0.85	0.37	2.56	0.21	5.03	0.89	36	18	28	23	5	1.3	92	<2		0.8	27	40	4	-11

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kønd	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	AVR	Al/Al	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		ddd.mmd		mg·m <sup>-3</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	04.05	6,10	1,79	0,62	0,28	1,90	0,17	3,63	0,60	39	15	18	15	3	0,83	89	3		0,8	23	30	2	-5	
KAE01	Kårvatn	11.05	6,09	1,53	0,56	0,26	1,68	0,15	2,77	0,41	33	13	15	14	1	0,77	75	<2		0,8	37	31	0	6	
KAE01	Kårvatn	18.05	6,22	1,52	0,62	0,25	1,58	0,15	3,11	0,53	33	18	15	13	2	1,2	86	2		0,6	23	31	2	-7	
KAE01	Kårvatn	25.05	6,10	1,36	0,63	0,23	1,51	0,14	2,80	0,52	36	15	15	12	3	0,78	74	4		0,8	27	32	3	-2	
KAE01	Kårvatn	01.06	6,13	1,08	0,43	0,17	1,18	0,12	2,02	0,41	24	14	14	11	3	0,72	105	<2		0,7	23	22	3	2	
KAE01	Kårvatn	08.06	6,08	0,91	0,34	0,13	0,96	0,10	1,68	0,42	15	14	10	8	2	0,52	50	<2		0,8	15	17	4	1	
KAE01	Kårvatn	15.06	6,27	0,92	0,35	0,12	1,02	0,13	1,56	0,45	15	25	14	13	1	0,80	101	6		0,5	21	17	5	7	
KAE01	Kårvatn	22.06	6,30	0,81	0,37	0,12	0,91	0,09	1,21	0,39	15	19	16	14	2	0,81	77	3		0,5	27	20	5	10	
KAE01	Kårvatn	29.06	6,36	0,80	0,35	0,11	0,93	0,10	1,21	0,41	9	21	8	6	2	0,51	54	4		0,4	26	19	5	11	
KAE01	Kårvatn	06.07	6,32	0,75	0,39	0,09	0,78	0,09	1,04	0,39	6	20	8	6	2	0,46	41	6		0,5	25	20	5	9	
KAE01	Kårvatn	13.07	6,32	0,73	0,39	0,09	0,78	0,08	0,96	0,38	5	21	8	6	4	1	0,53	25	<2		0,5	27	21	5	11
KAE01	Kårvatn	20.07	6,37	0,73	0,35	0,10	0,79	0,08	0,94	0,39	3	21	7	6	1	0,52	86	3		0,4	27	20	5	12	
KAE01	Kårvatn	27.07	6,24	0,79	0,33	0,08	0,80	0,08	0,81	0,41	2	22	7	<5	1	0,52	39	<2		0,6	28	18	6	15	
KAE01	Kårvatn	03.08	6,27	0,67	0,35	0,10	0,84	0,08	0,84	0,36	<1	21	15	14	1	1,1	54	<2		0,5	33	20	5	16	
KAE01	Kårvatn	10.08	6,51	0,85	0,40	0,11	0,96	0,13	1,00	0,41	3	30	9	6	3	1,0	111	15		0,3	37	22	6	18	
KAE01	Kårvatn	17.08	6,50	0,82	0,43	0,11	0,90	0,09	0,89	0,40	1	29	7	9	<2	0,87	49	<2		0,3	38	25	6	18	
KAE01	Kårvatn	24.08	6,58	0,88	0,51	0,13	1,01	0,11	0,96	0,44	4	34	6	6	0	0,62	66	4		0,3	46	30	6	21	
KAE01	Kårvatn	31.08	6,67	0,93	0,43	0,10	0,89	0,09	0,92	0,39	<1	43	15	12	3	1,1	51	4		0,2	37	24	5	16	
KAE01	Kårvatn	07.09	6,49	0,79	0,43	0,11	0,88	0,09	0,92	0,44	<1	29	14	10	4	1,0	45	2		0,3	36	24	6	16	
KAE01	Kårvatn	14.09	6,65	1,06	0,58	0,16	1,02	0,12	1,04	0,54	15	39	11	7	4	0,67	72	2		0,2	48	35	8	19	
KAE01	Kårvatn	21.09	6,64	1,09	0,70	0,16	1,09	0,13	1,22	0,59	20	44	6	<5	4	0,70	63	2		0,2	51	40	9	18	
KAE01	Kårvatn	28.09	6,43	1,25	0,62	0,19	1,15	0,18	1,77	0,46	5	32	25	28	0	1,9	96	5		0,4	41	35	4	7	
KAE01	Kårvatn	05.10	6,44	0,94	0,52	0,15	0,98	0,12	1,24	0,46	6	30	10	10	0	0,80	49	2		0,4	39	30	6	13	
KAE01	Kårvatn	12.10	6,33	0,90	0,46	0,15	0,99	0,11	1,28	0,42	6	23	13	11	2	0,79	66	3		0,5	36	27	5	12	
KAE01	Kårvatn	19.10	6,50	0,99	0,56	0,13	1,04	0,11	1,38	0,47	8	27	24	19	5	0,87	55	4		0,3	37	30	6	12	
KAE01	Kårvatn	26.10	6,39	1,03	0,61	0,15	1,04	0,11	1,38	0,50	9	31	19	15	4	0,86	49	2		0,4	41	34	6	12	
KAE01	Kårvatn	02.11	6,38	1,08	0,71	0,16	1,03	0,11	1,38	0,56	24	37	13	11	2	0,84	66	2		0,4	47	40	8	14	
KAE01	Kårvatn	09.11	6,42	1,02	0,50	0,15	0,97	0,11	1,32	0,56	23	34	12	11	1	0,85	71	3		0,4	32	29	8	10	
KAE01	Kårvatn	16.11	6,44	1,05	0,69	0,17	1,03	0,10	1,24	0,49	14	34	16	14	2	1,3	66	<2		0,4	50	40	7	15	
KAE01	Kårvatn	23.11	6,37	1,57	0,83	0,21	1,54	0,12	2,36	0,65	<1	31	22	20	2	1,5	80	<2		0,4	49	43	7	10	
KAE01	Kårvatn	30.11	6,27	1,49	0,87	0,26	1,47	0,11	2,43	0,62	16	32	14	14	0	1,1	59	<2		0,5	49	49	6	5	
KAE01	Kårvatn	07.12	6,46	1,28	0,87	0,22	1,29	0,12	1,58	0,63	30	42	10	10	0	0,87	64	2		0,3	61	51	9	18	
KAE01	Kårvatn	14.12	6,51	1,29	0,82	0,17	1,11	0,11	1,49	0,66	36	48	8	7	1	0,80	75	<2		0,3	48	45	9	12	
KAE01	Kårvatn	21.12	6,46	1,44	0,88	0,22	1,34	0,11	1,95	0,73	31	44	18	17	1	1,0	45	<2		0,3	51	49	10	11	
KAE01	Kårvatn	28.12	6,34	1,70	1,03	0,27	1,70	0,15	2,26	0,69	27	43	18	18	0	1,4	150	14		0,5	71	59	8	19	
DALELV	Dalelv	07.01	6,35	3,75	1,61	0,94	3,65	0,23	5,87	3,86	13	39	34	30	4	3,1	135	<2		0,4	75	119	63	17	
DALELV	Dalelv	14.01	6,53	3,77	1,62	0,90	3,49	0,21	5,78	3,83	13	40	33	29	4	3,0	120	<2		0,3	68	117	63	12	
DALELV	Dalelv	21.01	6,28	3,63	1,46	0,82	3,45	0,18	5,68	3,85	13	36	31	27	4	3,2	170	<2		0,5	54	103	64	12	
DALELV	Dalelv	28.01	6,40	3,68	1,44	0,77	3,45	0,19	6,22	3,97	15	45	27	25	2	2,9	113	<2		0,4	31	94	65	-1	
DALELV	Dalelv	04.02	6,49	3,68	1,54	0,76	3,58	0,24	5,64	3,87	18	49	31	28	3	2,8	122	<2		0,3	60	102	64	19	
DALELV	Dalelv	11.02	6,40	3,53	1,59	0,84	3,61	0,24	5,81	3,93	20	48	26	21	5	2,8	131	<2		0,4	64	110	65	16	
DALELV	Dalelv	18.02	6,40	3,83	1,55	0,81	3,71	0,26	5,96	3,97	22	46	30	26	4	2,7	126	<2		0,4	60	105	65	17	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	AVR	Al/Al	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddd.mmd		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	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	Dalelv	25.02	6,46	3,82	1,57	0,85	3,72	0,27	5,75	3,97	21	52	29	26	3	2,8	134	<2		0,3	71	110	66	22
