



**Statlig program for forurensningsovervåking**  
Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

SPFO-rapport: 1036/2008  
TA-2439/2008  
ISBN 978-82-577-5401-3

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)  
Utførende institusjoner: NILU, NIVA, NINA, LFI-UNIFOB

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

**Rapport  
1036/2008**

Årsrapport – Effekter 2007



## 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. Gruppen består av følgende medlemmer: Tor Johannessen, SFT, Steinar Sandøy, DN, Kjetil Tørseth, NILU, Brit Lisa Skjelkvåle, NIVA, Ann Kristin Schartau og Trygve Hesthagen, NINA, og Gunnar G. Raddum, LFI-UNIFOB,UiB.

Denne rapporten presenterer resultatene for 2007 av effekter; virkninger på vann, fisk, bunndyr og zooplankton. Resultatene for tilførsler for 2007 presenteres i en egen rapport (SFT-rapport 1033/2008), 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 Gunnar G. Raddum (LFI-UNIFOB,UiB)

Oslo, september 2008

Brit Lisa Skjelkvåle  
Redaktør



## Innhold

<b>1.</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>Luft og nedbør</b> .....	<b>10</b>
2.1	Utslipp .....	10
2.2	Nedbørkjemi - våtavsetninger .....	10
2.3	Luftens innhold av forurensninger - tørravsetninger .....	14
2.4	Totalavsetning fra luft og nedbør .....	15
2.5	Bakkenær ozon .....	16
<b>3.</b>	<b>Vannkjemisk overvåking</b> .....	<b>18</b>
3.1	Presentasjon av det vannkjemiske overvåkingsprogrammet .....	18
3.1.1	Overvåking av innsjøer .....	18
3.1.2	Overvåking av elver .....	19
3.1.3	Overvåking i feltforskningsområder .....	19
3.2	Forholdene i feltforskningsområdene i 2007 .....	21
3.3	Trender i vannkjemi – innsjøer .....	35
3.4	Vannkjemiske trender i små vann på Jarfjordfjellet i Øst-Finnmark .....	48
3.5	Vannkjemiske trender i elver .....	52
3.6	Vannkjemiske trender i feltforskningsområdene .....	61
<b>4.</b>	<b>Vannbiologisk overvåking</b> .....	<b>70</b>
4.1	Presentasjon av det biologiske overvåkingsprogrammet .....	70
4.1.1	Bunndyr .....	73
4.1.2	Planktoniske og litorale krepsdyr .....	75
4.1.3	Fisk .....	76
4.2	Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene 2007 .....	77
4.2.1	Region I – Østlandet-Nord .....	77
4.2.2	Region II – Østlandet-Sør .....	79
4.2.3	Region III – Fjellregion Sør-Norge .....	80
4.2.4	Region IV - Sørlandet-Øst .....	82
4.2.5	Region V - Sørlandet-Vest .....	85
4.2.6	Region VI -Vestlandet-Sør .....	88
4.2.7	Region VII - Vestlandet-Nord .....	90
4.2.8	Region VIII - Midt-Norge .....	93
4.2.9	Region IX - Nord-Norge .....	93
4.2.10	Region X - Øst-Finnmark .....	94
4.3	Utvikling i forsuringsstatus .....	95
4.4	Biologi i rennende vann .....	103
4.4.1	Bunndyr .....	103
4.4.2	Ungfiskundersøkelser .....	109
<b>5.</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>113</b>
	<b>Vedlegg A. Inndeling av landet i regioner</b> .....	<b>116</b>
	<b>Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver</b> .....	<b>118</b>
	<b>Vedlegg C. Vannkjemiske målestasjoner</b> .....	<b>121</b>

<b>Vedlegg D. Observatører for vannprøver .....</b>	<b>125</b>
<b>Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi .....</b>	<b>126</b>
<b>Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr.....</b>	<b>153</b>

## Forsuringstatus i 2007

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

*Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 62-85 % fra 1980 til 2007. Nitrogenutslippene går også ned, i Sør-Norge har nitrat- og ammoniumkonsentrasjon i nedbør blitt redusert med hhv. 24-47% og 42-61% i samme tidsperiode. Konsentrasjon og avsetning av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i nedbør i 2007 er noe av det laveste som er observert siden målingene startet. Det samme er tilfelle for svovelforbindelser i luft. Endringene er i samsvar med de rapporterte endringer i utslipp i Europa.*

*Nedgangen i sulfatinnhold i elver og innsjøer er på 37-81% fra 1980-2007. På samme måte som for luft og nedbør, viser 2007 de laveste konsentrasjoner av sulfat i elver og innsjøer som er registrert. Forsuringssituasjonen i vann og vassdrag har vist en klar forbedring siden midten av 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og pH og nedgang i uorganisk aluminium (LAl, "giftig aluminium"). Endringene (nedgangen) i aluminium har imidlertid vært svært liten og i enkelte felt økende 120120 siden 2001.*

*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 viste en klar positiv utvikling i perioden 1990 – 2000. Dette resulterte i økt biologisk mangfold. I de senere år har den positive utviklingen stagnert noe. Gjenhenting av innsjøfaunaen er mindre markert i*

### Utslipp, luft og nedbør

Utslippene av svoveldioksid, nitrogenoksider og ammoniakk har blitt redusert i Europa med hhv. 57%, 25% og 26% fra 1990 til 2006 (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 Gøteborgprotokollen.

#### *Svovel og nitrogen*

Konsentrasjon og avsetning av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i nedbør i 2007 er noe av det laveste som er observert siden målingene startet. Det samme er tilfelle for svovelforbindelser i luft. Endringene 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 62 % og 85 % siden 1980 og mellom 39 % og 74 % siden 1990. Reduksjonene er for svoveldioksid med 1980 som referanseår, beregnet til å være mellom 82 % og 99 % (69-87% fra 1990), og for sulfat mellom 71 % og 78 % (49-56 % fra 1990). Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat i nedbør har en signifikant reduksjon, mellom 24 % og 47 % 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 42 % og 61 %, 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*

Målingene av bakkenært ozon viser generelt lave konsentrasjoner i 2007. Høyeste timemiddel i 2007 var  $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , målt på både Birkenes og Karasjok. Det er laveste årsmaksimum for landet som helhet, siden målingene startet på 1980-tallet. Andre indikatorer for ozoneksponering viste også lave nivåer i 2007, men noen av indikatorene er så nær atmosfærens bakgrunnsnivå at det er overskridelser hvert år. Timemiddelveier 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 (EUs ozondirektiv) ble imidlertid overskredet på 5 av 8 stasjoner i 2007. Det var ingen overskridelser av tålegrensene for vegetasjon, AOT40, på de norske bakgrunnsstasjonene i 2007.

### *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, Hurdal 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 forhøyede 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 på 37-81% fra 1980-2007. Nedgang i sulfat flatet noe ut fra 2001 til 2006, men for 2007 viser alle regioner av Norge de laveste konsentrasjoner i elver og innsjøer som er registrert så langt. Forsuringssituasjonen i vann og vassdrag har vist en klar forbedring gjennom hele 90-tallet, med økning i syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og pH og nedgang i uorganisk aluminium (LAI, "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 industri-utslipp på Kola, har vist en positiv utvikling.

Nitrat viser nedgang i alle regioner av landet. De laveste konsentrasjonene ble registrert i 2006 slik at det er en liten økning igjen fra 2006 til 2007.

I 2006 var det en markert økning i kalsium som ga utslag i en økning i ANC. I 2007 har kalsiumkonsentrasjonene igjen avtatt, noe som har medført at også ANC har avtatt fra 2006 til 2007. På tross av nedgangen i ANC i 2007 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 har vært relativt store år-til-år svingninger.

Uorganisk aluminium viser nær uendret konsentrasjonsnivå siden 2001 og enkelte felt viser til og med en svak økning. Dette er interessant fordi nivået av aluminium er kritisk for biologien, og dermed også for den biologiske gjenhenting som følger i den biologiske delen av overvåkingsprogrammet.

Økningen i organisk karbon (TOC), som ble registrert i perioden fra 1989 til 2001, har flatet noe ut frem til 2007. De høyeste gjennomsnittsverdiene registrert så langt i overvåkingen ble imidlertid registrert 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, Ognå, Vikedal, Gaular og Nausta i over 20 år og i Vosso fra 1993. De lengste 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 vannkjemisk og respons av følsomme 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 koloniserer 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 2007 ble det gjennomført bunndyrundersøkelser i fire vassdrag; Farsund, Vikedal, Gaular og Nausta. Resultatene fra 2007 viser at skadene i Vikedalsvassdraget var blitt markert større enn forrige undersøkelse. Situasjonen i de andre undersøkte vassdragene var noenlunde lik forrige undersøkelse.

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. 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 2007 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 inkludert Øst-Finnmark, er invertebratsamfunnene i de fleste tilfellene ubetydelig skadet, men det finnes også noen innsjøer som vurderes til litt forsuringsskadet.

Totalt sett er det små endringer over de tolv årene overvåkingen har pågått. For tre av innsjøene er endringene 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 forsurede 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 har blitt tilfredsstillende kan det ta flere år før en klar biologisk respons observeres.

### *Fisk*

Det biologiske innsjøprogrammet omfatter omkring 100 innsjøer. Fram til og med 2007 foreligger det data fra i alt 77 av disse innsjøene som har vært prøvofisket én eller flere ganger siden 1977. 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 fortsetter den positive utviklingen i tettheten av aureunger. 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 uendret, med en økning i tettheten i enkelte lokaliteter.

I 2007 ble ni innsjøer prøvofisket fordelt på regionene IV (n=4), V (n=1) og VII (n=4). I tillegg blir Atnsjøen (Lok. I-1) prøvofisket hvert år som en del av *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*.

## 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, jordkjemiske 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 døgnlige 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 2007 utført døgnlige 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 ulike prøvetakingsfrekvenser. 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.

I denne rapporten gis et sammendrag av resultatene for overvåkingen i 2007. En fullstendig gjennomgang av alle resultatene finnes i Aas *et al.* 2008.

### 2.1 Utslipp

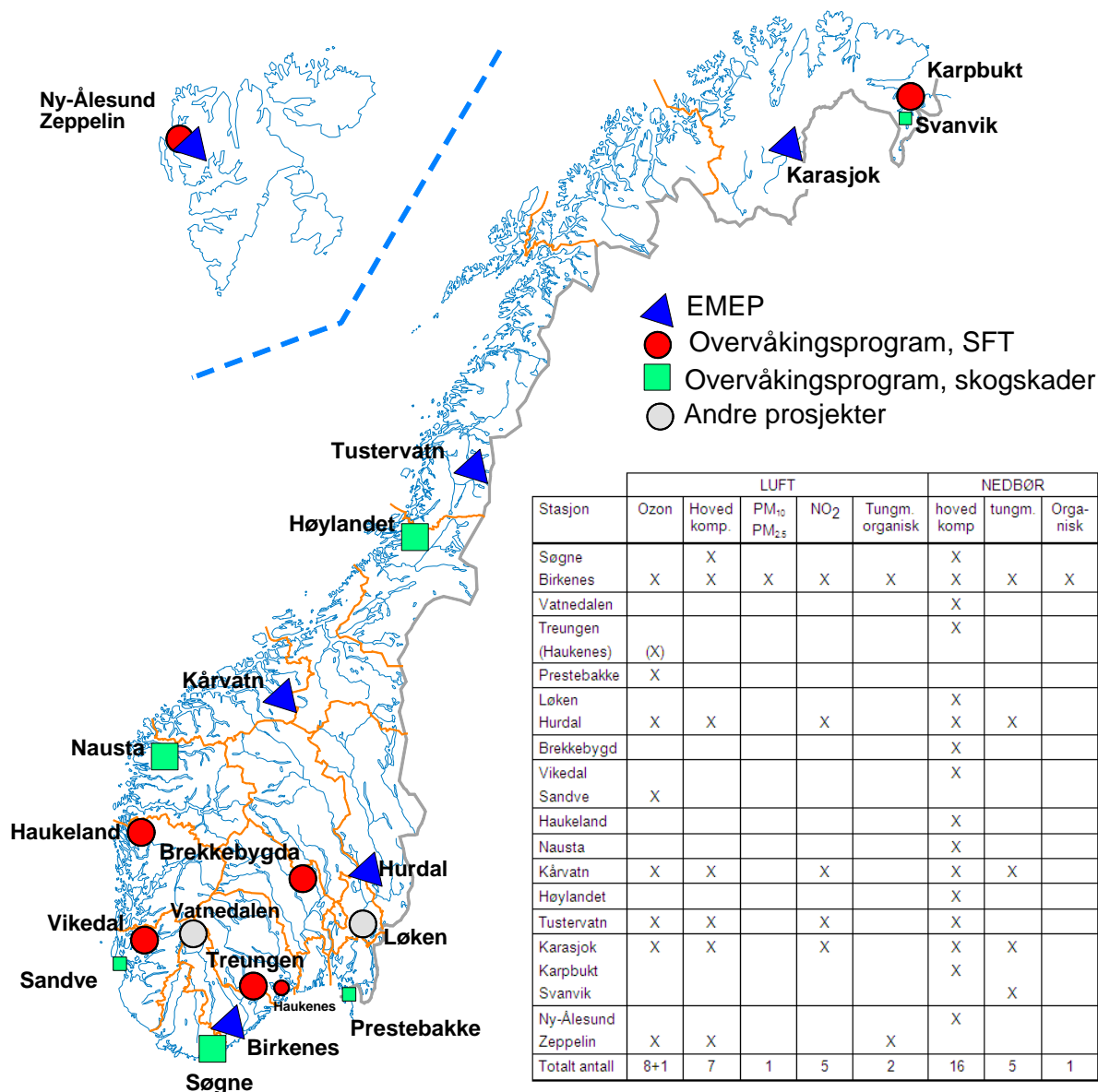
Utslipp av forurensninger til atmosfæren skjer fra en lang rekke naturlige og antropogene kilder. Forbrenning av fossilt brensel er den viktigste kilde til svoveldioksid og nitrogenoksider i Europa. I tidsrommet 1950-1970 var det en markert økning i utslippene av både svoveldioksid og nitrogenoksider, 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). Utslippsreduksjonen, spesielt for svovel, er en del høyere om man ser på hele perioden fra 1980 da utslippene var på sitt høyeste, men det er naturlig å sammenligne med 1990 da dette er referanseåret man bruker i Göteborg-protokollen. Dette er en multikomponent protokoll, og målsetningen er å redusere svovelutslippene i Norge 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 i nedbør (utenom bidraget fra sjøsalter) 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 2007 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 2007 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.

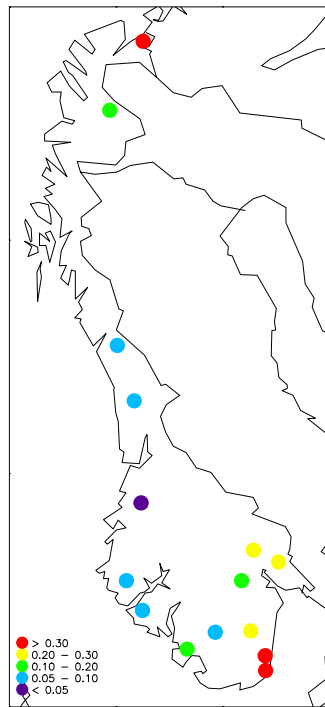
Konsentrasjonene av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i 2007 var gjennomgående lavere på alle stasjoner sammenlignet med tidligere år, med et par unntak. Våtavsetningen er markant lavere i 2007 på alle stasjoner. I et lengre tidsperspektiv har årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat og sterk syre avtatt betraktelig de siste 20 årene. Figur 3 viser veide gjennomsnittsverdier for 5 representative målesteder på Sørlandet og Østlandet, og man ser klart reduksjonen av nedbørens sulfatinnhold. Innholdet av nitrat og ammonium viser også noe lavere nivå.

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder. I perioden 1980-2007 var reduksjonen i sulfatkonsentrasjoner mellom 62 % og 85 %; fra 1990-2007 mellom 39 % og 74 % reduksjon. Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon mellom 24 % og 47 % på stasjonene i Sør-Norge. For ammonium har det vært en signifikant reduksjon ved nesten alle de samme målestasjonene utenom Vatnedalen og Kårvatn, mellom 42 % og 61 %. Man ser en økning av ammonium på enkelte stasjoner som sannsynligvis skyldes påvirkning av lokale utslipp. Nedgangen i nitrogen er signifikant også fra 1990, men noe lavere reduksjoner enn sammenlignet med 1980. Basekationer (representert ved kalsium) har også hatt en signifikant reduksjon på flere stasjoner.

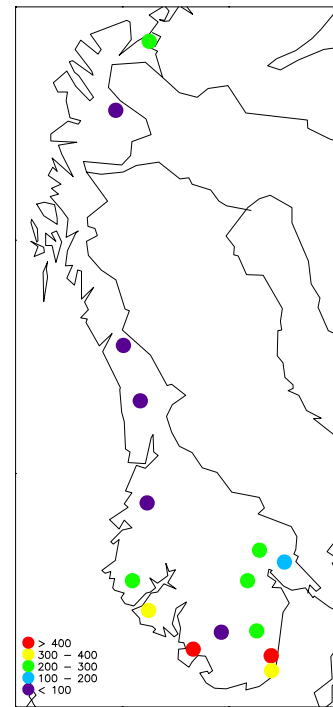


Figur 1. Lokalteter som inngår i overvåkingsprogrammet for atmosfærisk tilførsel og bakkenær ozon i 2007.

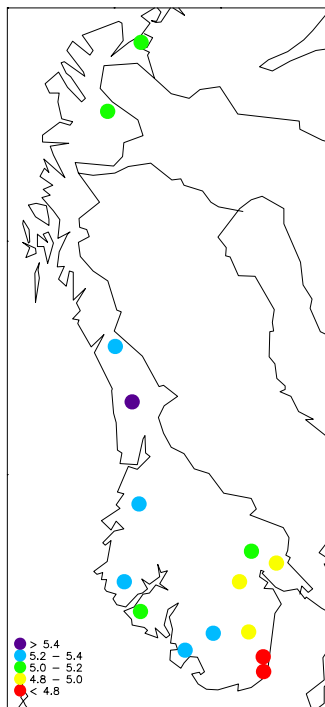
Sulfat –  
konsentrasjoner  
i nedbør 2007  
mg S/l



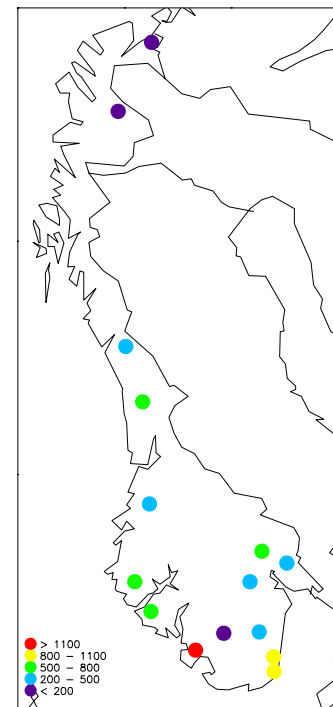
Sulfat –  
våtavsetning i  
nedbør 2007  
mg S/m<sup>2</sup>



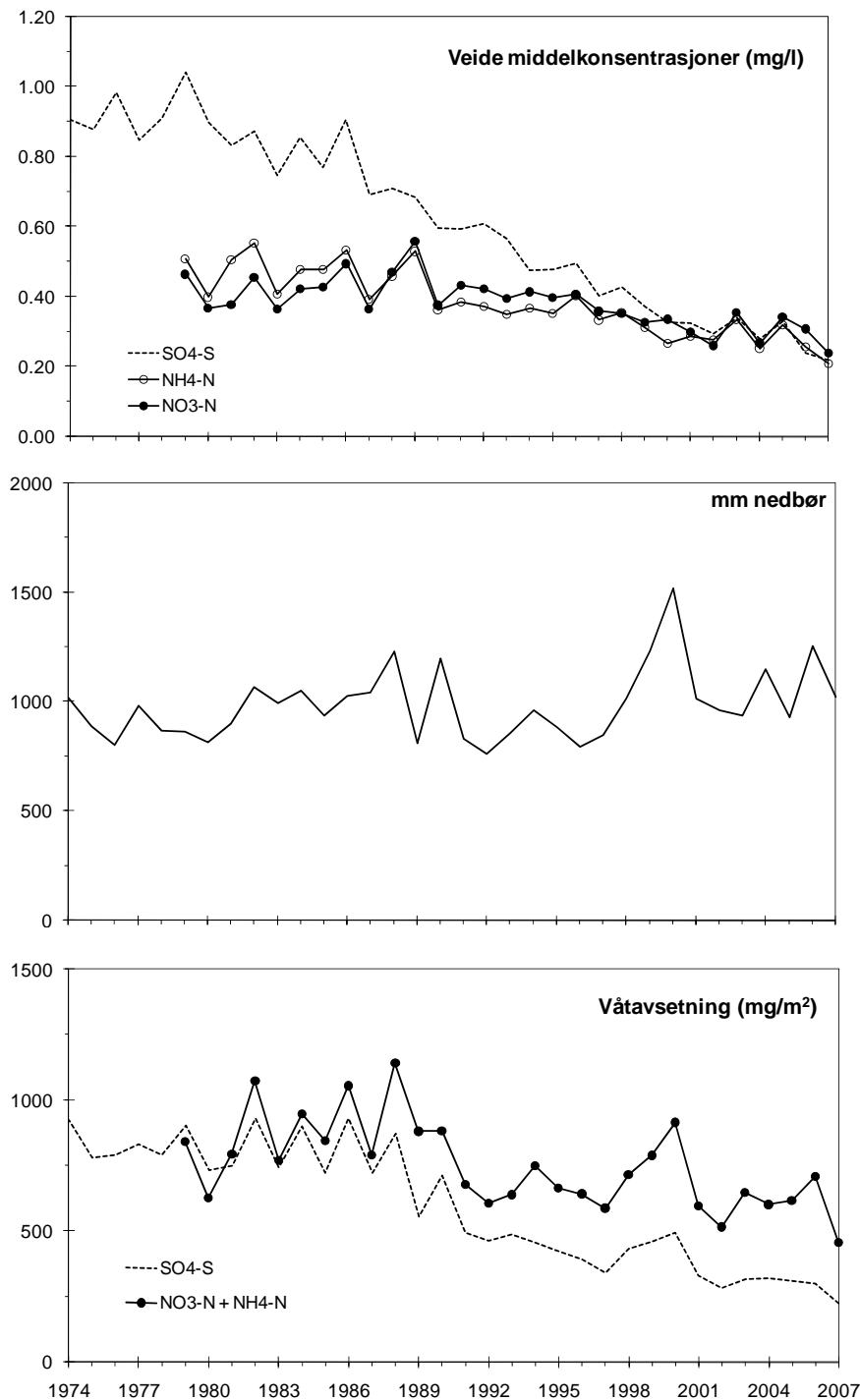
pH  
middelverdier  
2007



Sum nitrat og  
ammonium  
avsetning  
2007, mg N/m<sup>2</sup>



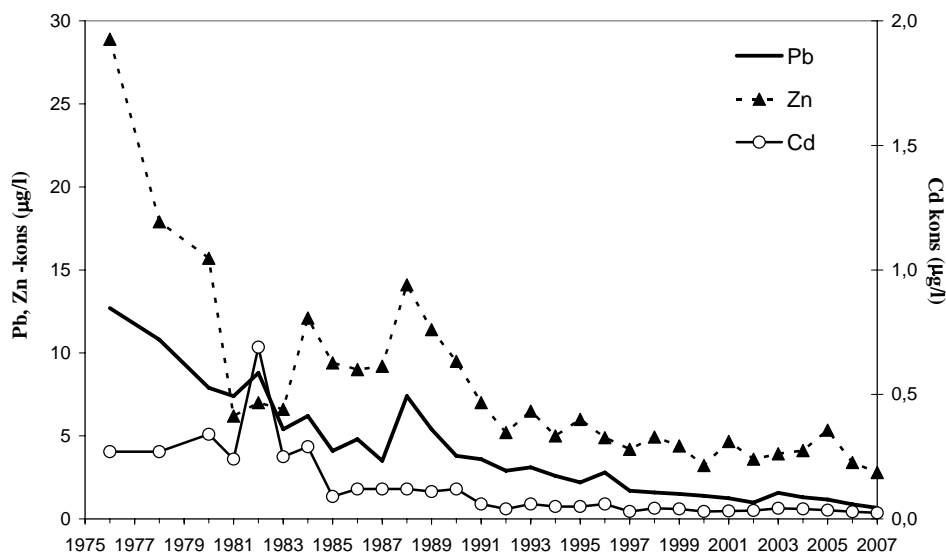
Figur 2. Middelkonsentrasjoner i nedbør av sulfat og pH, våtavsetning av sulfat og nitrat + ammonium på norske bakgrunnsstasjoner i 2007.



Figur 3. Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og ammonium, gjennomsnittlige årlige nedbørmengder og våtavsetninger av sulfat og nitrogenkomponenter fra 1974 til 2007 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 er det høyest på Svanvik. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med 60-80 % siden 1978. På Svanvik var det en periode fra 2000-2003 med forhøyede 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 Hurdal har steget noe de siste par årene, særlig markant er det på Svanvik med rekordhøyt nivå i 2007. Også for andre metaller (Ni, Cu og Co) er det en oppadgående trend på Svanvik.



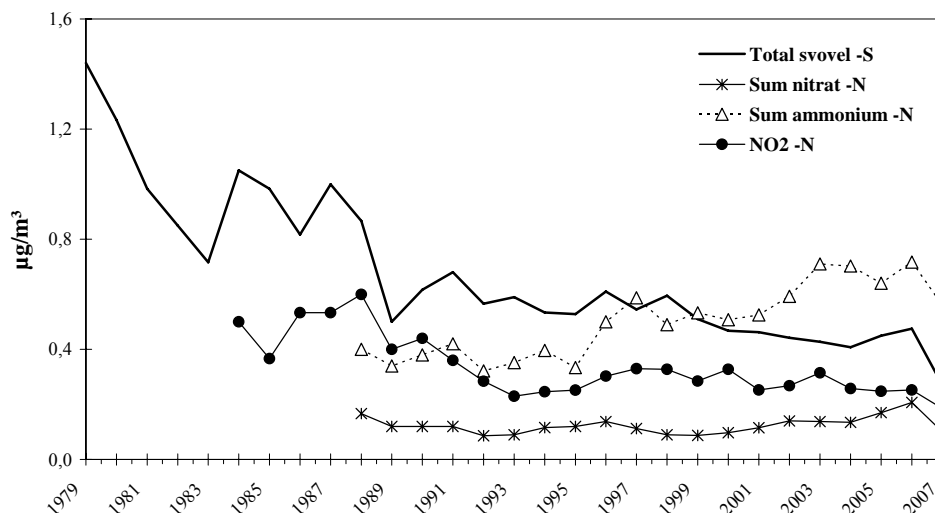
Figur 4. Middelskonsentrasjonene av bly, kadmium og sink i nedbør på Birkenes, Aust-Agder for årene 1976-2007.

### 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 0,21 µg S·m<sup>-3</sup> og Karasjok med 0,19 µg S·m<sup>-3</sup>. Høyeste døgnmidlet ble målt i Karasjok med 5,75 µg S·m<sup>-3</sup> 3. februar 2007, og trajektoriene for denne dagen viser også at luftmassene kommer fra Kolahalvøya. Høyeste årsmiddel av partikulært sulfat ble målt på Søgne (0,37 µg S m<sup>-3</sup>). Den høyeste episoden ble observert på Kårvatn 23.

september (3,74 µg S m<sup>-3</sup>). Det er uvanlig at Kårvatn observerer slike høye episoder. De høyeste døgnnivåene etter langtransportepisoder observeres vanligvis på Birkenes eller andre stasjoner i Sør-Norge. 23. september er en langtransportepisode fra Storbritannia, den observeres også på Tustervatn og Birkenes, dog mye mer svekket. Høyest NO<sub>2</sub>-nivå ble observert på Hurdal målestasjon med årsmiddel på 0,78 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 (9,84 µg N·m<sup>-3</sup>) 25. januar. Høyeste årsmiddelverdier for "sum nitrat" hadde Søgne med 0,23 µg N·m<sup>-3</sup>. Søgne hadde også høyest årsmiddel av "sum ammonium" (0,61 µg N·m<sup>-3</sup>) av de stasjonene med minimal lokal påvirkning. Tustervatn som er påvirket av lokal gårdsdrift, hadde et årsmiddel på 0,94 µg N m<sup>-3</sup>.

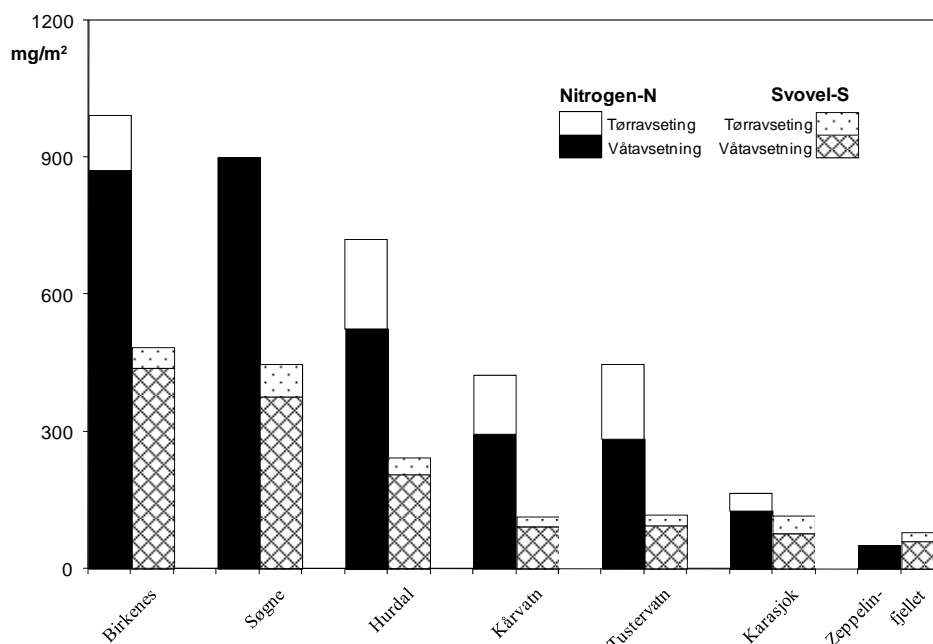
Reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår, er beregnet til å være mellom 82 % og 99 % (69-87 % fra 1990), og for sulfat mellom 71 % og 78 % (49-56 % fra 1990) på fastlands-Norge. Årsmiddelskonsentrasjonen av summen ammonium+ammoniakk i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet 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

Figur 6 viser at våtavsetningen bidrar mest til den totale avsetningen i alle landsdeler, unntatt i Finnmark. Tørravsetningsbidragene av nitrogenforbindelser på Tustervatn og Kårvatn skyldes delvis lokale ammoniakktutslipp. Tørravsetningsbidraget er kun beregnet for stasjonene med fullt måleprogram. Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetning var 12–27 % om sommeren og 5–11 % om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget meget høyt på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. På Karasjok er det hhv. 31 % tørravsetning om sommeren og 40 % om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.



Figur 6. Estimert totalavsetning (sum av våt- og tørravsetning) av svovel- og nitrogenforbindelser på norske bakrunnstasjoner i 2007.



## 2.5 Bakkenær ozon

De høyeste maksimumsverdiene i 2007 ble registrert på Birkenes ( $139 \mu\text{g m}^{-3}$ ) og Karasjok ( $139 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Dette er laveste årsmaksimum for landet som helhet, siden målingene startet på 1980-tallet.

Generelt viser ozonmålingene lave nivåer i 2007 sammenlignet med tidligere år, noe som viser betydningen av variasjoner fra et år til et annet i storskala meteorologiske forhold. Året før, i 2006, var ozonnivået uvanlig høyt i hele landet, Tabell 1.

Timemiddelverdier over  $100 \mu\text{g m}^{-3}$  ble målt på alle målestasjonene, og grenseverdien for helse med 8-timers middel på  $80 \mu\text{g m}^{-3}$  (SFTs grenseverdi) ble overskredet hyppig på alle stasjonene.

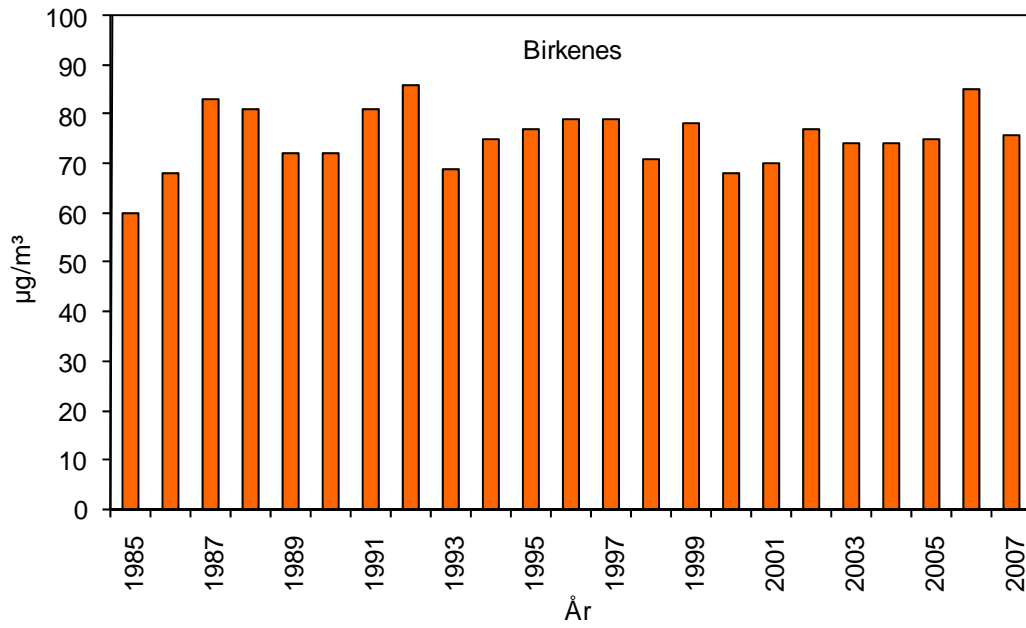
Grenseverdien på  $120 \mu\text{g m}^{-3}$  for løpende 8-timers middel (EUs ozondirektiv) ble imidlertid overskredet på 5 av 8 stasjoner i 2007.

Norske anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av plantevekst er de samme som tålegrensene fastsatt av ECE (1996) og EUs ozondirektiv. Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong. Grenseverdien på  $50 \mu\text{g m}^{-3}$  som 7-timers middel for kl. 09-16 i vekstsesongen (april-september) ble overskredet i hele landet i 2007. Middelveiden var størst på Birkenes ( $76 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Figur 7 viser 7-timers middelveiden for Birkenes i perioden 1985-2007. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden.

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 ikke overskredet på noen av målestasjonene i 2007. Høyest var verdien på Prestebakke med 2462 ppb-timer. Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog ble heller ikke overskredet på noen stasjoner i 2007.

Tabell 1. Overskridelser av grenseverdier for helse. Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn 100, 160 og  $180 \mu\text{g m}^{-3}$  i 2007. I 2007 var det ingen perioder med timemiddelverdier av ozon større 160 og  $180 \mu\text{g m}^{-3}$ .

Målested	Totalt antall		$100 \mu\text{g m}^{-3}$		$160 \mu\text{g m}^{-3}$		$180 \mu\text{g m}^{-3}$		Høyeste timemiddelverdi	Dato
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g/m}^3$	
Prestebakke	8651	363	184	32					132.0	2007-06-08
Hurdal	8740	365	126	23					124.3	2007-03-30
Birkenes	8727	365	248	39					138.8	2007-03-30
Sandve	7739	328	117	19					126.1	2007-03-29
Kårvatn	8694	365	78	17					114.2	2007-04-15
Tustervatn	8702	365	163	20					126.8	2007-03-27
Karasjok	8743	365	152	16					138.6	2007-03-28
Zeppelinfjellet	8274	361	4	1					100.7	2007-04-13
Sum datoer		365		67						



Figur 7. Middelkonsentrasjon av ozon for 7 timer (kl. 09-16) i vekstsesongen (april-september) ved Birkenes i perioden 1985-2007.

### 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 forureningsbelastning. Hver av stasjonene som inngår i programmet i dag, er unik for hver av disse faktorene. Feltforskningsstasjonene er spesielt viktige for at vi skal forstå mekanismene i det som skjer ved 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 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. Etterhvert har en del av sjøene blitt byttet ut med nye, først og fremst fordi de er blitt kalket. I 1995 ble en ny innsjøundersøkelse gjennomført – "Regional innsjøundersøkelse 1995" (RIU95) (Skjelkvåle *et al.* 1996). På bakgrunn av ønske om å styrke innsjøundersøkelsen med flere innsjøer samt at mange innsjøer er "mistet" på grunn av kalking eller regulering, ble det i 1996 plukket ut ca. 100 sjøer fra innsjøene i RIU95 slik at vi fra 1995-2004 hadde ca. 200 innsjøer med i den årlige undersøkelsen. I 2004 ble disse sjøene igjen tatt ut pga av kutt i budsjettene.

Fra og med 2004 er innsjølokalteter i nasjonale sedimentundersøkelser, AMAP, biologisk og vannkjemisk overvåking av effekter gjennomgått en samordning, slik at det er mest mulig overlapp i lokaliteter mellom disse fire programmene. Det betyr at i 2004, 2005 og 2006 har det vært en utvidet innsjøundersøkelse ut over de 78 sjøene som blir rapportert her. Resultatene for den samordnede innsjøundersøkelsen er rapportert separat (Skjelkvåle *et al.* 2008). I tillegg til de 78 innsjøene som rapporteres mht tidstrender, blir også ca 60 innsjøer overvåket for biologiske effekter. 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 2007 er vist i Figur 8. Innsjøene, som brukes til overvåking av forsuringsutviklingen, er valgt ut fordi de er sure (lav pH), har lavt innhold av basekationer (Ca, Mg, Na, K) og er lokalisert slik at de ikke er påvirket av lokal forurensning eller lokale forhold i nedbørfeltet slik som kalking, hogst, beiting osv. Vannkjemien i overvåkingsinnsjøene reflekterer disse utvalgskriteriene. I overvåkingsinnsjøene er pH og ANC lavere enn middelverdien for den totale innsjøpopulasjonen i Norge og også lavere enn middelkonsentrasjonen for populasjonen i hver enkelt av regionene, mens sulfat, nitrat og labilt aluminium er høyere (SFT 1997). Det samme gjelder klorid og TOC. Middelverdien for basekationer er noe høyere for Sørlandet og Vestlandet i overvåkingsinnsjøene enn for middelverdien av den totale populasjonen av innsjøer i området.

Fra 1999 rapporteres resultatene fra innsjøene fordelt på ti regioner (se Vedlegg A for inndeling av regioner). Antall innsjøer og hvordan de fordeler seg, er vist i Tabell 2. Alle analyseresultater for 2007 og årlige middelverdier for innsjøer fordelt på geografiske regioner for perioden 1986-2007, er presentert i Vedlegg E.

### 3.1.2 Overvåking av elver

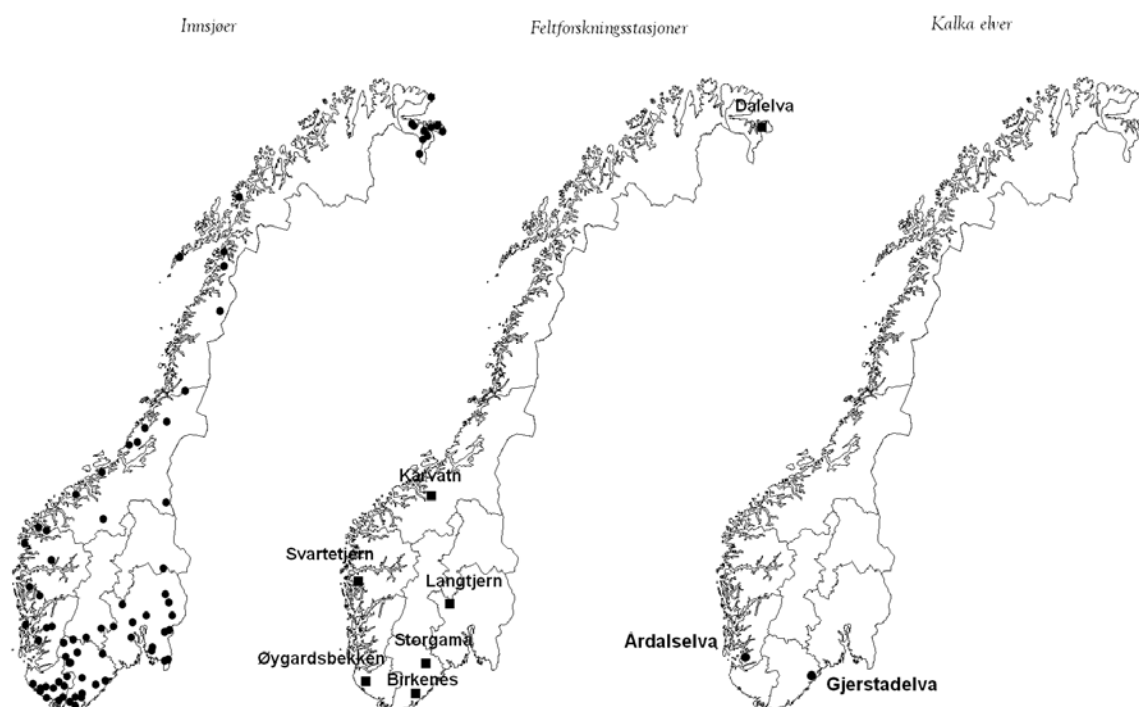
Direktoratet for naturforvaltning (DN) (tidligere DVF) startet i 1965 rutinemessig innsamling og analyse av vannprøver fra fire elver på Sørlandet. I de følgende år ble antall elver stadig utvidet. Da overvåkingsprogrammet startet i 1980 ble det valgt ut 20 elver i samråd med DN på grunnlag av kjemisk 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 2007 samt årlige middelverdier for perioden 1980-2007 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 2007 samt veide årlige middelverdier for perioden 1980-2007, er presentert i Vedlegg E.



Figur 8. Lokalisering av alle de undersøkte lokalitetene i 2007 (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	Prøvetaksingssted	Nedbørf. km <sup>2</sup>	Kalking
Aust-Agder	Gjerstadelva	IV	3.1	018.3Z	Søndeleddammen	380	Noe kalking i nedbørfeltet
Rogaland	Årdalselva	VI	26.1	033.Z	Årdal	551	Sandvatn kalket siden 1998

Tabell 4. Karakteristiske data for feltforskningsområdene. Normal årsnedbør (1961-1990) er hentet fra nærmeste met.no stasjon (se tekst). Tallene i parentes under midlere avrenning for Kårvatn, Dalelva og Øygardsbekken angir startår for avrenningsmålingene ved disse stasjonene. Det er ingen vannføringsmålinger for Svartetjern.

	Birkenes	Storgama	Langtjern	Kårvatn	Dalelva	Svarte- tjern	Øygards- bekken
Kode	BIE01	STE01	LAE01	KAE01	DALELV	SVART01	OVELV19-23
Fylke	Aust-Agder	Telemark	Buskerud	Møre og Romsdal	Finnmark	Hordaland	Rogaland
<b>Region</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>VIII</b>	<b>X</b>	<b>VI</b>	<b>V</b>
<b>Dataserier</b>	Fra 1973, mangler 1979 og 1984	fra 1975, mangler 1979	fra 1974, mangler 1984 og 1985	fra 1978, mangler 1985	fra 1989	fra 1994	fra 1993
Areal (km <sup>2</sup> )	0,41	0,6	4,8	25	3,2	0,57	2,55
Høyde over havet (m)	200-300	580-690	510-750	200-1375	0-241	302-754	185-544
<b>Middelverdier</b>							
Normal årsnedbør (1961-90) (mm)	1490	994	747	1547	500	3537	2816
Midl.avrenning (1974-2007) (mm)	1127	922	597	1868 (1980)	420 (1991)	-	2085 (1993)
<b>Arealfordeling (%)</b>							
Bart fjell, hei, tynt jorddekke	3	59	74	76	61	17.4	83
Myr	7	22	16	2	4		6
Skog, tykkere jorddekke	90	11	5	18	20	68.4	4
Vann	-	8	5	4	15	14	7
Dominerende berggrunn	granitt, biotitt	granitt	gneis	gneis, kvartsitt	glimmer- skifer, gneis	glimmer- gneis	gneis, migmatitt, anorthositt

### 3.2 Forholdene i feltforskningsområdene i 2007

Med unntak av Dalelva (Øst Finnmark) der ikke-marin sulfat har stabilisert seg omkring 60  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  de siste fem år, fortsetter nedgangen i ikke-marin sulfat i feltforskningsområdene. 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 sjøaltepisoder. I 2007 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 etter hvert. Selv om ANC i Langtjern ser ut til å ha stabilisert seg på rundt 40  $\mu\text{g L}^{-1}$  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.

#### Birkenes (Aust-Agder)

Birkenes-feltet er lite (0,41 km<sup>2</sup>) og dominert av ca. 80 år gammel granskog (*Picea abies* L.). Feltet ligger omtrent 20 km fra kysten, i høydesjiktet mellom 200-300 m.o.h. Feltet har en hoveddal (Vestre Tveitdalen) og en mindre dal (Langemyrdalen) høyere oppe i feltet. Berggrunnen er granittisk og jordsmonnet består hovedsakelig av podsol og brunjord over morene. Langs bekken i bunnen av dalen er det utviklet myrjord. Prøvetakingsstasjonen ligger ved et V-overløp, hvor det også måles

vannføring. Birkenes-feltet har ofte lite eller ingen snø. Det er derfor vanlig med smelteepisoder og småflommer i løpet av vinteren. Andre karakteristiske trekk for Birkenes er varierende størrelse på snøsmeltingsflommen om våren, jevnlig tørkeepisoder om sommeren og hyppige nedbørepisoder om høsten. Maksimum- eller minimumkonsentrasjoner av kjemiske komponenter opptrer vanligvis under slike hydrologiske ekstremperioder.

Forurensningsbelastningen i Birkenes-feltet er høy; årlig avsetning (våt + tørr) av sulfat de siste fem årene har ligget rundt  $0,5-0,7 \text{ g S m}^{-2}$ , mens summen av nitrat og ammonium har variert i området  $1,0-1,7 \text{ g N m}^{-2}$ . Den nedre verdien for total S og N avsetning er målt i 2007, og er det laveste som hittil er registrert for dette området. Totalavsetningen av nitrogen varierer mye fra år til år, men det har likevel vært en signifikant nedgang av både svovel ( $p < 0,01$ ) og nitrogen ( $p < 0,05$ ) 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 (2005-2007) har vært hhv. 1241, 1833 og 1441 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Rislå (66 m.o.h.) er til sammenligning 1490 mm, slik at 2007 kan regnes som et normalår i forhold til nedbørmengder.

Birkenes-feltet må karakteriseres som betydelig forsuret. Med veide årsmiddelkonsentrasjoner av ikke-marin sulfat mellom  $41$  og  $52 \mu\text{eq L}^{-1}$  de siste tre årene, er det bare Dalelva blant feltforskningsstasjonene som har høyere verdier. Vannkvalitetsforbedring gjennom mesteparten av 1990-tallet ser ut til å fortsette også etter 2000, selv om trenden har flatet noe ut. I 2007 lå veide årsmidler for ANC, pH og labilt Al på hhv.  $-22 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ,  $4,7$  og  $201 \mu\text{g L}^{-1}$ .

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2005-2007 er vist i Figur 9. Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat varierer vanligvis relativt lite gjennom året i Birkenes-feltet hvilket også er tilfelle i 2007, 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. De siste tre årene (2005-2007) har hatt årsmiddelkonsentrasjoner av nitrat på  $99-128 \mu\text{g N L}^{-1}$ , der høyeste verdien var for 2007. En stor høsttopp i 2007 bidrar blant annet til den noe høyere middelkonsentrasjonen i 2007 sammenliknet med de to foregående årene.

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 siste tre årene, var en ekstremverdi ( $32,3 \text{ mg L}^{-1}$ ) målt i løpet av en tørkeperiode sommeren 2006. Ellers varierer konsentrasjonene i intervallet  $2,4-16,4 \text{ mg L}^{-1}$ .

pH i Birkenes fluktuerer stort sett mellom  $4,5$  og  $5,5$  og viser mindre sesongvariasjon enn for eksempel nitrat og TOC. Veid årsmiddel-pH i 2005-2007 var  $4,58-4,70$ , og dette viser at vannet fortsatt er svært surt. Første halvdel av januar 2005 var preget av kraftige sjøsaltepisoder på Sørlandet og Vestlandet (Hindar og Enge 2006). Mens det var relativt beskjedne effekter på pH av sjøsaltepisodene, viste konsentrasjonene av labilt (uorganisk) aluminium en tydelig respons med maksimalkonsentrasjoner opp mot  $380 \mu\text{g L}^{-1}$ . På tross av en halvering av labilt Al siden 1990, har Birkenes fremdeles kronisk høye konsentrasjoner som langt overskrider grensen for biologiske skadevirkninger. Videre har årsmiddelkonsentrasjonen av labilt aluminium de siste fem årene vist en gradvis økning fra minimum for hele overvåkingsperioden på  $159 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2001 til  $201 \mu\text{g L}^{-1}$  i 2007, uten at vi har noen god forklaring på det.

### **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> i samme periode. 2007 har de laveste registrerte verdiene i overvåkingen for både S og N avsetning på samme måte som for Birkenes. Det har vært en signifikant nedgang i avsetningen av svovel ( $p < 0,01$ ) siden 1985 (Mann-Kendall test, årlige middelveier). Årsavsetningen av nitrogen har vært mer variabel enn for svovel gjennom overvåkingsperioden, og siden 1985 har det vært en signifikant negativ trend i avsetning av nitrat ( $p < 0,05$ ) men ikke for ammonium. Nedbørmengdene ved Treungen de siste tre årene (2005-2007) har vært hhv. 897, 1522 og 1006 mm. Normalnedbør (1961-90) på nærmeste met.no stasjon Tveitsund (252 m.o.h.) er til sammenligning 994 mm, slik at 2007 må sies å være et normalår for nedbør også i Storgama.

Storgama karakteriseres som betydelig forsuret, om enn i noe mindre grad enn Birkenes. Veid middel-pH i 2007 var som i 2006 på 4,9, og ANC var 12  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Sistnevnte er det høyeste som hittil er registrert i overvåkingen for denne stasjonen, så den positive utviklingen i ANC ser ut til å fortsette. Middelkonsentrasjonene av TOC i Storgama er omlag på nivå med Birkenes og har ligget stabilt rundt 5,8-6,1 mg L<sup>-1</sup> de siste fire årene. Storgama mobiliserer betydelig mindre aluminium enn Birkenes og har merkbart lavere konsentrasjoner av alle aluminiumsfraksjoner. Middelkonsentrasjonen av labilt Al var 34  $\mu\text{g L}^{-1}$  i 2007, som er omtrent det nivået det har stabilisert seg på de siste ti årene.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2005-2007 er vist i Figur 10. Det er ingen tydelig sesongvariasjon i pH slik som f.eks for 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 5,7. De høyeste verdiene er knyttet til en lengre tørrværsperiode sommeren 2006.

I motsetning til lave konsentrasjoner av labilt aluminium (LAl) gjennom hele 2006, økte konsentrasjonen utover sommeren og høsten i 2007 og nærmet seg samme nivå som i "sjøsaltvinteren" 2005. Tilsvarende var ANC positiv i hele 2006, men bikket under 0 i en periode vinteren 2007 på samme vis som i 2005. Sett i lys av disse episodene og relativt få eller korte 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 2007 fortsatte på det lave nivået som er registrert i løpet av de senere årene. Spesielt høstperioden i de tre årene 2005-2007 utmerker seg med lavere verdier enn tidligere. 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). De høyeste toppene opptrer vanligvis om vinteren eller i forbindelse med snøsmeltingen om våren.