DALELV	Dalelv	03.03	6,59	3,88	1,62	0,84	3,85	0,29	5,82	4,01	25	55	26	24	2	2,6	147	8		0,3	75	112	67	26
DALELV	Dalelv	10.03	6,57	3,89	1,61	0,84	3,79	0,28	5,85	3,98	28	58	28	25	3	2,5	137	8		0,3	72	111	66	23
DALELV	Dalelv	17.03	6,53	3,87	1,64	0,86	3,90	0,30	6,01	4,13	30	52	29	24	5	2,6	107	7		0,3	72	113	69	24
DALELV	Dalelv	24.03	6,42	3,77	1,56	0,81	3,71	0,28	5,79	3,88	24	50	26	21	5	2,6	107	7		0,4	67	106	64	21
DALELV	Dalelv	31.03	6,37	3,81	1,57	0,82	3,79	0,29	6,11	3,98	40	48	31	26	5	2,5	155	14		0,4	60	106	65	17
DALELV	Dalelv	07.04	6,46	3,59	1,51	0,81	3,79	0,28	5,93	3,97	15	44	34	25	9	2,6	117	7		0,3	63	103	65	21
DALELV	Dalelv	14.04	6,57	3,78	1,55	0,82	3,76	0,29	6,43	4,17	20	48	21	19	2	2,6	115	10		0,3	46	103	68	8
DALELV	Dalelv	21.04	6,56	3,82	1,62	0,85	3,81	0,30	5,77	4,00	23	55	29	25	4	2,5	113	8		0,3	76	113	67	26
DALELV	Dalelv	28.04	6,53	3,95	1,74	0,91	3,82	0,31	5,78	4,01	30	66	29	23	6	2,7	127	6		0,3	87	124	67	26
DALELV	Dalelv	05.05	5,56	4,22	1,32	0,90	4,36	0,38	7,43	4,06	5	12	72	66	6	5,8	180	2		2,8	45	91	63	10
DALELV	Dalelv	12.05	5,88	3,73	1,32	0,80	3,90	0,27	6,65	3,64	6	21	53	47	6	4,5	144	2		1,3	44	88	56	9
DALELV	Dalelv	19.05	6,03	3,74	1,33	0,80	3,92	0,26	6,77	3,75	12	21	44	44	0	3,9	141	<2		0,9	39	88	58	6
DALELV	Dalelv	26.05	6,12	3,79	1,33	0,79	3,87	0,25	6,50	3,49	5	34	66	63	3	4,9	140	2		0,8	50	89	54	11
DALELV	Dalelv	02.06	5,98	3,07	1,11	0,63	3,27	0,23	4,83	2,85	6	20	45	42	3	3,7	143	2		1,0	59	75	45	25
DALELV	Dalelv	09.06	6,04	3,13	1,18	0,66	3,31	0,23	5,49	3,42	5	22	38	39	0	3,2	123	<2		0,9	37	77	55	11
DALELV	Dalelv	16.06	6,11	3,00	1,17	0,64	3,27	0,23	5,66	3,42	5	23	47	45	1	3,7	122	3		0,8	28	74	55	5
DALELV	Dalelv	23.06	6,18	3,10	1,19	0,62	3,39	0,23	5,20	3,28	2	25	46	45	1	3,8	138	5		0,7	49	76	53	21
DALELV	Dalelv	30.06	6,28	3,13	1,23	0,64	3,33	0,22	5,17	3,23	<1	31	38	36	2	3,5	119	2		0,5	51	80	52	20
DALELV	Dalelv	07.07	6,31	3,17	1,33	0,65	3,43	0,20	5,33	3,19	<1	35	51	47	4	4,2	131	3		0,5	57	85	51	20
DALELV	Dalelv	14.07	6,39	3,20	1,39	0,68	3,45	0,22	5,17	3,22	<1	37	33	33	0	3,1	117	6		0,4	68	91	52	25
DALELV	Dalelv	21.07	6,37	3,20	1,21	0,55	3,22	0,20	5,10	2,96	<1	42	38	33	5	4,1	124	<2		0,4	45	72	47	16
DALELV	Dalelv	28.07	6,53	3,12	1,28	0,64	3,43	0,18	4,95	2,98	<1	44	41	39	2	3,7	149	3		0,3	69	84	48	29
DALELV	Dalelv	04.08	6,49	3,15	1,30	0,68	3,43	0,18	5,11	3,00	<1	44	43	44	0	4,1	127	3		0,3	68	87	48	25
DALELV	Dalelv	11.08	6,60	3,24	1,31	0,67	3,34	0,20	5,17	3,08	2	45	31	27	4	3,2	141	<2		0,3	61	87	49	20
DALELV	Dalelv	18.08	6,57	3,26	1,34	0,65	3,38	0,20	5,16	3,07	<1	44	29	29	0	3,1	111	<2		0,3	63	86	49	22
DALELV	Dalelv	25.08	6,48	3,31	1,44	0,67	3,44	0,21	5,31	3,18	<1	51	29	26	3	3,0	95	4		0,3	66	92	51	21
DALELV	Dalelv	01.09	6,47	3,60	1,55	0,73	3,63	0,22	5,98	2,88	<1	55	60	59	1	6,1	185	2		0,3	72	98	43	13
DALELV	Dalelv	08.09	6,49	3,38	1,46	0,72	3,44	0,22	5,25	3,19	<1	48	50	45	5	4,4	126	<2		0,3	73	98	51	22
DALELV	Dalelv	15.09	6,45	3,38	1,47	0,72	3,37	0,22	5,34	3,40	<1	49	31	33	0	3,0	99	3		0,4	63	97	55	17
DALELV	Dalelv	22.09	6,66	3,49	1,56	0,73	3,51	0,30	5,22	3,35	<1	58	35	29	6	3,2	105	3		0,2	81	104	55	26
DALELV	Dalelv	29.09	6,59	3,71	1,62	0,77	3,55	0,39	5,41	3,43	<1	62	30	30	0	4,1	134	4		0,3	84	109	56	23
DALELV	Dalelv	06.10	6,54	3,62	1,58	0,86	3,58	0,30	5,52	3,55	<1	52	33	36	0	3,5	110	2		0,3	83	113	58	22
DALELV	Dalelv	13.10	6,42	3,90	1,53	0,81	3,61	0,28	5,60	3,60	<1	44	44	48	0	4,4	131	<2		0,4	74	106	59	21
DALELV	Dalelv	20.10	5,91	3,64	1,52	0,83	3,60	0,28	5,62	3,71	<1	34	86	90	0	6,5	190	<2		1,2	72	107	61	20
DALELV	Dalelv	27.10	6,08	3,39	1,37	0,76	3,37	0,20	5,05	3,64	<1	28	48	50	0	4,5	136	<2		0,8	64	98	61	24
DALELV	Dalelv	03.11	6,40	3,37	1,38	0,72	3,34	0,19	5,07	3,53	4	39	33	35	0	3,1	117	7		0,4	61	95	59	22
DALELV	Dalelv	10.11	6,40	3,46	1,48	0,74	3,35	0,19	5,19	3,72	4	41	39	40	0	3,4	110	<2		0,4	61	101	62	20
DALELV	Dalelv	17.11	6,34	3,45	1,43	0,72	3,30	0,20	5,34	3,78	6	42	34	34	0	3,0	114	<2		0,5	49	95	63	14
DALELV	Dalelv	24.11	6,51	3,58	1,53	0,71	3,43	0,21	5,22	3,67	10	46	31	27	4	2,8	124	<2		0,3	65	100	61	23
DALELV	Dalelv	01.12	6,76	4,17	1,61	0,78	3,59	0,23	5,56	3,92	12	61	28	28	0	2,8	112	<2		0,2	67	108	65	21
DALELV	Dalelv	08.12	6,41	3,77	1,57	0,72	3,34	0,22	5,42	3,88	14	52	21	24	0	3,0	149	4		0,4	54	102	65	14
DALELV	Dalelv	15.12	6,61	3,76	1,59	0,77	3,41	0,23	5,27	3,76	16	59	27	28	0	2,8	275	3		0,2	69	108	63	21
DALELV	Dalelv	22.12	6,46	3,80	1,69	0,86	3,58	0,24	5,58	4,02	17	56	29	30	0	2,8	80	2		0,3	75	118	67	21
DALELV	Dalelv	29.12	6,29	4,51	1,95	1,08	4,72	0,27	7,44	4,06	15	49	37	37	0	3,6	128	<2		0,5	103	137	63	25