### **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 0,3-0,5 g N m<sup>-2</sup>. Det har vært 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 (2005-2007) har vært hhv. 754, 934 og 1093 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 middel-pH har ligget jevnt mellom 4.9-5.0 de siste 10 årene. I 2007 var ANC 42 µekv L<sup>-1</sup> og labilt Al 33 µg L<sup>-1</sup>, og for sistnevnte er dette en økning fra 2006 som forsterker en svakt økende tendens som er observert de siste fem årene. Vi må helt tilbake til 1997 for å finne tilsvarende nivå for veid årsmiddel av labilt Al.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2005-2007 er vist i Figur 11. Den relativt lange og stabile vinteren, samt den markerte snøsmeltingsflommen preger 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 snøsmeltingen og et kraftig konsentrasjonsfall under- og rett etter toppen av snøsmeltingsflommen. 2007 var preget av en relativt regnfull sommer, men med mindre nedbør om høsten. Dette gir lavere verdier om sommeren og høsten for sulfat og nitrat, og høyere verdier for uorganisk aluminium. Dette ser ut til å gi en stabil økning i pH og ANC høsten og vinteren dette året, fremfor en nedgang i pH og et kraftig dropp i ANC som tidligere år.

Langtjern har den høyeste TOC-konsentrasjonen blant feltforskningsområdene. Dette reflekterer at nedbørfeltet har lav avrenning, mye skog og større andel av myr enn de andre feltene. Med en årsmiddelkonsentrasjon på 11,3 mg L<sup>-1</sup> i 2007 ser trenden med økende TOC-konsentrasjoner ut til å fortsette om enn noe svakere enn tidligere. Det høye innholdet av TOC i bekken har stor betydning for den relative fordelingen mellom organiske og uorganiske fraksjoner av f.eks. nitrogen og aluminium. Eksempelvis er andelen av organisk nitrogen og organisk (ikke-labilt) Al vesentlig høyere enn for Storgama og Birkenes, fordi vannet fra Langtjern inneholder omlag dobbelt så mye TOC som de nevnte feltene.

Selv om Langtjern stort sett har høye ANC-verdier (>40 µg L<sup>-1</sup>), forekommer det fremdeles episoder i bekkene med vannkvalitet som er for dårlig for overlevelse av fisk. Dette er spesielt knyttet til snøsmeltingen og til nedbørrike perioder om høsten, hvor konsentrasjonene av uorganisk aluminium (LAl) fortsatt når nivåer som er svært giftige for fisk. Eksempel på dette er høsten og vinteren 2007 med konsentrasjoner opp mot 80 µg L<sup>-1</sup>. Arbeider av Lydersen *et al.* (2004) og Hindar og Larssen (2005) viser at en i vannforekomster med mye organisk materiale bør korrigere ANC for TOC-bidraget (ANC<sub>oaa</sub>) før parameteren brukes til å definere vannkvalitetsgrenser for fisk og andre akvatiske organismer.

### **Kårvatn (Møre og Romsdal)**

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

Forurensningsbelastningen i Kårvatn er lav; årlig avsetning (våt + tørr) av sulfat de siste fem årene har ligget rundt 0,1-0,2 g S m<sup>-2</sup>, mens summen av nitrat og ammonium har variert i området 0,3-0,5 g N m<sup>-2</sup>. 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 middelveier). Nitrogenavsetningen viser ingen tilsvarende trend. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Kårvatn (210 m.o.h.) de siste tre årene (2005-2007) har vært hhv. 1733, 1218 og

1930 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 2007 var veid middel-pH 6,3, labilt Al  $2 \mu\text{g L}^{-1}$ , mens ANC var  $27 \mu\text{ekv L}^{-1}$  (en nedgang på  $7 \mu\text{ekv L}^{-1}$  fra 2006). Vannet ved Kårvatn er humusfattig, og middel-TOC i 2007 var  $0,8 \text{ mg C L}^{-1}$ . Den årlige nedbørmengden ved Kårvatn er vanligvis høy, slik at konsentrasjoner av forvitningsprodukter som kalsium og magnesium fortynnes i de store vannmengdene. Etter et relativt tørt år i 2006 var nedbørmengdene i 2007 på nivå med de høyest målte nedbørmengder (årene 1983 og 2004) i feltet.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2005-2007 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. Middelveid i 2007 ( $5 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) 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 november 2005 og oktober 2006. I 2007 varierte pH i området 6,0-6,6.

Konsentrasjonene av labilt Al er lave og ligger vanligvis under  $10 \mu\text{g L}^{-1}$ . Konsentrasjonen av nitrat er også moderat. Veid årsmiddel for nitrat i 2007 var på  $13 \mu\text{g L}^{-1}$ , en nedgang på  $10 \mu\text{g L}^{-1}$  sammenliknet med de to foregående årene, som trolig skyldes liten effekt av snøsmeltingen. Tatt i betraktning den lave nitrogenavsetningen i området, er den prosentvise nitratlekkasjen relativt høy. Dette er vanlig i fjellområder, hvor både skrint jordsmonn og vegetasjon har begrenset kapasitet til å holde tilbake nitrat (Sjøeng *et al.* 2007).

### **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 de siste fem årene ligget rundt  $0,2\text{-}0,3 \text{ g S m}^{-2}$ , og summen av nitrat og ammonium har ligget rundt  $0,1\text{-}0,2 \text{ g N m}^{-2}$ . 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 tydelige trender i våtavsetningen av svovel og nitrogen ved Karpbukt i måleperioden 1991-2007. Ved Svanvik ser det ut til å ha vært en nedgang i totalavsetningen av svovel i måleperioden 1987-2002 (Mann-Kendall test, årlige middelveidier,  $p < 0,05$ ), mens det ikke er noen tydelig trend for nitrogen. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon Karpbukt de siste tre årene (2005-2007) har vært hhv. 633, 506 og 678 mm. Normalnedbør (1961-90) på den nærliggende met.no stasjonen ved Karpbukt (12 m.o.h.) er til sammenligning 500 mm.

Konsentrasjonene av basekationer er forholdsvis høye i Dalelva, hvilket gjenspeiler relativ høy forvitringshastighet 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 2005-2007 er vist i Figur 13. Dalelva har vanligvis stabile kalde vintre med permanent snødekke og veldefinert snøsmeltingsperiode. Dette gjør at sesongvariasjon i avrenningsmønster og vannkjemi ofte viser lignende mønster fra år til år.

Årsmiddel-pH i Dalelva ser nå ut til å ha stabilisert seg på over 6,0 (6,2 i 2007). Likevel måles det årvisse pH-avtak ned mot 5,6-5,7 i forbindelse med snøsmeltingsflommen om våren. 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. I 2007 var det imidlertid gjennomgående lavere konsentrasjoner av basekationer enn 2006, og en nedgang under snøsmeltingen bidro til et samtidig dropp i ANC. Dette bidro til lavere årsmiddel for ANC i 2007 ( $52 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) sammenliknet med 2006.

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 i forbindelse med tørrværsperioder om sommeren. Det ble ikke registrert tilsvarende toppe i 2006 og 2007. Nitratkonsentrasjonene er generelt lave i vassdraget, med verdier omkring deteksjonsgrensen ( $1 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) i vekstsesongen og toppe opp mot  $70\text{-}100 \mu\text{g N L}^{-1}$  rett før snøsmelting. Den høyeste toppen i 2006 ( $100 \mu\text{g N L}^{-1}$ ) kom i forbindelse med lav vintervannføring som bidro til en oppkonsentrering av nitrogenforbindelser. Sammenhengen mellom klimafaktorer, flomdynamikk og nitrogenavrenning i Dalelva er tidligere vurdert av Kaste og Skjelkvåle (2002).

### **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  $0,4\text{-}0,8 \text{ g S m}^{-2}$ , mens summen av nitrat og ammonium har variert i området  $0,8\text{-}1,2 \text{ g N m}^{-2}$ . Det har vært 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 (2005-2007) har vært hhv. 4394, 3454 og 4124 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 2007 var 5,2, ANC  $2 \mu\text{ekv L}^{-1}$  og labilt Al  $36 \mu\text{g L}^{-1}$ . TOC-nivået i bekken er moderat, med årlige middelverdier i perioden 2005-2007 omkring  $2,8\text{-}3,1 \text{ mg C L}^{-1}$ . 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  $8 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2007, mens den var det dobbelte i både Langtjern og Storgama.

Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2005-2007 er vist i Figur 14. På grunn av sjøsaltpåvirkning, inntreffer det vanligvis en topp i kloridkonsentrasjonen i løpet av vinterhalvåret. Maksimal kloridkonsentrasjon i 2007 var på samme nivå som i 2005 som til dels var preget av kraftige sjøsaltepisoder (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltpåvirkningen i 2007 førte til en periode med kraftig fall i ANC ( $< 0 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og pH (minimum 4,86) om vinteren, og en økning i labilt Al (maksimum  $71 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

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 opp mot  $135 \mu\text{g N L}^{-1}$  vinteren 2006, var maksimalkonsentrasjonen tilbake til et mer normalt nivå vinteren 2007 ( $66 \mu\text{g N L}^{-1}$ ).

**Øygardsbekken (Rogaland)**

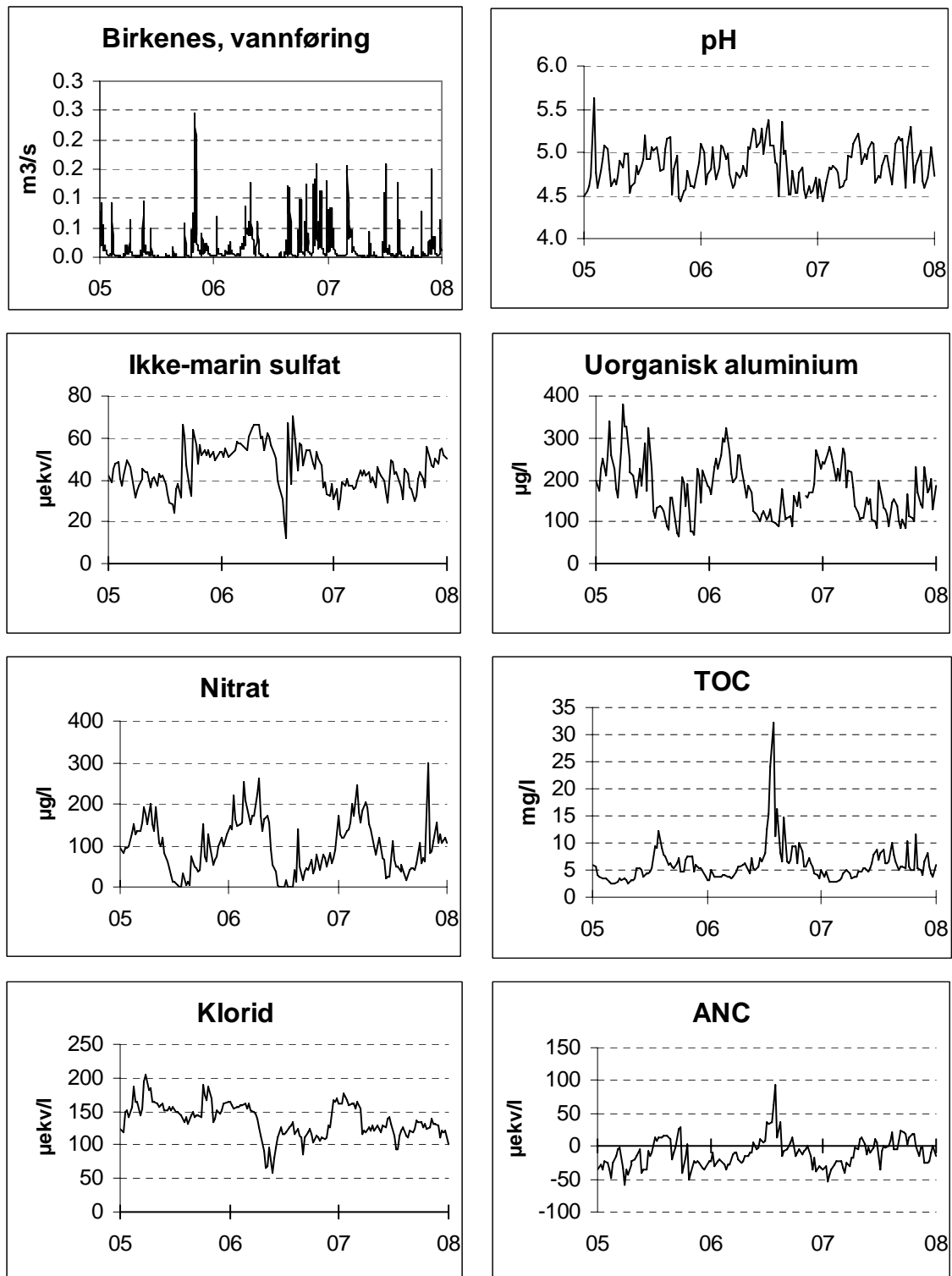
Øygardsbekken (2,55 km<sup>2</sup>) ligger i Bjerkreimsvassdraget som har utløp ved Egersund i Rogaland. Feltet ble opprettet i 1993 i forbindelse med prosjektet "Nitrogen fra fjell til fjord" (Henriksen og Hessen 1997) og har siden 1996 inngått i overvåkingsprogrammet. Øygardsbekken er typisk for heiområdene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

Nærmeste og mest representative bakgrunnsstasjon med kontinuerlig tidsserie for våt- og tørravsetning de senere årene 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. 0,4-0,7 g S m<sup>-2</sup> og 1,3-1,5 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), mens det ikke er noen klar trend mht. nitrogendeposisjon. Nedbørmengdene ved NILUs målestasjon i Vikedal de siste tre årene (2005-2007) har vært hhv. 3033, 2771 og 3147 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. Årlig 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 2007 var 5,2, ANC -8 µekv L<sup>-1</sup> og labilt Al 46 µg L<sup>-1</sup>. TOC-nivået er lavt, og veid middel de siste fem årene (2003-2007) har ligget i intervallet 1,5-1,7 mg C L<sup>-1</sup>. Øygardsbekken har høyest nitratkonsentrasjon av feltforskningsområdene, og årlig veid middel de siste tre årene har vært 118-162 µg N L<sup>-1</sup>. Middelverdien for 2007 er den laveste som er registrert i Øygardsbekken i løpet av de 15 årene feltet er overvåket. Årsaken til de generelt høye nitrogen-nivåene er stor atmosfærisk nitrogenavsetning kombinert med lav N-retensjonskapasitet i nedbørfeltet, trolig pga. en kombinasjon av mye nedbør (hurtig vanntransport i øvre jordlag) og sparsomt jordsmonn- og vegetasjonsdekke (Sjøeng *et al.* 2007).

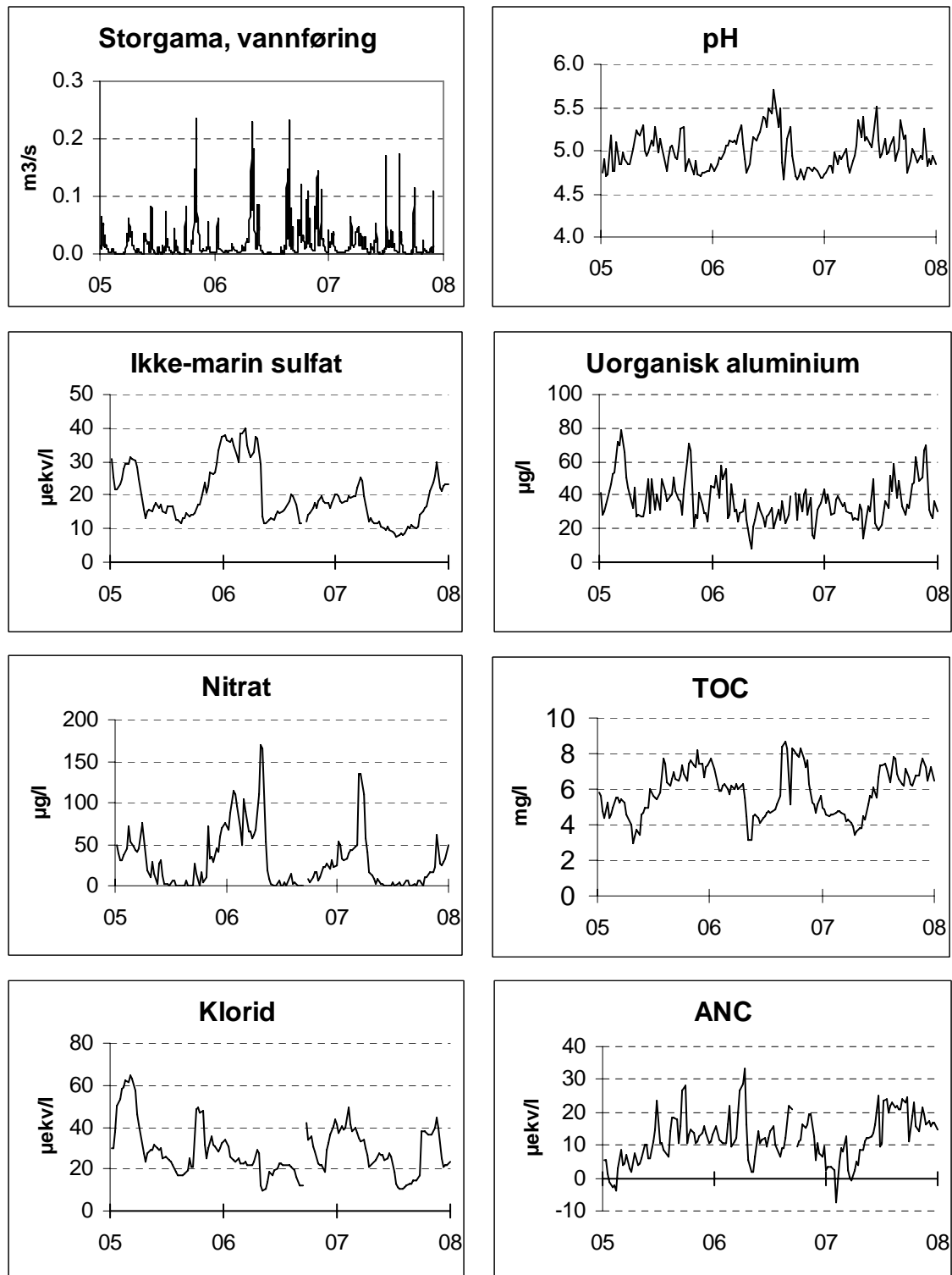
Årsvariasjon i avrenning og vannkjemi i perioden 2005-2007 er vist i Figur 15. Etter et år med generelt god vannkvalitet i 2006, var 2007 preget av sjøsaltepisoder på samme måte som i 2005 (Hindar og Enge 2006). Sjøsaltepisoden i 2007 satte tydelige spor på vannkvaliteten i Øygardsbekken i form av høye kloridkonsentrasjoner (opp mot 350 µekv L<sup>-1</sup>), lave pH-verdier (< 5,0) og høye konsentrasjoner av uorganisk Al (maks 123 µg L<sup>-1</sup>). I motsetning til i 2005 da en økning i basekationer forhindret enda lavere ANC-verdier, bidro sjøsaltepisoden i 2007 til ANC-verdier ned mot -40 µekv L<sup>-1</sup>.

### Birkenes 2005 - 2007



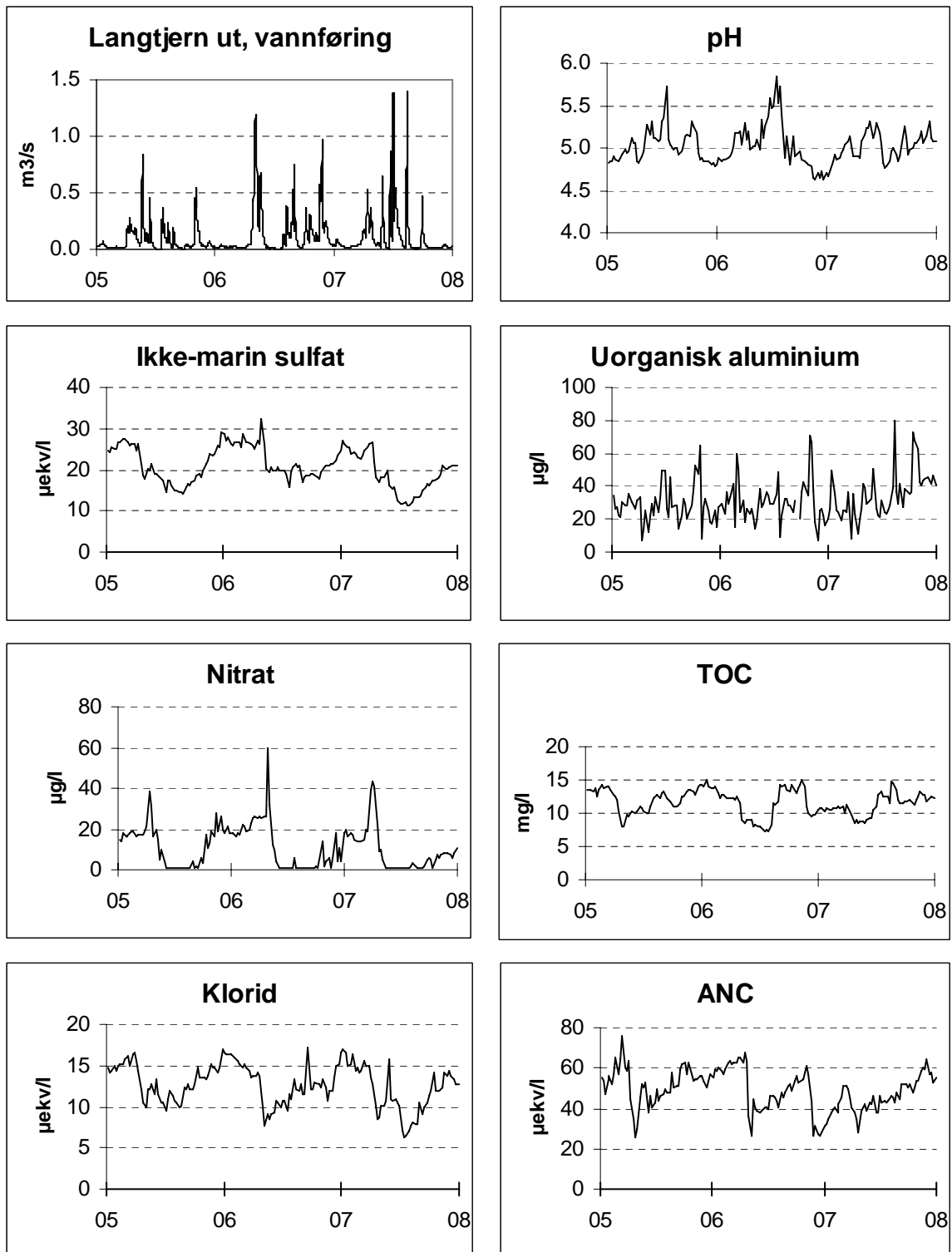
Figur 9. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Birkenes i perioden 2005-2007.

### Storgama 2005 - 2007



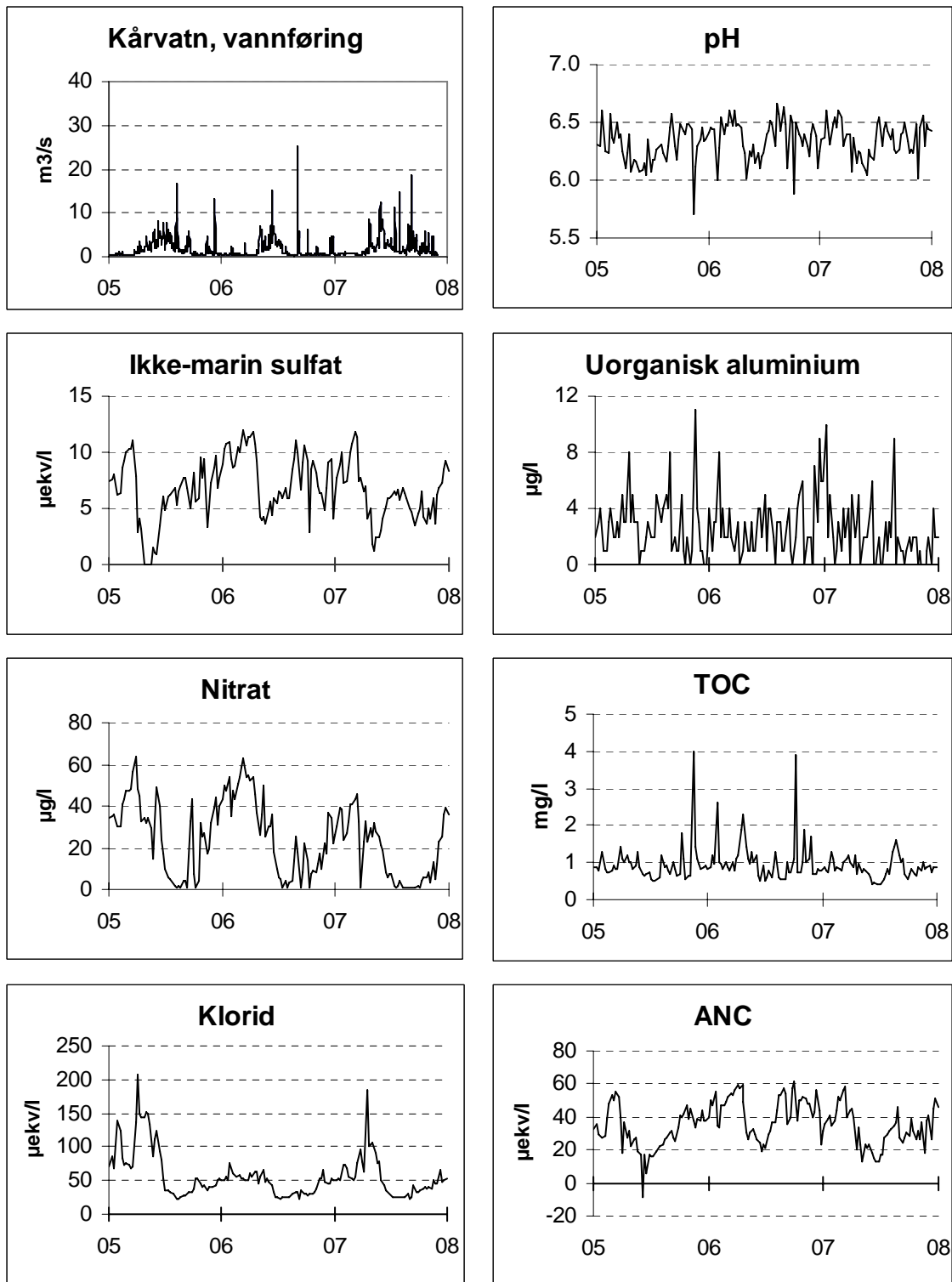
Figur 10. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Storgama i perioden 2005-2007.

### Langtjern ut 2005 - 2007



Figur 11. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Langtjern, utløp i perioden 2005-2007.

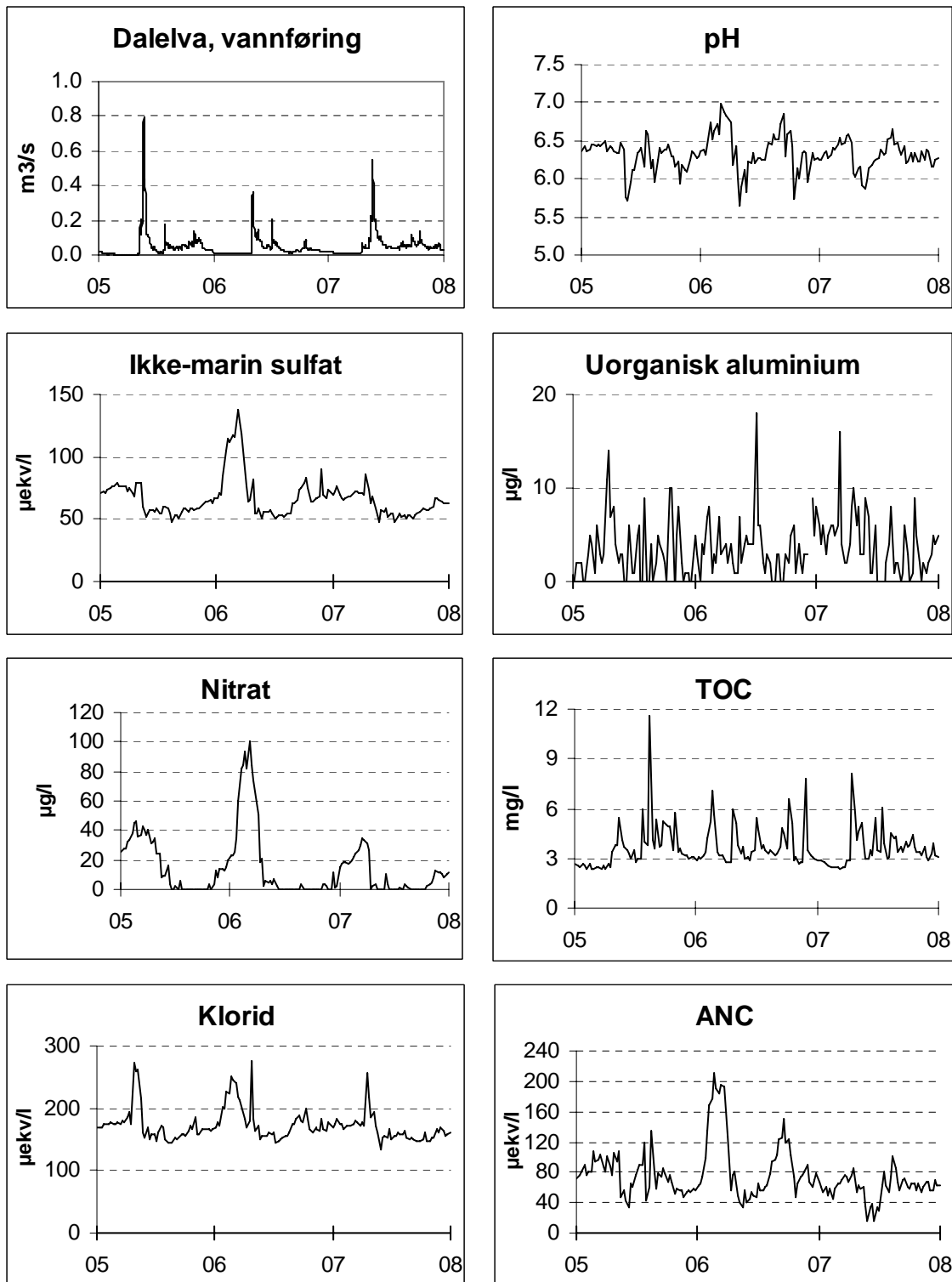
### Kårvatn 2005 - 2007



Figur 12. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Kårvatn i perioden 2005-2007.

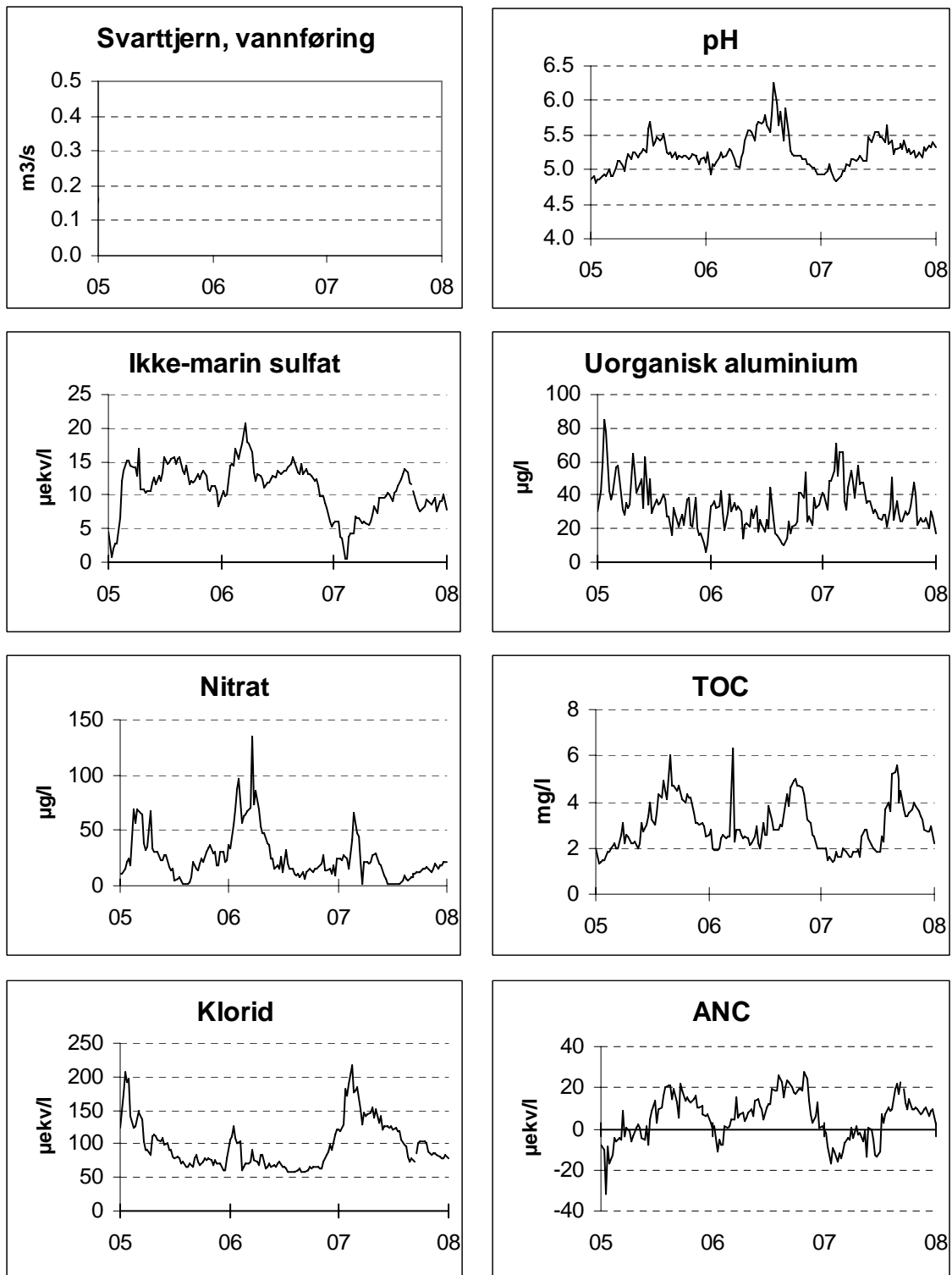


### Dalelva 2005 - 2007



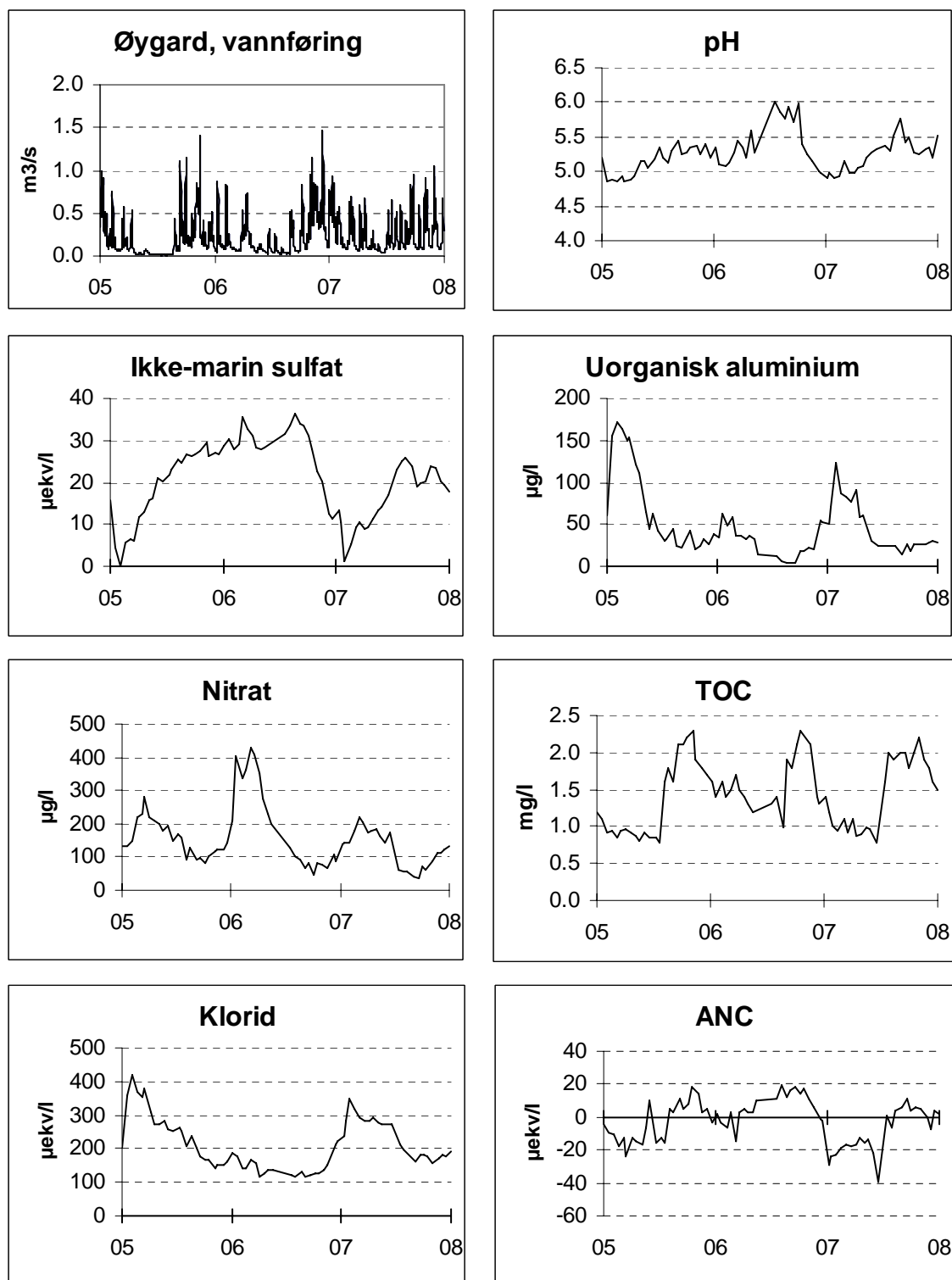
Figur 13. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Dalelva i perioden 2005-2007.

### Svartetjern 2005 - 2007



Figur 14. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Svartetjern i perioden 2005-2007. OBS! Ingen vannføringsstasjon

### Øygardsbekken 2005 - 2007



Figur 15. Sesongvariasjon i avrenning og konsentrasjon for ulike vannkjemiske parametere i Øygardsbekken i perioden 2005-2007.

### 3.3 Trender i vannkjemi – innsjøer

Nedgang i sulfat har flatet ut fra 2001 til 2006, men for hele Norge sett under ett er det igjen en markert nedgang fra 2006 til 2007. Nitrat viser nedgang i alle regioner av landet. De laveste konsentrasjonene ble registrert i 2006 slik at det er en liten økning igjen fra 2006 til 2007. I 2007 har kalsiumkonsentrasjonene igjen avtatt, noe som har medført at også ANC har avtatt fra 2006 til 2007. På tross av nedgangen i ANC i 2007 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 har vært relativt store år-til-år svingninger. Uorganisk aluminium viser nær uendret konsentrasjonsnivå siden 2001 og enkelte regioner viser til og med en svak økning. 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. Økningen i organisk karbon (TOC), som ble registrert i perioden fra 1989 til 2001, har flatet noe ut frem til 2007. De høyeste gjennomsnittsverdiene registrert hittil i overvåkingen ble imidlertid registrert i 2006.

Reduserte tilførsler av svovel gjennom luft og nedbør har hatt en markert innvirkning på konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i vann og vassdrag (Figur 17). Nedgangen i sulfat varierer fra 37 % for innsjøer i region X (Øst-Finnmark) til 70 % for innsjøer i region II (Østlandet-Sør) for perioden 1986-2007 (Tabell 5). I perioden 2001 til 2006 flatet nedgangen i sulfat i nedbør noe ut, men 2007 viser de hittil laveste konsentrasjonene av sulfat i luft og nedbør. I samme periode så vi også en tendens til utflating av sulfat i overvåkingslokalitetene, men 2007 viser igjen de laveste konsentrasjonene i sulfat som er registrert gjennom hele overvåkingsperioden og viser at det fortsatt er en nedadgående trend.

Deposisjon av nitrat og ammonium viser signifikant nedgang på flere av overvåkingsstasjonene. Innsjøovervåkingen viser generelt høyere nitrat-konsentrasjoner i årene før 1996 enn årene fra 1997 og frem til i dag (Figur 17). Fra 2005 til 2006 var det en kraftig nedgang i nitrat i flere av regionene i Sør-Norge, men det har økt litt igjen i 2007. De høyeste konsentrasjonene av nitrat i avrenningen måles i de områdene av Norge der nitrogen-deposisjonen er høyest (region V Sørlandet-Vest).

Tabell 5. Endring i ikke-marin sulfat per år i  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for perioden 1986 til 2007. Tallene er basert på lineær regresjon.

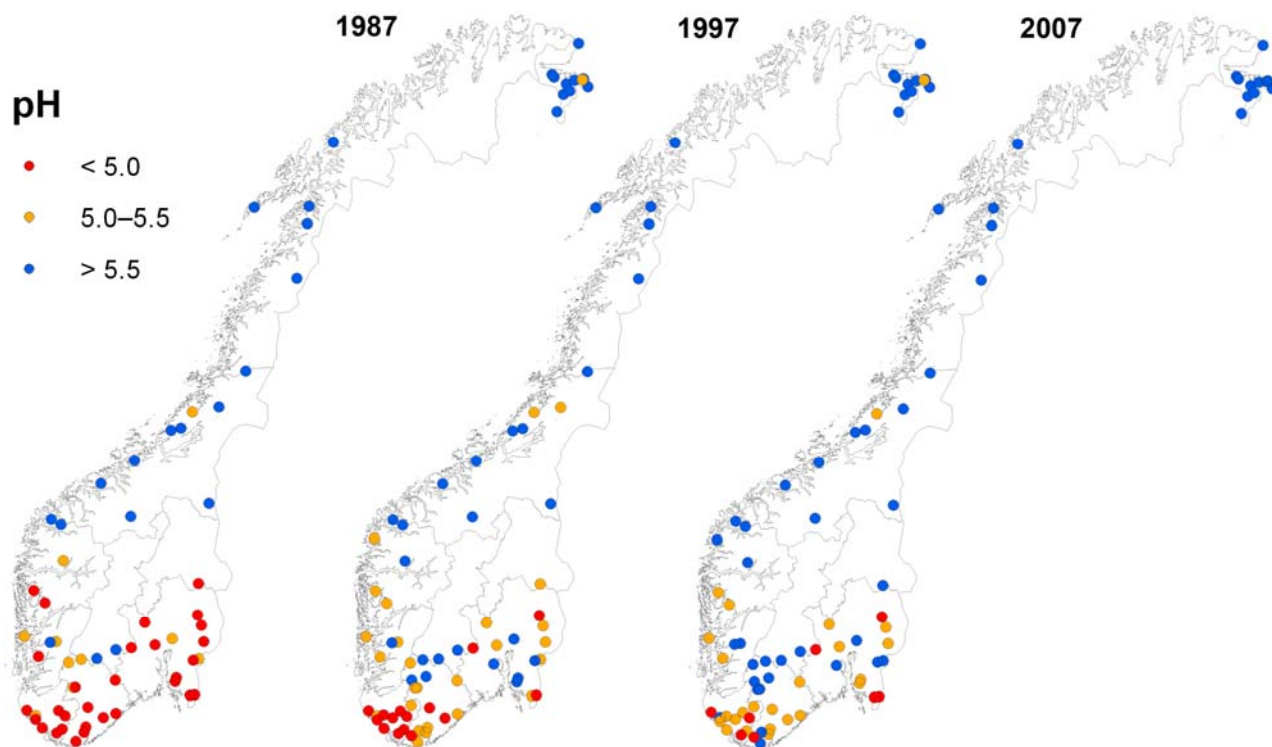
Innsjøer				
Region	Antall innsjøer	1986	2007	% endring fra 1986-2007
		SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	SO <sub>4</sub> * $\mu\text{ekv L}^{-1}$	
I. Østlandet - Nord	1	56	24	-58
II. Østlandet - Sør	15	99	30	-70
III. Fjellregion - Sør-Norge	3	36	12	-68
IV. Sørlandet - Øst	14	63	21	-67
V. Sørlandet - 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

Nedgangen i sulfat gjennom overvåkingsperioden har hatt en tydelig innvirkning på vannkjemien i alle lokalitetene innen overvåkingsprogrammet. Hele landet sett under ett (Figur 17) har vist en klar økning i pH (se også Figur 16), 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 forsuringsparametere 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 regionale trender. 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 0,05 - 0,20  $mg\ C\ L^{-1}$  per år fra 1990 til 2007.

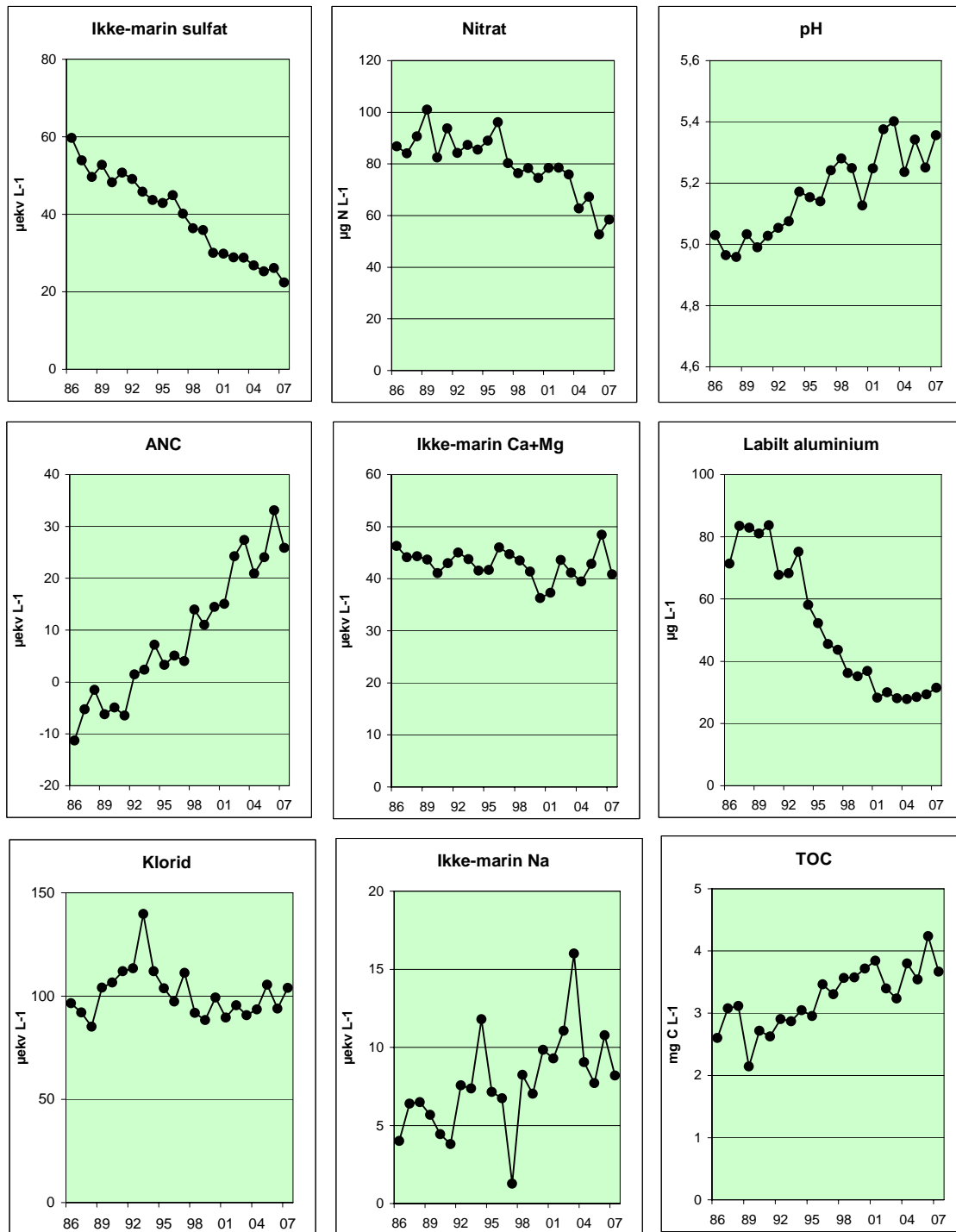
Tabell 6. Tosidig regional Kendall test og estimert trend for perioden 1990-2007. Verdiene angir estimert trend for de enkelte regioner. Signifikante resultater ( $p < 0,05$ ) vises i gult (avtagende) og blått (økende). Enheter for  $SO_4^*$ ,  $NO_3$ ,  $H^+$ , ikke-marine basekationer, alkalitet og ANC er  $\mu ekv\ L^{-1}\ år^{-1}$ , labilt Al  $\mu g\ L^{-1}\ år^{-1}$ , TOC  $mg\ C\ L^{-1}\ år^{-1}$ . n er totalt antall observasjoner i innsjøene i perioden (bare høstprøver).

Region	n	$SO_4^*$	$NO_3$	$H^+$	Ca+Mg*	Alkalitet	ANC	Labilt Al	TOC
I. Østlandet - Nord	18	-1,77	-0,03	-0,21	0,57	0,73	2,65	-0,33	0,20
II. Østlandet - Sør	261	-3,19	-0,09	-0,18	-0,83	0,00	2,70	-3,00	0,18
III. Fjellr. - Sør-Norge	51	-1,08	-0,24	-0,10	0,10	0,27	1,80	-1,25	0,02
IV. Sørlandet - Øst	249	-1,63	-0,21	-0,38	-0,12	0,00	1,98	-3,63	0,05
V. Sørlandet - Vest	195	-1,83	-0,28	-0,74	-0,06	0,00	2,72	-7,33	0,05
VI. Vestlandet - Sør	195	-1,83	-0,28	-0,74	-0,06	0,00	2,72	-7,33	0,05
VII. Vestlandet - Nord	53	-0,96	-0,14	-0,26	0,37	0,00	1,48	-1,29	0,01
VIII. Midt-Norge	90	-0,49	-0,07	-0,15	0,16	0,00	0,87	-0,82	0,00
IX. Nord-Norge	175	-0,36	-0,04	-0,03	0,50	0,49	1,13	0,00	0,01
X. Øst-Finnmark	89	-0,49	-0,02	-0,04	0,40	0,71	1,34	0,00	0,01



Figur 16. pH i overvåkingsinnsjøene i 1987, 1997 og 2007. Figuren illustrerer tydelig forbedringen i forsurenings situasjonen, ved at sjøene blir mindre sure (får høyere pH).

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



Figur 17. Endring i gjennomsnittlige konsentrasjoner for et utvalg av parametere for perioden 1986-2007 i 78 innsjøer fordelt over hele landet (se Figur 8).

Trender for perioden fra 1986 til 2007 for de 10 ulike regionene er framstilt i Figur 18 - Figur 24. Hvert punkt på disse kurvene representerer gjennomsnittsverdier for et antall innsjøer (se Tabell 5 for antall innsjøer). Det er de samme lokalitetene som har inngått i programmet hvert år, siden 1986.