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kønd	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		ddd.mmd		mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	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>Svarteljem</b>																								
SVART01	Svarteljem	06.01	5.33	1.62	0.17	0.21	1.82	0.11	2.86	0.79	17	0	81	58	23	2.5	91	<2		4.7	9	7	8	10	
SVART01	Svarteljem	13.01	5.24	1.93	0.19	0.31	2.02	0.11	4.00	0.83	20	0	75	50	25	2.1	84	<2		5.8	-6	9	6	-9	
SVART01	Svarteljem	20.01	5.26	1.53	0.14	0.20	1.46	0.09	2.80	0.68	29	0	74	56	18	2.1	107	<2		5.5	-6	5	6	-4	
SVART01	Svarteljem	27.01	5.08	2.51	0.19	0.35	2.46	0.12	5.38	0.95	27	0	81	48	33	1.7	89	<2		8.3	-25	4	4	-23	
SVART01	Svarteljem	04.02	5.05	3.15	0.29	0.54	3.24	0.20	7.33	0.95	17	0	109	40	69	1.5	71	<2		8.9	-23	11	0	-37	
SVART01	Svarteljem	10.02	5.08	2.60	0.27	0.44	2.73	0.17	5.97	0.90	27	0	94	38	56	1.4	78	<2		8.3	-16	10	1	-26	
SVART01	Svarteljem	18.02	5.03	2.76	0.38	0.38	2.78	0.17	5.63	0.93	38	0	83	35	48	1.4	88	2		9.3	-5	13	3	-15	
SVART01	Svarteljem	24.02	5.03	2.18	0.21	0.32	2.42	0.15	4.10	0.98	36	0	83	53	30	2.0	116	<2		9.3	7	10	8	6	
SVART01	Svarteljem	02.03	4.95	2.60	0.20	0.32	2.52	0.17	5.37	0.99	26	0	76	40	36	1.6	93	<2		11.2	-24	4	5	-20	
SVART01	Svarteljem	09.03	4.95	3.11	0.27	0.43	3.25	0.20	6.86	1.01	27	0	86	37	49	1.2	64	4		11.2	-21	6	1	-25	
SVART01	Svarteljem	16.03	5.28	2.92	0.24	0.38	2.97	0.19	6.08	0.94	21	0	68	30	38	1.3	78	3		5.2	-15	6	2	-18	
SVART01	Svarteljem	24.03	5.00	2.62	0.24	0.36	2.78	0.18	5.56	0.89	26	0	82	35	47	1.2	56	<2		10.0	-10	6	2	-14	
SVART01	Svarteljem	30.03	5.04	2.59	0.24	0.36	2.79	0.20	5.54	0.93	26	0	82	43	39	1.8	155	9		9.1	-9	6	3	-13	
SVART01	Svarteljem	06.04	5.17	2.04	0.22	0.27	2.31	0.16	4.00	0.88	26	0	86	44	42	2.1	102	3		6.8	5	7	7	4	
SVART01	Svarteljem	13.04	5.26	2.11	0.26	0.30	2.29	0.16	4.20	0.96	27	0	81	50	31	2.0	109	6		5.5	1	10	8	-2	
SVART01	Svarteljem	20.04	5.32	2.11	0.28	0.30	2.33	0.19	4.12	0.92	21	2	83	47	36	2.0	113	6		4.8	10	12	7	4	
SVART01	Svarteljem	27.04	5.29	2.04	0.27	0.30	2.23	0.15	4.07	0.91	21	0	93	48	45	2.1	106	3		5.1	4	11	7	-2	
SVART01	Svarteljem	04.05	5.31	2.00	0.26	0.28	2.31	0.16	4.03	0.94	20	0	94	53	41	2.1	125	4		4.9	6	10	8	3	
SVART01	Svarteljem	11.05	5.66	1.96	0.26	0.28	2.30	0.15	4.15	0.93	18	11	79	51	28	1.9	105	4		2.2	2	9	7	-1	
SVART01	Svarteljem	18.05	5.42	1.94	0.25	0.28	2.31	0.17	4.18	0.93	11	0	69	39	30	2.0	160	27		3.8	2	8	7	0	
SVART01	Svarteljem	25.05	5.42	1.92	0.26	0.29	2.34	0.15	4.19	0.92	5	0	64	44	20	1.9	90	7		3.7	5	9	7	0	
SVART01	Svarteljem	01.06	5.53	1.92	0.28	0.29	2.35	0.17	4.06	0.82	3	3	61	41	20	1.7	105	3		3.0	13	11	5	4	
SVART01	Svarteljem	08.06	5.47	1.92	0.27	0.29	2.29	0.16	4.30	0.96	4	0	60	39	21	1.6	110	5		3.4	-1	9	7	-5	
SVART01	Svarteljem	15.06	5.43	1.98	0.26	0.29	2.37	0.16	4.50	0.89	3	0	66	42	24	2.2	96	3		3.7	-2	8	5	-6	
SVART01	Svarteljem	22.06	5.43	1.86	0.23	0.26	2.26	0.13	3.62	0.90	7	3	91	70	21	2.9	131	3		3.7	13	9	8	11	
SVART01	Svarteljem	29.06	5.46	1.79	0.21	0.23	2.25	0.13	3.46	0.91	4	5	92	65	27	2.9	116	4		3.5	14	7	9	14	
SVART01	Svarteljem	06.07	5.62	1.76	0.23	0.21	2.21	0.13	3.39	1.05	<1	6	85	59	26	2.6	135	<2		2.4	11	8	12	14	
SVART01	Svarteljem	13.07	5.59	1.68	0.27	0.23	2.18	0.12	3.46	0.94	1	5	87	63	24	2.4	117	6		2.6	13	10	10	11	
SVART01	Svarteljem	20.07	5.41	1.73	0.21	0.22	2.16	0.11	3.12	0.86	2	4	104	85	19	3.8	150	2		3.9	19	8	9	18	
SVART01	Svarteljem	27.07	5.54	1.65	0.22	0.22	2.17	0.11	3.22	0.90	<1	6	86	62	24	3.2	123	<2		2.9	17	8	9	16	
SVART01	Svarteljem	03.08	5.61	1.63	0.25	0.22	2.20	0.11	3.15	0.86	<1	6	85	67	18	2.9	121	4		2.5	22	10	9	19	
SVART01	Svarteljem	10.08	5.93	1.70	0.20	0.21	2.10	0.11	3.15	0.86	<1	13	88	65	23	3.1	142	<2		1.2	15	7	9	15	
SVART01	Svarteljem	17.08	5.59	1.63	0.20	0.20	2.12	0.10	3.01	0.85	<1	4	109	64	45	3.8	155	<2		2.6	19	7	9	19	
SVART01	Svarteljem	24.08	5.58	1.62	0.23	0.22	2.15	0.12	3.10	0.88	<1	4	99	77	22	3.3	160	4		2.6	20	9	9	18	
SVART01	Svarteljem	31.08	5.58	1.64	0.24	0.20	2.10	0.11	3.02	0.87	<1	5	82	66	16	3.5	155	4		2.6	19	9	9	18	
SVART01	Svarteljem	07.09	5.55	1.64	0.24	0.22	2.09	0.10	3.03	0.87	<1	5	82	66	4	4.1	147	2		2.8	20	10	9	17	
SVART01	Svarteljem	14.09	5.69	1.66	0.27	0.23	2.10	0.11	3.06	0.87	<1	6	126	72	54	3.7	141	<2		2.0	22	12	9	17	
SVART01	Svarteljem	21.09	5.53	1.69	0.32	0.21	2.14	0.11	3.16	0.91	3	4	90	73	17	3.7	155	3		3.0	21	13	10	17	