### Østlandet – Nord (region I)

Regionen Østlandet-Nord strekker seg fra skogkledde områder i sør til trebare og alpine områder i nord. Forurensningsbelastningen er lav, likevel ser vi en stabil nedgang i sulfat fra år til år, samtidig med en klar bedring i vannkvalitet mhp forsurening. I denne regionen har vi bare en lokalitet, men den er typisk for forsureningsfølsomme sjøer i denne regionen. Siden 2001 har konsentrasjonen av ikke-marin sulfat flatet ut på et nivå mellom 26-28  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , men 2007 viser den laveste konsentrasjonen av sulfat hittil på 25  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . 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  $\text{mg C L}^{-1}$  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  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Siden 2002 har verdien vært > 50  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Årsaken til dette er nedgangen i sulfat sammen med en liten økning 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.

### Østlandet - Sør (region II)

Region Østlandet-Sør er skogdekket og har det høyeste nivået av TOC av alle regionene. Flere av sjøene har TOC fra 15 til 20  $\text{mg C L}^{-1}$ . I denne regionen finner vi også det høyeste sulfatnivået i Sør-Norge. 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 2007 (33  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ) 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 2007, med unntak av høsten 2000 (pH 4,87) som var preget av flom. ANC viser en jevnt økende trend. Fra 1986 til 1991 var gjennomsnittlig ANC ca. 0  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , i perioden 1992-1997 15-20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , 1998-2003 25-40  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  og siden 2003 > 40  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Målingene i 2006 (gjennomsnittsverdi 57  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ) er den høyeste registrert så langt. Innsjøene som representerer denne regionen, hadde ikke alkalitet fram til 1993 (< 1  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ). Siden da har bikarbonatsystemet sakte bygget seg opp, og nivået er nå omkring 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Gjennomsnittsverdien av labilt Al var i perioden fram til 1994 > 90  $\mu\text{g L}^{-1}$ , men har siden avtatt markert. Fra 2001 til 2007 har labilt Al vært < 65  $\mu\text{g L}^{-1}$ , men fra 2006 til 2007 kan vi observere en svak økning. Det er nedgang i nitrat (signifikant for perioden 1990-2007), mens TOC har vist en jevn økning gjennom hele 90-tallet; fra < 9  $\text{mg C L}^{-1}$  frem til 1997, til foreløpig høyeste registrerte gjennomsnittsverdi på 11  $\text{mg C L}^{-1}$  i 2006.

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

Alle de tre lokalitetene i fjellregionen i Sør-Norge ligger over tregrensa og regionen er dominert av fjellområder med skrinn jord og lite vegetasjon. Dette reflekteres blant annet i lave nivåer av TOC i innsjøene (< 1  $\text{mg C L}^{-1}$ ) og generelt lavt innhold av basekationer ( $\text{Ca} < 0,6 \text{ mg L}^{-1}$ ). Forurensningsbelastningen er 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 1986-2007. De siste årene (2000-2006) har gjennomsnittsnivået for sulfat vært tilnærmet uforandret (15-17  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ), men 2007 viser det laveste nivået registrert så langt (13  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ). ANC har vist en jevn økning i hele perioden fra < 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  fram til 1998 og > 20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  siden 2004. I 2006 var gjennomsnittsverdien på 29  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , og det er den høyeste som er registrert så langt. ANC vil sannsynligvis aldri bli særlig høy i dette området pga. det generelt ionefattige vannet. Labilt Al viser nedgang fra et gjennomsnittsnivå på > 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  i perioden 1986-1990 til konsentrasjoner < 15  $\mu\text{g L}^{-1}$  etter 1997. Nitrat viser nedgang fra nivåer > 80  $\mu\text{g N L}^{-1}$  før 1999 og < 55  $\mu\text{g N L}^{-1}$  siden 2004. Gjennomsnittskonsentrasjonen i 2007 på 40  $\mu\text{g N L}^{-1}$  er den laveste som er registrert så langt. TOC viser en svak økning på gjennomsnittlig 0,02  $\text{mg C L}^{-1}$  per år (Tabell 5).

**Sørlandet – Øst (region IV)**

Regionen Sørlandet-Øst strekker seg fra kysten, gjennom skogbeltet til heiområdene.

Forurensningsbelastningen er høy, og sulfatnivået i innsjøene i denne regionen er også høyt. I Sør-Norge er det bare region II som har høyere sulfatnivå enn denne regionen. Nedgangen i sulfat i de 14 innsjøene som representerer denne regionen, har vært 67 % fra 1986-2007. Nedgangen i sulfat har flatet noe ut de siste årene, men den laveste verdien så langt er registrert i 2007 (21  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ).

Regionen har vært sterkt forsuret, men det er nå klare tegn til bedring. Gjennomsnittlig pH har vært < 5 fram til 1993 og > 5,1 siden 2001. GjennomsnittspH i 2007 er 5,38. ANC har vært sterkt negativ med konsentrasjoner < -20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  fram til 1991. Siden 2002 har gjennomsnittsnivået vært > 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Tilsvarende gjelder for alkalitet som fram til 1993 var < 0  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Fra 1994 til 2007 har alkaliteten økt gradvis til 7  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Labilt Al har avtatt fra nivåer > 100  $\mu\text{g L}^{-1}$  fra 1986-1993 til < 45  $\mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Konsentrasjonsnivået av LAI har imidlertid holdt seg på samme nivå siden 2001. Det er en avtagende trend i nitrat fra konsentrasjoner > 130  $\mu\text{g N L}^{-1}$  fram til 1996 til < 100  $\mu\text{g N L}^{-1}$  siden 2003. TOC viser en klar tendens til økning fra et gjennomsnittlig konsentrasjonsnivå < 3 mg C  $\text{L}^{-1}$  fra 1986-1995 til > 3 mg C  $\text{L}^{-1}$  siden 1996.

**Sørlandet – Vest (region V)**

Regionen Sørlandet-Vest er dominert av heiområder med lite jordsmonn og lite vegetasjon. Denne regionen har den høyeste forurensningsbelastningen. Det er også i denne regionen vi finner de mest forsurede innsjøene. De 11 innsjøene som representerer denne regionen, har i 2007 de laveste gjennomsnittlige verdiene for pH (5,03) og alkalitet (1  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ ) av alle de ti regionene. Denne regionen har til nå også hatt de høyeste gjennomsnittsverdiene av labilt Al, men nedgangen av LAI i denne regionen har vært kraftigere enn i region II, slik at det nå er region II som har den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonen av LAI. Region V har den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonen av nitrat (164  $\mu\text{g N L}^{-1}$ ) 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 2007, en økning i pH og ANC og nedgang i labilt Al. pH viser i 2007, som i 2003, 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 (50  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) ble registrert i 2006. Nitrat viser nedgang, og gjennomsnittskonsentrasjonen i 2007 (164  $\mu\text{g N L}^{-1}$ ) er den laveste som er registrert i overvåkingsperioden. TOC viser en svakt økende trend med lavere konsentrasjoner før 1994 (<2,3 mg C  $\text{L}^{-1}$ ), enn perioden 1995-2007 (2,3-3,2 mg C  $\text{L}^{-1}$ ).

**Vestlandet – Sør (region VI)**

Regionen Vestlandet-Sør er preget av lite skog og mye åpne heiområder med til dels lite vegetasjon og skrint jordsmonn. Forurensningsbelastningen er moderat. Nedbørmengdene er store (1500-3000 mm) og dette medfører fortykning av overflatevannet slik at ionestyrken er lav, med lave konsentrasjoner av basekationer (gjennomsnittlig Ca 0,4-0,5 mg  $\text{L}^{-1}$ ) og TOC (1,5 mg C  $\text{L}^{-1}$ ). 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 2007. Den laveste gjennomsnittsverdien for sulfat så langt er registrert i 2007 (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 2006 var gjennomsnitt ANC 21  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Den relativt kraftige økningen i ANC fra 2005 til 2006 skyldes en økning i kalsium, som i 2006 hadde en gjennomsnittskonsentrasjon på 0,76 mg  $\text{L}^{-1}$ . Dette medførte at ikke-marine basekationer økte fra 24 til 42  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  fra 2005 til 2006, men det har i 2007 gått ned igjen til 20  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ , og følgelig har det også vært en nedgang i ANC fra 2006 til 2007. Siden 1996 har pH vært > 5,4, og 2003 har den høyeste registrerte gjennomsnittsverdien så langt (pH 5,73). Sammenfallende med dette viser labilt Al en nedadgående trend. Gjennomsnittsverdien var > 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  før 1993 og < 15  $\mu\text{g L}^{-1}$  siden 2000. Nitratnivået er relativt høyt (gjennomsnittlig 64  $\mu\text{g N L}^{-1}$  i 2007) 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.



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

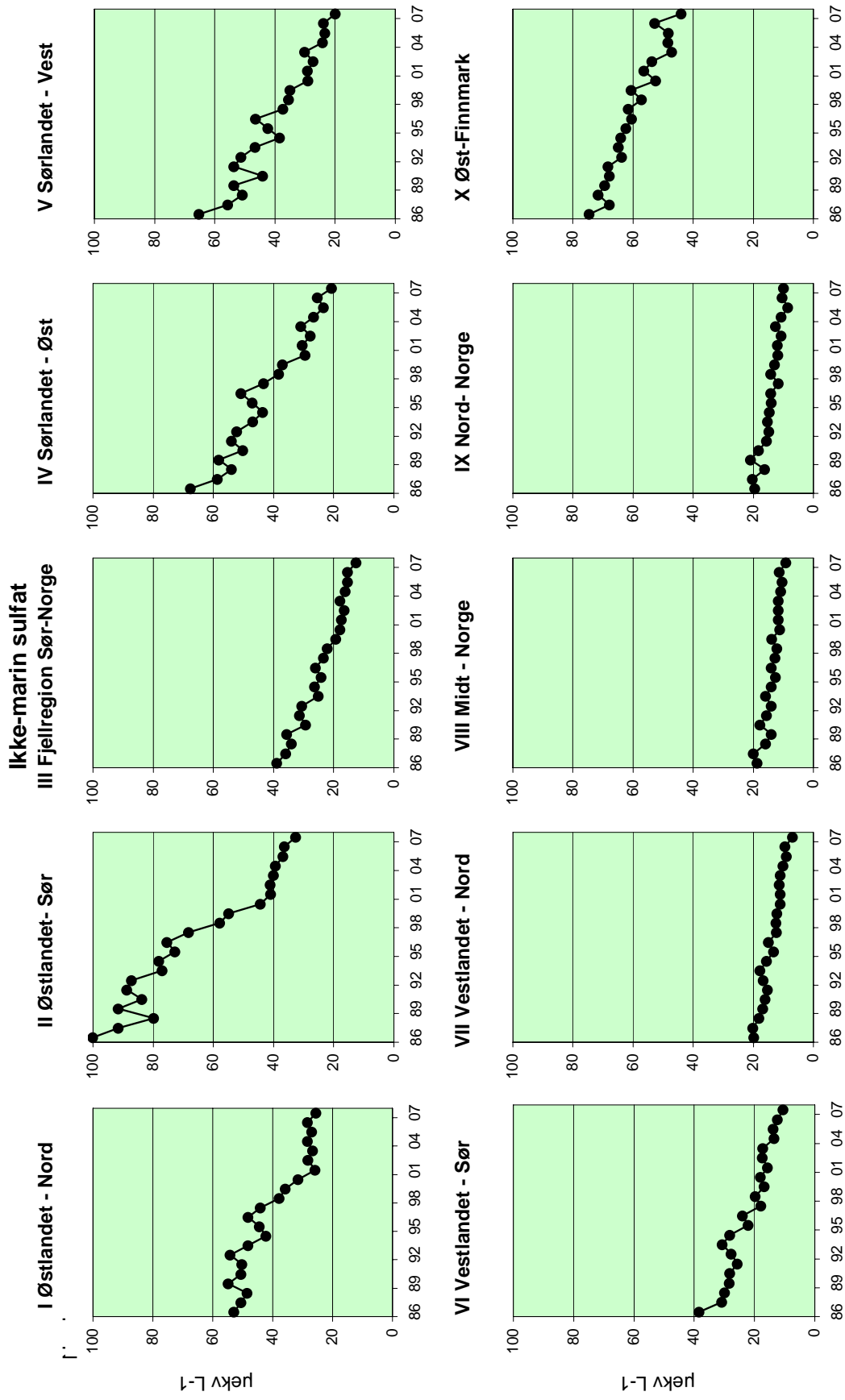
Region Vestlandet-Nord har mange likhetstrekk med Vestlandet-Sør, men forurensningsbelastningen er lavere og nedbørmengdene større. Dette medfører at ionestyrken i innsjøene i denne regionen er den laveste av alle regionene ( $\text{Ca} < 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ ). Nedgangen i sulfat har vært markert i overvåkingsperioden (59 %) og gjennomsnittskonsentrasjonen av ikke-marin sulfat i de fem sjøene som representerer denne regionen, var  $7 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2007. Dette har resultert i endringer i forsuringskjemien. ANC har økt fra  $< -10 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  før 1991 til  $10 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2006, mens pH har økt fra  $< 5,2$  før 1991 til  $> 5,4$  etter 2002. Gjennomsnittskonsentrasjonen for pH var 5,54 i 2007, som er den nest høyeste verdien som er registrert så langt. Labilt Al har avtatt fra nivåer  $> 25 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  til  $< 10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  siden 2001. Nitrat viser en svakt nedadgående trend, mens TOC ikke viser noen trend i denne regionen.

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

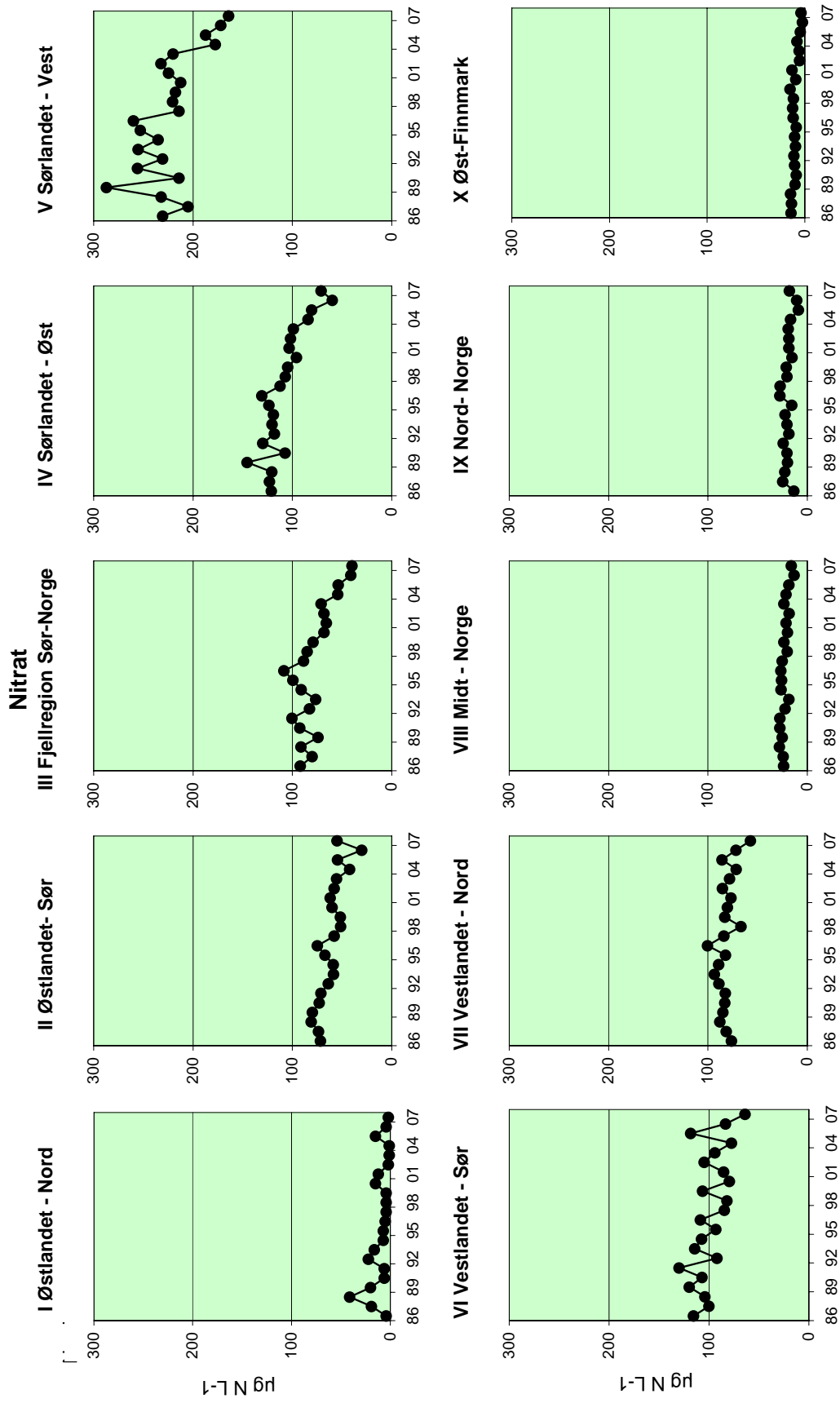
Disse to regionene spenner over store områder med svært variert natur fra vegetasjonsfattig kystlandskap til høyfjell og skogkledte innlandsområder. Forurensningsbelastningen er lav i hele området. Sulfatnivået i innsjøene i disse regionene er nå  $7-11 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Region VI, VII, VIII og IX har nå omtrent samme konsentrasjonsnivå av sulfat, 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 49% og 53% fra 1986 – 2007), økning i alkalitet, ANC og pH og nedgang i labilt Al. Gjennomsnittsverdien av ANC har vært i intervallet  $25-40 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  siden ca 2000. Begge regionene har vist en svak økning i pH fra starten av overvåkingen, og gjennomsnittsverdien for pH er i 2007 hhv. 5,8 i region VIII og 6,1 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 2007 hhv. 16 og  $18 \text{ } \mu\text{g N L}^{-1}$  i region VIII og IX. TOC viser en svak økning i region VIII, men ikke i IX.

### **Øst-Finnmark (region X)**

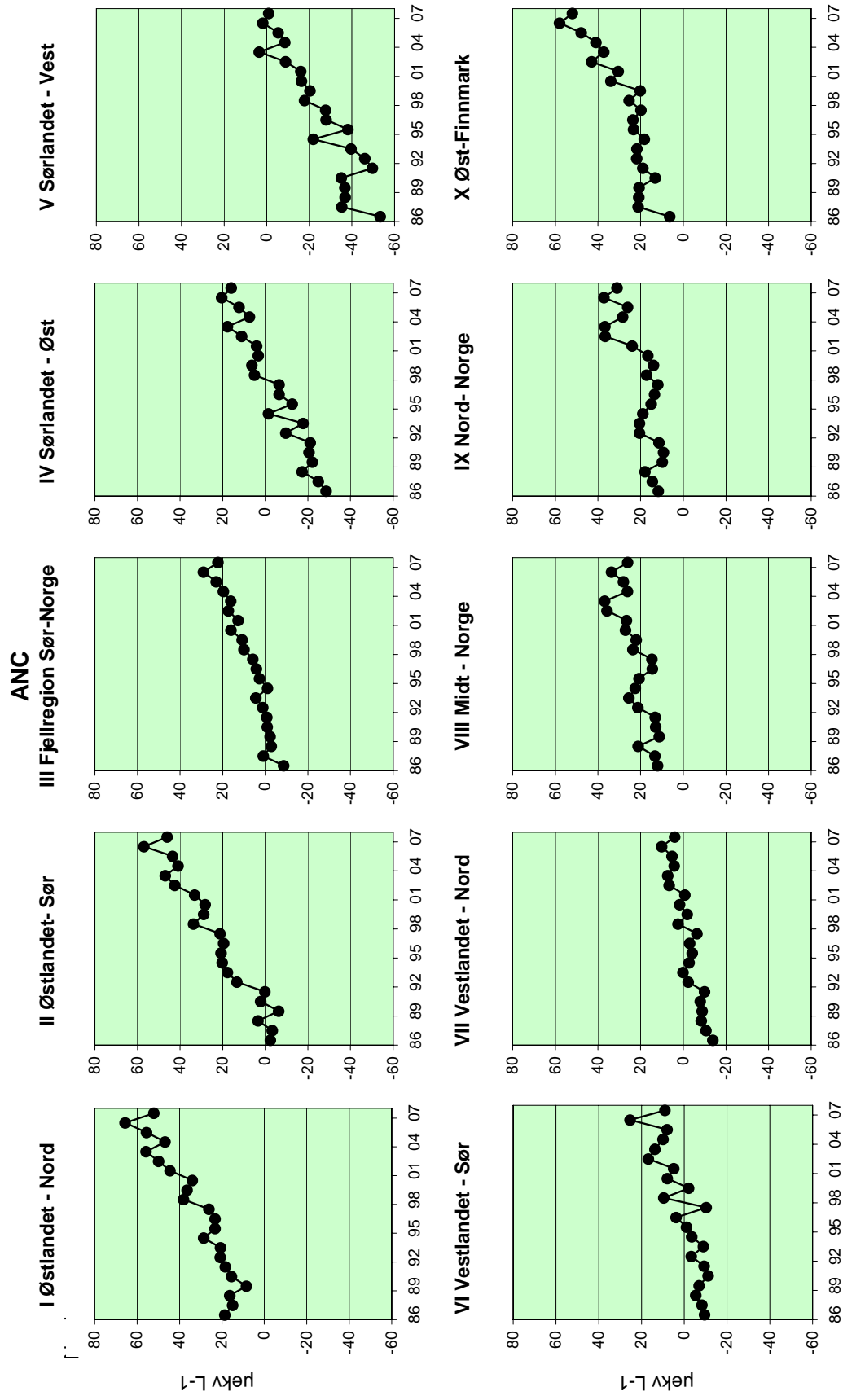
Region Øst-Finnmark dekker områdene inn mot Kola-halvøya og er påvirket av svovel, kobber og nikkell fra utslipp fra smelteverksindustrien. Forurensningsbelastningen av svovel er relativt stor, mens N-deposisjonen er lav. Utslippene av  $\text{SO}_2$  fra Nikkel-verket er redusert med 75% fra 400.000 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 forsurening. Undersøkelser i 1987-1989 viste at store områder i Sør-Varanger ville få omfattende skader og tap av fiskebestander hvis belastningen med sur nedbør fra smelteverkene på Kola-halvøya økte ytterligere. Innsjøovervåkingen frem til 1991 tydet på at forsuringsutviklingen hadde stoppet opp og stabilisert seg på 1986-nivået. I 1992 var pH-verdiene gjennomgående høyere enn tidligere. Siden 1993 har gjennomsnittlig pH for disse sjøene vært  $> 6$ . I 2007 var gjennomsnittlig pH 6,29, 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 2007, og gjennomsnittskonsentrasjonen for 2007 på  $44 \text{ } \mu\text{ekv L}^{-1}$  er den laveste som er registrert så langt innen overvåkingen i denne regionen. Konsentrasjonen av labilt Al har helt siden 1991 vært  $< 10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ .



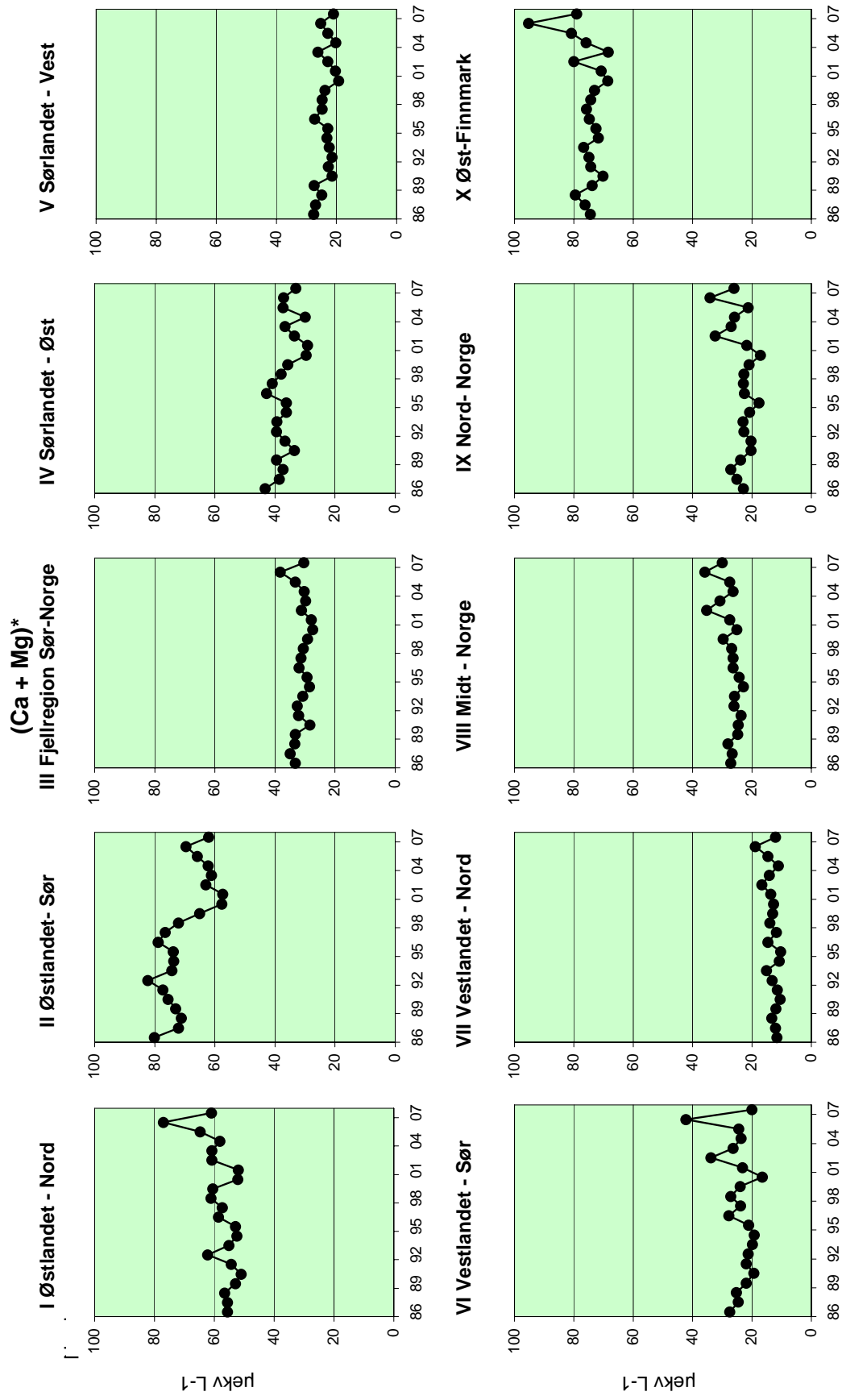
Figur 18. Trender for perioden 1986-2007 for ikke-marin sulfat for innsjøer i de 10 regionene.



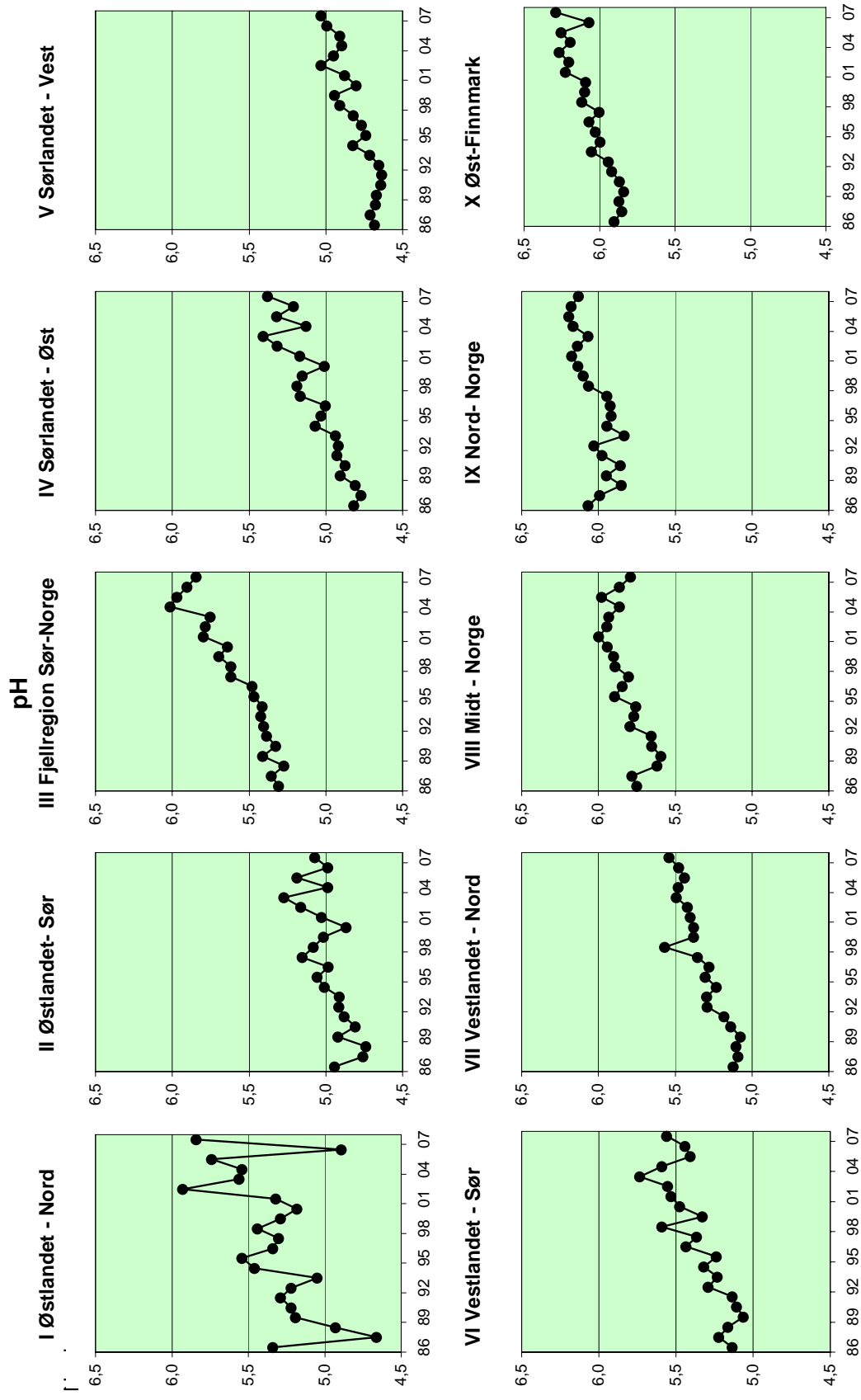
Figur 19. Trender for perioden 1986-2007 for nitrat for innsjøer i de 10 regionene.



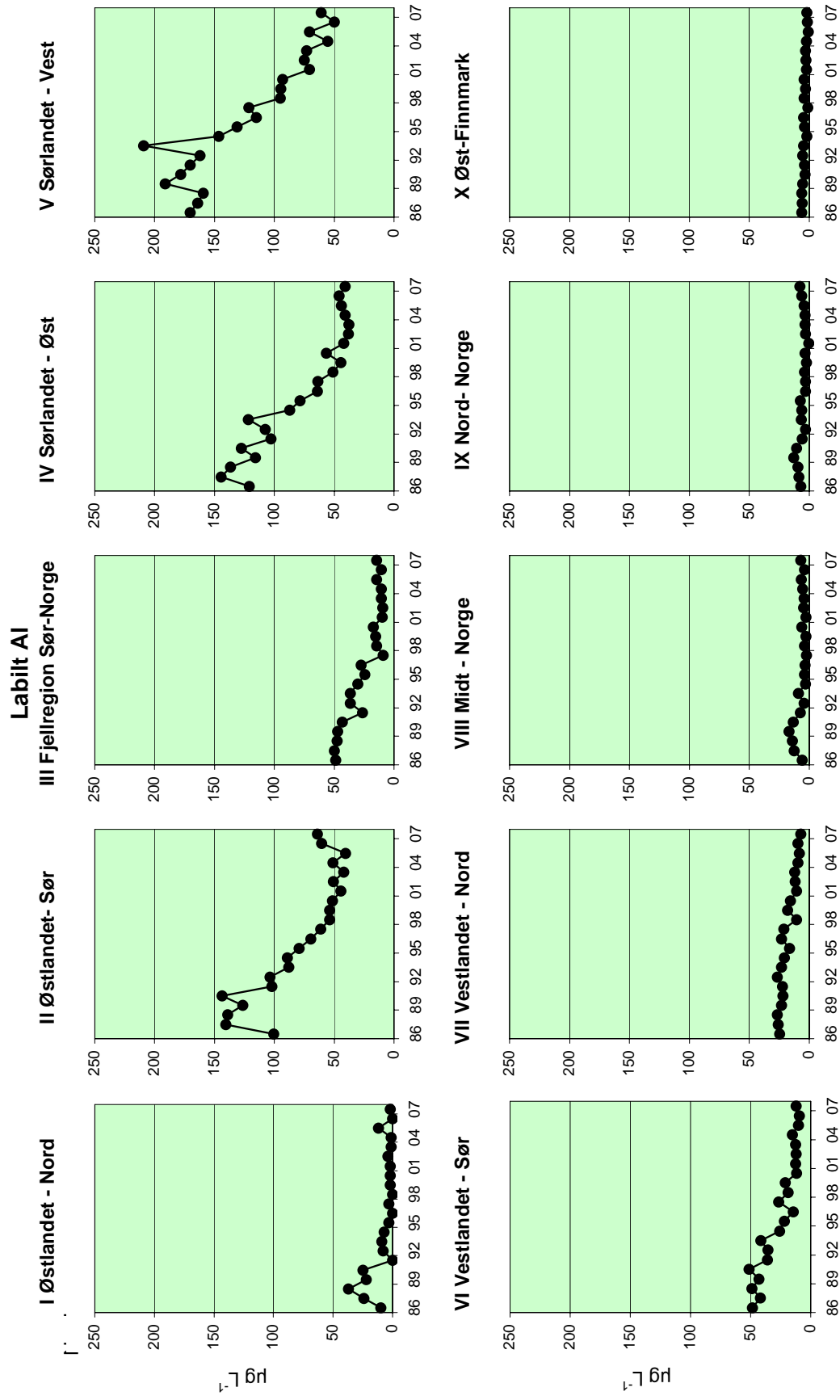
Figur 20. Trender for perioden 1986-2007 for ANC (syrenøytraliserende kapasitet) for innsjøer i de 10 regionene.



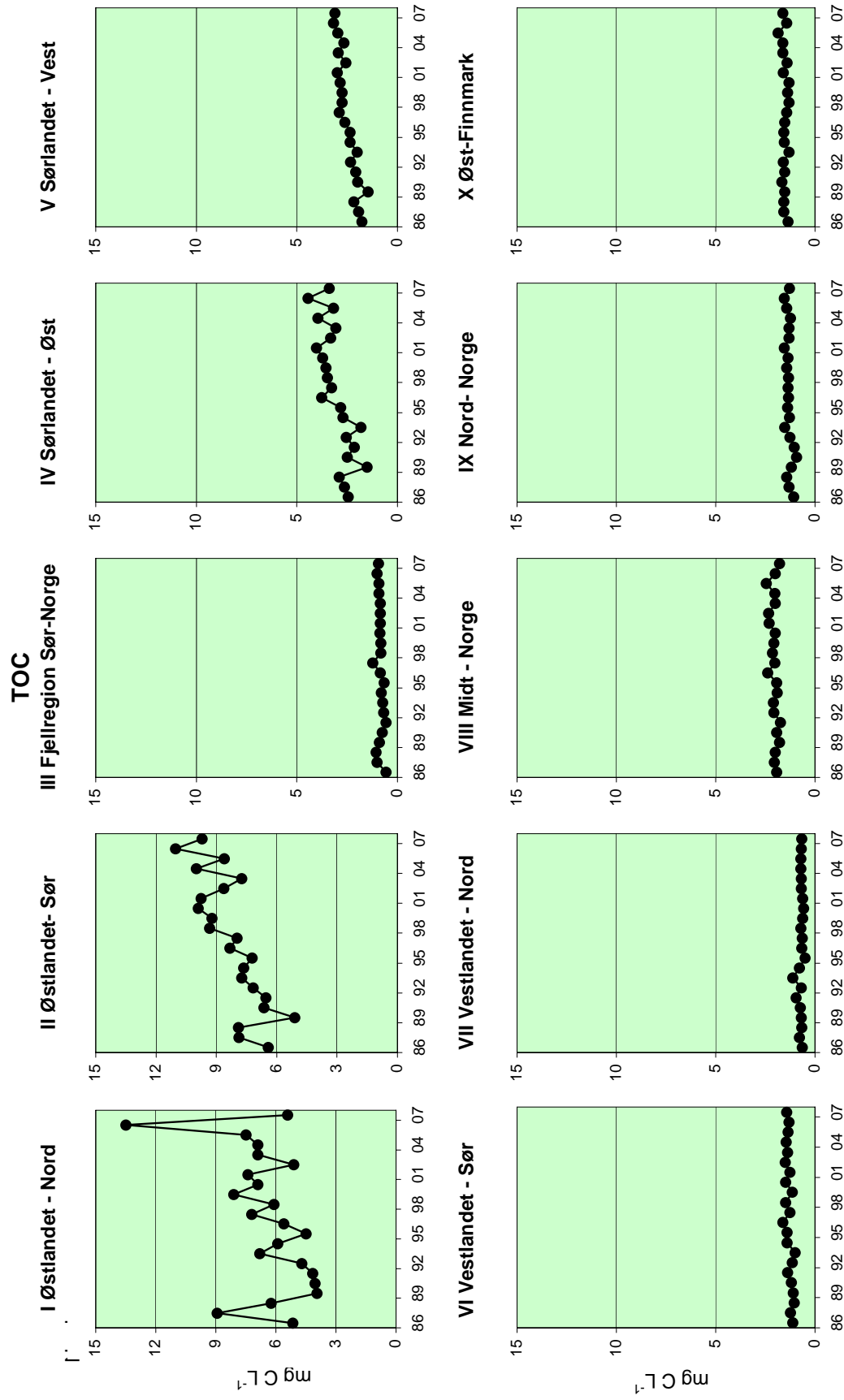
Figur 21. Trender for perioden 1986-2007 for ikke-marine Ca+Mg for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 22. Trender for perioden 1986-2007 for pH for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 23. Trender i LAI (labilt uorganisk aluminium) for perioden 1986-2007 for innsjøer i de 10 regionene.



Figur 24. Trender i TOC (total organisk karbon) for perioden 1986-2007 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. Det er en sterk tendens til utflating av den nedadgående sulfattrenden, og siden 1998 har sulfatkonsentrasjonene vært på omtrent samme nivå. I 2007 var verdiene for pH og ANC de høyeste som er målt siden overvåkingen startet i 1986, for aluminium de laveste verdiene. Konsentrasjonene av nikkel og kobber har vist stabile nivåer fra 1990 fram til 2003. Fra 2004 til 2007 viser både Cu og Ni økende konsentrasjoner i innsjøene på Jarfjordfjellet. I samme periode har det også vært en markert økning i nedfallet av Cu og Ni.*

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.

**Merk:** 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. Effektene av dette er at utslaget av trendene blir dempet noe.

Undersøkelsene i 1986 (Traaen 1987) viste at innsjøene i Sør-Varanger var betydelig forsuret. Innsjøene i området mellom Kirkenes og Grense-Jakobselv var sterkest påvirket. Konsentrasjonene av sulfat i innsjøene var mer enn fordoblet siden 1966 og var på samme nivå som de mest utsatte innsjøene på Sørlandet. Selv større innsjøer hadde lite igjen av sin opprinnelige motstandskraft mot forsuring. De fleste større innsjøene hadde likevel en gjenværende bufferkapasitet som medførte at fisk fremdeles kunne overleve. Undersøkelser i 1987-1989 viste at det var en rekke små innsjøer, spesielt i Jarfjord-området, som var for sure til at det kunne leve fisk der. 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.

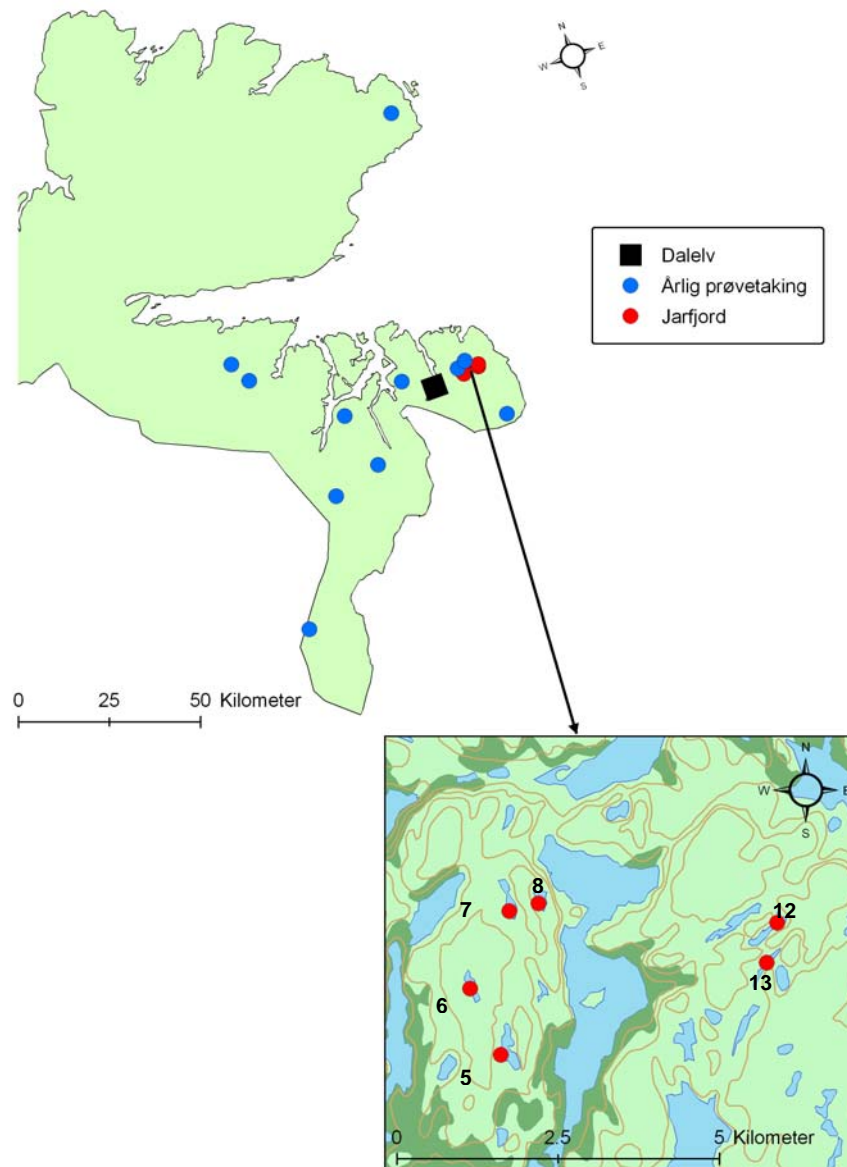
#### Forsuring

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. Det er en sterk tendens til utflating av den nedadgående sulfattrenden, og siden 2000 har sulfatkonsentrasjonene vært på omtrent samme nivå.

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 svært positivt for bufferkapasiteten og forsuringssituasjonen. I 2007 har det stabilisert seg, mens konsentrasjonen av ikke-marin Na har økt. Dette har bidratt til en økning i ANC for 2007.

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 2007 var verdiene for pH de høyeste som er målt siden overvåkingen startet i 1986 (pH 5,56). 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. Aluminium har stabilisert seg på et lavt nivå siden 2005.

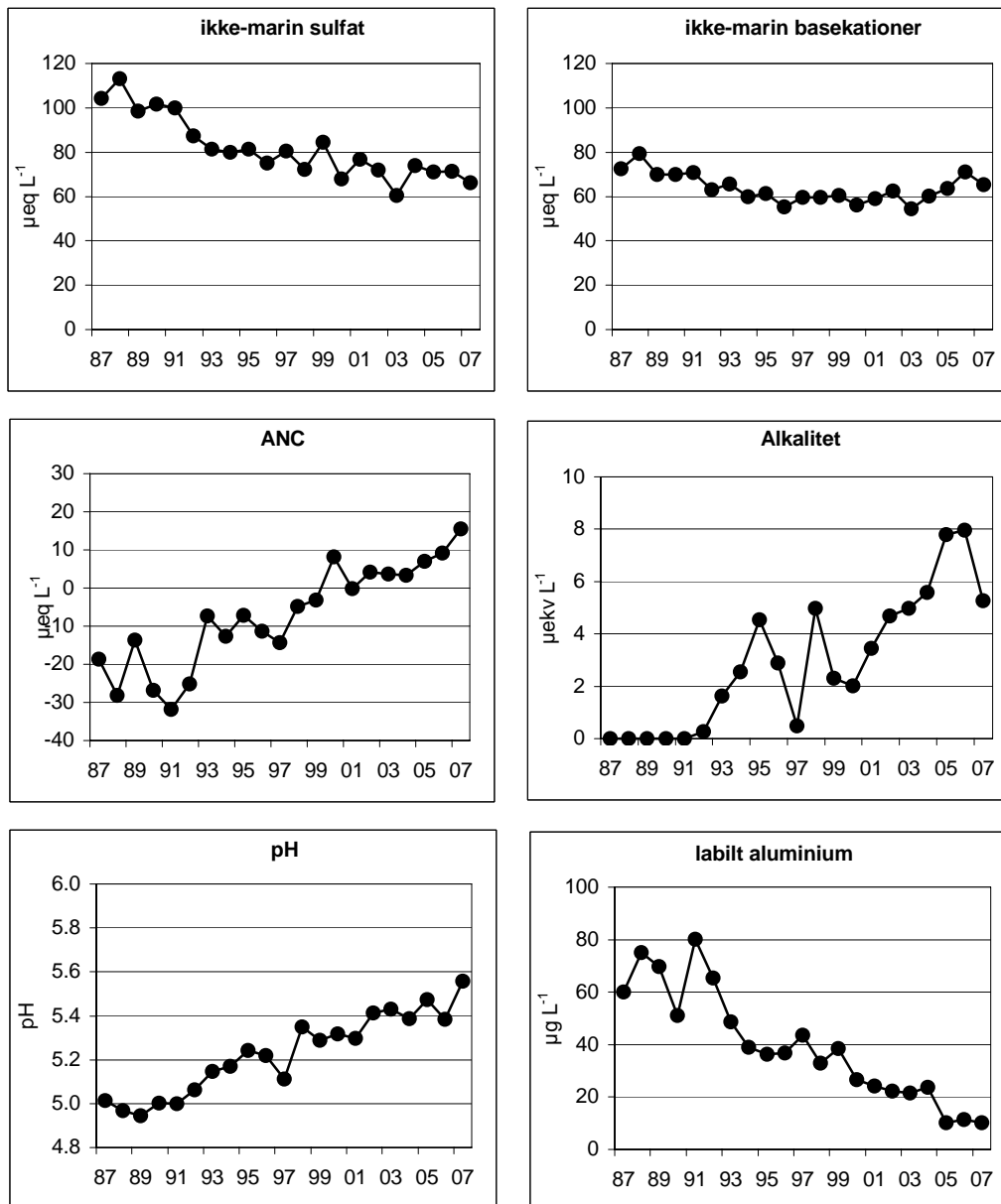


Figur 25. Lokalisering av overvåkingslokaliteter i Øst-Finnmark, i Sør-Varanger kommune. Både Jarlfjordfjell-sjøene, tidstrendsjøene (årlig prøvetaking) og feltforskningsstasjonen Dalelv er vist på kartet. Tallene er en forkortelse av identifikasjonen på lokalitetene (5 er JAR-05, 6 er JAR-06 osv.).

Innsjøene er ikke påvirket av N-deposisjon. Gjennomsnittsverdien for  $\text{NO}_3\text{-N}$  er  $< 1 \mu\text{g L}^{-1}$  og for  $\text{NH}_4\text{-N}$   $< 2 \mu\text{g L}^{-1}$ .

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 deponisjonene av svovel ved Svanvik de laveste siden målingene startet i 1987 (hhv. 608 og 610 mg m<sup>-2</sup>), mens deponisjonene i 2001 og 2002 steg til hhv. 700 og 760 mg m<sup>-2</sup>. 2002 var siste året for måling av tørr-deponisjon, mens 2003 var siste året for måling av våt-deponisjon. 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-deponisjon, og tilsvarende sammenligninger mellom avsetning av svovel og konsentrasjoner av sulfat i innsjøene er ikke lenger like enkel. I Karpbukt har våt-deponisjonen av S vært på omtrent samme nivå siden målingene startet i 1999.



Figur 26. Forsuringsparametre for seks små vann på Jarfjordfjellet i 1987-2007. Middelerverdier for basekationer, sulfat (SO<sub>4</sub>\*), ANC, alkalitet, pH og labilt aluminium.

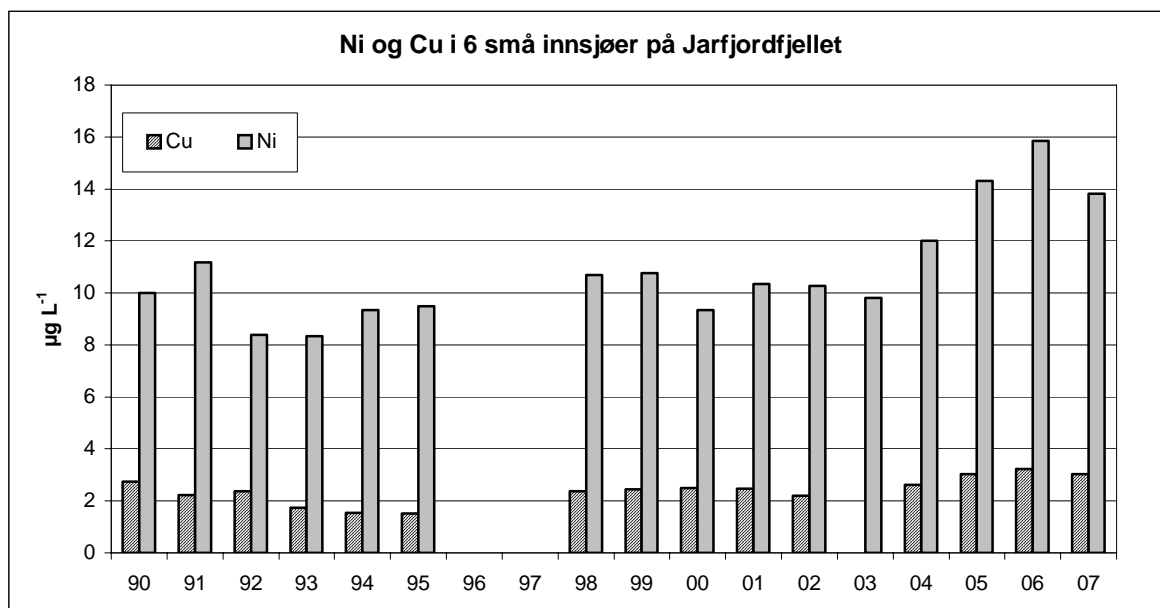
### Tungmetaller

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 utslippene. De høyeste konsentrasjonene

ble funnet mellom Kirkenes og Grense-Jakobselv, der det i enkelte vann ble registrert konsentrasjoner av Ni opp til 20 g/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 tilførselene (for nikkell ca 50 % og for kobber ca 10 % av tilførselene). 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 2007 viser både Cu og Ni høyere konsentrasjoner i innsjøene på Jarfjordfjellet enn årene før (Figur 27, Tabell 7), selv om 2007 viser litt lavere konsentrasjonsnivå enn 2006. I samme periode har det også vært en markert økning i nedfallet av Cu og Ni (SFT 2008). 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 kobolt, og en tilsvarende økning i konsentrasjoner i innsjøene. Det er ellers små endringer i konsentrasjonene for 2007 i forhold til foregående år.



Figur 27. Årlige middelveier for nikkell og kobber i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet fra 1990 til 2007.

Tabell 7. Sporelementer i seks små innsjøer på Jarfjordfjellet, oktober 2007.