SVART01	Svarteljem	28.09	5.49	1.78	0.28	0.23	2.14	0.12	3.23	0.94	6	5	100	83	17	3.9	185	7		3.2	18	12	10	15	
SVART01	Svarteljem	05.10	5.47	1.82	0.25	0.22	2.20	0.11	3.25	0.95	9	3	94	83	11	3.8	160	<2		3.4	17	9	10	17	
SVART01	Svarteljem	12.10	5.25	1.94	0.23	0.25	2.26	0.12	3.42	0.99	15	0	126	103	23	4.8	155	3		5.6	15	10	11	15	
SVART01	Svarteljem	19.10	5.21	1.99	0.25	0.23	2.39	0.13	3.64	0.97	13	0	117	92	25	4.4	160	4		6.2	15	9	10	16	
SVART01	Svarteljem	26.10	5.06	2.39	0.26	0.29	2.69	0.16	4.60	1.01	9	0	110	83	27	3.4	129	<2		8.7	7	8	8	6	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	ALK	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		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	Svartefjern	03.11	5,12	2,40	0,27	0,32	2,69	0,16	4,75	0,98	12	0	106	76	30	3,1	115	<2		7,6	6	9	7	2
SVART01	Svartefjern	09.11	5,16	2,40	0,28	0,32	2,60	0,16	4,63	0,96	15	0	100	71	29	3,0	116	<2		6,9	6	10	7	1
SVART01	Svartefjern	16.11	5,08	2,55	0,30	0,34	2,73	0,15	5,12	0,99	9	0	103	68	35	3,0	114	<2		8,3	0	10	6	-5
SVART01	Svartefjern	24.11	5,07	2,82	0,30	0,37	3,06	0,18	6,11	1,07	11	0	109	67	42	2,6	112	<2		8,5	-12	9	5	-15
SVART01	Svartefjern	30.11	5,24	2,74	0,26	0,35	3,00	0,17	5,77	0,94	7	3	89	57	32	2,3	93	<2		5,8	-6	7	3	-9
SVART01	Svartefjern	07.12	5,04	3,07	0,28	0,36	3,13	0,17	5,65	0,94	11	0	104	60	44	2,5	96	<2		9,1	4	8	3	-1
SVART01	Svartefjern	14.12	5,10	2,54	0,24	0,29	2,63	0,14	4,74	0,91	9	0	96	67	29	2,5	105	<2		7,9	1	7	5	0
SVART01	Svartefjern	21.12	5,03	2,34	0,21	0,28	2,46	0,12	4,24	0,96	9	0	89	63	26	2,3	69	<2		9,3	3	6	8	4
SVART01	Svartefjern	28.12	4,98	2,99	0,25	0,38	3,04	0,15	5,70	1,05	10	0	83	48	35	2,0	80	<2		10,5	-4	7	5	-6
<b>19.23</b>	<b>Øygardsbekken</b>																							
19.23	Øygardsbekken	14.01	5,13	3,96	0,53	0,71	4,29	0,13	8,49	1,82	145	0	88	33	55	1,4	215	<2		7,4	-13	29	13	-19
19.23	Øygardsbekken	04.02	5,10	4,70	0,60	0,74	5,39	0,18	10,60	1,85	150	0	121	28	93	1,1	200	<2		7,9	-18	21	8	-22
19.23	Øygardsbekken	09.02	4,99	4,84	0,61	0,71	5,32	0,20	10,90	1,95	165	0	116	29	87	1,1	205	<2		10,2	-34	19	9	-33
19.23	Øygardsbekken	07.03	5,00	4,97	0,57	0,69	5,63	0,22	10,80	1,85	155	0	96	25	71	1,0	195	<2		10,0	-18	17	7	-17
19.23	Øygardsbekken	17.03	5,09	4,75	0,60	0,68	5,62	0,24	10,80	1,91	180	0	98	23	75	1,0	220	12		8,1	-21	19	8	-17
19.23	Øygardsbekken	31.03	5,09	4,21	0,49	0,59	4,96	0,22	9,29	1,87	155	0	91	29	62	1,1	225	5		8,1	-18	15	12	-9
19.23	Øygardsbekken	15.04	5,15	3,66	0,51	0,57	4,87	0,20	8,87	1,97	165	0	78	22	56	1,0	220	4		7,1	-14	16	15	-3
19.23	Øygardsbekken	29.04	5,18	3,80	0,48	0,53	4,65	0,19	7,99	1,99	165	0	83	26	57	1,1	235	2		6,6	-4	16	18	9
19.23	Øygardsbekken	14.05	5,26	3,82	0,55	0,55	4,76	0,21	8,57	2,07	165	0	34	14	20	0,83	230	3		5,5	-12	19	18	-1
19.23	Øygardsbekken	03.06	5,69	4,14	0,75	0,60	5,23	0,31	9,85	2,43	210	8	24	13	11	1,0	350	4		2,0	-21	27	22	-11
19.23	Øygardsbekken	16.06	5,42	4,03	0,69	0,60	5,12	0,23	9,49	2,40	125	0	31	12	19	0,93	185	3		3,8	-14	25	22	-7
19.23	Øygardsbekken	30.06	5,39	3,58	0,51	0,50	4,52	0,15	7,78	2,11	120	0	40	19	21	1,1	200	<2		4,1	-5	17	21	8
19.23	Øygardsbekken	14.07	5,47	3,43	0,55	0,48	4,39	0,13	7,51	2,14	100	0	40	21	19	1,0	175	5		3,4	-2	20	23	9
19.23	Øygardsbekken	04.08	5,65	3,15	0,46	0,44	4,15	0,11	6,73	2,12	68	3	36	22	14	1,3	170	3		2,2	4	16	25	17
19.23	Øygardsbekken	18.08	5,58	2,83	0,41	0,37	3,67	0,09	5,58	1,95	46	0	42	32	10	1,9	155	<2		2,6	12	15	24	24
19.23	Øygardsbekken	01.09	5,72	2,76	0,43	0,34	3,60	0,09	5,47	2,03	40	5	37	35	2	2,0	155	3		1,9	9	16	26	24
19.23	Øygardsbekken	15.09	5,67	2,72	0,45	0,40	3,56	0,10	5,35	2,04	52	8	37	32	5	2,0	155	3		2,1	16	20	27	25
19.23	Øygardsbekken	06.10	5,50	2,83	0,39	0,40	3,60	0,12	5,69	1,95	60	0	62	48	14	2,1	160	<2		3,2	7	15	24	19
19.23	Øygardsbekken	21.10	5,43	2,97	0,41	0,37	3,55	0,13	5,82	1,81	44	2	72	48	24	2,1	155	<2		3,7	4	14	21	13
19.23	Øygardsbekken	03.11	5,37	3,19	0,51	0,43	3,77	0,14	5,91	1,50	46	3	57	41	16	1,7	118	<2		4,3	27	22	14	21
19.23	Øygardsbekken	17.11	5,32	3,26	0,46	0,45	3,77	0,12	6,63	1,64	46	2	66	39	27	1,6	125	<2		4,8	3	16	15	3
19.23	Øygardsbekken	01.12	5,30	3,41	0,50	0,49	4,01	0,11	7,65	1,70	53	2	71	36	35	1,5	129	<2		5,0	-12	17	13	-11
19.23	Øygardsbekken	15.12	5,29	3,68	0,51	0,51	4,16	0,10	7,96	1,79	82	0	70	32	38	1,3	150	<2		5,1	-17	17	14	-12
19.23	Øygardsbekken	30.12	5,33	4,83	0,65	0,75	5,40	0,13	10,6	1,89	83	4	87	28	59	1,4	155	<2		4,7	-12	24	9	-22