VANN	Ni	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Co	As
	µg L <sup>-1</sup>							
JAR-05	10,7	3,2	0,13	2,3	0,058	<0,1	0,42	0,10
JAR-06	15,7	3,3	0,06	2,0	0,020	<0,1	0,76	0,10
JAR-07	10,0	3,0	0,14	1,4	0,020	<0,1	0,30	0,10
JAR-08	12,6	2,0	0,03	2,5	0,050	<0,1	0,24	0,08
JAR-12								
JAR-13	14,1	2,7	0,04	1,6	0,026	<0,1	0,36	0,10
<b>Middelverdi 2007</b>	13,8	3,0	0,09	2,1	0,049	<0,1	0,61	0,13
<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 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 2007 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 økning i ANC i begge elvene. pH i begge 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 imidlertid vært stabilt siden midten av 90-tallet og viser nå en svak økning i Gjerstadelva. TOC har vist økning 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 2007.

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 2007 i de to elvene er gitt i Tabell 8.

Tabell 8. Middelerverdier for utvalgte parametre i 2007. 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	41	6,19	100	63	5,1	15
VI	Rogaland	Årdalselva	14	6,32	51	34	1,3	3

Tidstrender for et utvalg av parametre er vist som enkeltobservasjoner i Figur 28 til Figur 35, og som årsmiddelerverdier 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 (41 µekv L<sup>-1</sup> i 2007) enn i Årdalselva i vest (14 µekv L<sup>-1</sup> i 2007). Dette skyldes både den sterke øst/vest-gradienten i nedbørmengde og avrenning og forskjeller i svovelavsetning. Begge elvene har hatt en sterk prosentvis nedgang i konsentrasjonene av ikke-marin sulfat siden 1980. Basert på lineær regresjon har nedgangen fra 1980 til 2007 vært hhv 52 % og 61 % (Tabell 9). En stor del av reduksjonen skjedde fram til 2000, og etter dette har endringene avtatt. I 2007 er det imidlertid en ny rekordlav registrering av middelerverdien for sulfat i de to elvene.

Tabell 9. Endring i ikke-marin sulfat per år i µekv L<sup>-1</sup> for perioden 1980 til 2007. Tallene er basert på lineær regresjon.

	Region	1980 SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	2007 SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Endring per år µekv L <sup>-1</sup>	% endring 1980-2007
Gjerstad	IV	111	43	2,4	-61
Årdalselva	VI	35	17	0,64	-52

### Nitrogen

Konsentrasjonene av nitrat er relativt lav i begge elvene. Den høyeste årsmiddelerkonsentrasjonen måles i Gjerstadelva (170 µekv L<sup>-1</sup> i 2007), og den laveste i Årdalselva (134 µekv L<sup>-1</sup> i 2007), se Tabell 10. Det er en svakt avtakende tendens i nitrat i Gjerstadelva.

Fra 2005 har det blitt analysert mhp ammonium i elvene. Middelerkonsentrasjonene er generelt lave, ≤16 µg L<sup>-1</sup>. Prøvetakingen i 2007 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. Årsmiddelerkonsentrasjon av ulike nitrogenforbindelser i overvåkingselvene i 2007. Totalt organisk nitrogen (TON) er beregnet som differansen mellom total nitrogen (Tot-N), nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) og ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

Elv	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> µg L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> µg L <sup>-1</sup>	TON µg L <sup>-1</sup>	TOC/TON µg µg <sup>-1</sup>
Gjerstadelva	170	16	198	26
Årdalselva	134	6	90	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 målbart 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. Middelverdiene for ANC i de to elvene i 2007 var 34  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  i Årdalselva og 63  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  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 vannkjemi 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 var alle pH-observasjonene mellom 5 og 6 fram til omkring 1990, deretter steg pH og 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 6,32 (Gjerstadelva) og 6,19 (Årdalselva) i 2007. Bare Gjerstadelva hadde en registrert pH-måling under 6 i 2007 (5,98, 15.januar).

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

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

De to elvene har ganske 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 2007 fanger ikke overvåkingen opp noen sjøsaltepisoder, selv om overvåkingen av feltforskningsstasjoner viser at både Øygardsbekken og Svartetjernet har en ganske markert sjøsaltepisode vinteren 2007 (januar - februar). I Gjerstadelva og Årdalselva finner vi de høyeste kloridkonsentrasjonene 15. mars.

### **TOC**

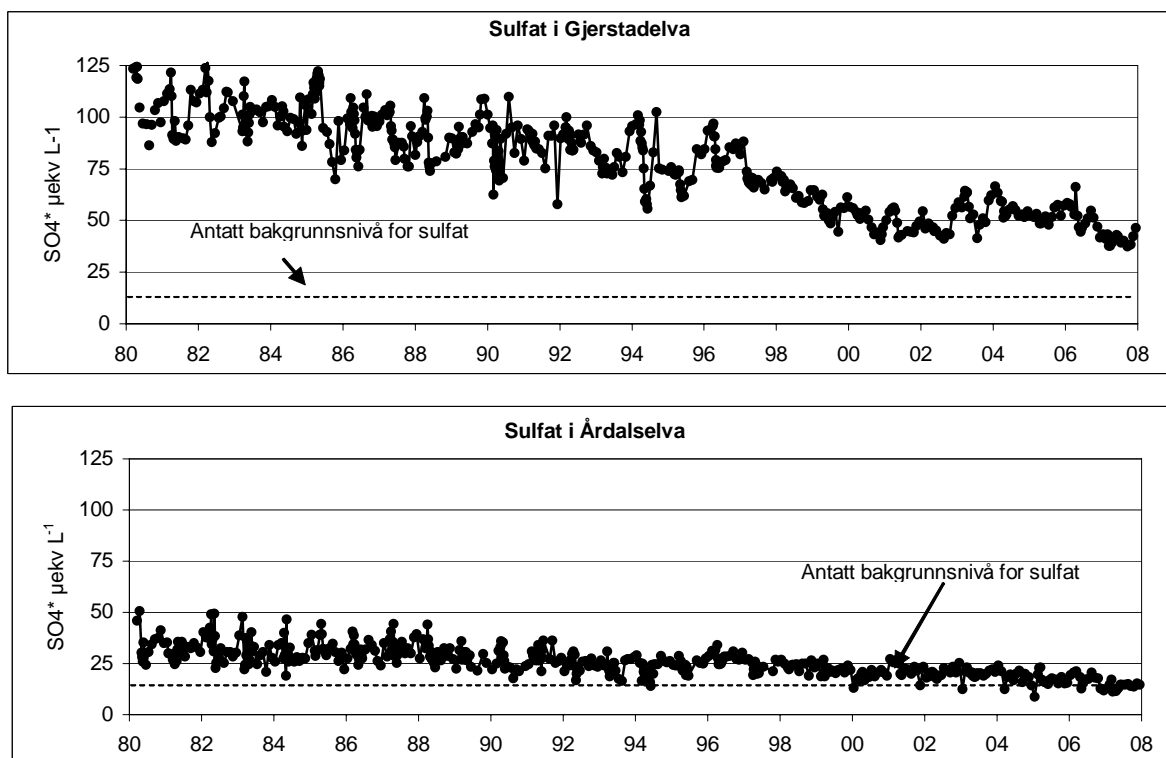
Gjerstadelva og Årdalselva hadde middelkonsentrasjon av TOC på hhv 5,1  $\text{mg C L}^{-1}$  og 1,3  $\text{mg C L}^{-1}$  i 2007. Etter et relativt høyt TOC-nivå i Gjerstadelva på midten av 1980-tallet (årsmiddelkonsentrasjon 5,3  $\text{mg C L}^{-1}$ ), sank årsmiddelkonsentrasjonene gradvis fram til omkring 1990 (3,2  $\text{mg C L}^{-1}$ ). 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 fortynning 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  $\text{mg C L}^{-1}$ ). TOC varierer ganske mye mellom hver måling og år-til-år variasjonen er relativt stor. Så selv om TOC er lavere i 2007 enn i 2006, trenger vi flere år med overvåking for å si noe sikkert om helningen på TOC-trendene. Basert på situasjonen per 2007 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  $\mu\text{g L}^{-1}$  i 1988 i Gjerstadelva og 21  $\mu\text{g L}^{-1}$  i Årdalselva i 1990. I

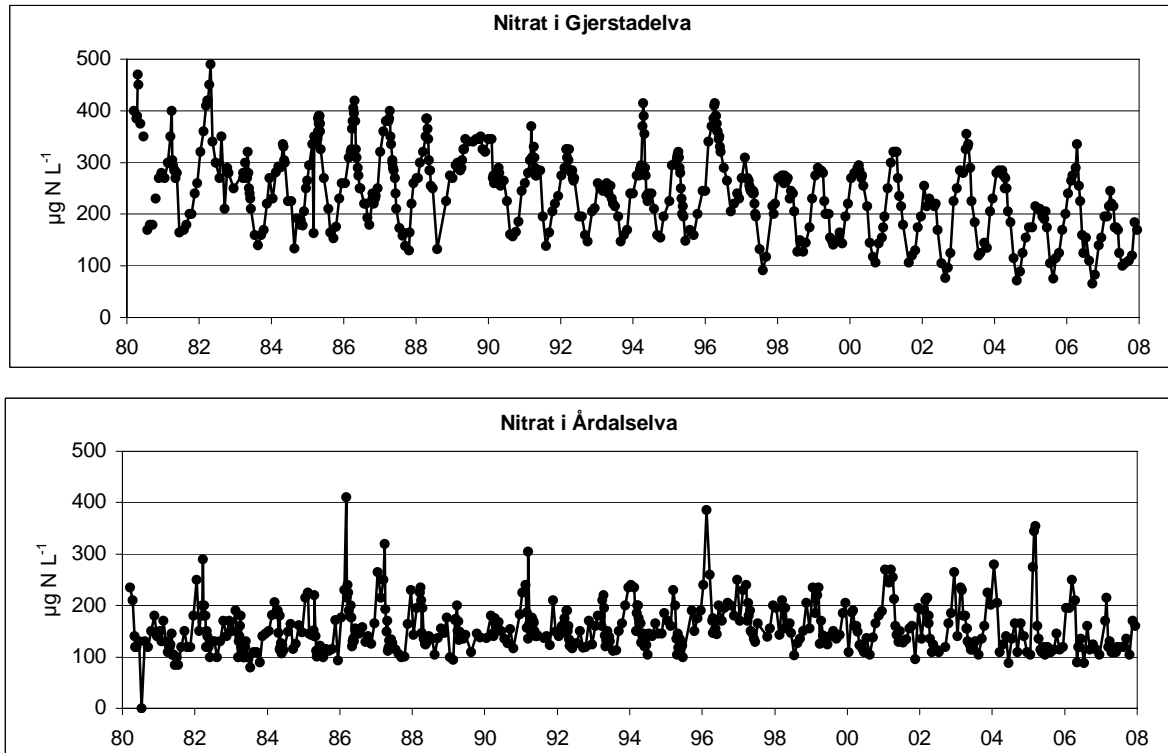
2007 var årsmiddelverdiene av labilt Al hhv 15 og 3  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Dette betyr at det nå mobiliseres betydelig mindre giftig aluminium i disse vassdragene enn det gjorde for 10-15 år siden. Siden midten av 90-tallet har det ikke vært noen nedgang i labilt Al i Gjerstadelva, og dette kan ha mange 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. Vi ser derimot antydning til økning av labilt Al de siste 2-3 årene uten at vi har noen god forklaring på dette.

Gjerstadelva hadde kun en observert enkeltverdi av LAl over 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  i 2006. 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 slik nivå at selv middels sterke hydrologiske episoder (flom, tørke, sjøsaltepisoder, evt også episoder med mer forurenset luft) kan bidra til å gi dårlig vannkvalitet.

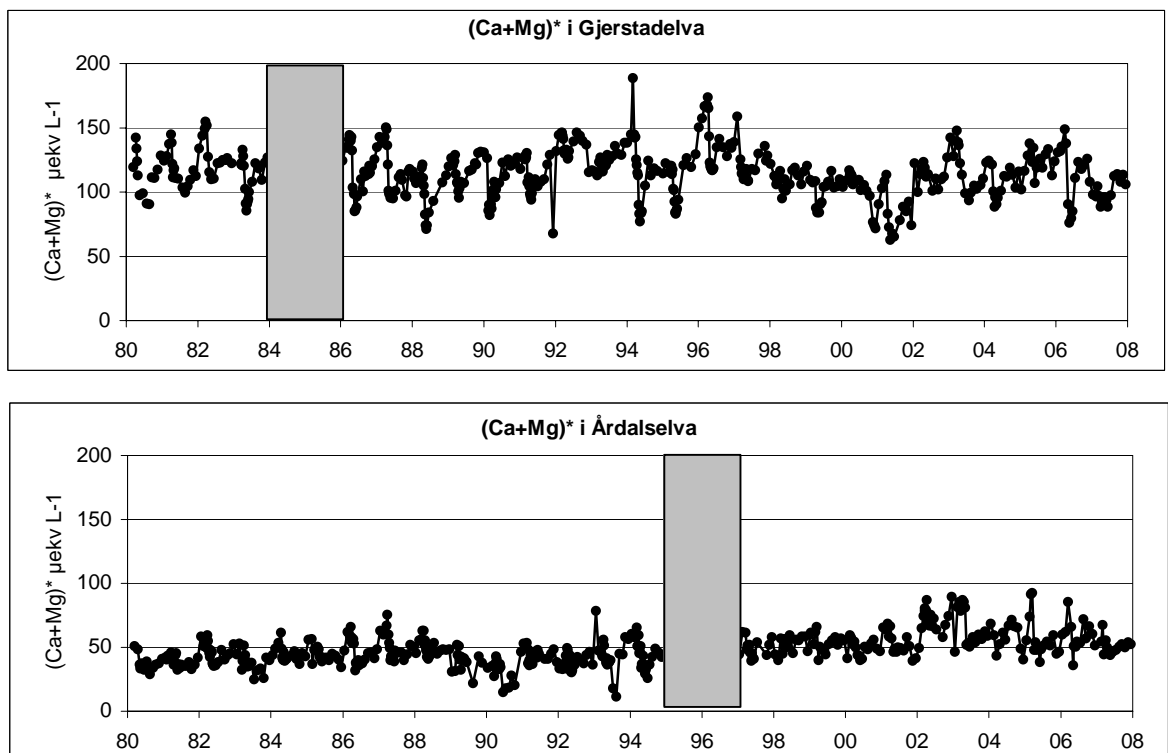


Figur 28. Ikke-marin sulfat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2007. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Den stiplede linjen antyder antatt bakgrunnsnivå for sulfat, ca. 10  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

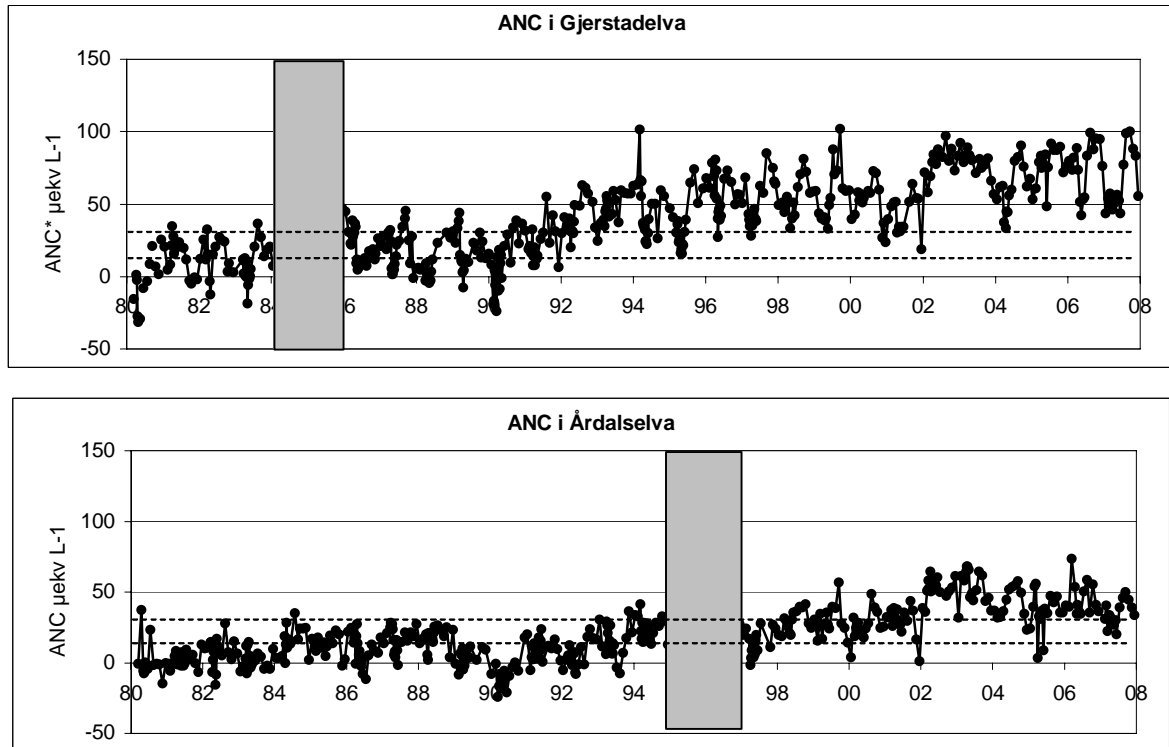




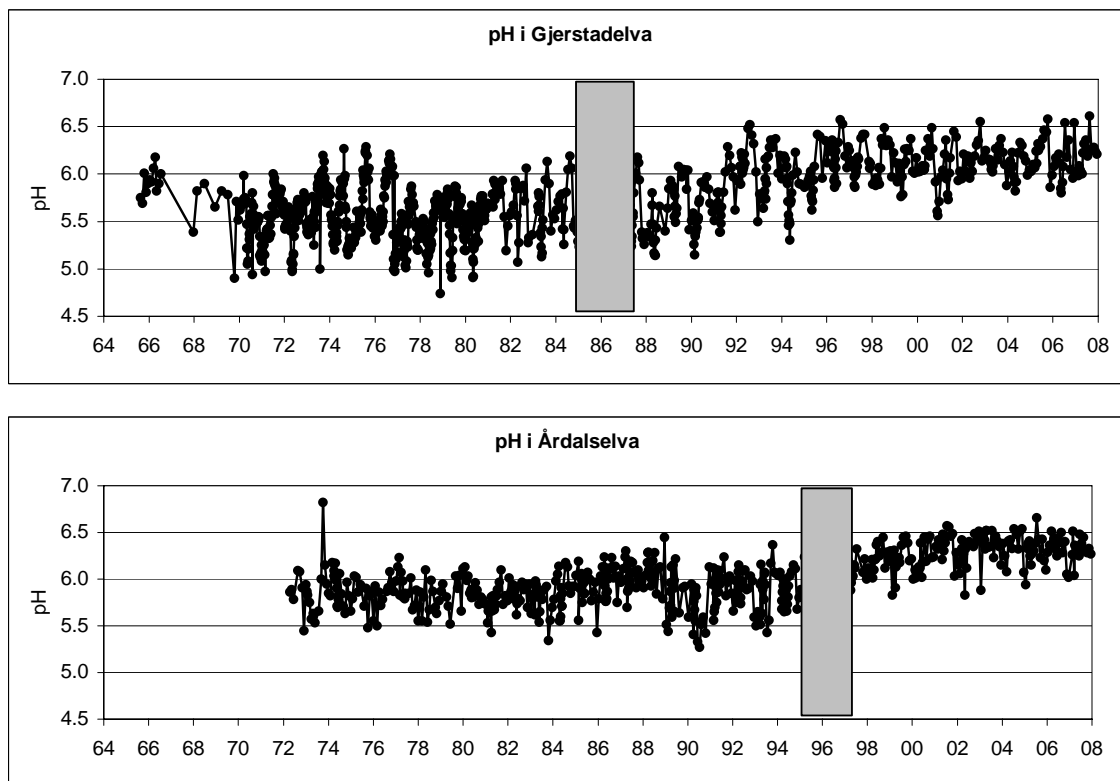
Figur 29. Nitrat i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2007. Enhet  $\mu\text{g N L}^{-1}$ .



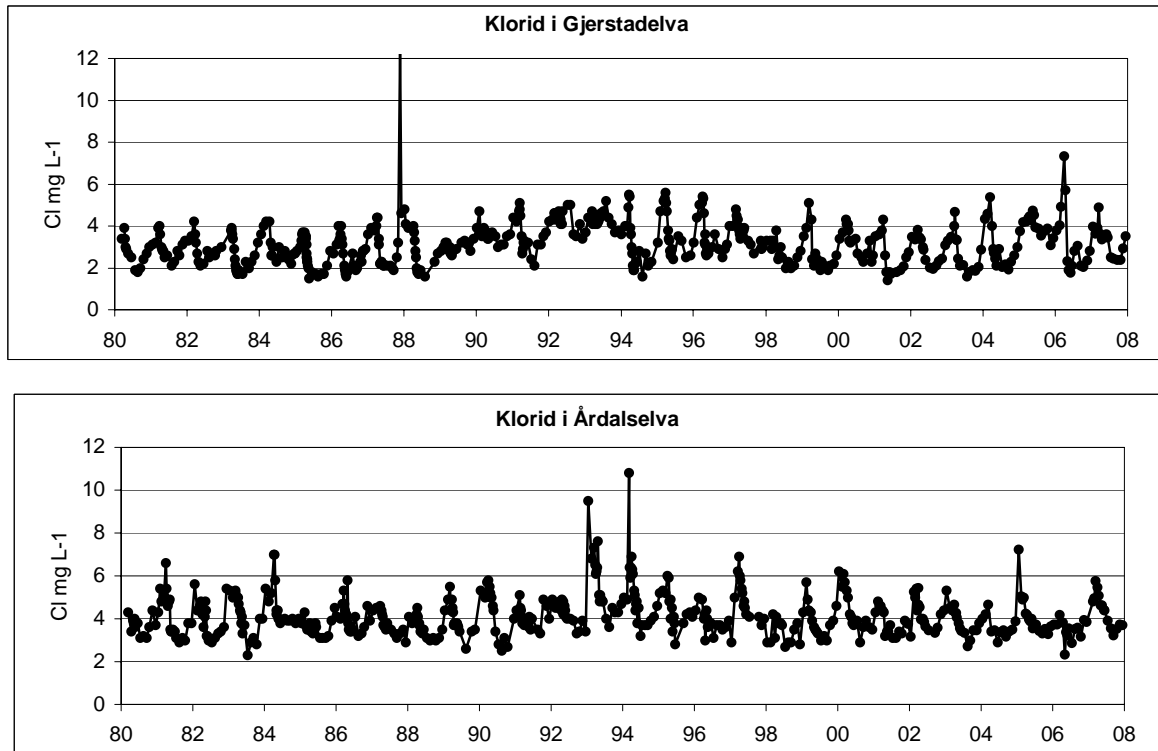
Figur 30. Ikke-marin kalsium + magnesium i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 – 2007. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltet til elvene.



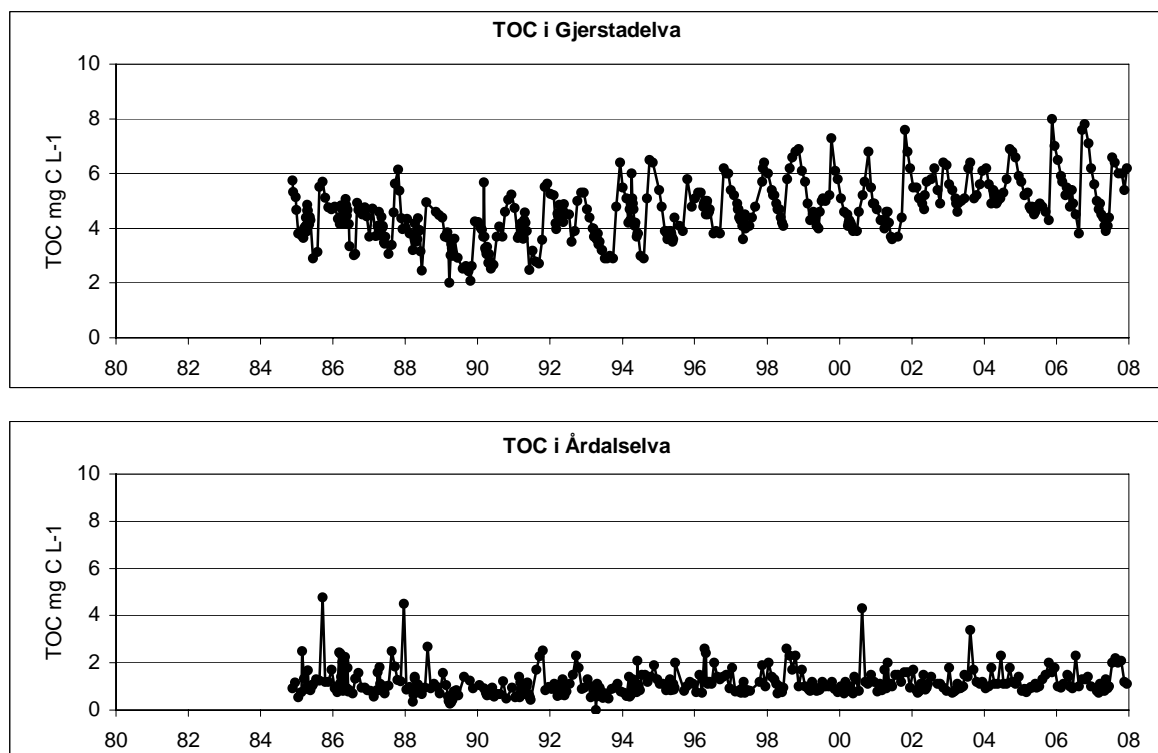
Figur 31. ANC i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2007. Enhet  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltet til elvene. De stiplede linjene antyder antatte grenseverdier for laks ( $30 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) og innlandsørret ( $15 \mu\text{ekv L}^{-1}$ ) (Henriksen et al. 1995, Kroglund et al. 2002).



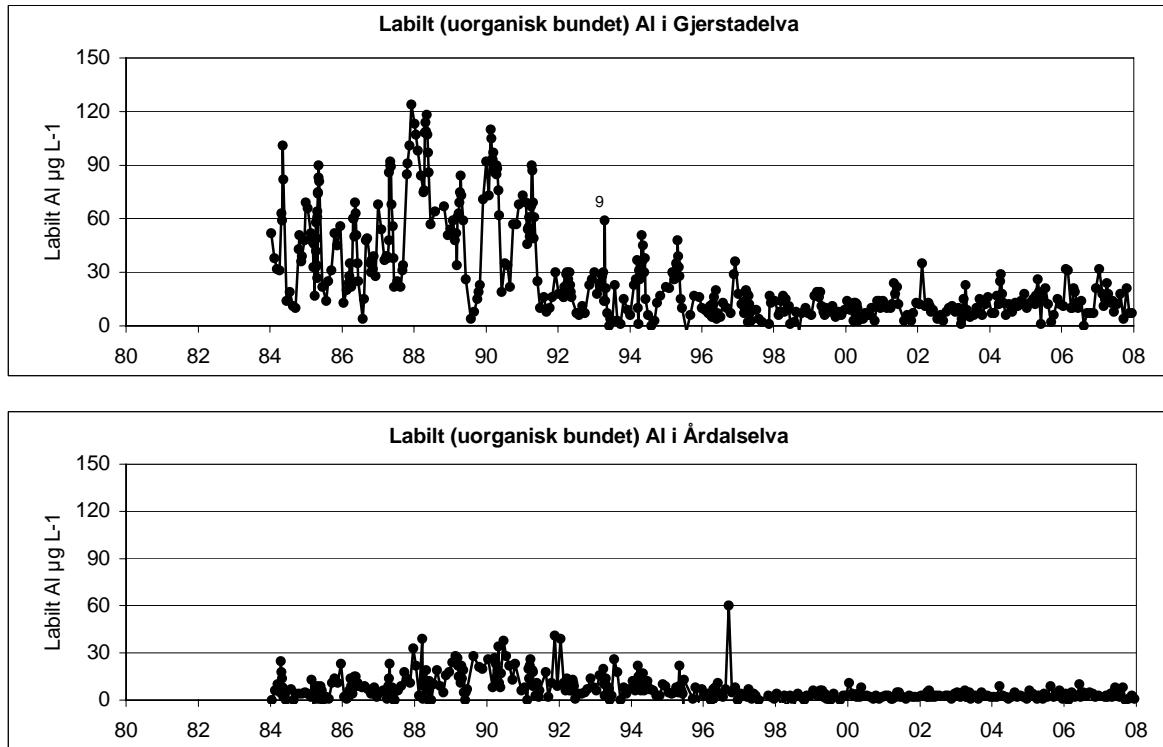
Figur 32. pH i Gjerstadelva og Årdalselva fra hhv 1965 og 1972 frem til 2007. Området som er skyggelagt, angir tidsrom for antatt oppstart av kalkingsaktiviteter i nedbørsfeltene.



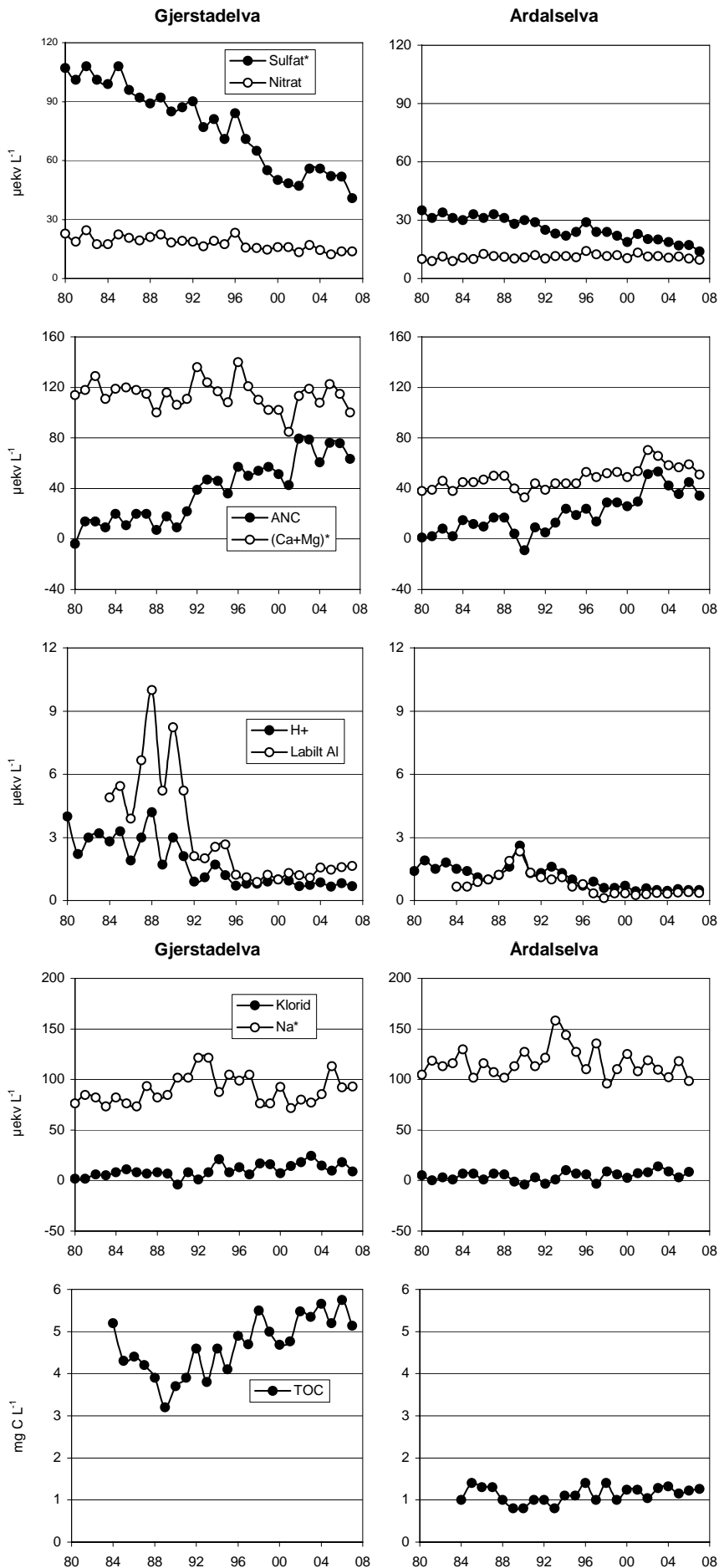
Figur 33. Klorid i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2007. Enhet mg L<sup>-1</sup>.



Figur 34. Total organisk karbon (TOC) i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1980 - 2007. Enhet mg C L<sup>-1</sup>.



Figur 35. Labilt (uorganisk bundet) Al i Gjerstadelva og Årdalselva for perioden 1984 – 2007. Enhet  $\mu\text{g L}^{-1}$ .



Figur 36.  
Årsmiddelerverdier av  
utvalgte parametere i  
Gjerstadelva og  
Årdalselva for perioden  
1980 – 2007.

### 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 Dalelva og Langtjern). Vi kan derfor ikke forvente like store årlige vannkvalitetsforbedringer nå som på 1990-tallet. Sees hele overvåkingsperioden under ett, har konsentrasjonene av ikke-marin sulfat avtatt med 65-76% i Birkenes, Storgama og Langtjern og med 39-50% 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. Det er imidlertid verdt å merke seg at etter et minimum i labilt Al i Storgama (2002) og Langtjern (2003), ser vi nå en tendens til økende konsentrasjoner i disse stasjonene. Dette til tross for en mindre endring i pH. Trendanalyser viser at Storgama, Langtjern og Dalelva har hatt en signifikant nedgang i nitratkonsentrasjon i perioden 1990-2007, 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 avtak i TOC. Utviklingen ser ut til å være del av en større, regional trend i Nord-Europa og Nord-Amerika, som etter hvert 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 da stasjonen mangler vannføringsmålinger. Volumveide årsmidler er definert som årstransport delt med årsavrenning.

#### Sulfat

Perioden 1980 til 2000 var preget av en sterk nedadgående trend i konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i alle feltforskningsområdene (Figur 37). Den største endringen skjedde på 1990-tallet, da konsentrasjonene ble redusert med 37-56% i Birkenes, Storgama og 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 S-deposisjon. 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, 2000-2007 og 1980-2007. Beregningene er gjort ved enkel regresjon av årlig aritmetisk middelverdi for hver enkelt stasjon. Svartetjern, Øygardsbekken og Dalelva har ikke full serie siden 1980 og årstallene i parentes angir start-år.

	1980-1990		1990-2000		2000-2007		1980-2007	
	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	-1.2	-16	-3.2	-68
Storgama	-1.2	-16	-3.6	-56	-0.9	-23	-2.4	-80
Langtjern	-1.3	-19	-3.4	-52	-1.1	-28	-2.0	-75
Kårvatn	-0.2	-13	-0.2	-18	-0.6	-42	-0.3	-50
Dalelva (89)			-2.9	-27	-1.6	-15	-1.7	-43
Svartetjern (94)			-2.3	-51	-1.0	-40	-0.3	-39
Øygardsbekken (93)			-4.0	-46	-1.4	-32	-0.6	-41

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 fra 1980 til 2007 under ett, har konsentrasjonene avtatt med 68-80% i Birkenes, Storgama og Langtjern, 50% i Kårvatn og 39-43% i de andre feltforskningsområdene (der Dalelva er overvåket siden 1989). Birkenes har hatt den største årlige nedgang i sulfatkonsentrasjonen i perioden 1980-2007 med  $-3,2 \mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ , fulgt 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  $-1,7 \mu\text{ekv L}^{-1} \text{ år}^{-1}$ .

### Nitrat

Nitratkonsentrasjonene i bekkene gjenspeiler i stor grad deposisjonsnivået; med de høyeste konsentrasjonsnivåene i Øygardsbekken, deretter Birkenes og Storgama (Figur 37). Tre av feltene viser signifikante nedadgående trender i nitratkonsentrasjon fra 1990 basert på årsmidler og Mann-Kendall test; Storgama ( $p < 0,01$ ), Langtjern ( $p < 0,01$ ) og Dalelva ( $p < 0,01$ ). Kårvatn er eneste felt med signifikant økning i nitratkonsentrasjonene over tid ( $p < 0,05$ ). Den reelle økningen på Kårvatn er imidlertid svært liten, i og med at nitratkonsentrasjonene er så lave i utgangspunktet. Nitratverdiene i Birkenes gjorde et hopp i perioden 1983 til 1985, men gikk deretter tilbake til nivåene som ble målt tidligere på 1980-tallet. Dette hoppet var sannsynligvis forårsaket av at et lite felt 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 året 2007 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 hvert år ( $-22 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2007). 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 en årsmiddelverdi på  $-8 \mu\text{ekv L}^{-1}$  i 2007. 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 reduksjoner 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. I Langtjern, hvor organiske anioner dominerer ANC, forekommer det også perioder hvor vannkvaliteten er for dårlig for overlevelse av fisk i bekkene (Hindar og Larsen 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-marine kalsium og magnesium. Årsmiddelverdiene fra 2007 varierer mellom  $8 \mu\text{ekv L}^{-1}$  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 ( $p < 0,01$ ), Storgama ( $p < 0,01$ ) og Langtjern ( $p < 0,01$ ) har vist nedadgående tidstrender i ikke-marine kalsium og magnesium fram til i dag (Mann-Kendall test, årsverdier 1990-2007). 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 i forhold til 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 mange år før en ser en tydelig økning i konsentrasjonene av basekationer i avrenningsvannet (Larsen *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  $H^+$  i Figur 39). I 2007 var de to stasjonene fortsatt surest, men Storgama har gjennomgått en større forbedring (pH 5,0) enn Birkenes (4,7). Rangert etter surhetsnivå i 2007 følger deretter Langtjern (pH 5,0), Svartetjern og Øygardsbekken (begge med pH 5,2), 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**

Med unntak av Storgama og Svartetjern har det vært en betydelig reduksjon i konsentrasjonene av labilt Al i de mest forsurede feltene i perioden 1990-2007 (Birkenes ( $p < 0,01$ ), Langtjern ( $p < 0,01$ ) og Øygardsbekken ( $p < 0,01$ ) (Mann-Kendall test, årsverdier; Figur 39). Birkenes har hatt spesielt stor nedgang totalt sett, men nivået i 2007 ( $201 \mu g L^{-1}$ ) er fortsatt langt over tåleransegrensene for fisk. Birkenes og delvis også Langtjern viser imidlertid en økende tendens fra hhv. årene 2002 og 2003. Rangert etter konsentrasjonsnivå i 2007: Birkenes ( $201 \mu g L^{-1}$ ), Øygardsbekken ( $46 \mu g L^{-1}$ ), Svartetjern ( $36 \mu g L^{-1}$ ), Storgama ( $34 \mu g L^{-1}$ ) og Langtjern ( $33 \mu g L^{-1}$ ). Dalelva og Kårvatn har begge svært lave årsmiddelverdier ( $2-4 \mu g L^{-1}$  i 2007). Det er verdt å merke seg at det mobiliseres betydelig mer uorganisk aluminium per  $H^+$  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 kloridkonsentrasjonene gjennomgående ligget over  $100 \mu ekv L^{-1}$  på årsbasis (Figur 40). 1993 utmerker seg som et ekstremt sjøsaltår, særlig i Birkenes og Øygardsbekken. Sjøsaltepisoden i 1993 påvirket de fleste kjemiske komponenter, særlig ved å gi lave ANC- og pH-verdier i bekkene. Også 1997, 2000, 2005 og 2007 var karakterisert av 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 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  $H^+$ -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.

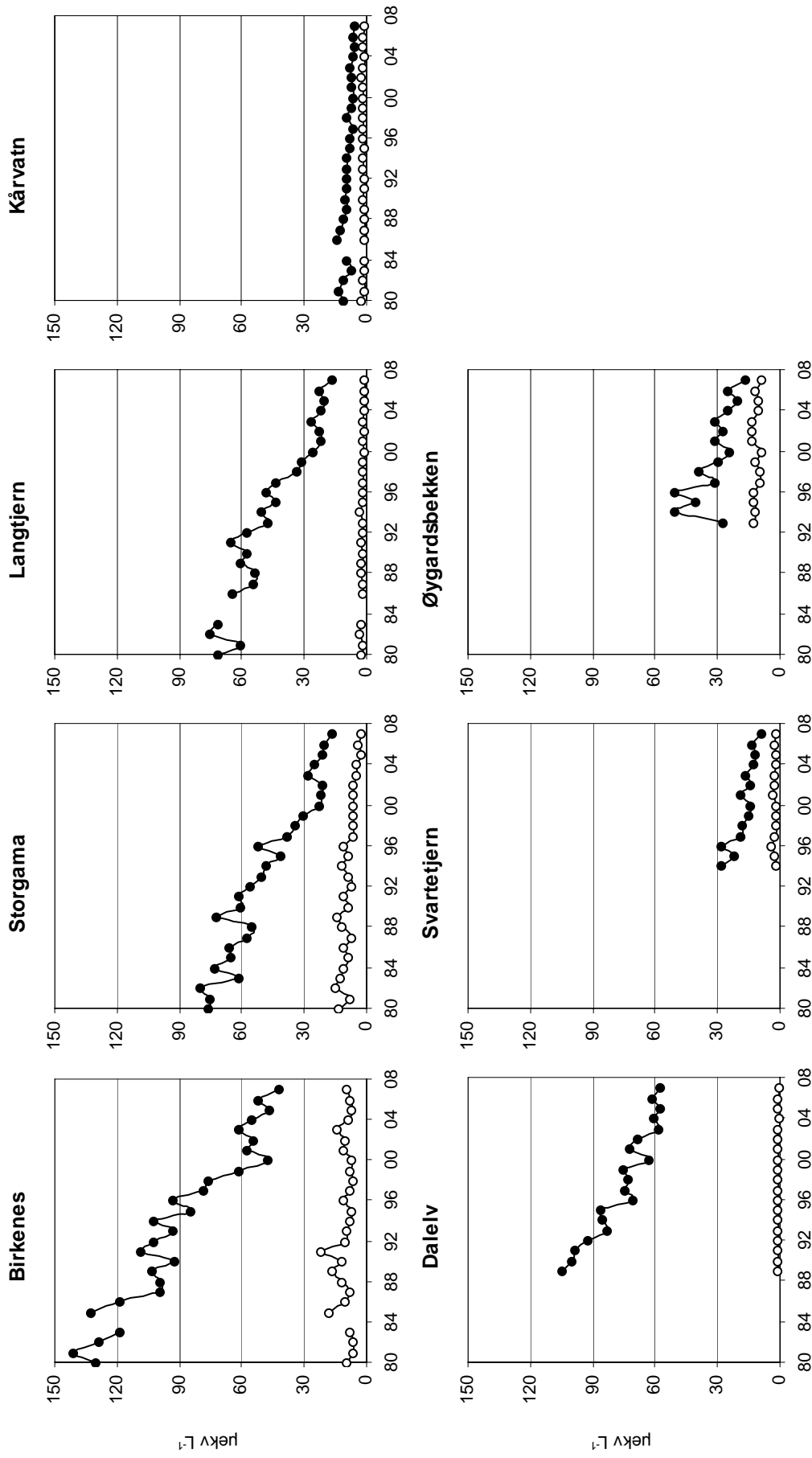
**TOC**

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon (TOC) er høyest i Langtjern ( $11,3 mg C L^{-1}$  i 2007) og lavest i Kårvatn ( $0,8 mg C L^{-1}$  i 2007) og Øygardsbekken ( $1,5 mg C L^{-1}$  i 2007) (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 nedbørsfelt viser signifikant økende trend i TOC i perioden 1990-2007, basert på veide årsmidler og Mann-Kendall test; Birkenes ( $p < 0,01$ ), Storgama ( $p < 0,01$ ), Langtjern ( $p < 0,05$ ), Øygardsbekken ( $p < 0,05$ ) og Dalelva ( $p < 0,05$ ). 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).

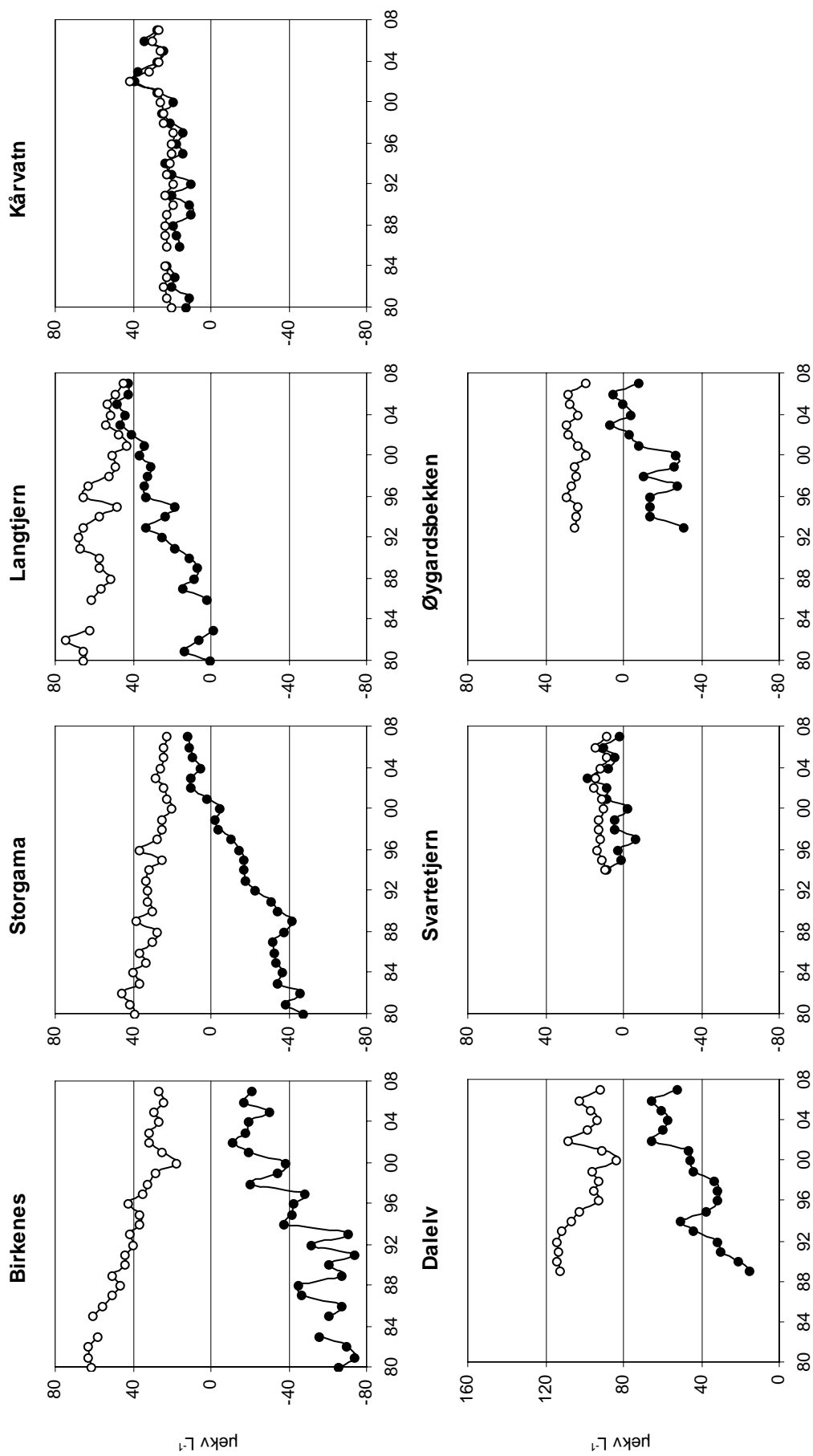


## Feltforskningsstasjoner – ikke-marin sulfat og nitrat



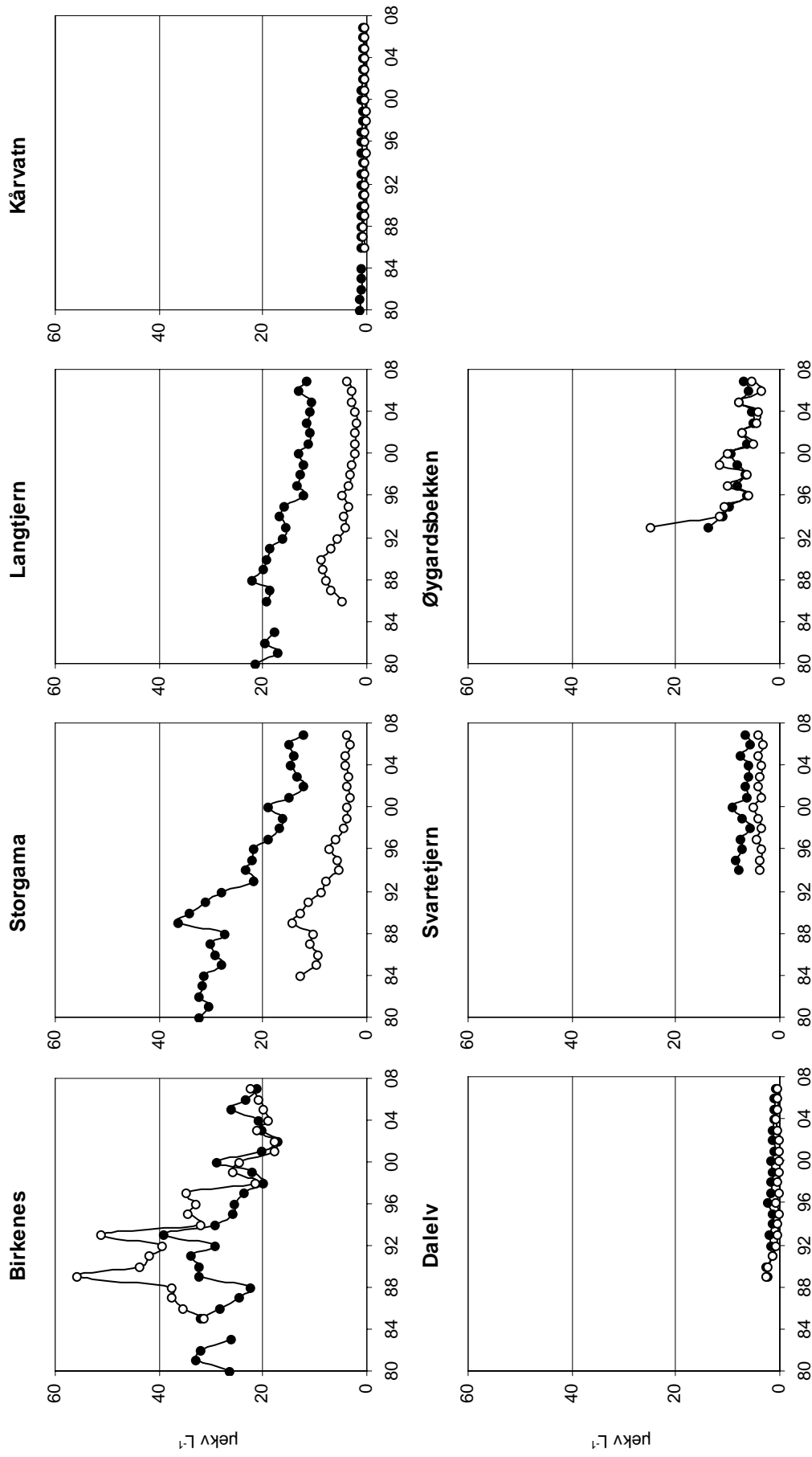
Figur 37. Ikke-marin sulfat og nitrat i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin sulfat ● og nitrat ○. Enhet:  $\mu\text{kv L}^{-1}$ .