Tabell E4. Årsmidler av innsjøer 1986-2008. Verdiene er et gjennomsnitt av høstprøver i den angitte regionen.

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	AlR	Al/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
<b>78 innsjøer fra hele landet</b>																						
1986	5.03	2.55	0.75	0.38	2.00	0.21	3.4	3.3	87	8	107	36	71	2.6			15	9,3	-11	46	60	4
1987	4.96	2.63	0.72	0.36	1.96	0.20	3.3	3.0	84	10	115	31	84	3.1		24	14	10,8	-5	44	54	6
1988	4.96	2.46	0.71	0.35	1.83	0.18	3.0	2.8	91	12	114	31	83	3.1	281	22	13	11,0	-2	44	50	6
1989	5.03	2.76	0.71	0.39	2.18	0.22	3.7	3.0	101	7	102	21	81	2.1	269	21	12	9,3	-6	44	53	6
1990	4.99	2.79	0.68	0.39	2.20	0.19	3.8	2.8	83	7	112	28	84	2.7	215	21	11	10,2	-5	41	48	4
1991	5.03	2.78	0.74	0.39	2.30	0.22	4.0	3.0	94	10	104	36	68	2.6	219	20	11	9,4	-6	43	51	4
1992	5.05	2.65	0.78	0.39	2.41	0.21	4.0	2.9	84	10	115	47	68	2.9	230	20	8	8,8	1	45	49	8
1993	5.07	2.93	0.81	0.43	2.92	0.22	4.9	2.9	87	11	125	50	75	2.9	237	20	6	8,4	2	44	46	7
1994	5.17	2.43	0.73	0.38	2.48	0.20	4.0	2.7	86	9	106	48	58	3.0	232	19	4	6,7	7	42	44	12
1995	5.15	2.41	0.71	0.37	2.21	0.19	3.7	2.6	89	9	99	46	52	3.0	216	20	3	7,0	3	42	43	7
1996	5.14	2.36	0.75	0.38	2.07	0.20	3.4	2.6	96	9	99	53	45	3.5	243	19	3	7,2	5	46	45	7
1997	5.24	2.46	0.77	0.39	2.22	0.20	3.9	2.5	80	10	90	47	44	3.3	238	19	3	5,7	4	45	40	1
1998	5.28	2.19	0.74	0.34	2.00	0.20	3.3	2.2	76	11	92	56	36	3.6	231	18	3	5,2	14	43	36	8
1999	5.25	2.18	0.69	0.33	1.90	0.20	3.1	2.2	78	10	91	56	35	3.6	230	18	4	5,6	11	41	36	7
2000	5.13	2.33	0.65	0.32	2.19	0.20	3.5	1.9	75	6	96	59	37	3.7	229	17	4	7,5	14	36	30	10
2001	5.25	2.11	0.65	0.31	1.98	0.19	3.2	1.9	78	10	88	60	28	3.8	231	17	4	5,6	15	37	30	9
2002	5.38	2.11	0.73	0.36	2.14	0.20	3.4	1.9	79	12	76	46	30	3.4	229	16	4	4,2	24	44	29	11
2003	5.40	2.07	0.68	0.34	2.16	0.21	3.2	1.8	76	13	70	42	28	3.2	239	15	4	4,0	27	41	29	16
2004	5.24	2.12	0.69	0.33	2.05	0.19	3.3	1.7	63	10	85	57	28	3.8	226	15	4	5,8	21	39	27	9
2005	5.34	2.24	0.75	0.36	2.26	0.19	3.7	1.7	67	12	66	38	28	3.5	211	13	4	4,5	24	43	25	8
2006	5.25	2.15	0.80	0.37	2.10	0.19	3.3	1.7	53	13	79	50	29	4.2	237	17	4	5,6	33	48	26	11
2007	5.35	2.21	0.70	0.36	2.24	0.18	3.7	1.6	59	11	84	52	32	3.7	215	10	4	4,4	26	41	22	8
2008	5.36	2.23	0.69	0.33	2.23	0.18	3.6	1.5	54	13	77	52	25	3.7	207	10	3	4,4	26	38	21	10
<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
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



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	A/R	A/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
		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>
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
<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		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		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		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		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		6	8,6	44	54	27	16
<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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	A/R µg L <sup>-1</sup>	A/W µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+	ANC	CM <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</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>
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
<b>Region IV. Sørlandet - Øst (n = 14)</b>																						
1986	4.82	2.45	0.70	0.30	1.41	0.20	2.5	3.6	121	0	163	42	121	2.5			25	15.3	-29	43	68	0
1987	4.77	2.65	0.66	0.29	1.57	0.19	2.8	3.2	123	0	180	36	144	2.6				17.0	-25	39	59	0
1988	4.81	2.28	0.61	0.27	1.36	0.17	2.3	2.9	121	0	172	35	136	2.9				15.6	-17	37	54	4
1989	4.90	2.65	0.68	0.31	1.77	0.22	3.1	3.2	146	0	132	16	116	1.5				12.5	-22	40	58	2
1990	4.87	2.58	0.59	0.29	1.70	0.18	3.1	2.8	107	0	152	25	127	2.5	264			13.4	-21	34	50	0
1991	4.93	2.65	0.68	0.30	1.89	0.22	3.4	3.1	130	0	133	30	103	2.1	287		17	11.8	-21	37	54	1
1992	4.92	2.55	0.74	0.30	2.06	0.19	3.4	3.0	118	0	155	47	108	2.5	307			12.1	-10	39	52	8
1993	4.94	3.10	0.82	0.40	2.82	0.22	5.3	3.0	120	0	166	45	122	1.8	277			11.6	-18	39	47	-5
1994	5.07	2.18	0.66	0.29	1.97	0.18	3.1	2.5	119	2	136	49	87	2.7	292			8.5	-2	36	44	11
1995	5.03	2.25	0.65	0.29	1.76	0.20	3.0	2.7	123	1	133	55	79	2.8	278		4	9.3	-13	36	47	3
1996	5.00	2.21	0.71	0.31	1.70	0.19	2.8	2.8	131	1	134	69	64	3.8	314			9.9	-7	43	51	7
1997	5.16	2.24	0.74	0.31	1.78	0.22	3.2	2.5	112	4	122	59	63	3.3	288			6.8	-7	41	43	-1
1998	5.19	1.85	0.66	0.25	1.52	0.19	2.4	2.2	107	3	123	72	51	3.5	292			6.5	5	38	38	9
1999	5.15	1.82	0.60	0.24	1.42	0.20	2.1	2.1	105	4	119	75	44	3.6	285			7.0	6	36	37	11
2000	5.01	2.15	0.58	0.25	1.81	0.21	3.0	1.8	96	0	132	76	56	3.7	275			9.8	3	30	29	6
2001	5.17	1.78	0.54	0.22	1.51	0.20	2.4	1.8	103	3	123	81	42	4.0	297			6.8	4	29	30	9
2002	5.32	1.74	0.59	0.25	1.56	0.20	2.5	1.7	102	5	94	56	38	3.3	284			4.8	11	34	28	8
2003	5.41	1.71	0.62	0.26	1.63	0.21	2.3	1.8	99	7	82	44	38	3.0	295			3.9	18	37	31	14
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		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		4	4.8	12	37	23	0

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	AlR	AlII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
		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>
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
<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		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		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		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		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		3	9,0	0	18	19	10
<b>Region VI. Vestlandet – Sør (n = 3)</b>																						
1986	5,13	2,00	0,49	0,28	1,83	0,18	3,0	2,3	115	0	76	27	48	1,1				7,3	-10	27	38	6
1987	5,22	1,96	0,48	0,25	1,74	0,12	3,0	1,9	100	0	57	16	42	1,2		13		6,0	-8	25	31	3
1988	5,16	1,93	0,46	0,24	1,55	0,12	2,6	1,8	104	0	63	14	49	1,0		14		6,9	-5	25	30	4
1989	5,06	2,24	0,43	0,26	1,88	0,15	3,2	1,8	120	0	55	12	43	1,1				8,6	-7	22	28	5
1990	5,11	2,34	0,43	0,25	2,18	0,12	3,7	1,9	107	0	65	14	51	1,2	182			7,8	-11	19	28	5
1991	5,13	2,14	0,46	0,27	2,03	0,14	3,6	1,7	130	0	61	25	36	1,4	173		10	7,3	-9	22	26	1
1992	5,29	1,84	0,44	0,24	1,90	0,13	3,1	1,8	92	0	66	30	36	1,1	162			5,1	-3	21	28	7
1993	5,23	2,67	0,50	0,34	3,12	0,15	5,2	2,2	114	1	70	29	41	1,0	190			5,9	-9	20	31	9
1994	5,32	1,88	0,41	0,26	2,17	0,14	3,5	1,8	107	2	61	35	26	1,4	198			4,8	-4	19	28	10
1995	5,24	1,99	0,42	0,27	1,98	0,15	3,4	1,5	93	0	54	32	22	1,4	168		2	5,8	-1	21	22	4
1996	5,43	1,62	0,50	0,24	1,52	0,14	2,5	1,5	109	5	56	42	14	1,6	172			3,7	4	28	24	5