## Feltforskningsstasjoner – ANC og ikke-marine basekationer



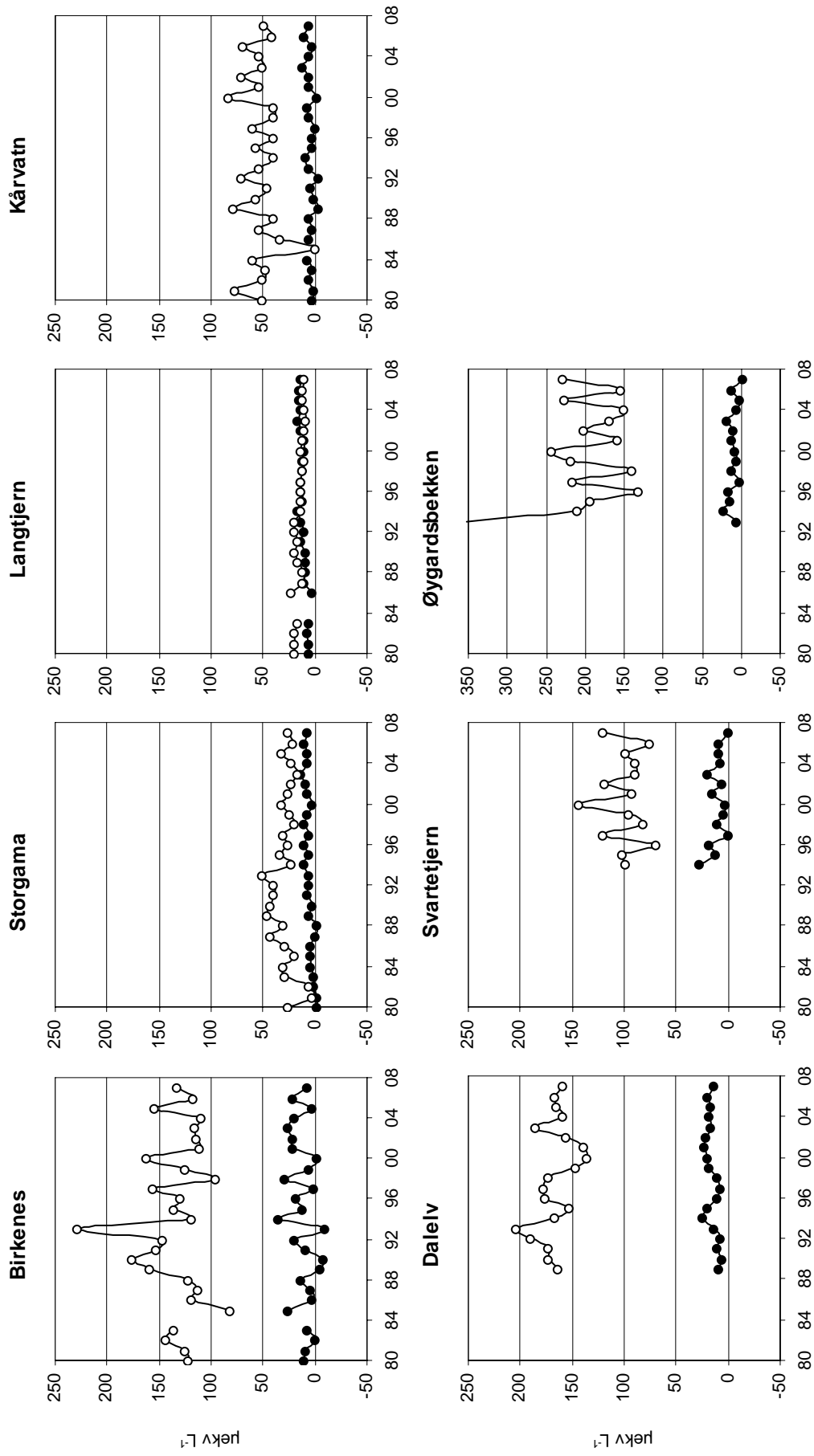
Figur 38. ANC og ikke-marine basekationer ( $\text{Ca}+\text{Mg}$ ) i feltforskningsstasjonene. ANC ● og ikke-marine basekationer ( $\text{Ca}+\text{Mg}$ ) ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Dalelva.

## Feltforskningsstasjoner – $H^+$ og labilt Al



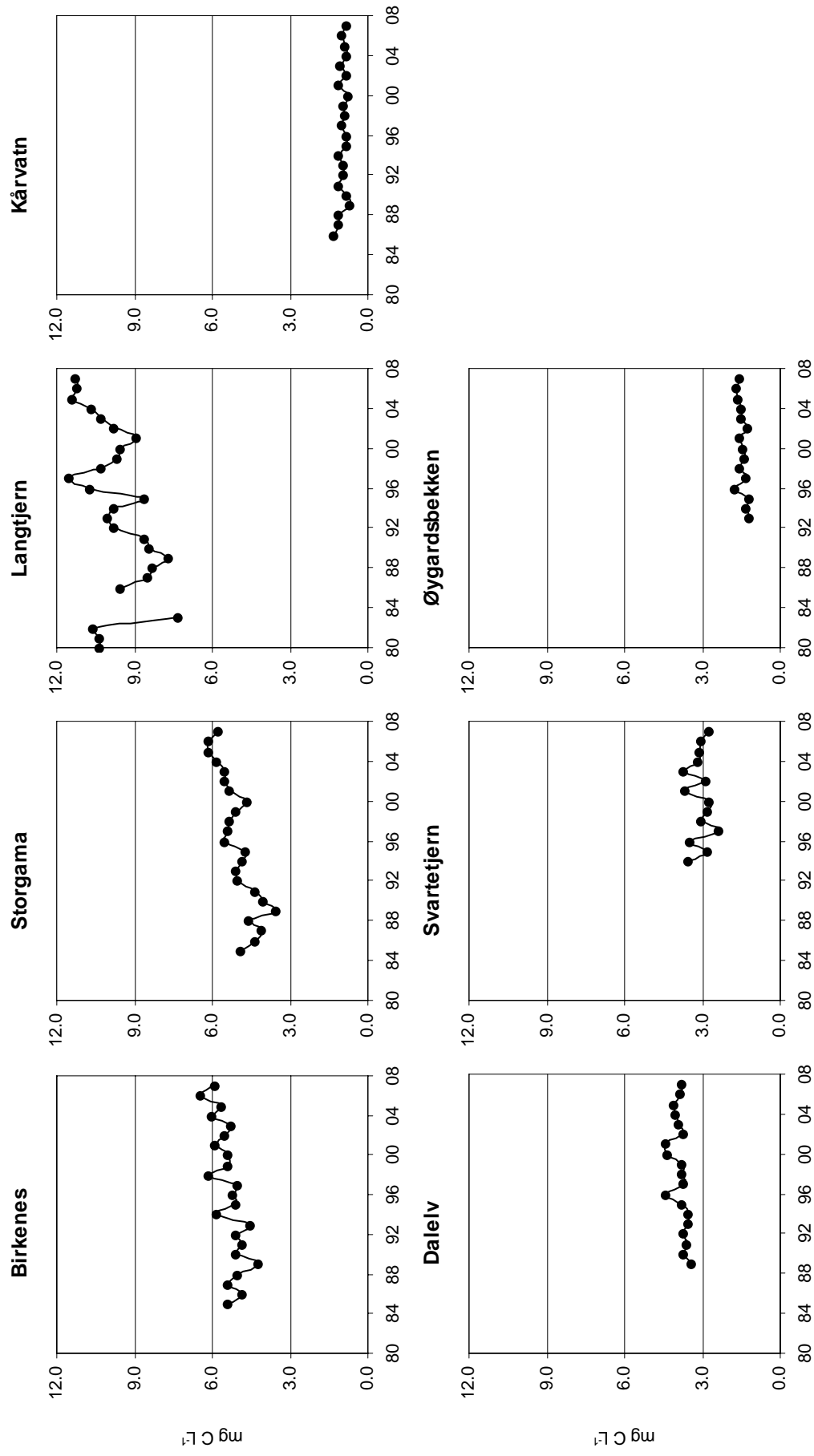
Figur 39.  $H^+$  og labilt Al i feltforskningsstasjonene.  $H^+$  ● og labilt Al ○. Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ .

## Feltforskningsstasjoner – klorid og ikke-marin natrium



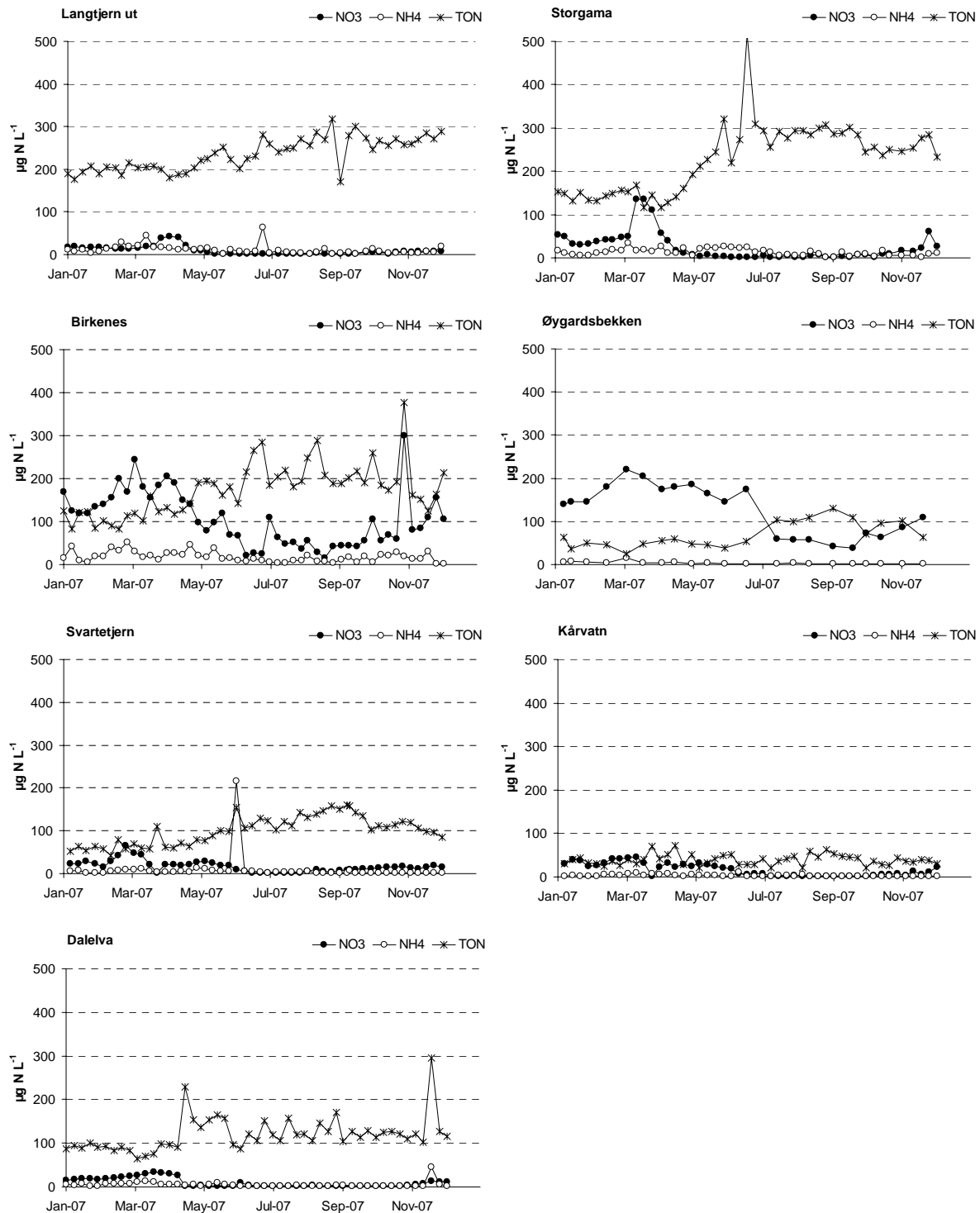
Figur 40. Klorid og ikke-marin natrium i feltforskningsstasjonene. Ikke-marin natrium  $\circ$  og klorid  $\bullet$ . Enhet:  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . OBS! Skala Øygardsbekken

## Feltforskningsstasjoner – TOC



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

## Feltforskningsstasjoner – Nitrogenkomponenter



Figur 42. Sesongmessig fordeling av nitrat ( $\text{NO}_3$ ), ammonium ( $\text{NH}_4$ ) og totalt organisk nitrogen (TON) i feltforskningsområdene i 2007. TON = total nitrogen –  $\text{NO}_3$  -  $\text{NH}_4$ . Enhet:  $\mu\text{g N L}^{-1}$

## 4. Vannbiologisk overvåking

### 4.1 Presentasjon av det biologiske overvåkingsprogrammet

Det biologiske overvåkingsprogrammet omfatter:

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

Den biologiske overvåkingen gir informasjon om korttidseffekter og akkumulerte effekter av forsurening på vannlevende organismer, og er dessuten nødvendig for å kunne evaluere effekten av forsureningsreducerende tiltak over tid. Utvalget av overvåkingslokaliteter for biologiske undersøkelser er mindre egnet for å studere regionale forskjeller i forsureningsskader 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 2007 ble totalt 26 innsjøer undersøkt (Tabell 12, Figur 43). Hovedvekt ble lagt på region IV (Sørlandet - Øst) og region VII (Vestlandet - Nord) i tillegg til innsjøer fordelt på de øvrige åtte regionene som undersøkes hvert år. Innsjøovervåkingen har pågått siden 1996 og for en del av innsjøene foreligger det data på bunndyr og krepsdyr fra alle elleve årene. Det gjennomføres dessuten bunndyrundersøkelser i seks vassdrag fordelt på regionene V – VII (tre av disse overvåkes hvert andre år) hvorav to av vassdragene også undersøkes mhp. fiskebestander.

For bunndyr, krepsdyr og fisk er det gjort en vurdering av tilstand mht. forsurening/ forsureningsskader. Forsuringstilstanden er inndelt i fem klasser basert på avvik fra forventet biologisk mangfold i ikke-forsurete lokaliteter: ingen/ubetydelig endring (svært god økologisk tilstand), liten endring (god), moderat endring (moderat), stor endring (dårlig), svært stor endring (svært dårlig). Disse betegnelsene er endret i 2004 i forhold til tidligere år og er nå mer tilpasset terminologien i Vanddirektivet (VD). For å kunne gjøre en vurdering av forsureningstilstanden 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 forsureningsskader (biologi) må man i tillegg kjenne til og ta høyde for eventuelt andre skadeårsaker (reguleringer, overfiske, andre forurensninger med mer). Andre skadeårsaker enn forsurening er forsøkt begrenset gjennom utvalget av overvåkingslokaliteter. Det arbeides kontinuerlig med å forbedre grunnlaget for vurdering av forsureningstilstanden i Norge og dessuten tilpasse en slik klassifisering til kriteriene gitt for vurdering av økologisk tilstand i hht. Vannrammedirektivet.

For bunndyr bestemmes forsureningstilstand ut fra den registrerte artssammensetningen. Basert på forekomst/fravær av forsureningsfølsomme arter beregnes en forsureningsindeks (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 forsureningsskadene enn en vurdering basert på bunndyrene eller krepsdyrene alene. Innsjøenes forsureningstilstand basert på invertebratfaunaen er presentert i Figur 44.

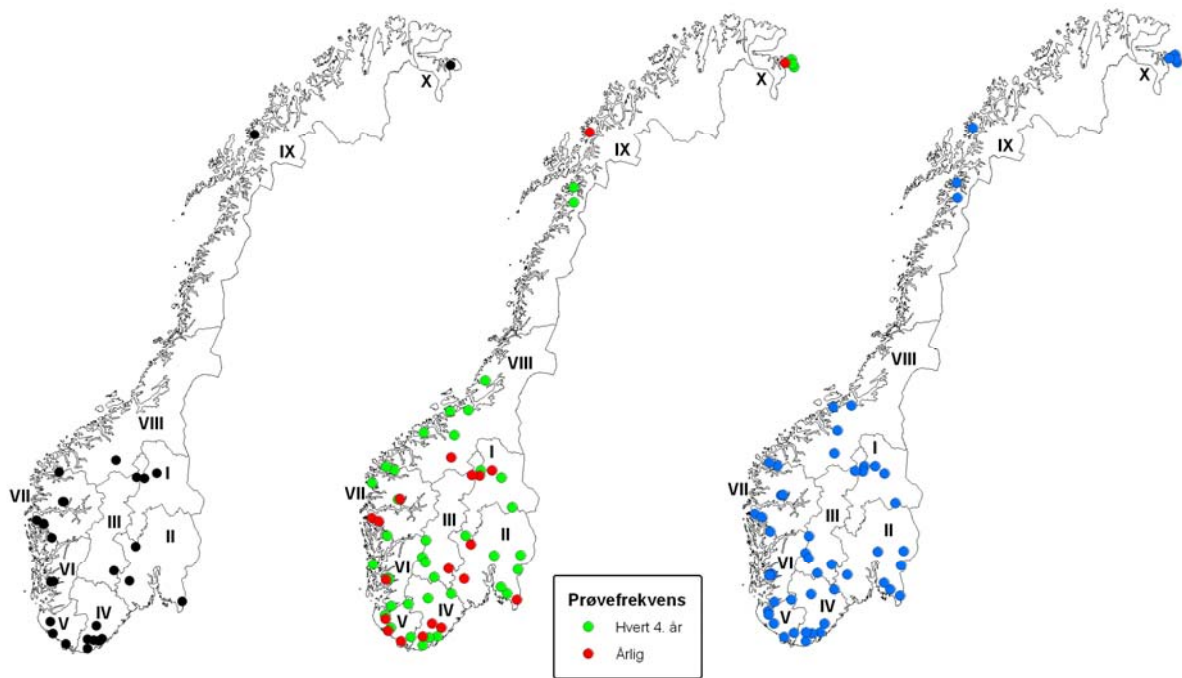
Forsuring påvirker bl.a. aldersstruktur og tetthet hos fiskebestandene. Det jobbes med en indeks som skal angi økologisk tilstand for fisk - i første omgang for rene aurebestander. Denne vil basere seg på kunnskap om ulike bestandsparametre og hvordan disse varierer naturlig og med ulike påvirkninger.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

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

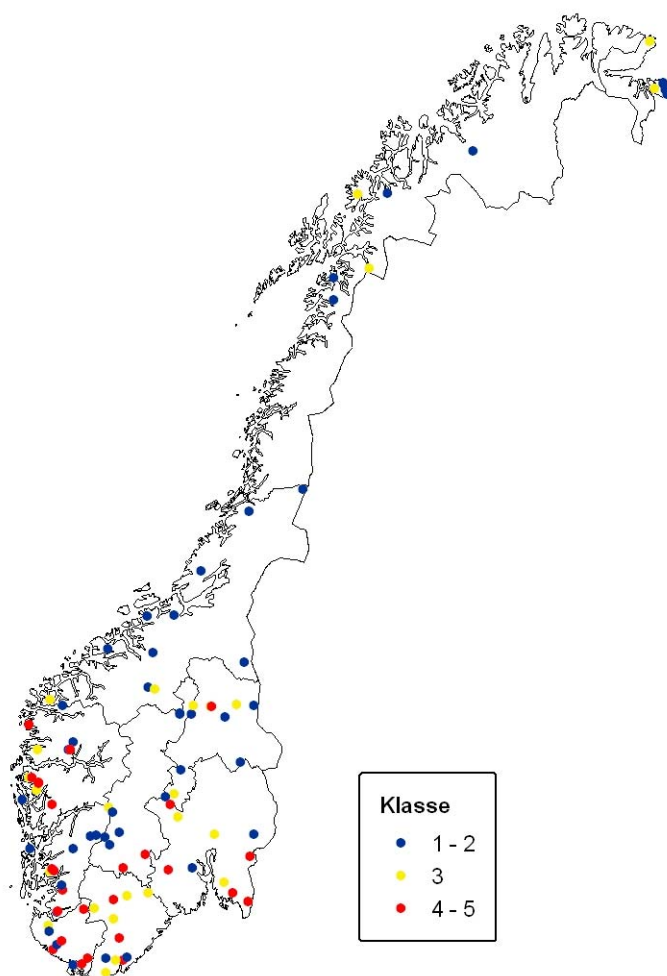
Tabell 12. Innsjøer som inngår i undersøkelse av vannkjemi, bunndyr, planktoniske- og litorale krepsdyr samt fisk i 2007. Årlige intensivsjøer (Gruppe 1-sjøer) er angitt med uthevet skrift mens øvrige innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 2-sjøer) er merket med \*.

Lok.nr	Region	Fylke	Kommune	Innsjø	Kartblad	Vann- kjemi	Bunndyr	Krepsdyr	Fisk
I-1	I	He	Stor-Elvdal	<b>Atnsjøen</b>	1818-4	X	X	X	X
I-5	I	He	Engerdal	Stortjørna*	1918-4	X	X	X	
II-2	II	ØF	Aremark	Bredtjern*	2013-3	X	X	X	
II-10	II	Bu/Te	Kongsberg/Notodden	<b>Øvre Jerpetjern</b>	1714-3	X	X	X	
II-12 <sup>a</sup>	II	Bu	Flå	Langtjern*	1715-1	X	X	X	
III-1	III	Op	Sel	Rondvatn*	1718-1	X	X	X	
III-5	III	Te	Hjartdal	Heddersvatn*	1614-4	X	X	X	
IV-3	IV	AA	Birkenes	<b>Bjorvatn</b>	1512-2	X	X	X	
IV-4	IV	AA	Birkenes	Risvatn	1511-1	X	X	X	X
IV-5	IV	AA	Birkenes	<b>Lille Hovvatn</b>	1512-3	X	X	X	
IV-8	IV	VA	Vennesla	Drivenesvatn	1511-4	X	X	X	X
IV-9	IV	VA	Vennesla/Songdalen	Sognevatn*	1411-1	X	X	X	
IV-10	IV	VA	Søgne	Kleivsetvatn	1411-2	X	X	X	X
V-1	V	VA	Farsund	<b>Saudlandsvatn</b>	1311-2	X	X	X	X
V-4	V	Ro	Sokndal	<b>Ljosvatn</b>	1211-1	X	X	X	
V-8	V	Ro	Bjerkreim	Lomstjørni*	1212-2	X	X	X	
VI-3	VI	Ro	Vindafjord	<b>Røyravatn</b>	1214-2	X	X	X	
VII-1	VII	Ho	Vaksdal	Oddmundalsvatn	1216-2	X	X	X	X
VII-4	VII	Ho	Masfjorden	<b>Markusdalsvatn</b>	1116-1	X	X	X	
VII-6	VII	Ho	Masfjorden	Svarttjern*	1216-4	X	X	X	
VII-8	VII	SF	Gaular	<b>Nystølsvatn</b>	1317-4	X	X	X	X
VII-10	VII	SF	Førde	Holmevatn	1317-4	X	X	X	X
VII-12	VII	SF	Eid	Movatn	1218-1	X	X	X	
VIII-1	VIII	Op	Lesja	<b>Svartdalsvatn</b>	1419-1	X	X	X	
IX-5	IX	Tr	Tranøy	Nedre Kaperdalsv*	1333-1	X		X	
X-5	X	Fi	Sør-Varanger	Dalvatn*	2434-2	X	X	X	





Figur 43. Lokalteter som inngår i det biologiske overvåkingsprogrammet for innsjøer i 2007. Figuren lengst til venstre angir regioninndeling (I-X) av Norge med romertall. Se for øvrig Tabell 12 for nærmere angivelse av lokalitetene og hvilke type prøver som er tatt i den enkelte lokalitet. De to andre figurene viser alle innsjølokalitetene som er med i det biologiske overvåkingsprogrammet. Den midterste figuren viser innsjøer med invertebratundersøkelser, mens figuren til høyre viser alle innsjølokalitetene der det foregår fiskeundersøkelser.



Figur 44. Kart med angivelse av forursingsskader basert på bunndyr og planktoniske og litorale krepsdyr (innsjøer) fra siste år med data i perioden 1997-2007. 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 2007 ble det undersøkt bunndyr fra totalt 25 innsjøer fordelt på ni regioner i Norge, se Tabell 12 og Figur 43. Overvåkingen av innsjøer har nå pågått i tolv år og i de intensive og halvintensive sjøene foreligger det derfor 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 seks vassdrag beliggende i regionene V, VI og VII. Fra og med 2002 blir tre av vassdragene prøvetatt

annet hvert år. I 2007 ble det samlet inn prøver fra fire vassdrag; Farsund, Vikedal, Gaular og Nausta (Figur 63). Ogna og Vosso 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 forsuringsomfintlige bunndyr	0	Mangler småmuslinger i lokaliteter som biotopmessig skulle være gode for dem og man ellers bare har registrert dyr med høy pH-toleranse, karakteriseres området som meget sterkt forsuringsskadet, verdi 0.

#### 4.1.2 Planktoniske og litorale krepsdyr

Undersøkelsene av krepsdyr (vannlopper og hoppekreps) er basert på kvalitative håvtrekk, både fra pelagialen og fra litoralsonen. Fram t.o.m. 1998 ble det i tillegg tatt kvantitative prøver av planktonet i alle Gruppe 1-sjøer. 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. Forsuringstoleransen er målt som forekomst i forhold til pH, og angitt til fire kategorier: svært tolerante, moderat tolerante, moderat følsomme og svært følsomme. Svært forsuringstolerante arter er i denne rapporten angitt som forsuringindikatorer (se over). Andel

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

Av de 20 innsjøene som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2-sjøer), er en innsjø undersøkt for første gang i 1999, mens tre lokaliteter er undersøkt siden 1998, tolv siden 1997 og fire siden 1996. Fra flere av innsjøene finnes det i tillegg data på planktoniske og/eller litorale krepsdyr fra tidligere undersøkelser. Lokaliteter som inngår i krepsdyrundersøkelsene i 2007 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 forsurening. Endringer i fangstutbytte, rekruttering og alderssammensetning ligger til grunn for vurderingen av fiskepopulasjoner i innsjøer i de utvalgte områdene.

Registrering av forsuringsskader på fisk i innsjøer har i de siste åra vesentlig vært foretatt blant de såkalte "100-sjøers lokaliteter". En stor del av disse lokalitetene ble i 1996 inkludert i et revidert biologisk overvåkingsprogram. I perioden 1996-2007 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 prøvofisket gjennomført med SNSF-garnserier. En slik serie består av åtte enkeltgarn (27,0 x 1,5 m), med maskeviddene 10-45 mm. Disse garnene 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 garnene blir satt på standard dyp: 0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-35, 35-50 og > 50 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 2007 ble totalt ni lokaliteter prøvofisket fordelt på region IV (n=4), V (n=1) og VII (n=4). (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 ulike lokaliteter eller regioner over tid ut fra en bestemt forventning. Indeksen varierer mellom 0 og 1, og fangstutbyttet i ikke-skadede 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 forsøringsindeks 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 data fra lokaliteter som har vært prøvofisket inkludert, samt innsjøer der fiskebestander har gått tapt og det finnes sikre kilder på om de fortsatt er fisketomme. En forsøringsindeks (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 ugunstig klimatiske forhold (tørke eller flom). Aurebestander kan også være påvirket av konkurranse fra andre arter som f.eks abbor. Vi har derfor ekskludert data om aure i slike lokaliteter. 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 en periode før den vandrer ut i tilstøtende innsjø. Reproduksjonssvikt med høy dødelighet på egg- og yngelstadiet er vanligste årsak til reduksjon og tap av aurebestander i forsøringsområder. 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 Nystølsvatn. (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. Bekker i Vikedalsvassdraget blir undersøkt hvert år, mens det siden 2002 har vært undersøkelser annet hvert år i Bjerkreim – og Gaularvassdraget. I 2007 ble hhv. 24 og 23 bekker i Gaular- og Vikedalsvassdraget undersøkt. Disse tre vassdragene har en forsøringsfølsom vannkvalitet, med påviste 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 hver bekk avfisket én gang, mens de i seinere år har vært fisket i tre omganger. I 2006 ble lokalitetene i Bjerkreimsvassdraget fisket to omganger. For å kunne sammenlikne resultatene fra hele forsøksperioden, har vi beregnet fisketettheten for perioden 1987 til 1992 på basis av fangstsannsynligheten etter tre omgangers elfiske fra perioden 1993-2007. Tetthetene justeres i forhold til vannføringen under fisket hvert år fordi dette påvirker fangsteffektiviteten.

## 4.2 Resultater fra biologisk overvåking av innsjøene 2007

### 4.2.1 Region I – Østlandet-Nord

#### Bunndyr

I region I blir to innsjøer, Atnsjøen og Stortjørna, undersøkt årlig. I Atnsjøen ble det i 2007 registrert en snegleart og fem arter av døgnfluer hvorav fire er forsøringsfølsomme. Tettheten av den sterkt følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* var relativt høy på lokalitetene som egnet seg for arten. Dette

indikerer en uskadet fauna. Videre ble det registrert syv arter av steinfluer. Blant disse var det tre følsomme arter. Det ble påvist syv arter av vårfluer, det samme som foregående år. To av disse er kjent for å være forsuringfølsomme. I Atnsjøen er også polyppdyret *Hydra* sp. Denne regnes også som forsuringfølsom. Videre ble det registrert følsomme flimmermark, *Otomesostoma auditivum* og følsomme krepssdyr, *Daphnia* sp., i roteprøvene. Resultatet i Atnsjøen varierer litt fra år til år med hensyn på antall arter og mengden av forsuringfølsomme taksa. Atnsjøen vurderes som lite forsuringsskadet og mellom-år forskjeller i bunndyrsamfunnet tolkes som naturlige variasjoner.

Stortjørna har vist moderat til liten forsuringsskade tidligere. *B. rhodani* har hatt en sporadisk forekomst i innløpet i de seneste år. Fra 2007 tas det ikke lenger prøver fra innløpet. Arten ble ikke registrert i utløpet i 2007. Den moderat følsomme steinfluen *Isoperla grammatica* ble registrert i utløpselva. Blant vårfluene ble det bare påvist tolerante arter. Stortjørna karakteriseres som moderat skadet av forsuring og tilstanden er ustabil.

### Krepsdyr

Totalt er det registrert 56 arter i region I (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1997-2007. For enkeltsjøene i regionen ble forsuringsskadene i 1998 vurdert som ubetydelig/liten til stor (svært god/god - dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunen. Nyere undersøkelser er kun foretatt i fire av innsjøene.

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

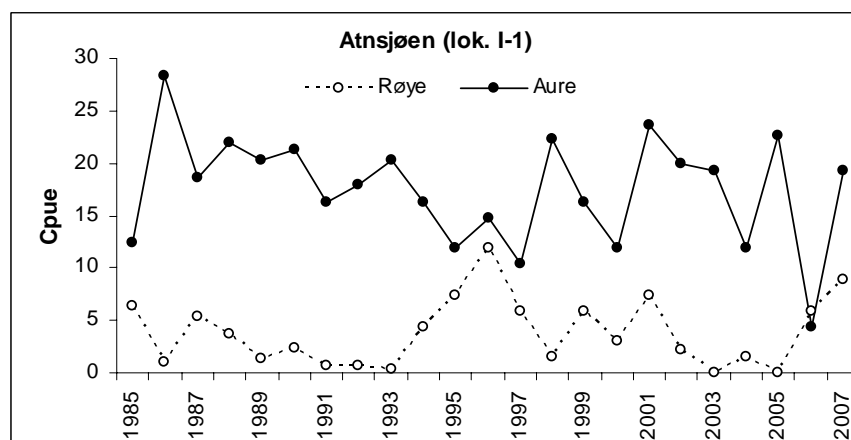
Kun noen få av innsjøene i denne regionen er undersøkt etter 1998. To av innsjøene undersøkes årlig (Vedlegg F1-F2). Atnsjøen (Stor-Elvdal) er en referansesjø med ingen eller kun ubetydelige forsuringsskader. Andelen forsuringfølsomme individer har i de siste fire årene likevel vært noe høyere enn i tidligere år. Stortjørna (Engerdal) er moderat forsuret og viser relativt store mellom-år variasjoner i krepsdyrfaunen. Survannsindikatorerne *Alona rustica* og *Acanthocyclops vernalis* er registrert i tillegg til moderat tolerante og moderat følsomme arter. Arter innen slekten *Daphnia* er ikke registrert. En god bestand av røye i Stortjørna kan ha en negativ effekt på tilstedeværelsen av dafnier. Krepsdyrundersøkelsene bekrefter imidlertid konklusjonene fra bunndyrundersøkelsene om at Stortjørna er noe ustabil mhp. forsuringstilstand. Ytterligere to innsjøer i region I er undersøkt både i 1998, 2002 og 2006 (SFT 1999, 2003, 2007). For disse er det ingen entydige endringer i forsuringstilstanden over overvåkingsperioden.

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

### Fisk

I 2007 ble ingen innsjøer i region I prøvefisket, med unntak av Atnsjøen som er inkludert i *Overvåking av biologisk mangfold i ferskvann*. Generelt sett har fiskebestandene i regionen hatt en positiv utvikling i løpet av de siste åra (1996-2007). En lokalitet har imidlertid fortsatt en tynn aurebestand (Måsåbutjern, Lok I-3) til tross for en god vannkvalitet. En manglende bestandsøkning hos aure i denne lokaliteten har trolig sammenheng med svært dårlige gytebekker. Vi har derfor utelatt denne aurebestanden er ved beregningen av forsuringsskader for fisk for denne regionen. 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 1985-2007 variert mellom henholdsvis 4-28 og 0-12

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 1985-2007.

#### 4.2.2 Region II – Østlandet-Sør

##### Bunndyr

I region II blir Ø. Jerpetjern, Langtjern og Bredtjern undersøkt årlig. I 2007 var tilstanden i Øvre Jerpetjern forverret fra moderat til sterkt skadet. Dette skyldes fravær av døgnfluen *Siphonurus* sp. fra sjøens strandsone. Her er det tidligere registrert stabile bestander av arten. I Langtjern ble det i likhet med tidligere år påvist småmuslinger, *Pisidium* sp. Bredtjern hadde en sterkt skadet fauna. Denne situasjonen har vært stabil i overvåkingsperioden.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 68 arter i region II (12 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2007. For enkeltlokaliteter i region II vurderes forsureningsskadene 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 ni til 12 år i løpet av perioden 1996-2007 (Vedlegg F1-F2). Bredtjenn (Aremark) er en av de mest forsureningsskadede innsjøene i denne regionen. Sammensetningen i planktonet, med dominans av hoppekrepsen *Eudiatomus gracilis* og den svært forsureningstolerante vannloppen *Bosmina longispina* og ellers få arter, indikerer at innsjøen er sterkt forsureningsskadet. Fra Langtjern (Flå) fins det, i tillegg til nyere krepsdyrundersøkelser, planktondata fra 1977. Prosentvis forekomst av den forsureningsfølsomme arten *Daphnia longispina* i planktonet har i alle år vært lav, men noe høyere i perioden 2003-2006 (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 2007 var tettheten av begge disse artene imidlertid svært lav. I Øvre Jerpetjern (Notodden) har andel forsureningsfølsomme arter vært noe høyere de tre siste årene sammenlignet med tidligere år. I Langvatn (Oslo), som er undersøkt



årlig i perioden 1996-1999 og siden hvert 4. år, er det registrert relativt høy andel forsuringfølsomme arter. Vannkvaliteten synes imidlertid å være ustabil, og *Daphnia longispina* er kun registrert i 1997 og i 2006. 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. Artsantall og andel forsuringfølsomme arter var høyere i 2002 sammenlignet med 1998 for de fleste av lokalitetene. 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 2007. 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 skadet. 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 tydet 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 gjennomført bunndyrundersøkelser i Rondvatn og Heddersvatn. I Rondvatn ble det registrert tre forsuringfølsomme bunndyrtaksa. Dette er i samsvar med registreringer fra 2006, men den sterkt følsomme døgnflueslekten *Baetis* ble ikke registrert i utløpsbekken. *Baetis* spp. har vært vanlig i lokaliteten i de senere år. Fraværet kan skyldes at tålegrensen har vært overskredet. Rondvatn har svært lave ionestyrker og er således følsom for sure episoder. I Heddersvatn ble det funnet to moderat følsomme taksa, *Pisidium* sp. og *Isoperla* sp. Våre registreringer i region III viser at følsomme insektarter kan forekomme i innsjøer med svært lav kalsiumkonsentrasjon.

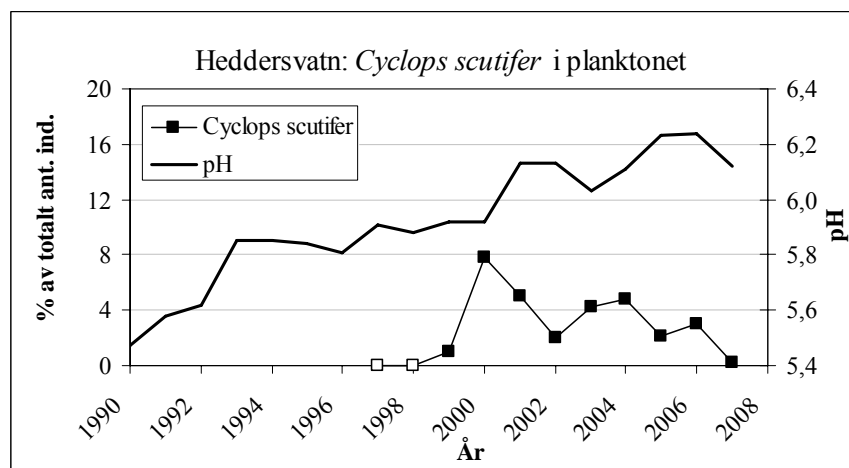
#### **Krepsdyr**

Totalt er det registrert 41 arter i region III (11 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1998-2007. For enkeltstående innsjøer 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 survannsindikatorerne *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 daphnier og andre forsuringfølsomme arter i enkelte av lokalitetene.

Fra to av lokalitetene i region III fins det årlige krepsdyrdata for perioden 1997-2007 (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. Med svært lave tettheter av *Cyclops scutifer* ved siste undersøkelse vurderes tilstanden, basert på krepsdyrfaunaen, å være noe dårligere i 2007 enn de forutgående årene. 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 1997-2007. Åpne symboler: ingen funn av arten i planktonprøver. pH er fra høstprøver.

### Fisk

Det ble ikke prøvefisket i noen lokaliteter i region III i 2007. Alle de undersøkte innsjøene ligger over 1000 m o.h., og de fleste har forholdsvis tynne eller middels tette aure- og/eller røyebestander. To lokaliteter (Lok. III-1 og III-5) som ble prøvefisket i 2004 hadde imidlertid relativt tette bestander av røye. Dette gjaldt blant annet røyebestanden i Rondvatnet (Lok. III-1), som har hatt en svært positiv utvikling i de siste åra. Denne 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. Imidlertid hadde fem innsjøer som ble undersøkt i 2004/2005 fortsatt tynne aurebestander. Dette gjelder spesielt aurebestanden i Rondvatnet som tidligere var tapt, og der manglende naturlig reetablering trolig skyldes vandringsbarrierer. Når det gjelder de andre innsjøene med aure i regionen, er det usikkert om de er påvirket av forsuring. Regionen har en forholdsvis lav forurensningsbelastning, og vannkvaliteten er nå i stor grad tilfredsstillende med høy pH og lavt

innhold av labilt aluminium (se kap 3. denne rapporten). Vi antar derfor at mengden fisk i disse høyfjellssjøene i stor grad er rekrutteringsbegrenset og ikke lenger påvirket av forsurening.

#### 4.2.4 Region IV - Sørlandet-Øst

##### Bunndyr

I region IV ble Bjorvatn, Lille Hovvatn, Sognevatn, Risvatn, Drivenesvatn og Kleivsetvatn undersøkt; de tre førstnevnte undersøkes årlig. I Bjorvatn 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 2007, er ikke muslingene gjenfunnet og innsjøen fremstår som meget sterkt forsuringsskadet. I Lille Hovvatn ble det registrert småmuslinger i 2007. Denne bestanden har lav tetthet og er ustabil. I Sognevatn ble det funnet ti følsomme taksa høsten 2007. Dette er betydelig flere enn ved starten av prosjektet, da det ble registrert halvparten så mange følsomme taksa. De vanligste artene var de sterkt følsomme døgnfluene *Baetis rhodani* og *Caenis horaria*, og vårfluene *Hydropsyche* sp. og *Tinodes waeneri*. De fleste registreringene ble gjort i utløpet. I selve vatnet ble det, i likhet med 2006, også påvist svært følsomme døgnfluer. Sognevatnet og utløpselva er lite forsuringsskadet. I Risvatn ble det påvist en rekke følsomme taksa og dyresamfunnet fremstår som lite skadet. Her finner vi blant annet flere følsomme døgnfluearter, som *Cloeon* sp., *Caenis* spp., *Siphonurus* sp. og *Ameletus inopinatus*. I tillegg ble toøyet flatigle, *Helobdella stagnalis*, registrert i utløpet. På Sørlandet har det generelt vært svært sparsom forekomst av igler. Nevnte art har stor utbredelse i Norge, men er ikke ført opp som sikker på Sørlandet i Fauna Norvegica (Aagaard & Dolmen 1996). Dette er en av få lokaliteter i overvåkingen som har gode bestander av arter av den meget følsomme døgnflueslekten *Caenis*. Drivenesvatnet var mer artsfattig. En god bestand av vårfluen *Hydropsyche siltalai* i utløpet indikerer moderat forsuringsskade. Kleivsetvatnet hadde gode tettheter av moderat følsomme arter. I dette vatnet ble det registrert en følsom steinflue, *Isoperla grammatica*, tre følsomme vårfluer; *Lepidostoma hirtum*, *Oecetis testacea* og *Hydropsyche siltalai* samt hundegle, *Erpobdella octoculata*, som er moderat følsom.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 63 krepsdyrarter i region IV (10 innsjøer) i perioden 1997-2007. Krepsdyrsamfunnene viser stor variasjon og forsuringsskadene er vurdert som liten til meget stor (god – svært dårlig økologisk tilstand) for enkeltjøene i regionen.

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

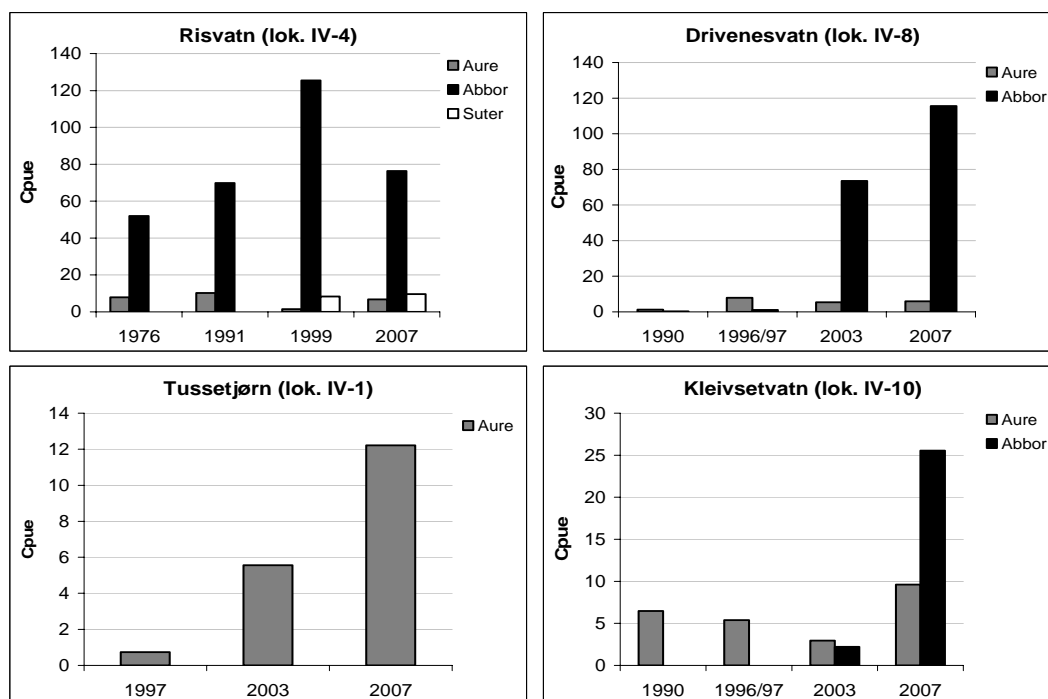
Tre av innsjøene overvåkes årlig (Vedlegg F1-F2). Bjorvatn (Birkenes) er moderat til stekt forsuringsskadet. De siste årene, særlig fra 2003, er det kommet inn flere moderat forsuringfølsomme arter av småkreps som tidligere ikke er registrert i innsjøen. I 2007 ble det registrert to nye arter, *Alona 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 overvåkingsjøene våre. I 2007 ble det kun registrert forsuringstolerante arter. Krepsdyrsamfunnet i Lille Hovvatn viser ingen tegn på endringer mhp forsuringstilstand over overvåkingsperioden (1997-2007). I Sognevatn (Songdalen/Vennesla) er andelen forsuringfølsomme krepsdyrarter mer enn fordoblet for perioden 1997-2007 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 2005-2007 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 (Vedlegg F3) har mengden av moderat forsuringfølsomme arter økt siden forrige undersøkelse (2003). Samtidig er det ikke registrert dafnier i de to sjøene Risvatn (Birkenes) og Drivnesvatn (Vennesla) som tidligere har 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

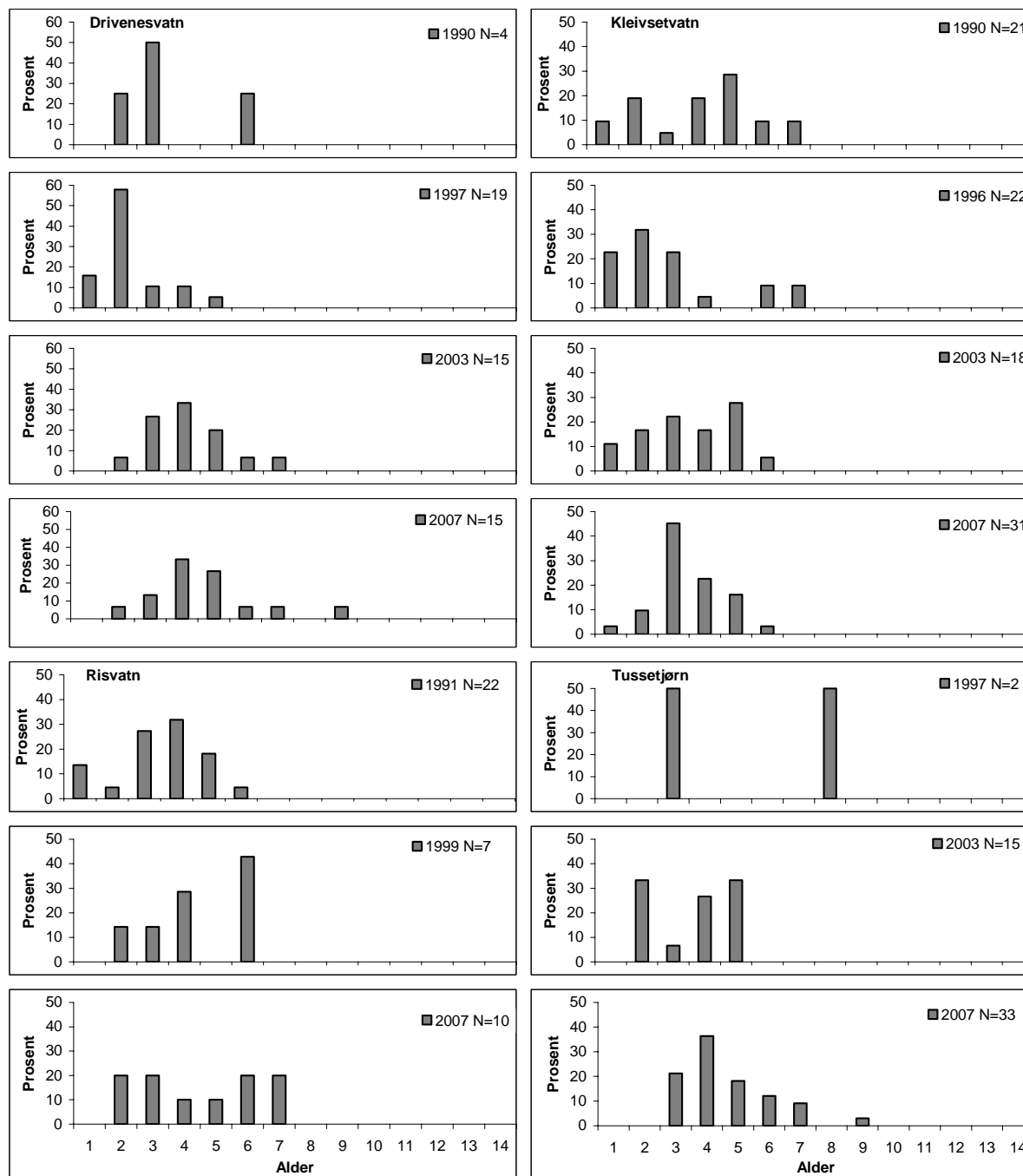
I region IV ble fire innsjøer prøvofisket i 2007. Karakteristisk for fiskesamfunnene i overvåkingslokalitetene i denne regionen er forholdsvis tynne aurebestander og tette abborbestander (Figur 47).



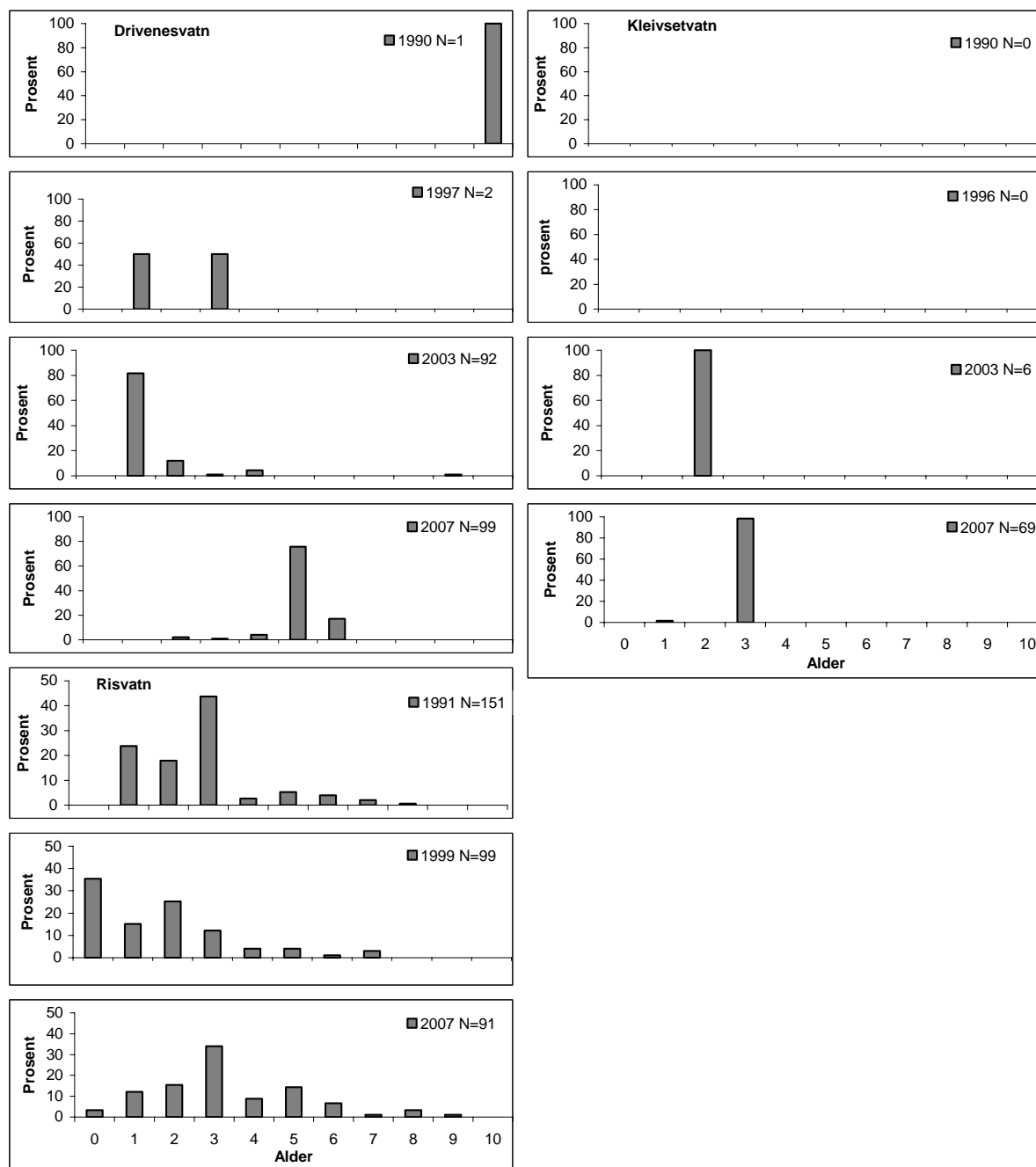
Figur 47. Fangst av aure, abbor og suter i Risvatn (lok IV-4), av aure og abbor i Drivnesvatn (lok IV-8) og i Kleivsetvatn (lok IV-10) og av aure i Tussetjørn (lok IV-1) i ulike perioder. Fangstene er angitt som antall individ pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (C<sub>pue</sub>) i bunnære områder (0-6 m dyp).