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	A/R	A/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
		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>
1997	5.37	2.28	0.56	0.31	2.30	0.12	4.6	1.5	85	4	55	28	27	1.3	150			4.3	-10	24	18	-11
1998	5.59	1.61	0.52	0.23	1.67	0.12	2.8	1.3	82	6	46	27	19	1.5	166			2.6	10	27	20	6
1999	5.33	2.04	0.50	0.29	2.01	0.14	3.8	1.3	106	5	56	35	21	1.2	176			4.7	-2	24	17	-4
2000	5.47	1.67	0.38	0.20	1.89	0.14	2.9	1.3	80	1	47	36	12	1.5	168			3.4	8	17	18	13
2001	5.63	1.63	0.48	0.23	1.67	0.14	3.0	1.2	85	4	42	29	13	1.3	183			3.0	5	23	16	1
2002	5.55	1.88	0.63	0.31	2.07	0.16	3.5	1.3	105	4	40	28	12	1.5	204			2.8	17	34	17	5
2003	5.73	1.53	0.49	0.24	1.69	0.13	2.7	1.2	94	7	39	26	13	1.4	197			1.8	14	26	17	9
2004	5.59	1.73	0.53	0.24	1.92	0.17	3.4	1.1	77	4	42	27	15	1.5	164	10	2	2.6	10	24	13	2
2005	5.41	1.65	0.47	0.25	1.71	0.15	2.9	1.1	118	2	33	23	10	1.4	187	9	3	3.9	8	24	14	3
2006	5.44	1.69	0.76	0.30	1.70	0.12	3.1	1.0	83	3	33	23	9	1.3	187	8	1	3.6	25	42	12	-1
2007	5.56	1.77	0.44	0.25	1.94	0.16	3.4	1.0	64	4	47	34	12	1.4	149	5	2	2.7	9	20	10	1
2008	5.88	2.34	0.71	0.30	2.30	0.22	4.1	1.1	132	16	39	29	10	1.3	213	7	2	1.3	19	34	10	1
<b>Region VII. Vestlandet - Nord (n = 5)</b>																						
1986	5.12	1.42	0.24	0.16	1.11	0.09	2.1	1.2	76	1	38	13	25	0.6				7.6	-14	12	20	-2
1987	5.09	1.49	0.25	0.17	1.22	0.09	2.1	1.3	81	3	37	11	26	0.8		11		8.2	-11	12	20	1
1988	5.10	1.50	0.27	0.17	1.20	0.07	2.1	1.2	88	9	37	10	27	0.7		11		7.9	-8	13	18	2
1989	5.07	1.68	0.25	0.20	1.43	0.10	2.6	1.2	85	0	33	10	23	0.7		11		8.4	-9	12	17	0
1990	5.14	1.64	0.24	0.18	1.46	0.09	2.5	1.1	83	4	32	10	22	0.7		11		7.3	-8	10	16	2
1991	5.18	1.56	0.27	0.19	1.43	0.09	2.6	1.1	82	5	34	12	22	1.0		10	10	6.6	-10	11	15	-2
1992	5.29	1.51	0.28	0.21	1.64	0.11	2.7	1.2	89	4	42	15	27	0.7		10		5.1	-2	13	17	5
1993	5.30	1.73	0.33	0.24	1.96	0.12	3.2	1.3	93	5	42	19	23	1.1		10		5.1	0	15	18	7
1994	5.23	1.43	0.24	0.19	1.57	0.10	2.6	1.1	89	3	34	13	21	0.8		9		5.9	-3	11	15	6
1995	5.30	1.27	0.21	0.16	1.22	0.08	2.1	0.9	82	3	29	13	16	0.5		9	1	5.0	-4	10	13	3
1996	5.28	1.26	0.27	0.17	1.19	0.10	2.0	1.0	100	3	37	14	23	0.7		9		5.3	-3	15	15	3
1997	5.35	1.41	0.27	0.18	1.37	0.09	2.5	0.9	84	4	34	13	21	0.6		9		4.4	-6	12	12	-1
1998	5.57	1.15	0.29	0.15	1.15	0.10	1.9	0.9	67	5	22	12	11	0.7		9		2.7	2	14	12	4
1999	5.38	1.29	0.27	0.17	1.23	0.09	2.2	0.9	83	5	28	10	18	0.6		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		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		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		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		8		3.2	7	14	11	8
2004	5.48	1.17	0.26	0.14	1.31	0.10	2.1	0.8	71	4	22	13	10	0.7		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		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		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		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		7	2	2.2	10	14	7	4
<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		12		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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	A/R	A/II	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
		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>
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	5.87	2.35	0.59	0.38	2.78	0.15	4.6	1.1	14	18	30	26	4	1.9	105	4	2	1.3	31	30	9	8
<b>Region IX, Nord-Norge (n = 5)</b>																						
1986	6.07	2.34	0.47	0.37	2.75	0.27	4.8	1.6	13	8	20	13	7	1.1				0.9	12	23	19	4
1987	5.99	2.52	0.51	0.39	2.87	0.27	4.9	1.7	25	13	24	15	9	1.3		13		1.0	14	25	20	6
1988	5.85	2.57	0.54	0.39	2.83	0.23	4.9	1.5	22	17	26	17	9	1.4		8		1.4	18	27	16	4
1989	5.95	2.59	0.47	0.39	2.78	0.26	4.9	1.7	20	8	25	12	13	1.2				1.1	10	24	21	3
1990	5.86	2.58	0.44	0.40	2.99	0.24	5.2	1.6	20	5	25	15	10	0.9	86			1.4	9	20	18	4
1991	5.97	2.52	0.47	0.37	2.95	0.25	5.1	1.5	24	9	20	14	6	1.1	75		10	1.1	11	20	15	4
1992	6.03	2.57	0.53	0.40	3.27	0.27	5.5	1.5	18	16	28	25	3	1.3	85			0.9	20	23	15	9
1993	5.83	3.24	0.60	0.49	4.34	0.30	7.4	1.8	20	11	36	30	7	1.5	108			1.5	20	23	15	10
1994	5.94	2.89	0.53	0.47	4.06	0.28	6.9	1.7	22	14	32	26	6	1.3	89			1.1	19	21	15	10
1995	5.92	2.36	0.42	0.38	3.12	0.21	5.2	1.4	16	16	30	23	7	1.4	77		2	1.2	15	18	14	9
1996	5.92	2.42	0.46	0.40	2.94	0.24	5.2	1.4	27	19	28	25	3	1.3	89			1.2	13	22	14	3
1997	5.94	2.73	0.53	0.44	3.31	0.26	6.0	1.4	27	18	22	19	3	1.4	114			1.1	12	23	12	-2
1998	6.06	2.44	0.51	0.38	2.99	0.27	5.2	1.4	20	19	24	20	4	1.3	85			0.9	17	23	14	5
1999	6.10	2.41	0.47	0.35	2.69	0.28	4.8	1.3	21	19	25	23	2	1.4	95			0.8	14	21	13	2
2000	6.13	2.16	0.41	0.31	2.62	0.26	4.4	1.2	15	12	25	22	3	1.3	92			0.7	17	17	12	7
2001	6.17	2.22	0.48	0.34	2.81	0.27	4.6	1.2	18	20	19	19	0	1.5	101			0.7	24	22	12	10
2002	6.14	2.32	0.65	0.40	3.00	0.27	4.9	1.2	18	24	20	17	3	1.3	95			0.7	37	32	11	11