Tussetjørn har bare aure, og fangstutbyttet viser en positiv utvikling. Aldersfordelingen antyder også en jevnere og bedre rekruttering i seinere år (Figur 48). I Kleivsetvatn har det vært en kraftig økning av abborbestanden siden 2003. Denne bestanden ble tidligere vurdert som meget sterkt skadet (Klasse 5), men kan nå klassifiseres som bare markert skadet (Klasse 3). Aldersfordelingen viser at rekrutteringen er svært ujevn, idet de fleste individene som ble fanget i 2007 var tre år gamle (Figur 49). Slik irregulær aldersfordeling hos abbor er ganske vanlig, selv i tette bestander (Hesthagen m.fl. 1992). Aurebestanden i Kleivsetvatn er fortsatt svært tynn sjøl om fangstutbyttet har økt noe i seinere år (Figur 47). Men aldersfordelingen viser at det har vært årlig rekruttering i de siste åra (Figur 48). I Risvatn har det vært en tett abborbestand helt siden i 1976 (Figur 47). I likhet med de andre lokalitetene i regionen har det også vært en økning i abborbestanden i denne innsjøen. Aldersfordelingen viser en jevn og god rekruttering med mange aldersklasser (Figur 49). Auren har

også rekruttert årlig, men bestanden er svært liten. Det ble trolig innført suter i Risvatn på 1990-tallet, idet den ble påvist første gang i 1999. I Drivenesvatn har abborbestanden også økt kraftig i løpet av siste tiår, men alderssammensetningen er svært irregulær med få aldersklasser (Figur 47 og Figur 49). I 2003 dominerte ettåringene, og denne årsklassen var også mest tallrik i 2007 (5-åring). Drivenesvatn har fortsatt en liten aurebestand, men antall aldersgrupper har vært økende. Forsuringssituasjonen i regionen vurderes som alvorlig, med mange tapte aure- og abborbestander (SFT 2008).



Figur 48. Aldersfordeling hos aure i Drivenesvatn, Kleivsetvatn, Risvatn og Tussetjørn i ulike år. N = antall individ som er aldersbestemt.



Figur 49. Aldersfordeling hos abbor i Drivenesvatn, Kleivsetvatn og Risvatn i ulike år. N = antall individ som er aldersbestemt.

#### 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 2007 påvist ni følsomme taksa, omlag det samme som i årene før. De seneste års resultater viser at bestandene av de mest følsomme bunndyrene fortsatt er meget ustabile og at små vannkjemiske endringer kan slå disse ut igjen. Den økende andelen av forsuringfølsomme organismer viser at det biologiske mangfoldet utvikler seg i positiv retning. Av arter som har etablert seg i Saudlandsvatnet i de seneste årene kan nevnes døgnfluene *Cloeon dipterum* og *Siphonurus alternatus* samt vårfluene *Tinodes waeneri* og *Oecetis testacea*. Alle artene som har kommet tilbake er

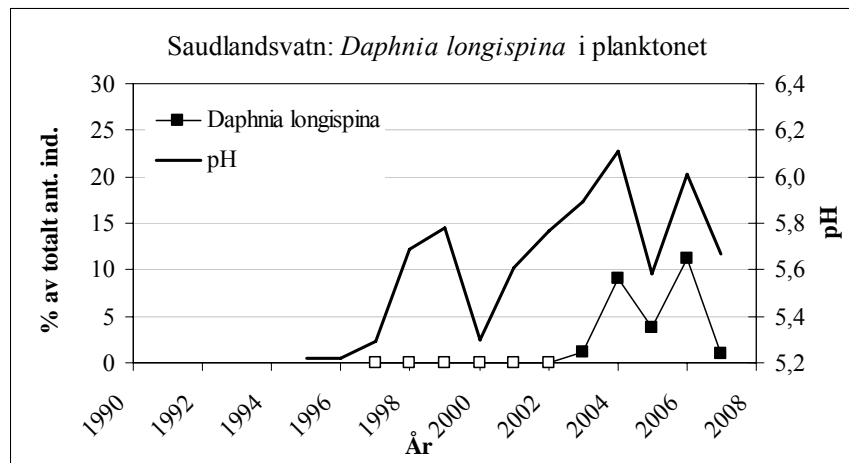
forventet, men fortsatt mangler det arter som finnes i uforsurede lokaliteter. I Ljosvatn ble det funnet to individer av den moderat følsomme vårfluen *Oecetis testacea* i utløpet. Dette er den første registreringen av følsomme bunnndyr i Ljosvatnet og kan være et tegn på at vatnet er i bedring. I Lomstjørni ble det funnet syv forsuringfølsomme taksa bestående av meget følsomme og moderat følsomme arter.

### **Krepsdyr**

Totalt er det registrert 58 arter i region V (14 sjøer) i overvåkingsperioden 1996-2007. Innsjøene i region V er klassifisert som litt/moderat til sterkt forsuringsskadet (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). I 2007 var andelen dafnier der i mot svært lav; noe som kan skyldes at vannkjemien fremdeles er ustabil og periodevis ugunstig. Andelen forsuringfølsomme arter har imidlertid økt de siste årene og ligger nå i underkant av 25 %. Samlet indikerer resultatene en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen i innsjøen. Ljosvatn (Sokndal) hører til de mest forsuringsskadete av overvåkingssjøene våre. De siste tre årene har det imidlertid blitt registrert totalt fire nye moderat forsuringfølsomme arter i Ljosvatn. Mengden av disse er generelt lave og varierer dessuten mellom år. 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 stabile bestander. Lomstjørni (Bjerkreim) vurderes som moderat forsuringsskadet 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.

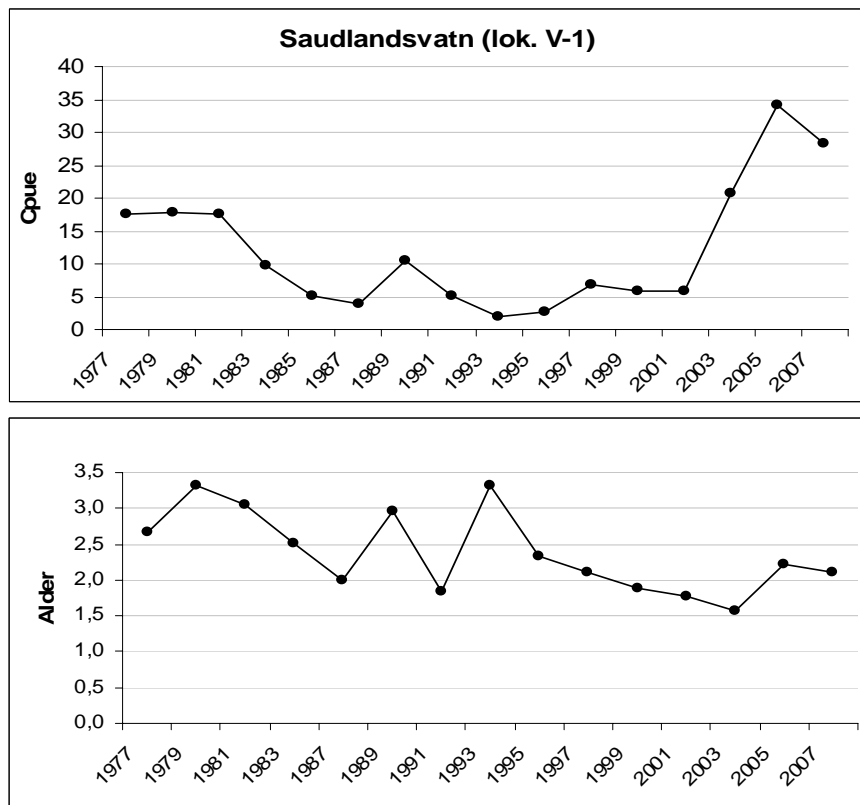


Figur 50. Andel (% av totalt individtall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* i Saudlandsvatn (region V, Sørlandet - Vest) i 1997-2007. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH er fra høstprøver (unntak 2004: gjennomsnitt av prøver tatt vår og sommer).

### Fisk

I region V ble én lokalitet prøvefisket i 2007. Av de fem aurebestandene som inngår i overvåkingsprogrammet for regionen, vurderes nå bare én som spesielt forsuringsskadet. Aurebestanden i Saudlandsvatn ble kraftig redusert på begynnelsen av 1980-tallet, og den holdt seg på et lavt nivå fram til og med 2001. Men i løpet av de siste åra har det vært en kraftig bestandøkning, med et rekordhøyt fangstutbytte i 2005 (Figur 51). Prøvefiske i 2007 viser at bestanden fortsatt kan klassifiseres som meget god (Klasse 1). Lav gjennomsnittlig alder i de siste årene indikerer også at rekrutteringen har vært god. Dette bekreftes av elfisket på inn- og utløp som viser høye tettheter av ungfisk (Figur 69). Denne regionen av Sørlandet har flest tapte og skadede fiskebestander pga forsuring her i landet (SFT 2006).





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

#### 4.2.6 Region VI -Vestlandet-Sør

##### Bunndyr

I region VI ble Røyrvatnet undersøkt i 2007. Etter mange år med sterk forurensningsskade viser Røyrvatnet tegn til en begynnende gjenhenting av bunndyrfaunaen i de siste tre årene. I 2007 ble det registrert flere følsomme bunndyrtaksa i lokaliteten: døgnfluen *Siphonurus lacustris*, steinfluen *Diura nanseni* og ertemuslinger (*Pisidium* sp.). I 2006 ble *Baetis rhodani* registrert i utløpselva. Denne arten var fraværende i 2007, men Røyrvatn synes nå å føye seg til den generelle positive utviklingen for regionen, se elveundersøkelsene, kapittel 4.4.

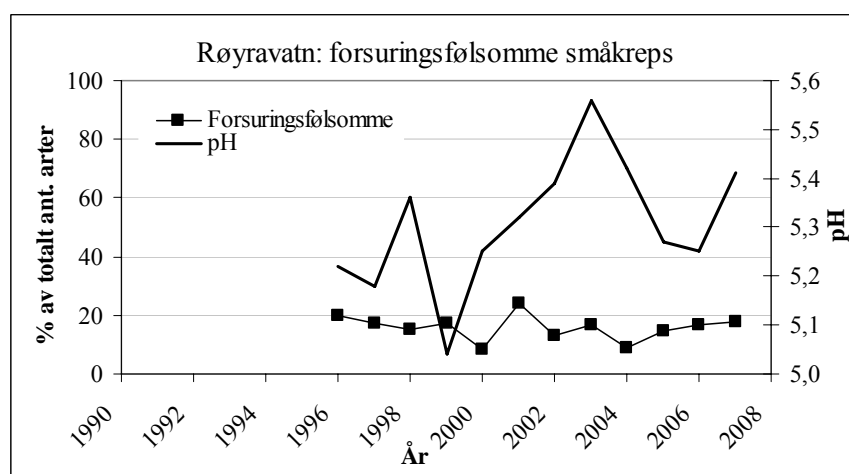
##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 43 krepsdyrarter i region VI (7 innsjøer) basert på overvåkingen i perioden 1996-2007. Forurensningsskadene 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). Det ble registrert hhv. 32 (7 sjøer) og 29 arter av krepsdyr (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 forurensningsfølsomme 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. For de øvrige innsjøene som ble undersøkt både i 2000 og i 2004 antyder resultatene en noe mer positiv situasjon i 2004 for Risvatn og Flotavatn (begge Vindafjord), mens datagrunnlaget ikke er egnet for å vurdere Inste Sørlivatn (Stord). Alle tre lokalitetene er sterkt forsuret med lave andeler av forsuringfølsomme krepsdyr (SFT 2005). Litlevikvatn og Krokavatn i Hjelmeland ble undersøkt i 1997 og 2000, førstnevnte også i 1992 (Walseng 1993), men resultatene gir ingen indikasjon på endringer i forsuringstilstand i denne perioden.

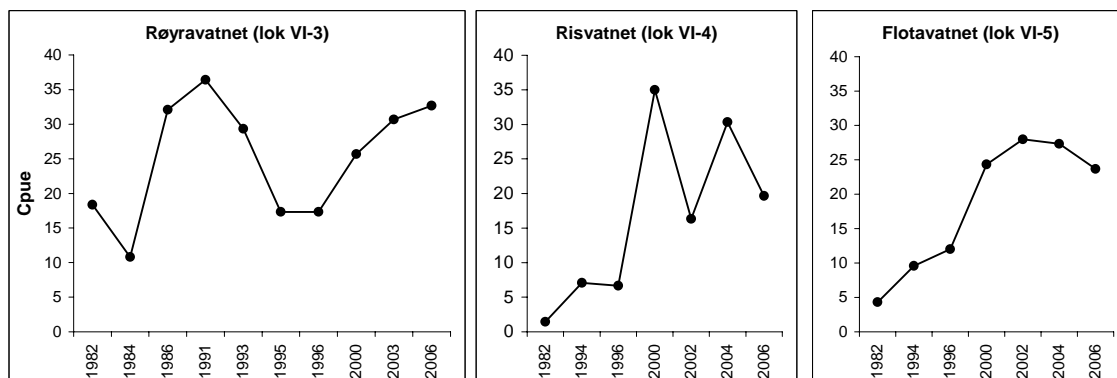
Samlet sett vurderes forsuringstilstanden for region VI å være uforandret basert på krepdyrundersøkelsene.



Figur 52. Andel (% arter) av forsuringfølsomme småkrepser (*Cladocera* + *Copepoda*) i Røyrvatn (region VI, Vestlandet - Sør) i 1996-2007. pH er fra høstprøver.

### Fisk

Ingen innsjøer i region VI ble prøvofisket i 2007. Programmet omfatter tre innsjøer i Vikedalsvassdraget (Rogaland) med rene aurebestander; Røyrvatn, Risvatn og Flotavatn. Det har vært en positiv utvikling i alle disse fiskebestandene i løpet av de siste 10-15 åra. Dette har medført at forsuringindeksen har endret seg fra sterkt skadet før 1990 (Klasse 4-5) til små eller ingen skader i seinere år (Klasse 1-2). Både Risvatn og Flotavatn hadde tynne aurebestander fram til slutten av 1990-tallet, men seinere har de økt kraftig (Figur 53). I Risvatn har mengden fisk 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 hos aure noe tidligere enn i Risvatn og Flotavatn, med en klar økning på midten av 1980-tallet. Derimot skjedde det en bestandsreduksjon på midten av 1990-tallet. I seinere år har aurebestanden i Røyrvatn igjen økt. I Røyrvatnet har røyebestanden gått tapt. Det ble innført røye fra Fjellgardsvatn, og arten er nå trolig i ferd med å reetablere seg.



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 1982-2006.

#### 4.2.7 Region VII - Vestlandet-Nord

##### Bunndyr

I region VII undersøkes Markusdalsvatn, Nystølsvatn og Svartetjern årlig. I tillegg ble tre av de andre lokalitetene i regionen undersøkt i 2007. Markusdalsvatn hadde en sterkt forsuret bunndyrfauna frem til 1999. Fra dette året er det sporadisk registrert moderat følsomme bunndyrarter i lokaliteten. I 2007 ble det funnet to følsomme taksa, steinfluen *Isoperla grammatica* og døgnfluen *Siphonurus lacustris*. I Svartetjern ble det bare påvist tolerante arter. Det er sporadisk registrert følsomme arter i vatnet, men fravær av slike arter de tre siste årene tyder på at utviklingen av biologisk mangfold i vatnet stagnerer. Nystølsvatn hadde en periode med sterk skade i årene 2000 og 2001. Etter dette har vatnet vist tegn til forbedring, med årlige registreringer av moderat følsomme bunndyr. Det ble registrert en moderat følsom art i 2007, vårfluen *Apatania* sp. Dette er et betydelig lavere mangfold enn det som ble registrert i 2006. Nystølsvatn er svært ionefattig og er følgelig følsomt for forsurening.

De øvrige innsjøene som ble undersøkt i region VII var Oddmundalsvatn, Holmevatn og Movatn. Resultatene fra disse viser varierende resultat. Oddmundalsvatn hadde en sparsomt utviklet fauna som bare besto av tolerante arter. Holmevatn ligger nedstrøms Nystølsvatn og tilhører samme innsjøtype som denne. Innslaget av følsomme bunndyrarter var større i Holmevatnet, og det ble registrert to individer av døgnfluen *Baetis rhodani* i utløpet våren 2007. Denne arten ble også registrert ved den forrige undersøkelsen i 2003. I Movatn ble det påvist seks følsomme arter, blant annet *Baetis rhodani*. Innsjøen fremstår som lite skadet og det er klare tegn til bedring i forhold til tidligere undersøkelser. Samlet sett har det foregått en markert positiv utvikling i deler av region VII, mens bunndyrfaunaen i andre lokaliteter fortsatt viser sterk forsuretskade.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 50 krepsdyrarter i region VII (12 innsjøer) i perioden 1996-2007.

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 forsuretsituasjonen 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. Antall arter var hhv. 35 (12 lok.), 31 (7 lok.) og 38 (6 lok.). Artsantallet for enkeltlokaliteter varierte i 2007 mellom 16 og 28. Samlet artsliste for regionen inkluderer både forsuretsfølsomme og forsurestolerante 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); Markusdalsvatn 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 både artsmangfoldet og andelen forsuringfølsomme arter økt siden 2004. Også i Nystølsvatn har det vært en økning i antall arter i denne perioden. Markusdalsvatn viser ingen trend verken mht. artsantall eller andel forsuringfølsomme krepsdyr. 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

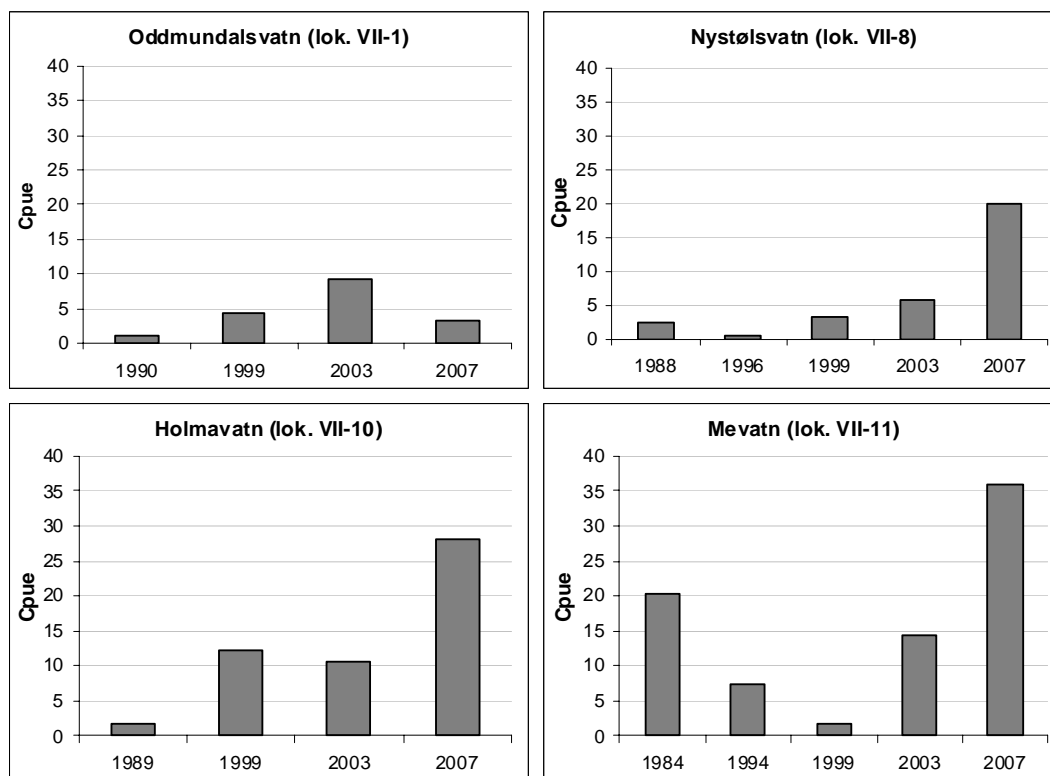
I region VII ble fire lokaliteter prøvofisket i 2007. Forsuringsindeksen for de undersøkte aurebestandene har variert fra tynn (Klasse 4-5) til god (Klasse 1-2). I Nystølsvatn og Holmavatn i Gaularvassdraget har fangstutbyttet blitt fordoblet i løpet av de siste fire åra (Figur 54).

Forsuringsindeksen for disse to bestandene har endret seg fra Klasse 3/4 til Klasse 1.

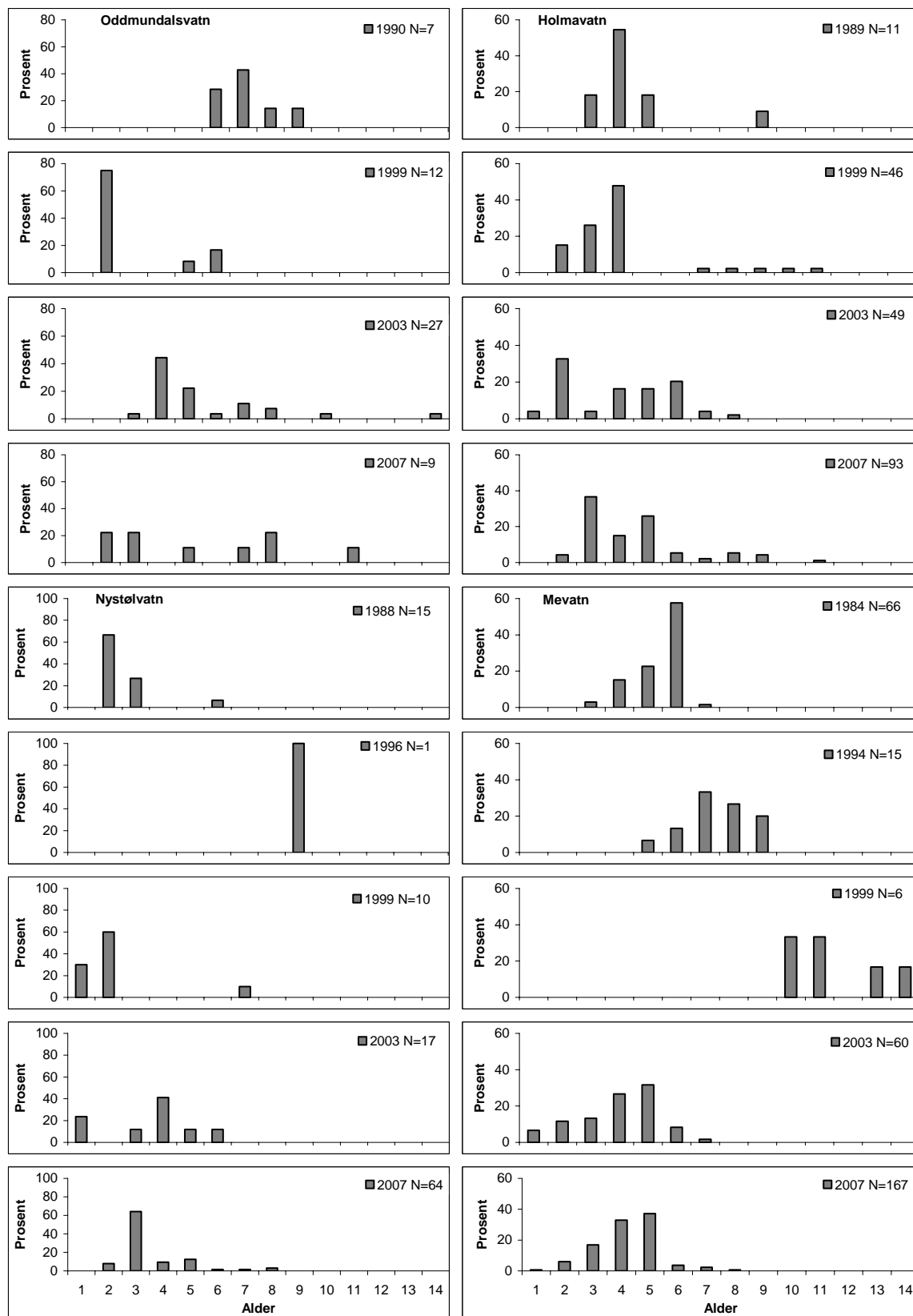
Aldersfordelingen viser at rekrutteringen i de to lokalitetene fremdeles er noe ustabil, spesielt i Nystølsvatn (Figur 55). I Mevatn, som også er lokalisert i Gaularvassdrag, gikk aurebestanden gradvis tilbake fra 1987 til 1999. Seinere har det imidlertid vært en kraftig bestandsøkning (Figur 54).

Aldersfordelingen viser at rekrutteringen har vært jevn og god de siste åra (Figur 55).

Oddmundalsvatn i Hordaland har fremdeles en tynn aurebestand (Klasse 5), med en svært irregulær aldersfordeling (Figur 54 og Figur 55). Det er fortsatt en del tapte og reduserte aurebestander i region VII (SFT 2008).



Figur 54. Fangst av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (Cpue) i bunnære områder (0-6 m dyp) i Oddmundalsvatn (lok VII-1), Nystølsvatn (lok VII-8), Holmavatn (lok VII-10) og Mevatn (lok VII-11) i ulike perioder mellom 1984 og 2007.



Figur 55. Aldersfordeling hos aure i Oddmundalsvatn, Holmavtn, Nystølvatn og Mevatn i ulike perioder mellom 1984 og 2007. N = antall individ som er aldersbestemt.

#### 4.2.8 Region VIII - Midt-Norge

##### Bunndyr

I region VIII undersøkes Svartdalsvatn årlig. Det ble registrert moderat følsomme arter både i innsjøen (døgnfluen *Siphonurus lacustris* og steinfluen *Capnia* sp.) og i utløpet (steinfluen *Diura nanseni*). Andelen av følsomme taksa viser at vatnet er moderat forsuret. Fra tidligere er *Baetis rhodani* registrert i innløpselva, men denne lokaliteten har nå utgått fra overvåkingsprogrammet.

##### Krepsdyr

Totalt er det registrert 54 arter i region VIII (10 innsjøer) basert på overvåkingen i 1998-2007. Innsjøene i region VIII er vurdert som lite til sterkt forsuret (svært god – dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen. Det er sannsynlig at forsuringssituasjonen i enkelte av lokalitetene er vurdert som mer alvorlig enn det som er realiteten (se 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 forsuring eller kun moderat følsomme. Survannsindikatorene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble kun funnet i små mengder mens arter som indikerer en noe bedre vannkvalitet, f.eks. *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina*, *Eucyclops macrurus* og *Eucyclops macruroides*, er påvist i små eller moderate mengder i fem av innsjøene. Sistnevnte art, som er funnet i to av overvåkingssjøene, er ikke tidligere registrert i Midt-Norge. Andel forsuringfølsomme arter var generelt høy og lå i snitt på 20 % for regionen. Lavest andel forsuringfølsomme arter ble funnet i ionsvake fjellsjøer som Svartdalsvatn, Øvre Neådalsvatn og Skjerivatn. Innsjøene i region VIII er alle næringsfattige med lave kalsiumkonsentrasjoner (0,3 - 1,1 mg Ca L<sup>-1</sup>). Ved slike marginale vannkvaliteter mangler ofte de mest forsuringfølsomme artene, som *Daphnia* spp., selv om innsjøen ikke er forsuret. Med bakgrunn i belastningsdata er regionen antatt å være lite påvirket av sur nedbør.

Undersøkelser av høyfjellslokaliteten Svartdalsvatn i Lesja (Vedlegg F1) viser årlige forekomster av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina*. Med unntak av 1999 og 2000 har andelen imidlertid vært svært lave. Tilsvarende forhold er også registrert for andre ionefattige klarvannsjøer (Schartau *et al.* 2006). Andelen forsuringfølsomme arter var lavere i 2005 enn i 2001 for samtlige innsjøer i region VIII som er undersøkt begge år. Dette skyldes sannsynligvis mellom-års variasjoner i klimatiske forhold. Songsjøen (Orkdal) 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 overvåkingsmetode. 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

Ingen innsjøer ble prøvefisket i region VIII i 2007. Aurebestandene i regionen har hatt en varierende utvikling, med stor variasjon i forsuringindeksen mellom de enkelte lokalitetene. En av innsjøene har en tett røyebestand (lok. VIII-7). Forsuringbelastningen for regionen er blant de laveste i landet (SFT 2007).

#### 4.2.9 Region IX - Nord-Norge

##### Bunndyr

Ingen lokaliteter i denne regionen ble undersøkt med hensyn på bunndyr i 2007.

##### 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. *Alona intermedia*, en moderat forsuringfølsom vannloppe, ble registrert både i 2003 og 2004, men er ikke funnet de siste tre årene. For øvrig varierer krepsdyrfaunaen i Nedre Kaperdalsvatn relativt mye, og det er lite som tyder på en generell endring i forsuringstilstanden.

### **Fisk**

Siste prøvofiske i denne regionen 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 fiskeskader. Region IX har også en lav forsuringbelastning (SFT 2007).

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

#### **Bunndyr**

I region X blir det tatt årlige prøver fra Dalvatn. I 2007 ble det registrert ertemuslinger, *Pisidium* sp. Sammenlignet med tidligere år tyder bunndyrfaunaen på at tilstanden i Dalvatnet har forverret seg. I tidligere år er det registrert gode tettheter av moderat følsomme arter. I tillegg ble døgnfluen *Baetis rhodani* registrert i utløpselva i 2006.

#### **Krepsdyr**

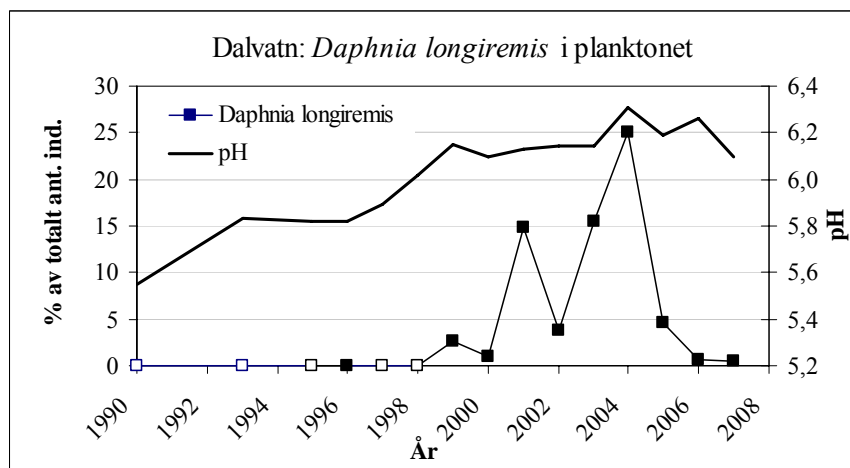
Totalt er det funnet 40 arter av krepsdyr i region X (6 innsjøer) i perioden 1996-2007. Innsjøene i region X er klassifisert som litt/moderat til sterkt forsuringsskadet (god/moderat – dårlig økologisk tilstand) basert på krepsdyrfaunaen.

Region X ble undersøkt i 2000 (SFT 2001) og fire av innsjøene ble undersøkt på nytt i 2004 (SFT 2005). I disse undersøkelsene ble det registrert hhv. 31 (6 sjøer) og 24 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 1990-2007. 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 deretter avtatt og var spesielt lav i 2006 og 2007 (Figur 56). Mengden av andre forsuringfølsomme arter varierer over år, men var spesielt høy i 2004 og blant de laveste i de to siste årene. Krepsdyrfaunaen i Dalvatn indikerer ustabile forhold med betydelig år til år variasjoner i vannkvaliteten, men tette bestander av krepsdyrspisende røye kan også være en medvirkende årsak til variasjonene i krepsdyrfaunaen.

Fra ytterligere tre innsjøer foreligger det krepsdyrdata fra både 2000 og 2004. Det er også gjennomført planktonundersøkelser i disse lokalitetene i perioden 1990-91. Innsjøene viser relativt store år til år variasjoner i krepsdyrfaunaen. I Store Skardvatn var andelen av følsomme arter samt prosentvis forekomst av dafnier i planktonet lav i 2000 og 2004 sammenlignet med tidligere undersøkelser; spesielt skiller artssammensetningen av krepsdyr i 2004 seg fra tidligere år. I Ottervatn var det større

dominans av forsuringfølsomme krepsdyr i 2004 sammenlignet med 2000. I Første Høyfjellsvatn ble den forsuringfølsomme hoppekrepsen *Eucyclops serrulatus* for første gang registrert i 2004. Datagrunnlaget er enten for dårlig eller krepsdyrfauaen viser for store år til år variasjoner til å vurdere hvorvidt det har skjedd endringer i forsuringstilstanden i disse tre innsjøene. I Store Skardvatn er det en tett røyebestand som kan ha betydning for krepsdyrfauaen.



Figur 56. Andel (% av totalt individantall) av den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longiremis* i Dalvatn (region X, Øst-Finnmark) i 1990-2007. Åpne symboler: ingen funn av dafnier i planktonprøver. pH fra høstprøver i samme periode.

### Fisk

De aktuelle innsjøene i region X ble sist prøvofisket i 2004/2005. Aurebestandene i denne regionen tilhører Klasse 1-2, med unntak av Første Høyfjellsvatn som har en svært tynn aurebestand pga manglende naturlig rekruttering. Denne bestanden blir derfor ikke vurdert mht forsuringsskader på fisk. To av innsjøene i regionen har også forholdsvis tette røyebestander (SFT 2005). Regionen har store årlige variasjoner i forsuringbelastning, men i likhet med resten av landet er det også her en bedring av vannkvaliteten for de siste 10-15 åra (SFT 2007).

## 4.3 Utvikling i forsuringstatus

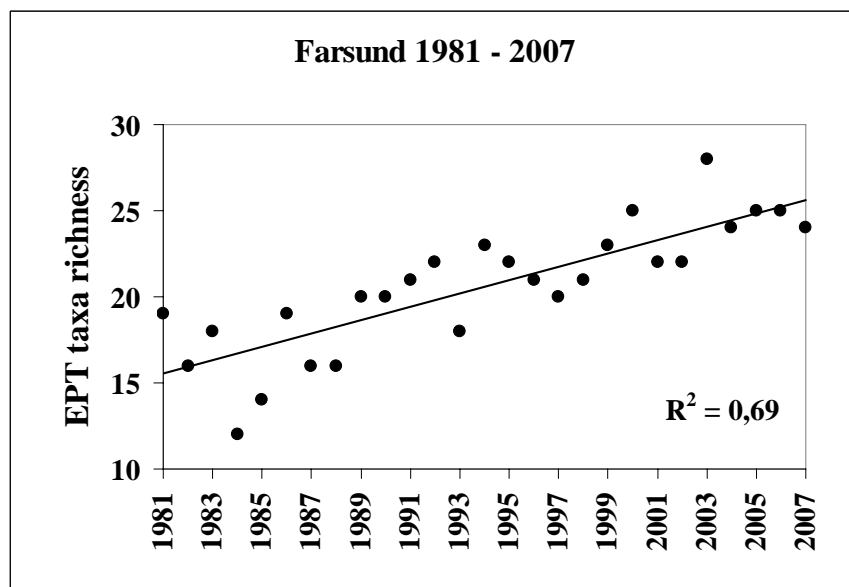
### Bunndyr

En del av elvene og innsjøene som inngår i innsjøovervåkingen har vært undersøkt over lange tidsrom. Lille Hovvatn (region IV) har vært jevnlig overvåket i 17 år (referanse til det nærliggende kalkete Store Hovvatn). En tidlig undersøkelse av vatnet viser at det var meget sterkt forsuret i perioden 1977 til 1980. I siste halvdel av nittitallet ble det sporadisk registrert småmuslinger, *Pisidium* sp., og døgnfluen *Siphonurus* sp. Senere var begge arter fraværende i noen år til de på ny ble registrert i 2005 og 2006. I 2007 ble det kun påvist småmuslinger. Vannkvaliteten er fortsatt marginal. Dette vises også gjennom vannkjemikovervåkingen. Rekrutteringen av disse følsomme bunndyrene skjer fra Store Hovvatn, der de har blitt tallrike etter kalking.

Saudlandsvatn, som ligger i region V, har vært overvåket siden 1981. Utviklingen av følsomme taksa for Saudlandsvatn og nærliggende områder har vært meget positiv fra 1990. Både antall taksa og individer har økt etter 2000. I 2007 ble det registrert ni følsomme taksa i Saudlandsvatn, mot åtte i 2005. Utviklingen over tid (Figur 57) viser at det biologiske mangfold i lokaliteten er økende.



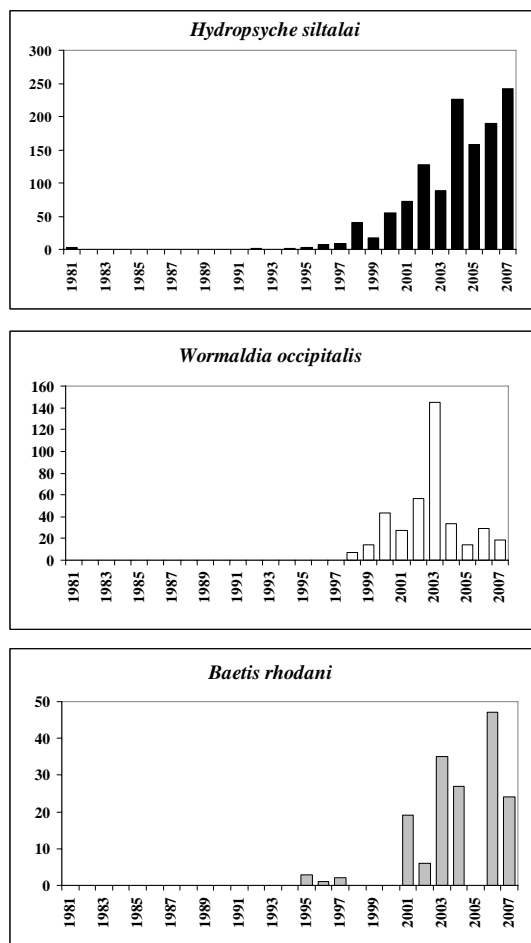
Vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Wormaldia occipitalis* er eksempler på følsomme arter som kom tilbake i siste halvdel av nittitallet i bekkelokaliteter nær Saudlandsvatn (Figur 58). Et annet eksempel finner vi i den sterkt forsuringfølsomme døgnfluen *B. rhodani*. Denne arten dannet en midlertidig bestand i perioden 1995 - 1997, for så å forsvinne i 1998. Den ble registrert på nytt i årene 2001 - 2004. I 2005 ble *B. rhodani* ikke funnet i prøvene, sannsynligvis på grunn av sterke sjøsaltepisoder om vinteren. I 2006 og 2007 var arten tilbake i lokalitetene.



Figur 57. EPT arts mangfold i Saudlandsområdet (Farsund) i perioden 1981-2007.

Suksesjonsforløpet viser at vannkvaliteten foreløpig er ustabil over tid for de mest følsomme artene. Moderat følsomme arter viser derimot en mer stabil bedring. Forbedringen vises også godt gjennom den såkalte EPT indeksen (Figur 57). Denne indeksen tar utgangspunkt i det samlede antallet taksa innen gruppene døgnfluer, vårfluer og steinfluer, og gir således et mål for utvikling i biologisk mangfold. Vi ser av figuren at trendlinjen gir en signifikant positiv korrelasjon ( $R^2 = 0,69$ ),  $p < 0,001$ . Manglende utflating av kurven tyder på at vi ennå er langt fra et stabilt mangfold.

I tidligere rapporter er det påpekt at det er blitt registrert flere igler i lokaliteter på Sørlandet. Dette er en region hvor kun en igle, blodigle (*Hirudo medicinalis*), er oppført som sikker for regionen, mens de øvrige iglene er angitt med usikker forekomst, jfr Fauna Norvegica (Aagaard & Dolmen 1996). Dyregruppen har trolig vært sparsomt utbredt på Sørlandet tidligere, noe som kan skyldes forsuring. Vi har indikasjoner på at iglene er moderat følsomme for surt vann. I tillegg er noen av deres viktigste næringsorganismer, som f. eks. snegl, også meget følsomme. Hundeigle (*Erpobdella octoculata*), tøyet flatigle (*Helobdella stagnalis*) og andeigle (*Theromyzon tessulatum*) er registrert i flere lokaliteter på Sørlandet i senere tid. I 2007 ble de to førstnevnte igleartene registrert i Saudlandsområdet. Dette tolkes som en positiv effekt av redusert forsuring.

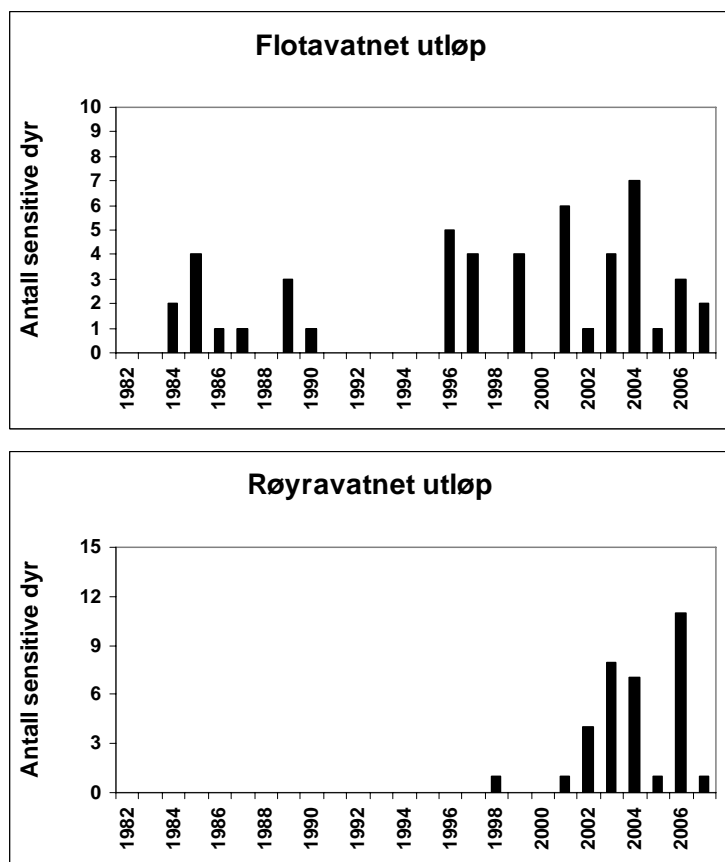


Figur 58. Antall registrerte individer av forsuringfølsomme bunndyr; vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Wormaldia occipitalis* samt døgnfluen *Baetis rhodani* i Saudlandsområdet, Farsund i perioden 1981 – 2007.

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 *Diura nanseni* (Figur 59). Døgnfluen *Baetis rhodani* ble påvist i lokaliteten i 2001. Forsuringnivået i lokaliteten er ennå ikke akseptabelt. Det biologiske mangfoldet 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 59). Det observeres årlig ulike moderat følsomme arter her. I 2006 ble *B. rhodani* registrert for første gang i lokaliteten, da det ble funnet et individ av arten i utløpet. Vi regner imidlertid med at det ennå vil ta tid før en stabil bestand av arten er etablert. Av figuren framgår at det fremdeles er store skader på faunaen i enkelte år, blant annet i 2007.

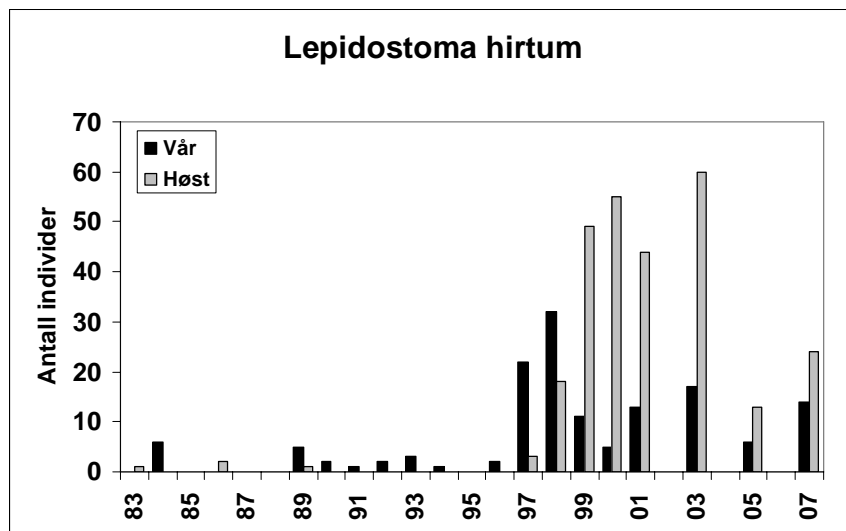
I region VII har vi overvåket utløpselva fra Ø. Botnatjønn og Markusdalsvatn siden 1991 og innløp og utløpselv fra Nystølsvatn siden 1984. De to førstnevnte lokalitetene har vært meget sterkt forsuringsskadet i mesteparten av perioden, men i 1999 ble det funnet moderat forsuringfølsomme taksa. Prøvene fra de siste årene indikerer ustabil vannkjemi, men at det er en positiv tendens i utviklingen av følsom fauna og biologisk mangfold. Nystølsvatn, som viste en negativ utvikling i 2000 og 2001, har bedret seg i de siste årene. Registreringen av *Baetis rhodani* i utløpet i 2006 tyder, sammen med observasjonen fra Røyrvatnet, på at dette året var gunstig med tanke på rekolonisering

av arten. Situasjonen i 2007 viste en forverret situasjon med tilstedeværelse av kun en moderat følsom art, vårfluen *Apatania* sp.



Figur 59. Forekomst av forsuringsfølsomme bunndyr i utløpselvene fra Flotavatnet og Røyrvatnet, Vikedal, i perioden 1982-2007.

I Naustavassdraget har en moderat forsuringsfølsomme vårflue, *Lepidostoma hirtum*, vist en markert øking i tetthet etter 1996 (Figur 60). Denne økningen kan ikke forklares av mindre surt vann, ettersom det før 1997 var gode tettheter av den enda mer følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* i vassdraget. Endringene er sannsynligvis forårsaket av endret beitepress fra fisk, eventuelt fra rovformer av bunndyr.



Figur 60. Forekomst av den moderat forsuringfølsomme vårfluen *Lepidostoma hirtum* i Nausta. Fra 2001 er vassdraget prøvetatt hvert annet år.

### Krepsdyr

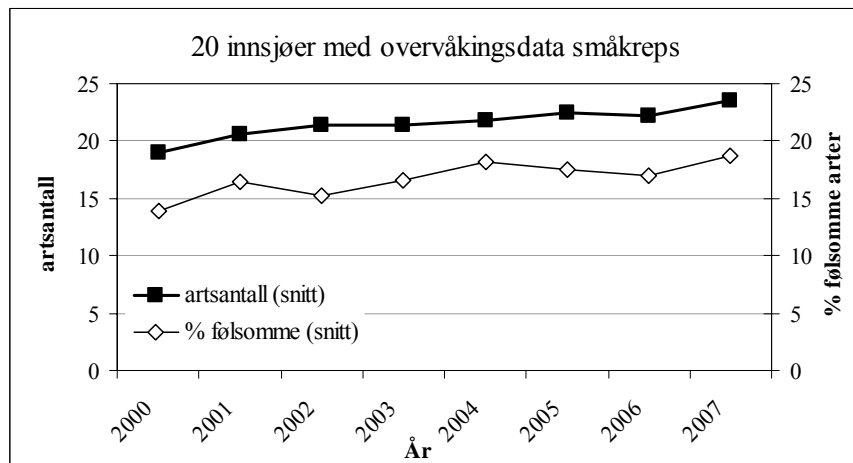
Totalt 20 av lokalitetene som ble undersøkt i 2007 var innsjøer som overvåkes årlig (Gruppe 1- og Gruppe 2 sjøer); 17 av disse er undersøkt siden 1997 eller tidligere. Fra og med 2000 finnes det årlige krepsdyrdata fra alle de 20 innsjøene. Tre av innsjøene er ikke-forsurede referansesjøer. Basert på snittverdier har det vært en liten økning i antall arter og også i andel forsuringfølsomme småkreps i perioden 2000-2007 (Figur 61). 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 Dalvatn i Øst-Finnmark) er endringen så entydige at vi nå kan snakke om en begynnende gjenhenting av krepsdyrfaunaen.

Artssammensetningen av krepsdyr i Langtjern og Dalvatn indikerer imidlertid at miljøforholdene er ustabile, og at forholdene er mindre gunstige de tre siste årene sammenlignet med foregående år. 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 av 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 61. Gjennomsnittlig antall arter av småkreps (*Cladocera* + *Copepoda*) og andel forsurningsfølsomme småkreps (% av totalt antall arter) for 20 innsjøer med årlige undersøkelser i perioden 2000-2007.

### 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 70). I tillegg er det fortsatt flere 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 II, III, IV, V, VII og VIII) har imidlertid aurebestander med en forsurningsindeks under 0,5, dvs. i klasse 4-5. Region IV og VIII har aurebestander i klasse 3 (Figur 70). I tillegg er det noen lokaliteter der aure lever sammen med andre fiskearter som abbor og/eller røye, der forsurningsindeksen 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 (Måsabutjern, Lok. I-3). Manglende bestandsøkning i denne lokaliteten skyldes mest sannsynlig svært dårlige gytebekker. Denne aurebestanden er derfor utelatt ved vurderingen av forsurningskader 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. I to av lokalitetene er det satt ut aure, men undersøkelsene hittil tyder ikke på naturlig rekruttering. Forsurnings situasjonen for fisk i denne regionen vurderes fortsatt som alvorlig, idet flere bestander av både abbor og aure er redusert eller tapt (SFT 2006).

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 62). Røyebestandene i to lokaliteter i denne regionen har hatt en positiv utvikling. Forurensningsbelastningen er forholdsvis lav i disse områdene. Aurebestander i høyfjellssjøer kan ofte være rekrutteringsbegrenset pga av klimatiske faktorer eller lite egnede gytebekker. Bestandtettheten i slike lokaliteter forventes derfor ikke alltid å være spesielt høy. Regionen har en forholdsvis lav forurensningsbelastning, og vannkvaliteten er nå i stor grad tilfredsstillende med høy pH og lavt innhold av labilt aluminium (se kap 3. denne rapporten). Vi antar derfor at mengden fisk i disse høyfjellssjøene i stor grad er rekrutteringsbegrenset og ikke lenger 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 en fortsatt er fisketom. Fire av innsjøene har tette abborbestander, mens én bestand fortsatt betegnes som markert skadet (Klasse 3). Forsuringssituasjonen er imidlertid fremdeles svært alvorlig da region IV og V har flest tapte aure- og abborbestander her i landet.

De fleste undersøkte aurebestandene i region V hatt økt forsuringssindeks i løpet av de siste åra, og har ingen eller små skader (Figur 62). Av de fem aurebestandene som inngår i overvåkingsprogrammet, vurderes nå bare én bestand som spesielt forsuringsskadet, mens en lokalitet fortsatt er fisketom.

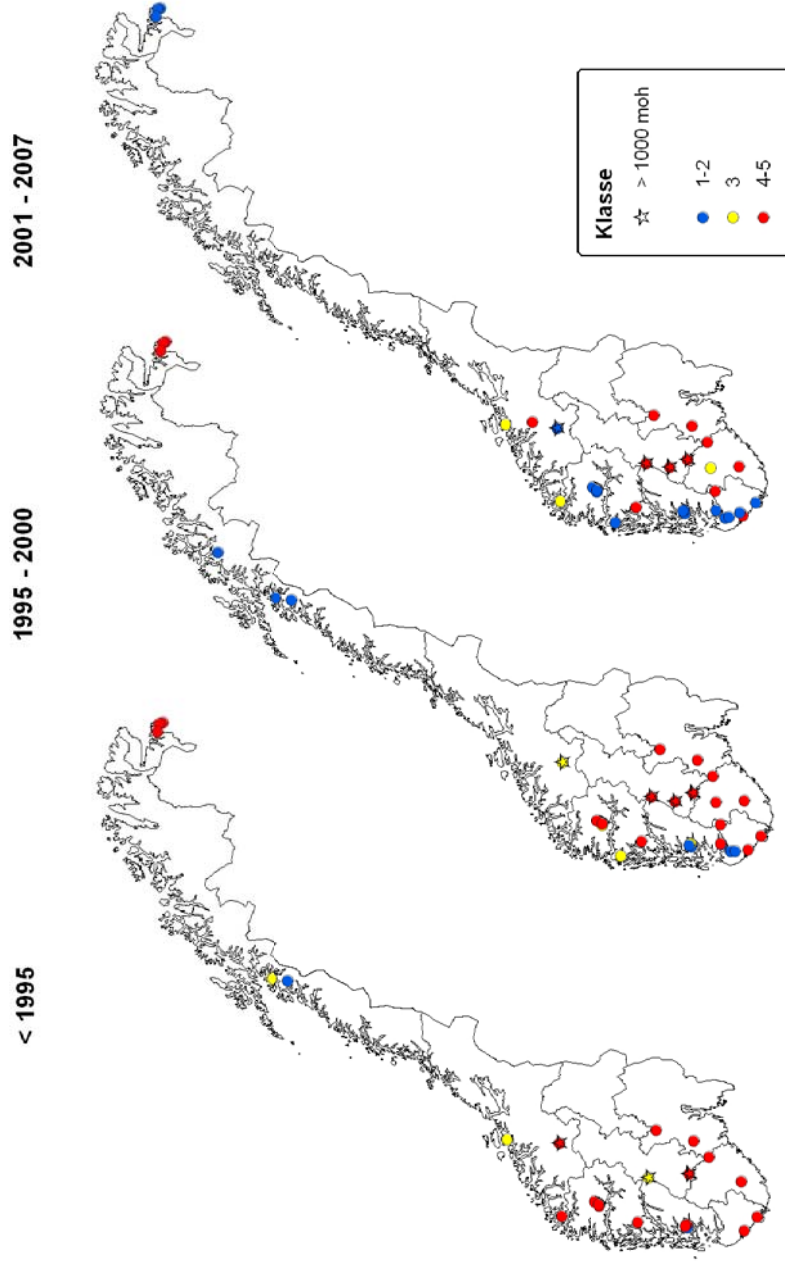
I region VI har alle de undersøkte aurebestandene hatt en positiv utvikling i løpet av de siste 10-15 åra. FI har gått fra sterkt skadet (klasse 4) før 1995 til ingen/litt skadet i de to siste periodene (Figur 62). Region VI er det området i Sør-Norge med størst positiv utvikling blant aurebestander 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 vært en positiv utvikling hos alle de undersøkte aurebestandene etter 2001, med unntak av en (Figur 62). I tre av lokalitetene har aurebestanden gått fra klasse 5 i perioden før 1995 til klasse 1-2 etter 2001. Bestanden i en av lokalitetene tilhører fremdeles klasse 4-5. Det er registrert både tapte og reduserte aurebestander i denne regionen.

Hos fisk i region VIII er det stor variasjon i forsuringssindeksen mellom lokaliteter (0,3 til 1,0) (Figur 62). En 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 skadede fiskebestander. Aure finnes i alle de undersøkte lokalitetene, og i de to innsjøene med data fra mer enn ett år har ikke fangstutbyttet endret seg særlig.

I region X viser ingen av de undersøkte aurebestandene lenger tegn til forsuringsskader. En av lokalitetene har fremdeles en tynn aurebestand, men det skyldes mangel på gytebekker. I en annen lokalitet har aurebestanden økt kraftig fra slutten av 1980-tallet (klasse 5) til ingen/litt skadet i de to siste periodene (Figur 62). 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 2007).



Figur 62. Angivelse av mulig forsuringsskadede aurebestander i tre ulike perioder, basert på fem klasser. Klasse 1-2: ingen/ubetydelig til litt forsuringsskadet, klasse 3: mulig moderat forsuringsskadet, klasse 4-5: mulig sterkt til svært sterkt forsuringsskadet. Røde punkter markert med stjerner (\*) angir lokaliteter over 1000 m o. h..

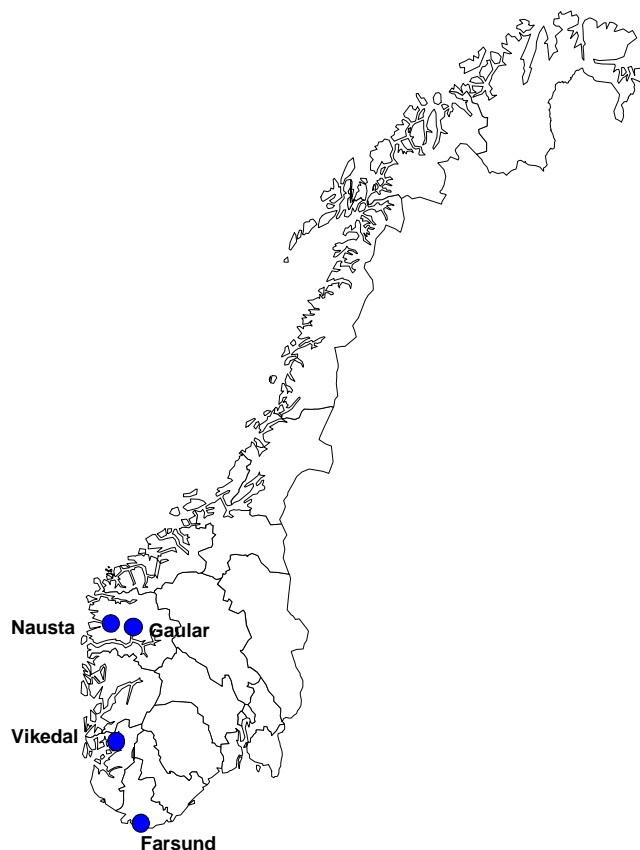
## 4.4 Biologi i rennende vann

### 4.4.1 Bunndyr

*De regionale bunndyrundersøkelsene i elver omfatter overvåking av seks vassdrag. I 2007 ble det samlet inn prøver fra fire vassdrag. Resultatene viser at forsuringsbildet hadde forverret seg i et av vassdragene sammenlignet med året før, mens tilstanden var uendret i de øvrige. Trendanalyser viser en signifikant forbedring i alle undersøkte vassdragsammenlignet 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 2007 med prøvetaking av bekker ved Saudlandsvatn og Gjørvollstadvatn i Farsund, Vikedalselva Gaularvassdraget og Nausta (Figur 63). Ved undersøkelsene ble det tatt prøver fra et fast stasjonsnett i vassdragene. Bunndyrmaterialet er samlet inn vår og høst ved bruk av "kick method" (Frost *et al.* 1971). Ved kartleggingen av forsurings-situasjonen er det benyttet samme system som i de foregående årsrapporter. Systemet er utarbeidet på basis av forsuretoleranse hos de ulike bunndyrgrupper- og arter (Fjellheim & Raddum 1990, Lien *et al.* 1991). Metoden går, forenklet, ut på ved hjelp av bunndyrfaunaen å karakterisere vassdraget i forsureingssammenheng. Det brukes en skala fra 0 (svært sterkt forsuret) 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 forsuringsindeks over tid er vist grafisk.



Figur 63. Lokalisering av overvåkingsstasjonene for invertebratundersøkelser i vassdrag i 2007.

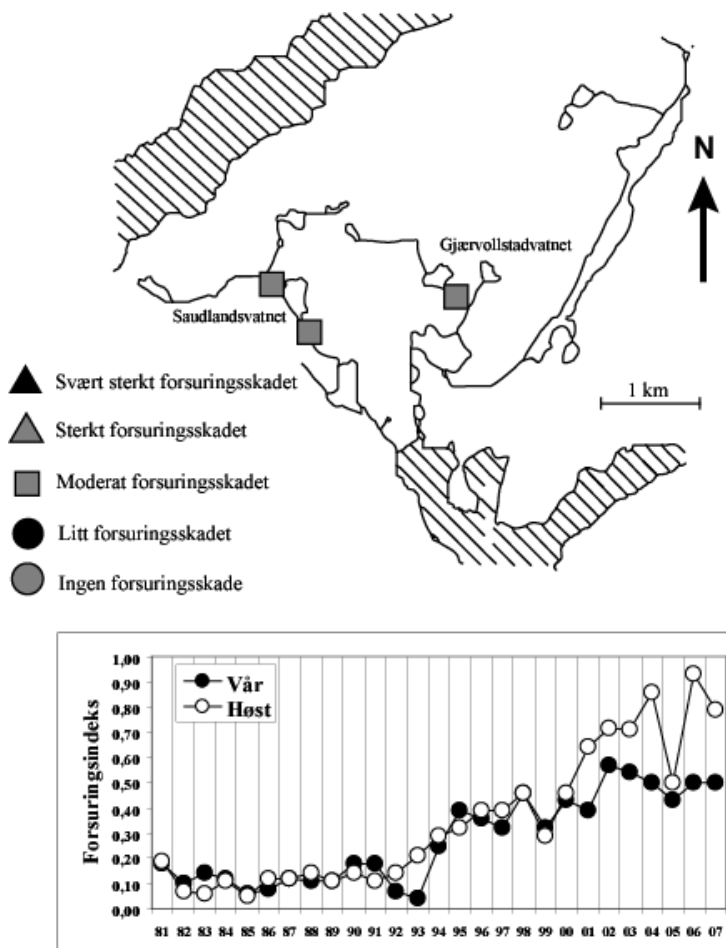


## Region V - Sørlandet-Vest

### Farsund i Vest-Agder

Farsundområdet har vist en positiv trend med hensyn til mangfold av foruringsensitive bunndyr i de senere år. I 2007 var foruringsindeksen om høsten høy. Dette skyldes tilstedeværelse av den meget sensitive døgnfluearten *Baetis rhodani*. Det ble registrert ni ulike arter foruringsensitive bunndyr. Forurings-indeksen har vist en betydelig bedring fra begynnelsen av 1990-årene. Bunndyrfaunaen i Farsund viser fremdeles avvik sammenlignet med forventet økologisk foruringsstilstand.

Lokalitetene ved Farsund var sterkt foruringskadd i perioden 1981-1993. I de senere år har skadene på bunndyrfaunaen avtatt, men deler av området må fortsatt karakteriseres markert foruringskadd. Undersøkelsene ved Farsund i 2007 viste at utviklingen av bunndyrsamfunnet er positiv. Det er spesielt tilstanden om høsten som er god. Dette skyldes tilstedeværelse av den meget følsomme døgnfluen *Baetis rhodani*. Denne meget foruringsfølsomme arten blir sannsynligvis slått ut om våren, som følge av dårligere vannkvalitet (Figur 64). Sammenlignet med perioden før 1990 har flere moderat følsomme arter etablert bestander i lokalitetene. Til sammen ni sensitive bunndyrarter ble registrert i rennende vann i området i 2007, to flere enn foregående år. Regresjonsanalyser viser at det har vært en signifikant bedring ( $p < 0,001$ ) av foruringsindeksen i Farsundområdet i de årene overvåkingen har pågått.

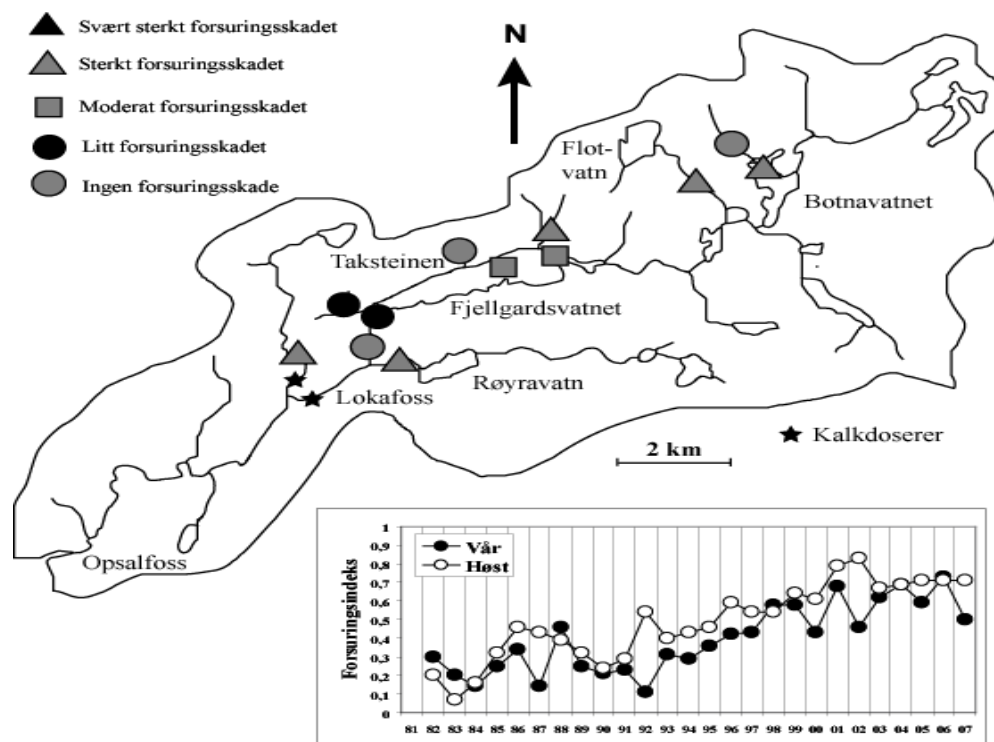


Figur 64. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Farsundområdet i 2007. Figuren viser også gjennomsnittlige foruringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1981-2007.

## Region VI - Vestlandet-Sør Vikedalsvassdraget i Rogaland

Undersøkelsene av Vikedalselva i 2007 viste at faunaen i flere av lokalitetene i den ukalkete delen var skadet. Vårsituasjonen var betydelig verre 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 ukalkede delene av Vikedalsvassdraget i 2007 viste at det er markerte forsuringsskader i deler av nedbørfeltet. Det ble registrert betydelig større skade om våren sammenlignet med høsten (Figur 65). 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 65. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Vikedalsvassdraget i 2007. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringssverdi våren (V) og høsten (H) i perioden 1982-2007. Kalkdoserere er merket stjerne.

Fra tidligere vet vi at faunaen i dette vassdraget har en god evne til å reetablere seg etter forsuringsskader. Tilstedeværelse av refuger med god vannkvalitet hele året er en viktig årsak til dette (Fjellheim & Raddum, 1993, 2001). I tillegg kalkes den nedre delen av elva, med en økt artsdiversitet som resultat (Fjellheim & Raddum 1995, 1999). Forsuringssensitive arter som døgnfluen *Baetis rhodani*, steinfluen *Diura nanseni* og vårfluene *Tinodes waeneri*, *Hydropsyche* spp. og *Lepidostoma hirtum* er blitt vanlige i den kalkete delen av vassdraget (Fjellheim & Raddum 1995). De samme artene har også fått økt tetthet i den ukalkete delen av vassdraget.

Resultater fra de senere år viser at forsuringssensitive bunndyrarter har begynt å kolonisere lokaliteter som tidligere var karakterisert kronisk sure. Eksempler er elva fra Flotavatnet og utløpselva fra Røyrvatnet (Figur 59). På tross av en positiv utvikling må deler av Vikedalsvassdraget karakteriseres kronisk forsuret. Mange lokaliteter er ustabile, og viser sesongmessige variasjoner som oftest følger det samme mønster: stor forsuringsskade om våren og mindre skade om høsten. I perioden etter 1990 viser vassdraget en positiv trend ( $p < 0,001$ ) med hensyn til forsuringsskade.

*Baetis rhodani* finnes i mer eller mindre stabile populasjoner på isolerte steder i den ukalkete delen av vassdraget. Taksteinbekken (Figur 65) 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*.

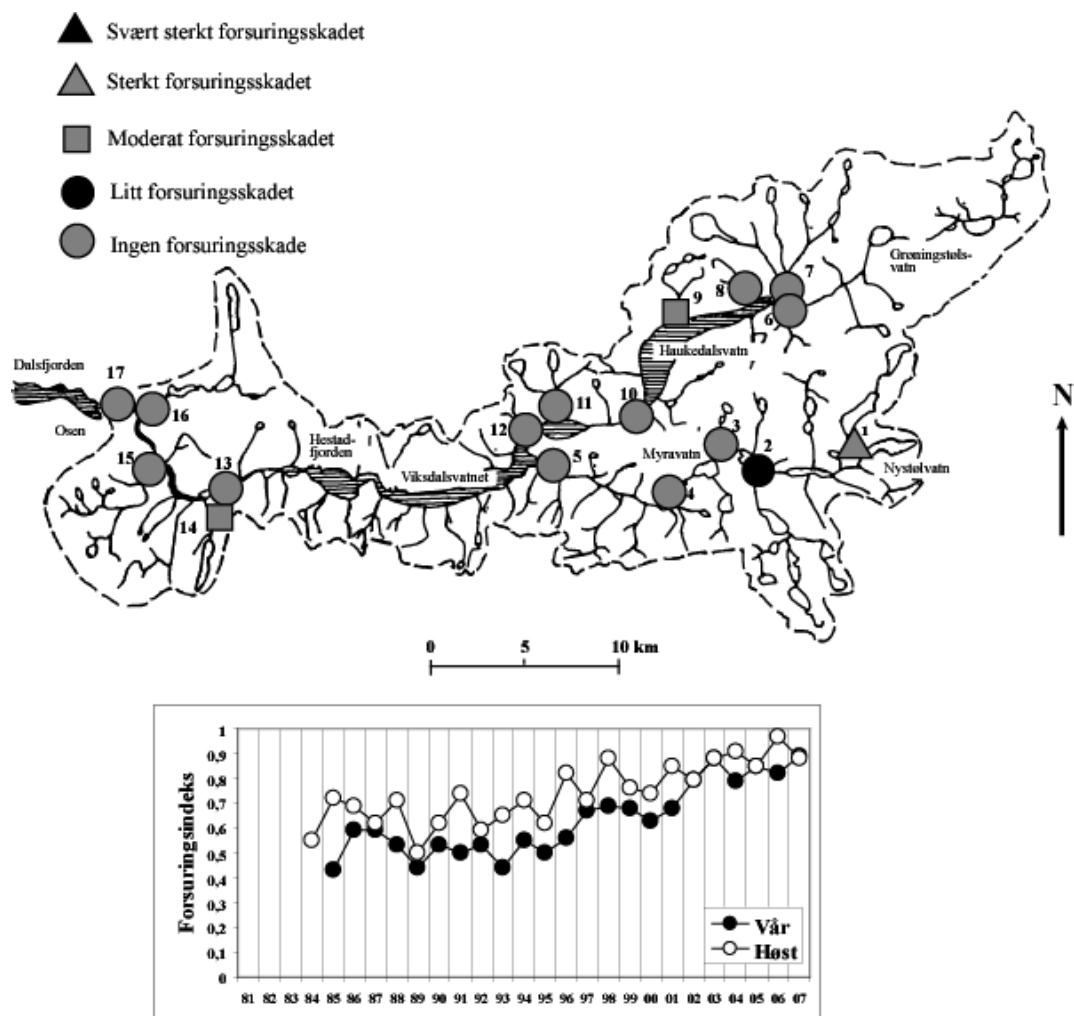
## **Region VII - Vestlandet-Nord**

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

*Forsuringsskadene på bunndyrsamfunnene i Gaularvassdraget har bedret seg betydelig i løpet av de seneste år. I 2007 var de øverste stasjonene i Eldalen forsuringsskadet. De nedre deler av Eldalen har vist en god gjenhenting av faunaen og hadde en god tilstand. Gjennomsnitt forsuringssindeks om våren var den høyeste som er registrert i Gaularvassdraget. Hovedelva nedstrøms Viksdalsvatnet hadde et rikt bunndyrsamfunn, med gode innslag av forsuringssensitive arter.*

De regionale bunndyrundersøkelsene i Gaularvassdraget (Figur 66) ble innledet høsten 1984 med en intensivundersøkelse (Raddum & Fjellheim 1986). Denne undersøkelsen viste at store deler av Eldalen var sterkt forsuringsskadet. De nederste delene av vassdraget og den andre hovedgreina mot Haukedalen var mindre skadet. I de senere år har moderat forsuringssensitive bunndyrarter, som døgnfluen *Ameletus inopinatus*, steinfluene *Diura nanseni* og *Capnia sp.* og vårfluer av slekten *Apatania* kolonisert lokalitetene i Eldalen. Døgnfluen *Baetis 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 forsuringsskadet. I 2007 ble det registrert 23 ulike forsuringssensitive arter/grupper, mot 19 i 2006. Samlet ETP (antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer) var 37. Dette er det største biologiske mangfoldet som er registrert i Gaularvassdraget. Vassdragets forsuringssindeks var henholdsvis 0,89 og 0,88 vår og høst. Vårverdien er den høyeste som er registrert i vassdraget til dette tidspunktet.

Nedstrøms Viksdalsvatnet, finner vi en stabil og svært frodig fauna. Her er det registrert mange viktige indikatororganismer. Blant disse kan nevnes sneglen *Lymnaea peregra*, vårfluen *Glossosoma intermedia*, steinfluer av slektene *Isoperla* og *Diura* og flere arter døgnfluer: *Baetis rhodani*, *B. niger*, *Ameletus inopinatus*, *Ephemerella aurivilli* og *Heptagenia 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 66. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Gaularvassdraget i 2007. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1984-2007.

### Nausta i Sogn og Fjordane

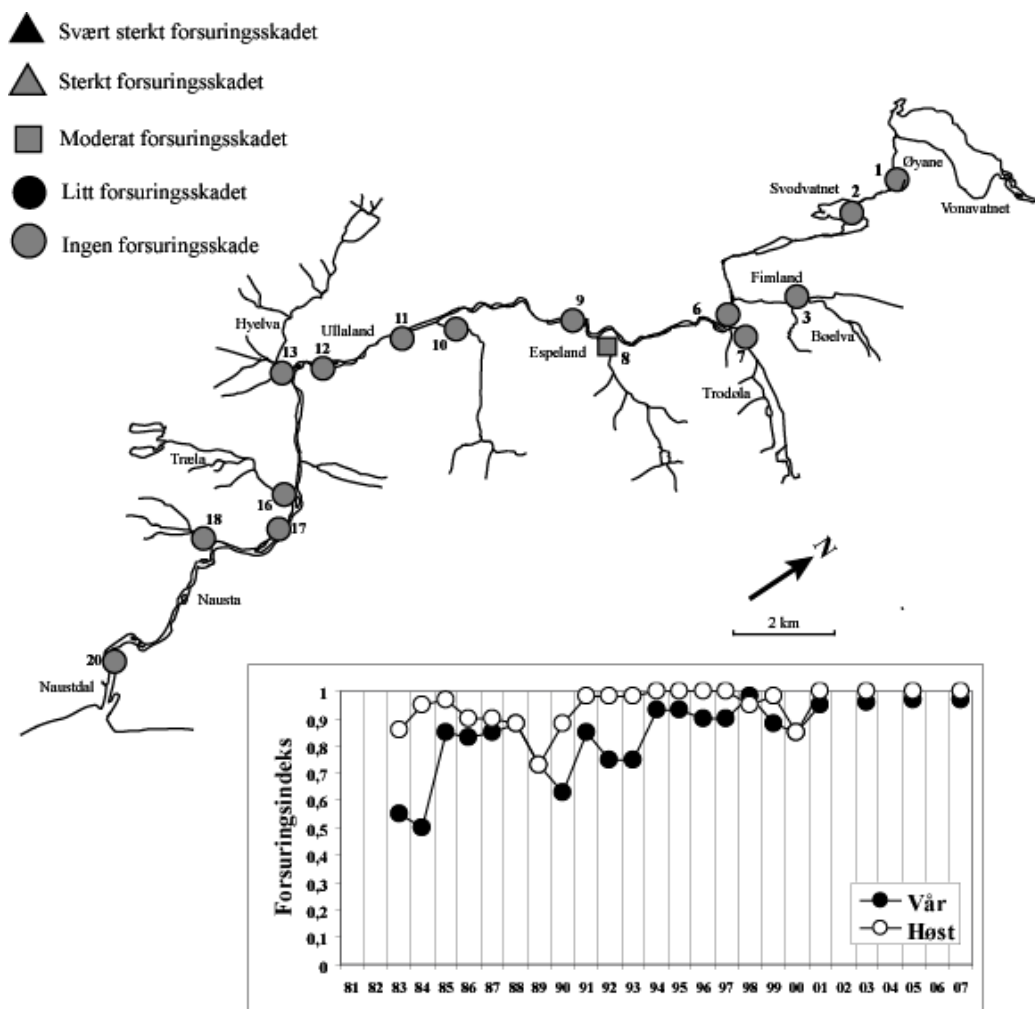
I Nausta viste bunndyrfaunaen lite tegn på skade i 2007. Vannkvaliteten i de nedre deler av hovedelven vurderes å være tilfredsstillende med hensyn til forsurening.

Figur 67 viser at det i 2007 ble registrert moderstt forursingsskade i bare en av de 20 undersøkte lokalitetene i Nausta. Samme situasjon er registrert ved de tre foregående undersøkelsene. I 2007 ble det registrert 15 ulike forursingssensitive arter/grupper, to færre enn i 2005. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for hele vassdraget var 0,97 og 1,0, henholdsvis vår og høst.

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

Det ble registrert flere moderat forsuringssensitive arter, som døgnfluen *Ameletus inopinatus*, steinfluene *Diura nanseni*, *Capnia* sp. og *Isoperla* spp. og vårfluene *Apatania* spp., *Lepidostoma hirtum* og *Sericostoma personatum*. *L. hirtum* har hatt en sterk oppblomstring i vassdraget etter 1996. I de nedre delene av hovedelva ble det, i tillegg til *B. rhodani*, også funnet andre sterkt sensitive bunndyr. Vårfluen *Glossosoma intermedia* og døgnfluen *Ephemerella aurivilli* er vanlige i denne delen av elva.

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



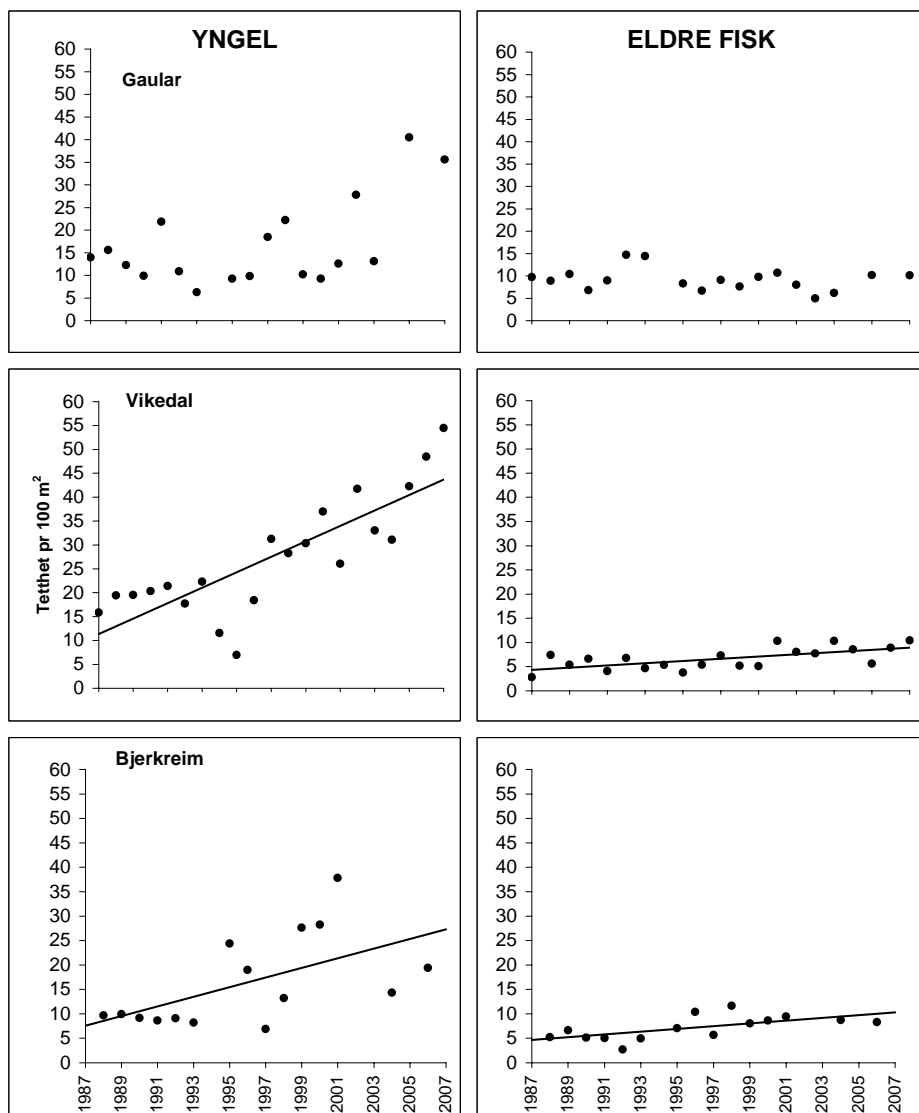
Figur 67. Oversikt over innsamlingslokaliteter og sammensetning av bunndyr i Nausta i 2007. Figuren viser også gjennomsnittlige forsuringsverdier vår (V) og høst (H) i perioden 1983-2007.

#### 4.4.2 Ungfiskundersøkelser

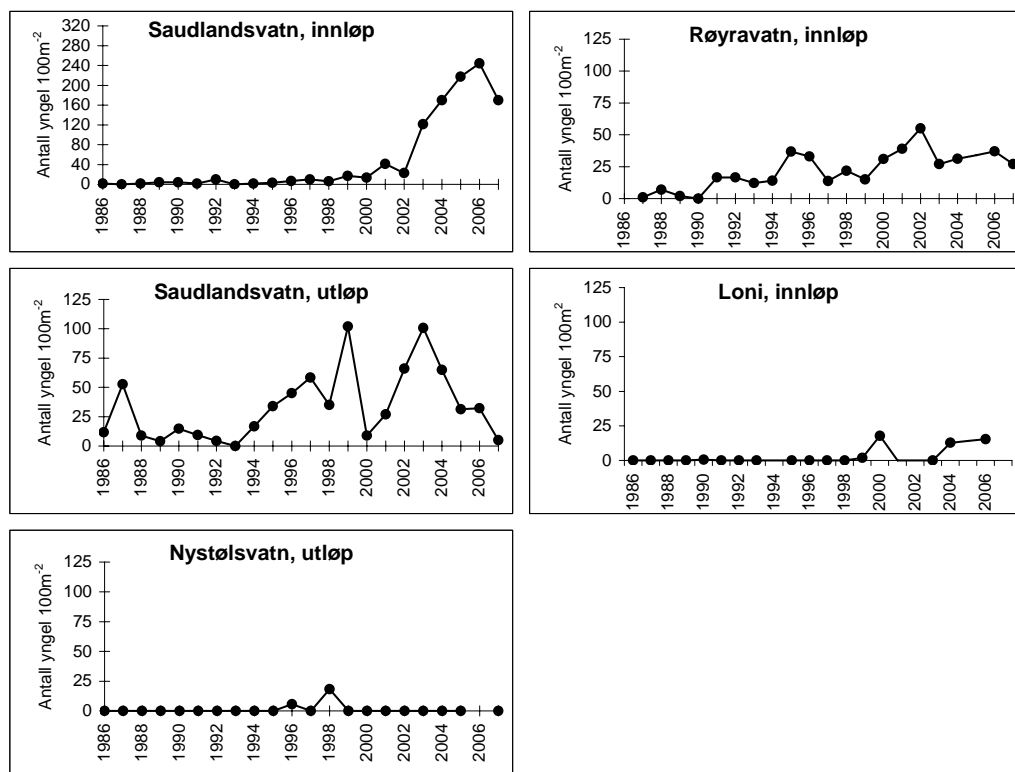
Disse undersøkelsene ble satt i gang i 1987/88 og omfatter årlig elfiske på faste stasjoner på inn/utløp og tilløpsbekker til innsjøer i Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane og Vikedal- og Bjerkreimsvassdraget i Rogaland. I løpet av de siste åra har det bare vært årlige undersøkelser i Vikedalsvassdraget, mens de to andre vassdragene har vært undersøkt annet hvert år. I 2007 ble det elfisket i Vikedal- og Gaularvassdraget, med henholdsvis 23 og 24 lokaliteter. All fisk ble lengdemålt og satt tilbake i bekken etter at elfisket var avsluttet. På basis av lengdefordelingen ble det skilt mellom årsyngel (alder 0+) og eldre individ (alder  $\geq 1+$ ). Tettheten av fisk i de to aldersgruppene blitt beregnet på bakgrunn av suksessiv avfisking, basert på tre omganger siden 1993. I perioden 1987 til 1992 ble hver lokalitet bare avfisket én gang. Fisketettheten i denne perioden ble beregnet ut fra fangstsannsynligheten etter tre omganger for perioden 1993-2007. Vi justerer tetthetene i forhold til vannføringen under elfisket fordi dette påvirker fangsteffektiviteten. Det blir tatt vannprøver fra hver lokalitet i forbindelse med elfisket hver høst.

I Vikedalsvassdraget har rekrutteringen hos aure vært økende i løpet av de siste 10 åra (Figur 68). Her forklarer tid (år) og vannføring henholdsvis 62 og 10 % av den årlige variasjonen i tetthet. Det har også vært en klar økning i tettheten av eldre aureunger i dette vassdraget. I Bjerkreimsvassdraget har det også vært en økning i tettheten av både yngel og eldre aureunger 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.

På innløpet og utløpet av Saudlandsvatn ved Farsund (Vest-Agder) har bestanden av aureunger vært overvåket nesten årlig siden 1986. På innløpet var rekrutteringen svak fram til 2001, da det ble registrert 42 yngel pr. 100 m<sup>2</sup>. Men to år seinere var yngeltettheten nesten tre ganger høyere, med 120 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2005 og 2006 ble det påvist en ytterligere økning i yngeltettheten, til henholdsvis 217 og 307 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2007 gikk tettheten noe ned sammenliknet med de to foregående åra. Rekrutteringen var likevel fortsatt god med 170 yngel pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 69). Økning i rekrutteringen til aurebestanden i Saudlandsvatn skjedde imidlertid 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 yngeltettheten, med over 100 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i både 1999 og 2003. I 2007 var imidlertid yngeltettheten på utløpet bare fem individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I innløpselva til Røyrvatn i Vikedalsvassdraget har det vært bra med yngel siden 1995, men med til dels store årlige variasjoner. I både 2004 og 2006 var yngeltettheten middels høy, med henholdsvis 31 og 37 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Den var omtrent på samme nivå i 2007, med 27 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 69). Innløpet til Loni i Bjerkreimsvassdraget har vært undersøkt nesten hvert år siden 1987. Fram til 1999 ble det ikke påvist yngel i denne lokaliteten, bortsett fra ett individ i 1990. Det første året med en yngeltetthet av særlig betydning var i 2000, da det ble registrert 18 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Ett år seinere ble det derimot ikke fanget yngel på denne lokaliteten, men seinere har rekrutteringen vært økende (Figur 69). 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 fra Nystølsvatn i seinere år viser at rekrutteringen er betydelig større enn det resultatene fra elfisket viser. Manglende fangst av yngel ved elfisket har trolig sammenheng med lav fangsteffektivitet. Årsyngelen har nemlig ei lengde på bare rundt 30 mm, og i tillegg foregår elfisket ofte ved en relativt høy vannføring.



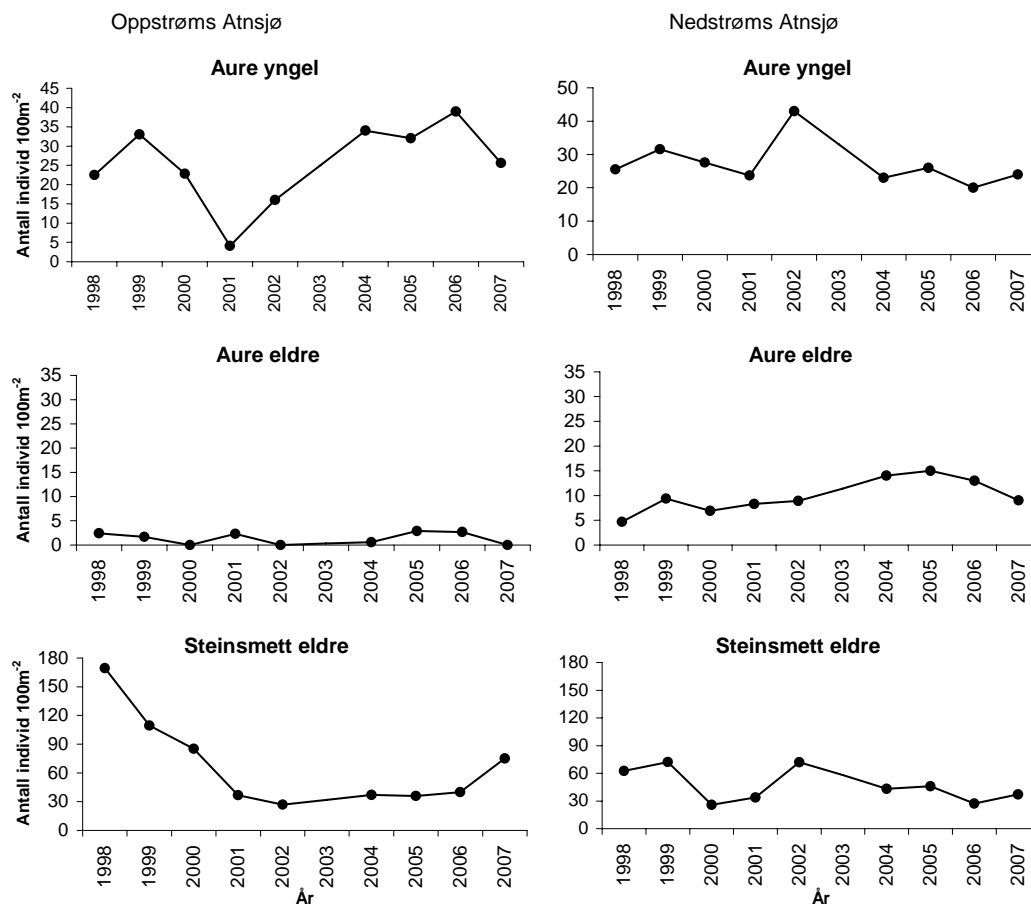
Figur 68. Beregnet gjennomsnittlig tetthet av yngel og eldre aureunger pr. 100 m<sup>2</sup> i bekker i Vikedal –, Gaular – og Bjerkreimsvassdragene i perioden 1987-2007. Det ble ikke foretatt undersøkelser i Bjerkreimsvassdraget i 2002 og 2003 og i Gaularvassdraget i 2004 og 2006. Linjer er trukket der det er en statistisk sammenheng mellom tetthet og tid (år).



Figur 69. Antall aureyngel pr. 100 m<sup>2</sup> på innløpet og utløpet av Saudlandsvatn (1986-2007), utløpet av Nystølsvatn (1986-2007) og innløpet av Røyrvatnet (1987-2007) og Loni (1986-2006).

Atna i Atnavassdraget i Oppland/Hedmark ble elfisket i regi av Forskref i perioden 1986-91. Fra 1998 ble elva inkludert i det biologiske overvåkingsprogrammet, med to stasjoner både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. Det var ingen innsamling i 2003. Fiskesamfunnet i Atna domineres av aure og steinsmett, med et ubetydelig innslag av ørekyt og harr i nedre deler. Elva har bra tetthet av aureyngel, og den har holdt seg relativt stabil både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen i de siste åra, med 20-35 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 70). Yngeltetthetene er vanligvis høyest i øvre deler av vassdraget. Mengden eldre aureunger (alder  $\geq 1+$ ) er lav oppstrøms Atnsjøen, som er gyteområder for Atnsjøauren. Lav forekomst av eldre aureunger på denne strekningen tyder på aureungene vandrer nedi Atnsjøen i løpet av første leveår. Stasjonene nedstrøms Atnsjøen har betydelig høyere tettheter av eldre aureunger, med 10-15 individ pr. 100<sup>2</sup> (Figur 70). Dette er avkom av stedeagne individ, og denne elvestrekningen fungerer trolig ikke som rekrutteringsområde for aure fra Atnsjøen. Tettheten av eldre steinsmett (alder  $\geq 1+$ ) har variert i betydelig grad både oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen. I øvre deler av elva har nå lavere tettheter av steinsmett sammenliknet med situasjonen i 1998-2000.





Figur 70. Tetthet av fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i Atna på stasjoner oppstrøms og nedstrøms Atnsjøen, fordelt på yngel (0+) og eldre individ (>+) av aure og eldre individ av steinsmett fra 1998-2007. 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.
- 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.
- Evans, C.D., Monteith, D.T. & Cooper, D.M. 2005. Long-term increases in surface water dissolved organic carbon: Observations, possible causes and environmental impacts. *Environ. Pollut.* 137: 55-71.
- 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., 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. Blattfüsserkrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). - *Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart*, 130 s.
- Hessen, D.O., Faafeng, B.A. & Andersen, T. 1995. Competition or niche segregation between *Holopedium* and *Daphnia*; empirical light on abiotic key parameters. - *Hydrobiologia* 307: 253-261.
- Hessen, D.O., Alstad, N.E.W. & Skardal, L. 2000. Calcium limitation in *Daphnia magna*. - *Journal of Plankton Res.* 22: 553-568.
- Hesthagen, T., Berger, H. M., Larsen, B. M., Nøst, T. & Sevaldrud, I. 1992. Abundance and population structure of perch (*Perca fluviatilis* L.) in some acidic Norwegian lakes. *Env. Poll.* 78: 97-101.
- 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.
- 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., Skjelkvale B.L., Jeffries D.S., Vuorenmaa J., Keller B., Kopacek J., Vesely J. 2007. Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry. *Nature* 450, 437-441.
- 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 forurensingsovervåking, Rapport 248/86.
- Raddum, G.G., Fjellheim, A. & Hesthagen, T. 1988. Monitoring of acidification through the use of aquatic organisms. *Verh. Int. verein. Limnol.* 23: 2291 - 2297.
- 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. 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 437/91, Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway. 306 pp.
- SFT 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1996. - Rapport 710/97. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.

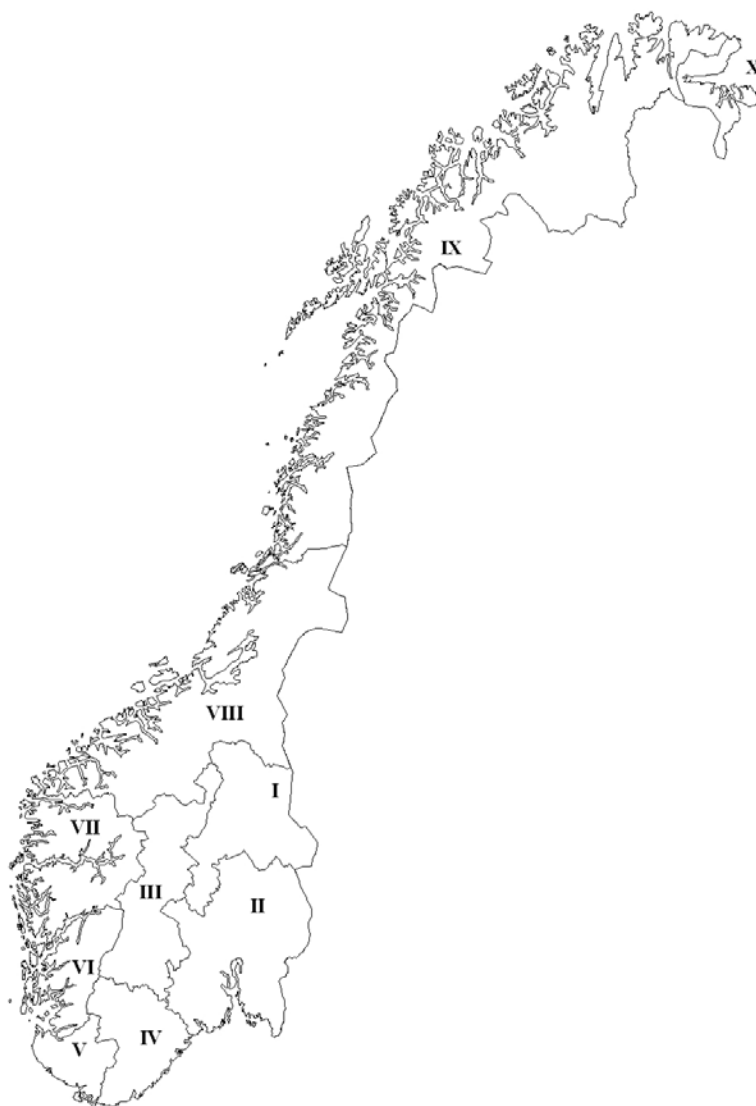
- SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. - Rapport 748/98. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1998. - Rapport 781/99. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1999. - Rapport 804/00. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2000. - Rapport 834/01. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2001. - Rapport 854/02. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2003. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2002. Rapport 886/2003. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2004. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2003. Rapport 913/2004. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2005. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2004. Rapport 941/2005. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2006. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2005. Rapport 970/2006. Statlig program for forureningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- SFT 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2006. - SFT-rapport 1000/2007. Statens forurensningstilsyn, 158 s. (Bidrag: kap. 4 Vannbiologisk overvåking).
- 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 forurensningstilsyn, Oslo, Norway. 73 pp.
- Skjelkvåle, B.L., Rognerud, S., Fjeld, E., Christensen, G., Røyset, O. 2008. Nasjonale innsjøundersøkelse 2004-2006, Del I: Vannkemi. Status for forurensning, næringssalter og metaller. Rapport TA 2361/2008. Statlig program for forureningsovervåking. SPFO 1011/2008. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Spikkeland, I. 1980a. Hydrografi og evertebratfauna i vassdragene på Lifjell, Telemark 1979. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 19: 1-55.
- Spikkeland, I. 1980b. Hydrografi og evertebrater i vassdragene i Sjøvatnområdet, Telemark. 1979. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 18: 1-49.
- Strøm, K.M. 1944. High mountain limnology. Some observations on stagnant and running waters of the Rondane area. - Avh. norske Vidensk. Akad. Oslo, I. Mat. nat. Kl. 1944 (8): 1-24.
- Traaen, T. S. 1987. Forsuring av innsjøer i Finnmark. SFT-Rapport 299/87, SFT., Oslo, Norway.
- Traaen, T. S. and Rognerud, S. 1996. Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Årsrapport for 1995. SFT-Rapport 3458-96, SFT., Oslo, Norway. 21 pp.
- 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. Krepdyrundersøkelser. – 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.
- Aas, W. Solberg, S., Manø, S., og Yttri, K.E. 2008. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Tilførsler 2007. Rapport TA 1033/2008. Statlig program for forureningsovervåking. SPFO 970/2006. Statens forurensningstilsyn, Oslo.

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



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

## Vedlegg B. Analysemetoder og kvalitetskontroll for vannprøver

### B1. Analyseprogrammet og analysemetoder

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

Da overvåkingsprogrammet startet i 1980, ble aluminium analysert som "total" aluminium (TAl). 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 TAl er gitt ved likningen:  $RAI = 22 + 0.64 \cdot TAl$  ( $n = 116$ ,  $r = 0.89$ ). Fra og med 1986 ble den gamle metoden kuttet ut, og verdiene for aluminium i tabellene for de etterfølgende år vil derfor være lavere enn tidligere.

Fra 1985 ble total organisk karbon (TOC) tatt med i rutineprogrammet, og i 1987 ble også ammonium (NH<sub>4</sub>) og totalt nitrogeninnhold (Tot-N) bestemt. I 1989 ble NH<sub>4</sub> tatt ut av programmet 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 vårmeltingsperioden da de prøvetas hver 14. dag. Innsjøene prøvetas én gang pr. år med prøvetakingstidspunkt på høsten (etter høstsirkulasjonen i vannene).

## B2. Kvalitetskontroll

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

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

### I. Bare hovedioner

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

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

Sum anioner	: SAN2 =	SAN + OAN <sup>-</sup>
Sum kationer	: SKAT2 =	SKAT + [LAI <sup>(*)</sup> ] + [ $\text{NH}_4^+$ ]
Differanse kationer - anioner	: DIFF2 =	SKAT2 - SAN2
Differanse i prosent	: D-PRO2 =	(DIFF2 * 100/SKAT2)

der:

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

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

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

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

## B3. Beregning av ANC

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

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

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

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

Ionebalansen i vann er gitt ved:

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

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

vi får da at:

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



#### B4. Beregning av sjøsaltkorreksjon

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

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

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

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

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

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

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

## Vedlegg C. Vannkjemiske målestasjoner

Tabell C1. Innsjøer.