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	A/R µg L <sup>-1</sup>	A/W µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+	ANC	CM <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
																		µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
2003	6,07	2,36	0,54	0,39	3,11	0,30	4,9	1,3	19	21	22	19	4	1,3	95			0,9	37	27	12	17
2004	6,16	2,40	0,56	0,38	3,01	0,26	5,0	1,2	17	19	21	18	4	1,2	81	8	2	0,7	28	26	11	9
2005	6,19	2,31	0,48	0,35	2,96	0,24	4,9	1,1	9	18	19	15	4	1,4	75	7	2	0,6	26	21	8	10
2006	6,18	2,48	0,63	0,45	3,10	0,29	5,2	1,2	10	24	23	17	6	1,5	135	18	2	0,7	37	34	10	8
2007	6,13	2,38	0,54	0,39	3,01	0,25	5,0	1,2	18	21	29	21	8	1,3	87	2	1	0,7	31	26	10	11
2008	6,19	2,58	0,58	0,40	3,16	0,31	5,2	1,1	11	21	24	20	3	1,4	109	6	3	0,7	36	27	8	11
<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		12		1,4	21	76	68	9
1988	5,87	2,59	1,12	0,58	2,24	0,23	3,6	3,9	15	18	17	10	6	1,6		10		1,4	21	80	72	9
1989	5,84	2,74	1,01	0,58	2,36	0,21	3,7	3,9	10	13	16	10	5	1,5				1,4	21	74	69	13
1990	5,87	2,86	1,02	0,54	2,31	0,23	3,9	3,8	9	14	13	10	3	1,7	97		10	1,4	13	70	68	7
1991	5,92	2,85	1,08	0,58	2,53	0,23	4,2	3,9	10	18	15	11	4	1,5	86			1,2	19	74	68	9
1992	5,94	2,76	1,10	0,58	2,50	0,20	4,2	3,6	11	17	19	13	5	1,6	107			1,1	22	75	64	7
1993	6,05	2,75	1,17	0,58	2,60	0,22	4,4	3,7	9	23	15	10	5	1,3	122			0,9	22	77	65	6
1994	6,00	2,71	1,06	0,57	2,54	0,22	4,3	3,7	11	23	12	10	2	1,6	100			1,0	18	72	64	7
1995	6,03	2,61	1,08	0,56	2,51	0,19	4,1	3,6	9	26	16	12	4	1,6	95		2	0,9	23	73	62	10
1996	6,07	2,68	1,11	0,58	2,52	0,21	4,3	3,5	12	26	15	11	5	1,5	96			0,9	24	75	60	6
1997	6,00	2,72	1,14	0,58	2,52	0,21	4,4	3,6	12	21	10	9	1	1,4	112			1,0	20	76	61	2
1998	6,12	2,75	1,13	0,57	2,57	0,22	4,4	3,4	12	27	11	6	4	1,3	94			0,8	25	74	57	5
1999	6,10	2,71	1,09	0,56	2,44	0,22	4,2	3,5	15	26	14	11	3	1,4	85			0,8	20	73	61	4
2000	6,09	2,56	1,03	0,51	2,45	0,21	3,8	3,1	9	17	12	7	4	1,3	103			0,8	34	69	53	14
2001	6,22	2,82	1,09	0,55	2,75	0,25	4,4	3,3	13	30	10	7	3	1,6	155			0,6	31	71	56	12
2002	6,20	2,61	1,21	0,57	2,61	0,21	4,1	3,2	5	29	9	6	3	1,4	95			0,6	43	80	54	13
2003	6,27	2,64	1,04	0,56	2,76	0,22	4,5	2,9	6	31	11	7	3	1,6	105		3	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			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

Tabell E5. Overvåkingselver – Årsmiddelverdier.

**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>-3</sup>	AVII 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	124	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	88	78	9	5,1	354	0,9	62	90	39	14

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	AlR µg L <sup>-1</sup>	AlII 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+ 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	22	10
1995	6.02	0.88	0.36	2.65	0.19	4.5	1.8	151	17.0	32	26	6	1.1	195	1.0	19	44	24	7
1996	6.18	1.00	0.36	2.31	0.36	3.9	1.9	199	26.8	28	21	7	1.4	283	0.7	24	53	29	6
1997	6.06	1.00	0.38	2.62	0.22	4.8	1.8	172	18.8	21	18	3	1.0	222	0.9	14	49	24	-3
1998	6.22	0.98	0.31	2.10	0.19	3.4	1.6	160	25.8	29	28	1	1.4	232	0.6	29	52	24	9
1999	6.22	1.02	0.34	2.32	0.21	3.9	1.6	166	23.9	20	17	3	1.0	228	0.6	29	53	22	6
2000	6.15	1.00	0.35	2.53	0.21	4.4	1.5	146	16.7	30	27	3	1.2	217	0.7	26	49	19	3
2001	6.37	1.03	0.33	2.29	0.24	3.8	1.6	184	28.9	20	17	2	1.2	258	0.4	30	54	23	7
2002	6.23	1.32	0.39	2.54	0.22	4.2	1.6	157	26.4	19	16	3	1.0	214	0.6	51	70	20	8
2003	6.31	1.22	0.37	2.49	0.24	3.9	1.5	160	29.3	24	20	3	1.3	235	0.5	53	66	20	14
2004	6.33	1.11	0.33	2.21	0.21	3.6	1.4	148	30.0	26	23	3	1.3	223	0.5	42	58	19	9
2005	6.27	1.12	0.34	2.40	0.22	4.2	1.4	159	27	20	17	3	1.2	228	0.5	35	57	17	3
2006	6.30	1.12	0.32	2.13	0.25	3.5	1.3	144	31	19	15	4	1.2	252	0.5	45	59	17	8
2007	6.30	1.00	0.36	2.50	0.23	4.4	1.3	134	25	24	21	3	1.3	230	0.5	34	51	14	3
2008	6.27	0.94	0.32	2.36	0.20	4.0	1.2	115	25	22	20	2	1.2	204	0.5	34	47	13	5



Tabell E6. Feltforskningsstasjoner - Årlig veid middelverdi.

**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>	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		20,8	-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	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	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>	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>Storgama (STEO1)</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			29,0	-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			30,1	-33	36	66	4
1987	1047	4,52	0,59	0,13	0,80	0,06	1,5	2,9	93	0,0	144	46	98	4,1		35	29,0	-32	30	57	0
1988	1347	4,56	0,51	0,12	0,58	0,09	1,1	2,8	159	0,0	133	41	92	4,6		61	27,3	-38	27	55	-2
1989	691	4,44	0,68	0,17	0,98	0,09	1,6	3,7	198	0,0	167	39	129	3,5			36,1	-42	38	72	5
1990	977	4,47	0,57	0,14	0,91	0,07	1,5	3,1	119	0,0	155	42	113	4,0			33,9	-35	30	60	2
1991	708	4,51	0,60	0,14	0,92	0,07	1,4	3,1	152	0,0	167	66	101	4,3			30,8	-31	32	61	7
1992	747	4,56	0,63	0,12	0,93	0,08	1,4	2,9	95	0,0	163	84	79	5,0			27,7	-23	32	56	6
1993	629	4,67	0,67	0,13	1,11	0,10	1,8	2,6	120	0,0	161	93	69	5,1			21,5	-18	33	50	6
1994	1128	4,64	0,55	0,11	1,12	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	0,45	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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	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>Langjærn (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	11.0	36	40	18	13	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	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>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	
<b>Dalelva (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	
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	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	A/R µg L <sup>-1</sup>	A/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>	NH <sub>4</sub> 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>
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

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

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>	A/R µg L <sup>-1</sup>	A/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>	NH <sub>4</sub> 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>
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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

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>	AlR µg L <sup>-1</sup>	AlI 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>	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>
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

## Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr

Tabell F1. Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 1-sjøer (overvåkes årlig). x: 2008 og tidligere, +: ikke i 2008, men tidligere, o: kun i 2008. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.  
\* Andre undersøkelser: I-1: Eie (1982), Dervo & Halvorsen (1989), Halvorsen & Papinska (1997), G. Halvorsen pers. medd.; IV-3: Walseng et al. (2001).

Lokalitet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	I-1*	II-10	IV-3*	IV-6	V-1	V-4	VI-3	VII-4	VII-8	VIII-1
	Atnsj	Ø Jerpetj	Bjorvatn	L Hovv	Saudland	Ljosv	Røyrvav	Markhusdv	Nystølvsv	Svartdalsv
<b>Cladocera</b>										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	+		x	x	x		+	x		
Latona setifera (O.F.M.)			+	x			x	x		
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	+	
Holopedium gibberum Zaddach	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	+		x	x	x					
Daphnia longispina (O.F.M.)	x				x					+
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	+	x	x	+	x	+	+	
Simocephalus vetula (O.F.M.)	+		x		+					
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)		x	+	x	+	x	x	x		
Illocryptus acutifrons Sars			+							
Iliocryptus sordidus (Liév.)		+					+			
Lathonura rectirostris (O.F.M.)			+							
Ophryoxus gracilis Sars	x	x	x		+	+				
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)			x	o	+		+			+
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	+	x	x	+	x	+	+	+		
Alona intermedia Sars	+		x		x		+			
Alona quadrangularis (O.F.M.)			+		+					
Alona rustica Scott	+	x	+	x	x	x	x	x	x	+
Alonella excisa (Fischer)	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x
Alonella exigua (Fischer)			+							
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Camptocercus rectirostris Schoedler			+				+	+		
Chydorus gibbus Lilljeborg							+			
Chydorus latus Sars	+				+		+	+	+	+
Chydorus piger Sars		x	+		+	x	x	x		
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	+	+	x	+	x	+	x	x	x	+
Graptoleberis testudinaria (Sars)	+	x	+		+	+	+	x		
Monospilus dispar					x	+		x		
Pleuroxus laevis	+									
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	+	+	x		+					
Pseudochydorus globosus (Baird)	x		+				+			
Rhynchotalona falcata Sars	+	x	+	x	x	x	x	x		
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	+	x	+	x	x	+	+
Bythotrephes longimanus Leydig	x		x		x		+			
Leptodora kindti Focke			x							
<b>Copepoda</b>										
Eudiaptomus gracilis Sars			x	x	x	x	+	x		
Arctodiaptomus laticeps (Sars)	x									
Heterocope appendiculata Sars	1998									
Heterocope saliens (Lillj.)	x	x		x	+	x	x	x	+	
Calanoida indet.										+
Macrocyclops albidus (Jur.)	+	x	x		x	+	x	x	+	
Macrocyclops fuscus (Jur.)		x	x	x	x	x	x	x		
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)										1993

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

Lokalitet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	I-1*	II-10	IV-3*	IV-6	V-1	V-4	VI-3	VII-4	VII-8	VIII-1
	Atnsj	Ø Jerpetj	Bjorvatn	L Hovv	Saudland	Ljosv	Røyrvag	Markhusdv	Nystølv	Svartdalsv
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)	x	x	x	+	x	+	x	x	+	x
<i>Eucyclops speratus</i> (Lillj.)					+		+			
<i>Paracyclops affinis</i> Sars		x	+		x					
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisch.)			+		+		+	+		
<i>Cyclops abyssorum</i> S.L.				+					+	
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	x	x	x	+	x	+	x	+	x	x
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus)	+	+	+	+			+	x	x	x
<i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)		x	+		x	+			+	
<i>Megacyclops</i> sp.	+				+	+				
<i>Acanthocyclops capillatus</i> Sars	+	x		+				+		+
<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars	x	x	1992		x	x	x	x	+	x
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fisch.)	+		x	+		+	+	+	x	x
<i>Diacyclops languidus</i> (Sars)					x	+			+	
<i>Diacyclops nanus</i> (Sars)	+	x	+	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diacyclops</i> sp.									+	
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)		x	x		+	+				+
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)		+								
antall vannlopper 1996-2008	27	21	34	19	30	21	27	23	14	14
antall hoppekreps 1996-2008	12	13	14	10	15	13	12	12	12	9
antall krepsdyr totalt 1996-2008	39	34	48	29	45	34	39	35	26	23
antall krepsdyr i 2008	20	29	28	19	31	18	24	28	14	13



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

Tabell F2. Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 2-sjøer (overvåkes årlig). x: 2008 og tidligere, +: ikke i 2008, men tidligere, o: kun i 2008. Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår. \* Andre undersøkelser: II-12 (1977): Hobæk & Raddum (1980); III-1 (1940-tallet, 1986): Strøm (1944), Schartau (1987); III-5 (1978): Spikkeland (1980b); IV-9 (1989): Walseng (1990); X-5 (1990, 1993, 1995-96): Nøst et al. (1997).

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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2008 (TA-2546/2009)

Lokalitet	I-5 Stortj	II-2 Bredtj	II-12* Langtj	III-1* Rondv	III-5* Heddersv	IV-9* Songev	V-8 Lomstj	VII-6 Svartetj	IX-5 N Kaperd	X-5 Dalv
Paracyclops affinis Sars		x	+			+	x	+		
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)			+			+	+			
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			1980		+		+	
Megacycl. sp			+	+	+	+	+			
Acanthocyclops capillatus Sars	x		x			+	+		+	+
Acanthocyclops robustus Sars	+	x	+		+	x	x		+	+
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	+	+	+	+	x				x	+
Acanthocyclops sp.		+								
Diacyclops bicuspidatus (Sars)							+			
Diacyclops languidus (Sars)		+				o				
Diacyclops nanus (Sars)	+	x	x	+		+	x	x	+	x
Diacyclops sp.					+					
Mesocyclops leuckarti (Claus)			x			x	+	+		1993
antall vannlopper 1996-2008	24	26	28	11	19	37	28	26	21	21
antall hoppekreps 1996-2008	10	13	16	6	9	18	20	9	11	15
antall krepsdyr totalt 1996-2008	34	39	44	17	28	55	48	35	32	36
antall krepsdyr i 2008	20	26	28	8	15	37	29	27	19	20

Tabell F3. Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for tre innsjøer i region VI (Vestlandet-Sør) og tre innsjøer i region X (Øst-Finnmark), x: 2008 og tidligere, +: ikke i 2008, men tidligere, o: kun i 2008 (o angitt med fet type: arten er også registrert i tidligere undersøkelser i perioden 1994-1996). Registreringer i forbindelse med andre undersøkelser er angitt med siste registreringsår.

Lokalitet	VI-4*	VI-5*	VI-6	X-2*	X-3*	X-4*
	Risvatn	Flotavatn	I. Sørivatn	Otervatn	St. Skardv	F.Høgfj.
<b>Cladocera</b>						
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	o	o			o	
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	o			
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x	x
Daphnia galeata Sars					+	
Daphnia longispina (O.F.M.)					+	
Daphnia longiremis Sars				1990	+	
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)		o	o			
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)		+	x			
Iliocryptus sordidus (LIÉV)		+	+			
Ophryoxus gracilis Sars			x	o	+	o
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)				+		
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	+	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x	
Alona guttata Sars	x	o				
Alona intermedia Sars			o			
Alona rustica Scott	+	x	x		+	
Alonella excisa (Fischer)	x	x			+	
Alonella nana (Baird)	x	x	x		o	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x
Camptocercus redtirostris Schoedler						o
Chydorus piger Sars	+	o	+			
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x		x	x	x	x
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)		x	x			x
Graptoleberis testudinaria (Sars)	o		+			
Pseudochydorus globosus (Baird)						
Rhynchotalona falcata Sars	x	+		+		
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	o	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	1998	x		x		x
Leptodora kindti (Focke)						1990
<b>Copepoda</b>						
Eudiaptomus gracilis Sars		x	x			
Eudiaptomus graciloides (Lillj.)				x	x	
Hetercope appendiculata Sars				x	x	
Hetercope saliens (Lillj.)		x	x			
Macrocyclus albidus (Jur.)			o	+	x	
Macrocyclus fuscus (Jur.)			x			
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	o	+	+	+	1996	+
Cyclops abyssorum					+	
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x
Megacyclops viridis (jur.)					+	+
Acanthocyclops capillatus Sars				+	+	
Acanthocyclops robustus Sars	x	o	+		+	
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	o		o			x
Diacyclops nanus (Sars)	x	x	+	+	+	o
Mesocyclops leuckarti (Claus)		o				
antall vannlopper 1996-2008	17	19	18	12	15	12
antall hoppekrepser 1996-2008	5	7	9	7	10	5
antall krepsdyr totalt 1996-2008	22	26	27	19	25	17
antall krepsdyr i 2008	20	22	21	12	12	14



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

Utførende institusjoner NILU. NIVA. NINA. LFI-Unifob Miljøforskning	ISBN-nummer 978-82-577-5581-2
--	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Brit Lisa Skjelkvåle	Kontaktperson SFT Tor Johannessen	TA-nummer 2546/2009
		SPFO-nummer 1057/2009

	År 2009	Sidetall 163	SFTs kontraktnummer 6004057
--	------------	-----------------	--------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 5846-2009	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn (SFT) Direktoratet for naturforvaltning (DN)
--	--

<p><b>Forfatter(e)</b>                  Ann Kristin Schartau (NINA), Anne Merete Smelhus Sjøeng (NIVA), Arne Fjellheim (LFI-UNIFOB, UiB), Bjørn Walseng (NINA), Brit Lisa Skjelkvåle (NIVA), Godfred Anker Halvorsen (LFI-UNIFOB, UiB), Gunnar Halvorsen (NINA), Liv Bente Skancke (NIVA), Randi Saksgård (NINA), Sverre Solberg (NILU), Tore Høgåsen (NIVA), Trygve Hesthagen (NINA), Wenche Aas (NILU).</p>
---

<p><b>Tittel - norsk og engelsk</b>                  Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2008.                  Monitoring long-range transboundary air pollution. Effects 2008.</p>
--

<p><b>Sammendrag – summary</b>                  Rapporten presenterer resultater fra 2008 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 2008 from the national monitoring programmes on long-range transboundary air pollution.</p>
--

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



**Statens forurensningstilsyn**

Postboks 8100 Dep,  
0032 Oslo  
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00  
Telefaks: 22 67 67 06  
E-post: postmottak@sft.no  
www.sft.no

## Om SPFO

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. SFT er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

SPFO-rapport 1057/2009  
TA-2546/2009