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

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

Region 2. Øyvann inn, Ø-Jerpetjern ut

Region 3. Steinavatn inn

Region 4. Brårvatn inn, Songevatn inn

Region 5. Gjuvvatn inn, Stigebottsvatn inn

Region 6. Steinavatn ut (flyttet til 3)

Region 7. Langevatn inn

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

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vann		Vassdrag nr	Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø	
						nr	NVE						areal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt areal km <sup>2</sup>
Hedmark	Åmot	429	1	429-601	Holmsjøen	282	002.JAAA1B	20173	61,15	11,62	559	1,15	5,9	
Østfold	Halden	101	2	101-605	Holvatn	331	001.B1D	20133	59,11	11,53	161	1,15	9,35	
Østfold	Sarpsborg	105	2	105-501	Isebakkjern	5844	002.A2B	19134	59,34	10,97	60	0,3	6,6	
Østfold	Aremark	118	2	118-502	Breitjern	3554	001.C3A	20133	59,12	11,68	190	0,3	4	
Østfold	Våler	137	2	137-501	Ravnsljøen	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	Storbøtja	368	313.AD	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	Meltsjøen	281	002.EB11B	20154	60,39	11,81	358	1,02	20,35	
Buskerud	Flå	615	2	615-604	Langtjern (LAE01)	7272	012.CB5Z	17151	60,37	9,73	0	0	4,8	
Buskerud	Modum	623	2	623-603	Breidlivatnet	5269	012.D52	18144	59,98	10,15	632	0,3	1,54	
Buskerud	Flesberg	631	2	631-607	Skakkjern	5961	015.FAD	17144	59,89	9,31	547	0,08	4,6	
Vestfold	Sande	713	2	713-601	Øyvannet (Store)	5742	013.AZ	18143	59,64	10,10	442	0,33	5,53	
Telemark	Nome	819	2	819-501	Nedre Furovatn	14367	016.BBO	16134	59,28	8,84	605	0,1	2,7	
Telemark	Hjartdal	827	3	827-601	Heddersvatnet	69	019.F2Z	16144	59,83	8,76	1136	1,83	11,65	
Telemark	Vinje	834	3	834-614	Stavsvatn	13194	016.BG11	15142	59,64	8,11	1053	0,4	2,43	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn		Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø	Nedbørfelt
						nr	Vassdrag nr					areal km2	areal km2
Hordaland	Odda	1228	3	1228-501	Steinavatn	1705	061.B5	13144	59,86	6,58	1047	0,85	4,3
Telemark	Fyresdal	831	4	831-501	Brårvatn	14277	019.DDF	15134	59,29	7,73	902	1,25	4
Telemark	Tokke	833	4	833-603	Skurevatn	1094	021.M1B	14142	59,59	7,55	1269	1,08	7,75
Aust-Agder	Tvedestrand	914	4	914-501	Sandvatn	9534	019.AD	16122	58,69	8,96	150	0,32	2,75
Aust-Agder	Froland	919	4	919-606	Hundevatin	10127	019.B2A	16123	58,59	8,54	286	0,32	2,3
Aust-Agder	Iveland	935	4	935-7	Grunnevatn	10926	021.AC	15114	58,39	7,97	250	1	3,3
Aust-Agder	Bygland	938	4	938-66	Grimsdalsvatn	9219	020.BCD	15123	58,75	7,97	463	0,31	8,3
Aust-Agder	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	Bånevatin	13592	021.HD	14143	59,50	7,11	1115	1,46	16,9
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-25	Drivnesvatn	11147	021.A4Z	15114	58,29	7,93	168	0,22	11,5
Vest-Agder	Vennesla	1014	4	1014-12	Songevatin	11078	022.1C7	14111	58,32	7,68	268	0,25	9,3
Vest-Agder	Søgne	1018	4	1018-4	Kleivsetvatn	11592	022.22Z	14112	58,11	7,68	83	0,57	17,2
Vest-Agder	Marnardal	1021	5	1021-14	Homesteadvatn	11373	023.A12Z	14112	58,21	7,45	278	0,62	3
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-15	Bohevatin	21797	026.1B	13114	58,28	6,48	56	0,6	8
Vest-Agder	Flekkefjord	1004	5	1004-13	Slæitlandsvt	1431	026.D1AB	13111	58,49	6,74	392	1,15	6,3
Vest-Agder	Åseral	1026	5	1026-210	Stigebottsvatn	1174	022.F8C	14124	58,76	7,31	814	0,93	7,3
Vest-Agder	Lyngdal	1032	5	1032-14	Troldevatin	11292	024.AD2Z	14113	58,23	6,99	278	0,22	1
Vest-Agder	Hægebostad	1034	5	1034-19	I.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
Rogaland	Eigersund	1101	5	1101-43	Helevatin	1373	025.BD	14123	58,63	6,97	500	0,31	12,5
Rogaland	Sokndal	1111	5	1111-3	Glypstadvatin	21186	026.4BCB	12111	58,49	6,20	261	0,34	2
Rogaland	Lund	1112	5	1112-15	Ljosvatn	21438	026.4BCD	12111	58,42	6,21	150	0,22	1,1
Rogaland	Hå	1119	5	1119-602	Gjuvatn	21049	026.4F	13123	58,52	6,41	389	0,35	2,4
Rogaland	Vindafjord	1154	6	1154-601	Homsevatin	1545	027.6AAA	12122	58,56	5,86	142	0,67	8,7
Hordaland	Etna	1211	6	1211-601	Vaulavatn	22548	038.AZ	12142	59,54	6,02	230	0,42	16,3
Hordaland	Filjør	1222	6	1222-502	Ø. Steindalsvatn	23386	042.31Z	13144	59,83	6,37	879	1,12	25,75
Hordaland	Samnanger	1242	7	1251-601	Oddmundalsvatn	22101	044.5B	11141	59,87	5,42	262	0,25	3,3
Hordaland	Lindås	1263	7	1263-601	Båtevatin	26267	064.5A	12163	60,53	5,98	760	0,32	5,72
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	Nysløvatn	1651	083.CC	13174	61,34	6,48	715	1,25	21,45
Sogn og Fjordane	Eid	1443	7	1443-501	Movatin	1935	094.D	12181	61,98	6,18	422	1,05	2,0
Oppland	Lesja	512	8	512-601	Svartdalsvatnet	34660	104.D6Z	14191	62,27	8,84	1018	0,6	49,9
Møre og Romsdal	Molde	1502	8	1502-602	Lundalsvatnet	31186	105.4A2	13204	62,82	7,53	254	0,3	5,65
Møre og Romsdal	Vanylven	1511	8	1511-601	Blæjevatinet	31047	093.2B	11192	62,05	5,78	700	0,55	1,93
Møre og Romsdal	Aure	1569	8	1569-601	Skardvatnet	36436	116.2Z	14211	63,30	8,78	346	0,52	3,75
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-601	Grovilvatnet	36780	135.2A	15221	63,91	10,16	180	1,03	10,4
Sør-Trøndelag	Åfjord	1630	8	1630-603	Skjervatinet	36727	135.3CD	16224	63,96	10,56	357	0,88	3,25
Sør-Trøndelag	Rørøs	1640	8	1640-603	Tufsingan	35326	2.53	17202	62,61	11,88	781	1,38	5,15
Nord-Trøndelag	Namdalseid	1725	8	1725-3-14	Bjørnarvatnet	40844	138.BA1Z	16231	64,28	10,99	263	1,01	3,8

Overvåking av langtransportert forurensning luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

Fylke	Kommune	Komm.nr	Region	Stasjonskode	Stasjonsnavn	NVE Vatn		Kartblad	Latitude	Longitude	H.o.h. m	Innsjø	Nedbørfelt
						nr	Vassdrag nr					areal km2	areal km2
Nord-Trøndelag	Namsskogan	1740	8	1740-602	Storgåsvatnet	716	139.FCB	18252	65,06	13,17	493	2,77	10,85
Nord-Trøndelag	Grong	1742	8	1742-501	Grytsjøen	40322	139.A5B	17231	64,39	12,09	372	0,45	10
Nordland	Saltal	1840	9	1840-601	Kjemåvatn	806	163.D1B	21284	66,77	15,41	626	2,6	33
Nordland	Serfold	1845	9	1845-601	Tennvatn	45724	168.5Z	21301	67,76	15,93	339	2,62	5,18
Nordland	Tysfjord	1850	9	1850-603	Kjerrvatn	1001	170.5DC	12312	68,08	16,03	209	1,4	6,62
Nordland	Flekstad	1859	9	1859-601	Storvatn	48048	181,1	10312	68,05	13,35	25	1,1	6,2
Troms	Tranøy	1927	9	1927-501	Kepervann	50879	194.6C	13332	69,24	17,33	214	0,67	18
Finnmark	Vardø	2002	10	2002-501	Oksevatn	2430	238.5B	25354	70,35	30,88	143	2,73	9,9
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-501	Bårnjåsviri	64684	246.C	24343	69,56	29,81	150	0,45	7,25
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-619	Følvatnet	2456	246.FAC	23331	69,25	28,93	177	2,57	11,8
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-625	Holmvatnet	64278	244.5	24343	69,71	29,72	146	0,92	3,07
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-612	L.Djupvatnet	64217	247.4B	24342	69,71	30,59	211	0,4	1,98
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-614	Langvatnet	64193	246.6B	24342	69,73	30,19	90	0,32	3
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-603	Oiervatnet	64713	247.CZ	25343	69,55	30,78	293	0,18	1,48
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-504	Råtjern	63664	243,3	23341	69,88	29,19	264	0,7	2,47
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-503	Skaidejavri	2437	244ABZ	23341	69,93	29,11	322	1,85	7,3
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-607	St. Valvatnet	2474	247.7D	25343	69,72	30,66	157	3,6	19,58
Finnmark	Sør-Varanger	2030	10	2030-624	Ulekristjav	64799	246.D	24343	69,53	29,45	242	0,17	1,2

**Jarfjordfjellet, Øst-Finnmark**

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

Tabell C2. Elver

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

Tabell C3. Feltforskningsstasjoner

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

## Vedlegg D. Observatører for vannprøver

### Innsjøer

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

### Elver

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

### Feltforskningsstasjoner

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

## Vedlegg E. Resultater fra overvåking av vannkjemi

### Analyseresultater 2007

### Årsmiddelverdier for hele overvåkingsperioden

Tabell E.1. Analyseresultater for innsjøer 2007.

#### Tidstrendsjøer

St. Kode	Navn	Dato ddmnd	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>	AIR µg.L <sup>-1</sup>	Al/Al µg.L <sup>-1</sup>	LAL µg.L <sup>-1</sup>	TOC mgC.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>	SO4* µekv.L <sup>-1</sup>	Na* µekv.L <sup>-1</sup>
429-601	Holmsjøen	05.10	5,84	1,08	1,05	0,15	0,59	0,17	0,54	1,30	2	15	37	35	2	5,4	230	5	10	1	52	61	25	13
101-605	Holvatn	18.11	4,92	4,51	0,90	0,69	4,66	0,38	7,93	3,73	150	0	216	97	119	6,2	430	23	5	12	2	50	55	11
105-501	Isebakkjørrn	15.11	5,47	5,15	2,11	0,99	5,33	0,79	8,06	3,75	125	34	389	336	53	21,6	760	79	23	3	124	134	55	37
118-502	Brelljørn	18.11	4,56	4,13	0,62	0,51	3,63	0,16	6,57	2,27	46	0	326	188	138	11,0	375	21	5	28	-1	30	28	-1
137-501	Ravnjøen	15.11	5,31	3,83	1,05	0,64	4,16	0,34	6,75	3,35	105	5	185	121	64	5,9	365	33	5	5	27	61	50	17
221-607	Holvatn	23.10	5,60	2,26	1,24	0,48	1,83	0,29	2,76	2,11	72	19	157	128	29	8,8	335	8	4	3	61	83	36	13
221-605	Store Lyseren	23.10	5,78	2,05	1,02	0,41	1,70	0,26	2,33	2,78	48	14	125	60	65	4,0	240	11	2	2	38	69	51	17
301-605	Langvatn	30.10	6,00	1,44	0,96	0,22	1,08	0,17	1,15	1,87	39	18	76	50	26	3,8	225	15	3	1	43	58	36	19
402-604	Storbørja	31.10	5,25	1,78	1,10	0,38	1,24	0,19	1,44	1,62	46	6	164	121	43	11,1	315	8	6	6	67	77	30	19
418-603	Skunsjøen	31.10	4,77	1,75	0,60	0,21	0,96	0,14	0,96	1,19	18	0	242	155	87	12,9	310	4	7	17	39	41	22	18
423-601	Melnsjøen	31.10	5,00	1,76	1,02	0,33	1,01	0,19	1,11	1,31	29	0	197	140	57	13,8	380	13	7	10	66	71	24	17
LAE01	Langjørn, utløp	29.10	5,05	1,23	0,98	0,14	0,52	0,07	0,42	0,91	7	0	206	143	63	11,2	270	5	6	9	54	58	18	12
623-603	Bredlivvatnet	14.10	5,05	1,12	0,32	0,12	0,58	0,09	0,58	1,07	40	0	257	101	156	6,7	310	26	9	9	12	22	21	11
631-607	Skaktjørn	05.10	4,83	1,32	0,72	0,14	0,42	0,07	0,44	0,70	10	0	139	117	22	11,3	245	7	5	15	40	45	13	8
713-601	Øyvannet (Store)	14.11	5,90	1,66	1,36	0,31	1,18	0,24	1,38	1,59	89	26	132	118	14	8,6	415	42	8	1	72	84	29	18
819-501	Nedre Furovatn	04.11	5,19	1,12	0,82	0,16	0,56	0,08	0,76	0,99	29	0	160	130	30	8,4	290	14	6	6	36	49	18	6
827-601	Heddersvatnet	06.10	6,12	0,66	0,62	0,10	0,35	0,11	0,39	0,85	60	18	14	12	2	0,87	114	2	2	1	24	37	17	6
834-614	Slavvatn	14.10	6,23	0,76	0,80	0,10	0,43	0,05	0,36	0,68	8	23	72	43	29	1,6	90	4	3	1	43	46	13	10
1228-501	Steinavatn	18.10	5,53	0,86	0,17	0,12	0,81	0,07	1,43	0,58	52	0	18	6	12	0,33	96	2	<1	3	-1	9	8	1
831-501	Bråvatn	21.10	5,93	0,83	0,48	0,11	0,58	0,10	0,81	0,89	65	8	24	14	10	1,1	215	27	1	1	15	28	16	6
833-603	Skurevatn	05.10	5,88	0,61	0,34	0,08	0,40	0,04	0,46	0,65	57	8	19	5	14	0,35	93	2	1	1	11	21	12	6
914-501	Sandvatn	31.10	5,24	2,30	0,74	0,40	2,21	0,19	3,51	1,98	84	0	168	100	68	6,0	380	35	6	6	25	47	31	11
919-606	Hundevatn	31.10	5,04	2,08	0,57	0,36	1,67	0,19	2,61	2,01	105	0	129	69	60	5,0	345	24	3	9	13	41	34	9
935-7	Grunnevatn	06.12	5,20	2,33	0,68	0,33	2,22	0,14	3,77	1,98	74	0	184	120	64	5,3	340	34	3	6	8	36	30	5
938-66	Grimsdalsvatn	22.09	5,09	1,13	0,31	0,11	0,90	0,04	1,37	0,89	18	0	126	55	71	3,7	210	3	2	8	6	16	15	6
940-502	Myklevatn	21.09	5,58	0,76	0,36	0,09	0,65	0,04	0,88	0,58	11	0	52	37	15	2,6	149	3	3	3	17	20	10	7
940-527	Skamnevatn	17.10	6,03	0,63	0,29	0,07	0,52	0,03	0,72	0,56	12	9	20	11	9	0,41	53	<2	<1	1	11	15	10	5
940-501	Tjurmonvatn	22.09	5,52	0,78	0,28	0,09	0,67	0,04	1,00	0,61	12	0	64	37	27	2,3	150	3	2	3	10	15	10	5
941-24	Bånevatt	21.10	5,77	0,68	0,25	0,08	0,55	0,06	1,02	0,59	47	0	10	<5	0,24	71	<2	<1	2	2	0	12	9	-1
1014-25	Drivnesvatn	30.10	5,48	2,73	0,92	0,40	2,90	0,25	4,91	1,92	56	8	130	92	38	5,5	345	32	12	3	29	47	26	7
1014-12	Songevatt	30.10	5,82	3,09	1,43	0,52	2,90	0,81	4,97	2,20	115	25	136	105	31	7,2	460	29	21	2	67	81	31	6
1018-4	Kløysevatn	14.10	5,52	3,73	1,20	0,58	4,16	0,32	7,26	2,52	175	11	161	117	44	4,9	410	14	3	3	27	60	31	5
1021-14	Homesladvatn	07.11	4,89	3,42	0,48	0,42	3,44	0,19	6,27	2,00	165	0	164	44	120	2,8	355	23	4	13	-17	17	23	-2

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. Kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AVR	AMV	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>*</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>*</sup>
		d/dmnd		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>	mgC 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>
1004-15	Boinevatnet	19.12	5.47	5.04	0.76	0.72	6.10	0.40	10.5	2.75	275	5	94	43	51	1.9	545	20	7	3	0	28	27	11
1004-13	Store Ellandsvatn	19.11	5.20	2.65	0.36	0.37	2.95	0.15	5.18	1.69	150	0	73	22	51	1.2	225	15	2	6	-11	14	20	3
1026-210	Sligebottsvatn	10.11	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	Troldrevatn	04.11	4.76	3.31	0.26	0.37	3.38	0.16	5.85	1.70	230	0	127	37	90	2.9	445	26	3	17	-22	7	18	5
1034-19	Indre Espelandsvatnet	22.09	5.01	2.39	0.49	0.26	2.53	0.12	3.88	1.42	49	0	159	104	55	6.2	355	15	7	10	16	20	18	16
1034-8	Trollselvatn	22.09	4.76	1.77	0.32	0.19	1.35	0.05	1.88	0.67	22	0	142	108	34	9.7	345	2	8	17	23	19	8	13
1037-17	Helevatn	27.10	5.01	1.86	0.40	0.18	1.73	0.09	2.63	0.93	19	0	177	108	69	6.6	280	3	7	10	17	17	12	12
1101-43	Glypsdøvatn	14.10	5.68	3.96	1.21	0.77	4.44	0.46	7.92	2.65	460	5	30	21	9	1.0	505	<2	3	2	17	72	32	1
1111-3	Ljosvatn	30.10	5.04	4.04	0.44	0.56	4.78	0.16	8.62	2.31	205	0	115	14	101	0.92	325	20	2	9	-26	13	23	-1
1112-15	Gjuvatn	25.10	5.03	2.75	0.29	0.37	2.95	0.11	5.00	1.69	160	0	107	16	91	0.92	250	6	<1	9	-12	12	21	7
1119-602	Hømsvatn	04.11	4.95	4.34	0.49	0.61	5.10	0.18	8.84	2.41	260	0	117	19	98	1.2	355	11	1	11	-17	17	24	8
1154-601	Røyrvatn	05.11	5.41	1.64	0.35	0.23	1.83	0.09	3.01	1.07	64	0	51	35	16	1.6	155	5	2	4	7	17	14	7
1211-601	Vaulvatn	21.10	5.95	0.81	0.31	0.11	0.78	0.10	1.24	0.59	37	5	12	8	4	0.4	71	<2	<1	1	11	16	9	4
1222-502	Inste Søriv.Ø. Sleindv.	13.11	5.49	2.86	0.65	0.40	3.20	0.28	6.00	1.27	91	5	77	60	17	2.3	220	7	2	3	10	26	9	-6
1251-601	Øddmundalsvatnet	04.11	5.37	0.82	0.14	0.10	0.82	0.05	1.37	0.43	49	0	12	11	1	0.35	89	5	<1	4	1	6	5	2
1263-601	Bålevatn	20.11	5.29	1.61	0.15	0.23	1.70	0.09	3.04	0.86	97	0	31	11	20	0.59	134	5	<1	5	-8	6	9	0
1401-501	Langevatn	01.11	5.66	1.78	0.35	0.27	2.10	0.07	3.76	0.90	93	0	15	10	5	0.34	160	4	2	2	1	15	8	0
1418-601	Nystølvatn	24.10	5.82	0.62	0.25	0.07	0.61	0.07	0.90	0.46	38	2	11	6	5	1.3	80	<2	1	2	9	12	7	5
1443-501	Movvatn	29.10	5.90	1.13	0.36	0.18	1.30	0.09	2.14	0.57	10	8	31	26	5	1.3	80	<2	1	1	19	19	6	5
512-601	Svaridalsvatnet	21.10	6.34	0.76	0.69	0.08	0.35	0.20	0.24	1.03	44	22	6	7	0	0.36	78	2	<1	0	30	39	21	9
1502-602	Lundalsvatnet	22.11	5.67	2.87	0.63	0.53	3.51	0.11	6.70	1.07	2	9	37	33	4	1.8	66	<2	2	2	19	31	3	-10
1511-601	Bløjevånet	22.10	5.99	1.77	0.57	0.23	2.01	0.13	3.38	1.22	18	10	10	8	2	0.31	53	<2	<1	1	16	25	16	6
1569-601	Skardvatnet	30.10	5.82	2.59	0.47	0.45	3.29	0.13	5.97	1.12	11	6	27	21	6	1.5	80	<2	1	2	14	21	6	-2
1630-601	Grovvatnet	30.10	5.52	3.97	0.53	0.69	5.08	0.18	9.69	1.68	20	3	64	44	20	3.0	119	<2	2	3	-1	20	7	-14
1630-603	Skjervatnet	29.10	6.07	2.99	0.54	0.54	3.76	0.14	6.87	1.40	25	10	16	14	2	1.0	84	<2	1	1	14	26	9	-3
1640-603	Tufsjøen	05.11	6.68	1.11	0.77	0.26	0.85	0.24	0.77	0.87	17	57	13	11	2	1.7	111	8	1	0	62	55	16	18
1725-3-14	Bjørnvatnet	16.10	5.45	4.11	0.52	0.77	5.34	0.14	9.55	1.69	14	2	50	34	16	2.9	118	<2	4	4	20	27	7	1
1740-602	Storgåsvatnet	04.10	6.12	1.83	0.38	0.30	2.24	0.12	3.79	0.70	8	11	24	19	5	1.3	116	9	2	1	22	19	4	6
1742-501	Gryfsjøen	21.10	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	Kjelmåvatn	01.12	6.50	1.23	0.60	0.14	1.37	0.11	1.66	0.92	34	28	17	12	5	0.58	93	<2	1	0	35	31	14	19
1850-601	Kjernvatn	15.10	6.14	1.57	0.45	0.25	1.81	0.35	2.83	0.73	10	21	28	21	7	1.7	80	<2	1	1	35	24	7	10
1859-601	Storvatn	14.10	6.05	2.68	0.67	0.44	3.36	0.38	5.68	1.06	12	23	58	38	20	2.3	113	<2	1	1	42	32	6	9
1927-501	Kapervann	27.09	6.30	1.33	0.33	0.19	1.75	0.11	2.20	0.87	<1	24	23	17	6	0.92	104	<2	1	1	31	18	12	23
2002-501	Oksevatn	03.10	6.42	4.48	0.88	0.97	5.71	0.24	9.90	2.45	<1	29	<5	<5	3	0.97	92	<2	1	0	48	59	22	9
2030-501	Bårsjøvatn	03.10	6.39	2.09	1.23	0.45	1.94	0.19	2.94	2.02	<1	38	10	8	2	2.3	205	8	7	0	63	79	34	13
2030-619	Følvatnet	03.10	6.63	1.76	1.35	0.42	1.23	0.23	1.50	2.23	1	51	7	<5	3	1.9	117	3	1	0	72	92	42	17
2030-625	Holmvatnet	03.10	6.68	2.66	1.75	0.54	2.40	0.23	3.74	1.97	<1	62	10	7	3	2.2	117	3	1	0	95	107	30	14
2030-612	Little Djupvatnet	03.10	5.91	2.90	0.96	0.61	3.00	0.20	4.97	3.69	<1	5	7	<5	3	0.65	71	<2	<1	1	17	65	62	10
2030-614	Langvatnet	03.10	6.25	3.09	1.24	0.67	3.30	0.19	5.19	3.06	8	24	37	33	4	3.0	119	<2	1	1	55	83	49	18
2030-603	Otenvatnet	03.10	6.62	2.87	1.62	0.86	2.22	0.22	2.95	4.44	<1	49	8	8	0	2.7	149	2	3	0	78	132	84	25
2030-504	Råjsem	03.10	6.15	1.90	0.74	0.37	1.93	0.15	3.27	1.87	<1	12	9	7	2	0.9	81	<2	<1	1	24	46	29	5
2030-503	Skaldøvatn	03.10	6.08	1.80	0.73	0.35	1.88	0.11	3.14	1.71	11	9	10	9	1	0.68	54	<2	<1	1	25	45	26	6
2030-607	St. Valvatnet	03.10	6.32	3.22	1.35	0.71	3.12	0.27	5.09	4.18	16	21	10	8	2	0.83	75	<2	<1	0	37	92	72	12
2030-624	Ulekristjåvri	03.10	6.41	1.67	1.12	0.33	1.36	0.18	1.94	1.83	<1	30	14	10	4	1.7	93	<2	1	0	54	70	32	12



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. Kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AVR	AVII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddmm		mS·m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mgC 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>

Jarfjordfjellet

2030-JAR-05	Navnløst	03.10	5.92	2.51	0.96	0.53	2.55	0.15	3.84	3.55	<1	9	16	12	4	1.3	84	<2	2	1	24	66	63	18
2030-JAR-06	Navnløst	03.10	5.42	2.46	0.67	0.48	2.50	0.13	3.93	3.33	<1	0	23	7	16	0.78	57	<2	1	4	5	47	58	14
2030-JAR-07	Navnløst	03.10	5.94	2.58	1.00	0.53	2.63	0.17	4.20	3.36	<1	8	20	13	7	1.3	104	<2	4	1	24	66	58	13
2030-JAR-08	Navnløst	03.10	5.69	2.82	1.01	0.56	2.82	0.21	4.67	3.85	1	0	10	<5		0.53	47	<2	<1	2	13	66	67	10
2030-JAR-13	Navnløst	03.10	6.15	2.84	1.31	0.63	2.61	0.19	3.91	4.43	<1	15	19	16	3	1.4	84	<2	7	1	33	91	81	19

\*Verdiene for JAR-12 ikke med. Proven i 2007 trolig tatt i feil lokalitet.

Lokaliteter for biologisk overvåking

St. Kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALKE	AVR	AVII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddmm		mS·m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mgC 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	Bretjern	08.06	4.74	3.55	0.49	0.44	2.90	0.21	6.06	2.58	53	0	259	92	167	6.7	340	27	5	18	-36	21	36	-21
118-502	Bretjern	18.11	4.56	4.13	0.62	0.51	3.63	0.16	6.57	2.27	46	0	326	188	138	11	375	21	5	28	-1	30	28	-1
430-I-1	Ainsjøen	06.07	6.60	0.76	0.63	0.12	0.30	0.19	0.26	0.76	36	38	16	13	3	1.3	114	3	4	0	33	40	15	7
430-I-1	Ainsjøen	01.08	6.51	0.73	0.70	0.12	0.33	0.19	0.20	0.75	24	29	18	12	6	1.8	51	5	5	0	41	43	15	10
430-I-1	Ainsjøen	03.10	6.49	1.00	0.89	0.15	0.39	0.26	0.25	0.97	71	42	17	15	2	1.2	144	6	3	0	48	55	19	11
438-041	Storfjorna	07.07	6.41	0.72	0.64	0.06	0.50	0.07	0.18	0.63	<1	30	37	34	3	8.2	80	3	3	0	42	36	13	17
438-041	Storfjorna	05.09	6.56	0.87	0.81	0.07	0.69	0.12	0.26	0.62	<1	45	34	29	5	2.0	190	13	3	0	59	44	12	24
512-601	Svendalsvatnet	03.07	6.36	0.58	0.40	0.06	0.34	0.14	0.38	0.55	53	18	6	5	1	0.29	80	3	1	0	17	22	10	6
512-601	Svendalsvatnet	05.08	6.40	0.51	0.42	0.05	0.25	0.15	0.19	0.60	19	14	7	6	1	0.3	41	6	3	0	21	24	12	6
512-601	Svendalsvatnet	21.10	6.34	0.76	0.69	0.08	0.35	0.20	0.24	1.03	44	22	6	7	0	0.36	78	2	<1	0	30	39	21	9
517-041	Rondvatnet	07.07	5.94	0.45	0.25	0.04	0.16	0.23	0.35	0.54	130	3	12	6	6	0.29	165	6	3	1	-2	13	10	-2
517-041	Rondvatnet	07.09	5.94	0.45	0.25	0.03	0.13	0.25	0.16	0.51	115	4	7	<5		0.31	185	7	2	1	4	14	10	2
604-608	Øvre Jerpeljen	05.06	5.37	4.92	0.96	0.16	6.89	0.13	11.6	1.46	46	8	258	131	127	6.9	270	11	5	4	3	36	0	19
604-608	Øvre Jerpeljen	06.08	5.22	2.83	0.67	0.12	3.85	0.07	5.66	1.11	5	0	250	120	130	8.3	285	14	7	6	29	28	7	30
604-608	Øvre Jerpeljen	09.10	5.24	3.75	0.84	0.14	5.17	0.12	7.87	1.23	40	5	288	161	127	7.8	280	<2	6	6	6	31	34	3
615-604	Langjærn, utløp	25.06	5.17	1.10	0.68	0.11	0.44	0.06	0.37	0.73	<1	0	142	21	21	10.6	345	63	12	7	38	41	14	10
615-604	Langjærn, utløp	16.09	5.25	1.16	0.89	0.13	0.49	0.06	0.35	0.76	2	9	186	148	38	11.4	305	<2	7	6	52	53	15	13
827-601	Heddersvatnet	02.07	6.44	0.68	0.53	0.09	0.31	0.11	0.34	0.84	67	21	51	45	6	0.74	138	6	2	0	18	32	17	5
827-601	Heddersvatnet	06.10	6.12	0.66	0.62	0.10	0.35	0.11	0.39	0.85	60	18	14	12	2	0.87	114	2	2	1	24	37	17	6
919-401	Bjørvatn	04.06	5.54	2.39	0.90	0.40	1.77	0.35	3.64	2.73	110	4	107	69	38	3.2	310	25	4	3	-4	54	46	-11
919-401	Bjørvatn	19.07	5.68	2.22	0.95	0.40	1.90	0.31	3.18	2.57	55	8	106	77	29	4.5	300	12	5	2	24	59	44	6
919-401	Bjørvatn	31.10	5.52	2.27	1.01	0.40	1.96	0.34	3.38	2.54	61	6	119	70	49	4.3	285	18	4	3	25	61	43	3
928-2-20	Lille Howvatn	05.06	4.87	1.65	0.23	0.12	1.05	0.05	2.06	1.13	71	0	130	55	75	3.4	255	14	4	13	-18	9	18	-4
928-2-20	Lille Howvatn	19.07	4.90	1.41	0.23	0.11	1.00	0.05	1.50	0.96	23	0	144	85	59	5.3	290	13	4	13	1	11	16	7
928-2-20	Lille Howvatn	07.10	4.82	1.52	0.26	0.15	1.03	0.06	1.64	1.06	60	0	134	60	74	4.4	295	18	6	15	-1	15	17	5
928-402	Risvatn/Resvatn	04.06	6.34	4.03	1.96	0.64	3.16	0.57	6.13	4.15	255	36	47	37	10	2.9	520	36	9	0	25	110	69	-11
1003-2-4	Saudlandsvatn	30.10	6.33	3.89	2.31	0.66	3.46	0.53	5.73	3.91	225	45	47	37	10	3.5	420	8	4	0	75	132	65	12
1003-2-4	Saudlandsvatn	15.06	5.41	6.36	1.13	1.07	7.05	0.36	15.3	2.89	265	0	64	13	51	0.94	365	9	2	4	-50	44	16	-64
1003-2-4	Saudlandsvatn	09.08	5.84	5.70	1.22	1.00	6.46	0.32	13.5	2.90	155	4	33	17	16	1.8	340	25	7	1	-20	54	21	-46
1003-2-4	Saudlandsvatn	30.10	5.67	5.19	1.07	0.93	6.26	0.36	12.1	2.82	150	11	59	37	22	2.3	325	12	5	2	1	50	24	-21
1014-12	Songevatn	15.06	6.38	3.40	1.47	0.54	2.78	0.69	5.94	2.33	33	44	40	35	5	4.3	380	33	16	0	38	79	31	-23
1014-12	Songevatn	30.10	5.82	3.09	1.43	0.52	2.90	0.81	4.97	2.20	115	25	136	105	31	7.2	460	29	21	2	67	81	31	6
1014-25	Drivesvatn	15.06	5.51	3.03	0.81	0.41	2.97	0.21	6.15	2.38	4	2	78	54	24	3.1	220	<2	9	3	-15	34	32	-20
1014-25	Drivesvatn	30.10	5.48	2.73	0.92	0.40	2.90	0.25	4.91	1.92	56	8	130	92	38	5.5	345	32	12	3	29	47	26	7

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. Kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	AL-K-E	Al/R	Al/II	LAL	TOC	ToN	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		ddmm	L <sup>-1</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>
1018-4	Kleivesvatn	15.06	5.51	4.32	1,12	0,62	4,18	0,36	9,11	2,72	255	0	108	60	48	2,6	410	6	3	3	-34	47	30	-39
1018-4	Kleivesvatn	14.10	5.52	3.73	1,20	0,58	4,16	0,32	7,26	2,52	175	11	161	117	44	4,9	410	14	3	3	27	60	31	5
1111-3	Ljosvatn	15.06	5.03	4.52	0,45	0,60	4,95	0,16	10,0	2,48	220	0	120	12	108	0,64	315	19	2	9	-58	12	23	-27
1111-3	Ljosvatn	13.08	5.11	4.23	0,50	0,61	5,14	0,16	9,24	2,41	230	0	75	6	69	0,59	310	16	2	8	-24	15	23	0
1111-3	Ljosvatn	30.10	5.04	4.04	0,44	0,56	4,78	0,16	8,62	2,31	205	0	115	14	101	0,92	325	20	2	9	-26	13	23	-1
1114-1-34	Lomsjøfjorri	15.06	6.55	4.09	1,30	0,69	4,12	0,38	8,13	2,08	56	57	38	38	0	2,3	335	37	5	0	34	68	20	-18
1114-1-34	Lomsjøfjorri	30.10	5.91	2.56	0,85	0,43	2,85	0,43	4,22	1,99	190	20	68	61	7	3,3	400	15	8	1	39	50	29	22
1154-601	Reyrvatin	16.06	5.52	2.11	0,41	0,29	2,13	0,11	4,33	1,27	105	0	38	22	16	0,81	175	5	2	3	-16	16	14	-12
1154-601	Reyrvatin	17.08	5.45	1.53	0,33	0,21	1,78	0,06	2,66	1,12	28	0	60	32	28	2,3	150	6	2	4	12	16	16	13
1251-601	Oddmundalsvatn	05.11	5.41	1.64	0,35	0,23	1,83	0,09	3,01	1,07	64	0	51	35	16	1,6	155	5	2	4	7	17	14	7
1251-601	Oddmundalsvatn	02.07	5.55	0.77	0,12	0,08	0,68	0,05	1,28	0,40	56	0	6	<5		0,18	80	3	1	3	-5	5	5	-1
1251-601	Oddmundalsvatn	04.11	5.37	0.82	0,14	0,10	0,82	0,05	1,37	0,43	49	0	12	11	1	0,35	89	5	1	4	1	6	5	2
1266-401	Markudalsvatn	22.06	5.40	2.45	0,22	0,29	2,65	0,16	4,91	1,47	28	0	56	32	24	1,8	150	4	3	4	-17	6	16	-4
1266-401	Markudalsvatn	21.08	5.13	1.69	0,17	0,18	1,96	0,06	2,35	1,23	8	0	124	100	24	5,0	185	5	3	7	18	8	19	28
1266-401	Markudalsvatn	23.10	5.09	2.37	0,24	0,29	2,50	0,12	4,36	1,10	23	0	99	54	45	2,9	143	<2	2	8	0	7	10	3
1266-999	Svanfjellern	01.07	5.55	2.07	0,23	0,27	2,20	0,17	4,32	1,09	2	0	76	50	26	1,8	128	<2	2	3	-11	7	10	-9
1266-999	Svanfjellern	30.09	5.24	1.94	0,21	0,26	2,22	0,11	3,63	0,89	12	0	112	84	28	3,4	117	<2	1	6	9	8	8	9
1418-601	Nystølvatn	25.06	5.75	0.83	0,23	0,09	0,69	0,08	1,30	0,56	68	0	10	5	5	0,25	104	<2	1	2	-2	10	8	-1
1418-601	Nystølvatn	16.08	5.79	0.63	0,22	0,08	0,63	0,06	0,93	0,50	29	0	13	7	6	0,3	65	<2	<1	2	8	11	8	5
1418-601	Nystølvatn	24.10	5.82	0.62	0,25	0,07	0,61	0,07	0,90	0,46	38	2	11	6	5	0,34	80	<2	1	2	9	12	7	5
1430-401	Holmvatin	25.06	5.75	0.73	0,15	0,08	0,64	0,06	1,07	0,51	45	0	13	8	5	0,33	77	<2	1	2	-1	7	8	2
1430-401	Holmvatin	24.10	5.80	0.65	0,25	0,07	0,56	0,07	0,90	0,40	22	0	16	11	5	0,52	53	<2	1	2	9	12	6	3
1443-501	Movatin	26.06	6.11	0.96	0,24	0,12	1,13	0,07	1,64	0,60	3	8	17	15	2	0,73	60	<2	<1	1	14	11	8	9
1443-501	Movatin	29.10	5.90	1.13	0,36	0,18	1,30	0,09	2,14	0,57	10	8	31	26	5	1,3	80	<2	1	1	19	19	6	5
1927-3-1	Kapervatnet	02.07	6.19	1.84	0,39	0,25	2,01	0,14	3,46	1,43	<1	12	10	8	2	0,46	36	2	1	1	4	17	20	4
1927-3-1	Kapervatnet	25.09	6.31	1.80	0,53	0,27	2,05	0,14	2,99	1,39	<1	20	17	12	5	0,76	57	<2	1	0	28	29	20	17
2030-801	Dalvatn	29.09	6.10	3.06	1,16	0,68	3,05	0,20	5,03	3,22	3	21	30	26	4	2,5	93	<2	2	1	42	81	52	11

\*Ingen vårprøve fra Dalvatn i 2007

Tabell E2. Analyseresultater for ehver 2007.

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AVR	Al/Al	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		dd.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>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>
<b>3.1</b>	<b>Gjerstadelva</b>																						
3.1	Gjerstadelva	15.01	6.03	2.59	1.81	0.41	2.09	0.35	3.96	2.63	195	29	127	95	32	5.6	385	26	0.9	44	98	43	-5
3.1	Gjerstadelva	15.02	5.98	2.72	1.74	0.41	2.14	0.31	3.63	2.48	195	31	112	94	18	5.0	390	15	1.0	54	97	41	5
3.1	Gjerstadelva	03.03	6.09	2.84	1.90	0.43	2.28	0.33	3.92	2.63	215	34	102	91	11	4.7	415	20	0.8	57	104	43	4
3.1	Gjerstadelva	15.03	6.04	3.17	1.85	0.45	2.72	0.35	4.89	2.49	245	26	111	96	15	4.9	425	25	0.9	49	97	38	0
3.1	Gjerstadelva	01.04	6.02	2.63	1.59	0.40	2.12	0.32	3.63	2.32	220	16	115	91	24	4.5	400	16	1.0	46	88	38	4
3.1	Gjerstadelva	16.04	6.00	2.52	1.63	0.40	2.01	0.32	3.36	2.36	215	30	104	86	18	4.4	390	13	1.0	51	92	39	6
3.1	Gjerstadelva	01.05	6.22	2.63	1.71	0.41	2.09	0.33	3.52	2.48	175	27	78	64	14	4.1	395	11	0.6	55	96	41	6
3.1	Gjerstadelva	16.05	6.32	2.69	1.71	0.41	2.11	0.34	3.52	2.46	175	34	73	60	13	3.9	365	16	0.5	57	96	41	6
3.1	Gjerstadelva	01.06	6.23	2.65	1.70	0.39	2.16	0.33	3.59	2.57	170	29	74	60	14	4.1	335	13	0.6	52	93	43	7
3.1	Gjerstadelva	15.06	6.36	2.65	1.62	0.37	1.91	0.31	3.45	2.52	125	41	68	60	8	4.4	330	7	0.4	44	89	42	-1
3.1	Gjerstadelva	15.07	6.19	2.23	1.66	0.38	1.84	0.27	2.49	2.24	100	31	105	93	12	6.6	360	24	0.6	77	98	39	20
3.1	Gjerstadelva	15.08	6.61	2.41	1.90	0.41	2.00	0.29	2.45	2.28	105	45	82	64	18	6.4	370	22	0.2	99	112	40	28
3.1	Gjerstadelva	17.09	6.26	2.34	1.94	0.40	1.89	0.30	2.38	2.13	110	44	69	65	4	6.0	385	9	0.6	100	114	37	25
3.1	Gjerstadelva	20.10	6.28	2.41	1.82	0.40	1.79	0.29	2.38	2.17	120	46	88	67	21	6.0	390	7	0.5	88	108	38	20
3.1	Gjerstadelva	16.11	6.24	2.54	1.95	0.43	2.05	0.32	2.93	2.44	185	42	68	61	7	5.4	390	13	0.6	83	113	42	18
3.1	Gjerstadelva	14.12	6.21	2.60	1.89	0.42	1.96	0.34	3.50	2.72	170	42	103	96	7	6.2	410	13	0.6	55	106	46	0
<b>26.1</b>	<b>Årdalselva</b>																						
26.1	Årdalselva	15.02	6.26	2.62	1.08	0.39	2.65	0.24	4.80	1.38	170	27	15	13	2	0.8	285	<2	0.6	31	54	15	-1
26.1	Årdalselva	01.03	6.51	2.80	1.30	0.43	2.75	0.28	4.95	1.51	215	34	15	12	3	0.7	270	4	0.3	41	68	17	0
26.1	Årdalselva	15.03	6.04	2.82	0.94	0.43	3.05	0.23	5.75	1.34	120	14	28	26	2	1.1	220	6	0.9	22	44	11	-7
26.1	Årdalselva	01.04	6.36	2.85	1.11	0.44	2.90	0.28	5.46	1.35	130	21	16	13	3	0.8	245	7	0.4	33	56	12	-6
26.1	Årdalselva	16.04	6.26	2.53	1.01	0.40	2.74	0.24	5.06	1.26	110	24	21	17	4	0.8	170	6	0.6	32	50	12	-3
26.1	Årdalselva	02.05	6.33	2.49	0.94	0.36	2.52	0.23	4.63	1.25	115	21	16	14	2	0.8	205	5	0.5	27	46	13	-3
26.1	Årdalselva	16.05	6.29	2.44	0.91	0.35	2.59	0.20	4.63	1.28	110	22	28	23	5	1.3	195	4	0.5	27	44	13	0
26.1	Årdalselva	04.06	6.25	2.29	0.95	0.35	2.48	0.23	4.41	1.32	110	24	19	11	8	0.9	195	6	0.6	30	47	15	1
26.1	Årdalselva	14.06	6.48	2.37	0.95	0.34	2.27	0.25	4.40	1.32	120	29	17	13	4	1.0	280	17	0.3	20	46	15	-8
26.1	Årdalselva	15.07	6.38	2.18	0.93	0.33	2.43	0.17	3.90	1.25	120	23	38	36	2	2.0	205	4	0.4	39	48	15	11
26.1	Årdalselva	17.08	6.45	2.06	0.94	0.33	2.30	0.23	3.55	1.21	120	28	34	26	8	2.2	275	13	0.4	46	51	15	14
26.1	Årdalselva	14.09	6.30	2.10	0.96	0.31	2.18	0.22	3.21	1.13	135	27	32	32	0	2.0	265	3	0.5	50	52	14	17
26.1	Årdalselva	15.10	6.28	2.00	0.94	0.32	2.23	0.19	3.51	1.15	105	25	41	40	1	2.1	185	<2	0.5	45	50	14	12
26.1	Årdalselva	15.11	6.33	2.15	1.01	0.34	2.26	0.21	3.72	1.25	170	27	19	16	3	1.2	225	4	0.5	39	54	15	8
26.1	Årdalselva	14.12	6.27	2.16	0.98	0.34	2.15	0.19	3.71	1.23	160	27	20	19	1	1.1	230	<2	0.5	34	52	15	4

\*Januarprøven fra Årdalselva i 2007 er slettet pga svært avvikende verdier.

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

Tabell E3. Analyseresultater for feltforskningsstasjoner 2007.

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AVII	LAL	TOC	TotN	NH <sub>4</sub> -N	TotP	H+	ANC	CMF	SO <sub>4</sub> *	Na*
		dd.mm.dd		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>
BIE01	Birkenes	01.01	4,48	3,86	0,56	0,29	3,00	0,11	5,74	2,27	170	0	398	157	241	5,0	310	15	14	33,1	-36	22	31	-9
BIE01	Birkenes	08.01	4,69	3,56	0,63	0,29	3,06	0,09	5,71	2,49	125	0	342	104	238	3,9	250	42	2	20,4	-31	25	35	-5
BIE01	Birkenes	15.01	4,44	3,91	0,46	0,27	2,96	0,12	6,29	2,13	120	0	391	127	264	4,8	250	9	2	36,3	-53	16	26	-24
BIE01	Birkenes	22.01	4,52	3,91	0,54	0,28	3,06	0,10	6,13	2,32	120	0	398	121	277	3,9	250	6	1	30,2	-44	21	30	-15
BIE01	Birkenes	29.01	4,65	3,58	0,73	0,29	3,05	0,10	5,88	2,70	135	0	340	78	262	2,9	240	20	1	22,4	-36	30	39	-10
BIE01	Birkenes	05.02	4,82	3,43	0,78	0,29	3,00	0,10	5,66	2,56	140	0	320	76	244	2,8	260	19	2	15,1	-27	33	37	-7
BIE01	Birkenes	12.02	4,80	3,43	0,86	0,30	3,13	0,11	5,69	2,73	155	0	270	74	196	2,7	285	40	1	15,8	-22	37	40	-2
BIE01	Birkenes	19.02	4,84	3,41	0,89	0,32	3,12	0,10	5,76	2,58	200	0	319	91	228	2,9	315	32	1	14,5	-21	38	37	-4
BIE01	Birkenes	26.02	4,80	3,40	0,77	0,29	3,00	0,10	5,43	2,53	170	0	282	86	196	3,0	335	51	2	15,8	-23	33	37	-1
BIE01	Birkenes	05.03	4,77	3,58	0,77	0,32	3,09	0,12	5,85	2,51	245	0	384	108	276	3,4	395	30	2	17,0	-33	32	35	-7
BIE01	Birkenes	12.03	4,59	3,64	0,49	0,28	2,94	0,14	5,49	2,52	180	0	407	143	264	4,4	300	18	3	25,7	-41	19	37	-5
BIE01	Birkenes	19.03	4,60	3,10	0,42	0,24	2,50	0,15	4,12	2,48	155	0	356	175	181	5,1	335	21	3	25,1	-26	17	40	9
BIE01	Birkenes	26.03	4,67	3,19	0,53	0,25	2,54	0,11	4,30	2,72	185	0	378	155	223	4,6	320	12	1	21,4	-31	22	44	6
BIE01	Birkenes	02.04	4,69	3,13	0,66	0,27	2,60	0,11	4,25	2,61	205	0	340	123	217	4,3	365	27	1	20,4	-18	28	42	10
BIE01	Birkenes	09.04	4,97	3,01	0,77	0,28	2,63	0,11	4,49	2,75	190	0	283	100	183	3,4	335	27	2	10,7	-19	34	44	6
BIE01	Birkenes	16.04	4,95	2,82	0,87	0,27	2,68	0,11	4,34	2,63	150	0	224	85	139	3,7	300	23	2	11,2	-3	39	42	11
BIE01	Birkenes	23.04	5,10	2,87	0,93	0,28	2,76	0,14	4,60	2,73	140	0	198	77	121	3,6	330	47	3	7,9	-4	42	43	9
BIE01	Birkenes	30.04	5,13	2,81	1,01	0,28	2,63	0,11	4,29	2,47	99	0	209	104	105	4,7	310	21	4	7,4	11	46	39	10
BIE01	Birkenes	07.05	5,21	2,95	1,07	0,29	2,82	0,13	4,61	2,61	78	0	215	105	110	4,8	290	18	5	6,2	13	49	41	11
BIE01	Birkenes	14.05	5,07	2,77	0,90	0,27	2,61	0,13	4,41	2,36	99	0	218	109	109	5,4	325	38	4	8,5	3	40	36	7
BIE01	Birkenes	21.05	4,87	2,97	0,73	0,26	2,68	0,05	4,25	2,81	120	0	276	118	158	5,2	295	13	2	13,5	-11	32	46	14
BIE01	Birkenes	28.05	4,98	2,90	0,84	0,27	2,77	0,08	4,55	2,72	69	0	248	107	141	4,7	265	15	3	10,5	-3	37	43	10
BIE01	Birkenes	04.06	4,92	2,91	0,75	0,26	2,64	0,06	4,49	2,63	67	0	268	116	152	5,2	220	10	3	12,0	-11	33	42	6
BIE01	Birkenes	11.06	5,03	2,94	0,94	0,27	2,78	0,11	4,92	2,57	22	0	225	121	104	6,2	245	7	5	9,3	-1	42	39	2
BIE01	Birkenes	18.06	5,11	2,95	1,04	0,28	2,80	0,17	5,01	2,32	26	2	265	162	103	7,9	305	13	8	7,8	10	47	34	0
BIE01	Birkenes	25.06	5,10	2,91	0,97	0,26	2,53	0,14	4,69	2,07	25	0	236	151	85	8,6	320	10	10	7,9	6	44	29	-4
BIE01	Birkenes	02.07	4,64	3,20	0,55	0,23	2,31	0,03	4,01	2,93	110	0	350	154	196	6,9	300	5	4	22,9	-34	23	49	3
BIE01	Birkenes	09.07	4,72	2,93	0,47	0,19	2,46	0,03	3,30	2,77	64	0	349	191	158	8,0	270	3	3	19,1	-8	20	48	27
BIE01	Birkenes	16.07	4,70	2,76	0,57	0,20	2,42	0,03	3,34	2,53	48	0	352	217	135	8,7	270	3	3	20,0	1	25	43	24
BIE01	Birkenes	23.07	4,84	2,78	0,68	0,23	2,68	0,05	3,99	2,67	51	0	283	152	131	6,1	240	9	3	14,5	-1	30	44	20
BIE01	Birkenes	30.07	4,96	2,79	0,79	0,23	2,66	0,06	4,33	2,47	37	0	242	124	118	6,2	240	9	5	11,0	-1	35	39	11
BIE01	Birkenes	04.08	4,97	2,84	0,94	0,24	2,76	0,08	4,52	2,37	55	0	231	143	88	6,5	325	22	6	10,7	8	42	36	11
BIE01	Birkenes	13.08	4,85	2,77	0,87	0,25	2,57	0,09	3,99	2,04	29	0	319	174	145	10,1	325	8	9	14,1	21	39	31	15
BIE01	Birkenes	20.08	4,63	2,96	0,67	0,22	2,54	0,05	3,91	2,73	16	0	310	155	155	7,8	230	7	4	23,4	-5	29	45	16
BIE01	Birkenes	27.08	4,87	2,87	0,70	0,23	2,76	0,06	4,28	2,66	42	0	278	142	136	6,6	235	4	4	13,5	-4	30	43	16
BIE01	Birkenes	03.09	5,10	2,75	0,84	0,23	2,70	0,07	4,22	2,35	45	0	208	106	102	5,0	245	11	3	7,9	9	38	37	15
BIE01	Birkenes	10.09	5,18	2,84	0,99	0,26	2,92	0,09	4,43	2,33	45	4	190	105	85	5,5	265	18	5	6,6	23	45	36	20
BIE01	Birkenes	17.09	5,13	2,85	0,94	0,27	2,99	0,24	4,83	2,12	42	0	182	75	107	5,5	265	6	4	7,4	22	42	30	13
BIE01	Birkenes	24.09	5,15	2,87	0,98	0,27	2,90	0,14	4,71	2,21	56	0	186	102	84	5,2	265	19	4	7,1	18	44	32	12
BIE01	Birkenes	01.10	4,58	3,58	0,82	0,32	2,90	0,19	4,73	2,61	105	0	390	226	164	10,4	370	6	7	26,3	3	36	41	12
BIE01	Birkenes	08.10	5,06	2,93	0,96	0,28	2,94	0,10	4,51	2,74	56	0	236	124	112	5,6	265	24	3	8,7	13	43	44	19
BIE01	Birkenes	15.10	5,17	2,88	1,03	0,29	2,96	0,16	4,63	2,58	70	0	205	95	110	4,9	265	21	5	6,8	19	47	40	17
BIE01	Birkenes	22.10	5,29	2,77	0,99	0,25	2,87	0,10	4,42	2,36	60	3	196	96	100	5,0	280	28	3	5,1	19	45	36	18
BIE01	Birkenes	29.10	4,65	3,92	0,96	0,37	2,99	0,35	4,48	3,29	300	0	434	204	230	11,7	695	19	13	22,4	1	49	55	22

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		dd.mm.dd		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 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	05.11	4,84	3,18	0,79	0,27	3,01	0,05	4,88	3,90	80	0	304	134	170	5,4	255	13	2	14,5	-14	34	50	13
BIE01	Birkenes	12.11	4,91	3,07	0,84	0,27	2,97	0,05	4,64	2,90	85	0	268	128	140	5,0	250	14	2	12,3	-3	37	47	17
BIE01	Birkenes	19.11	5,01	2,99	0,89	0,27	2,95	0,07	4,62	2,86	110	0	229	95	134	4,0	265	30	2	9,8	-1	40	46	16
BIE01	Birkenes	26.11	4,67	3,45	0,55	0,25	2,94	0,04	4,53	3,03	155	0	418	188	230	6,7	320	2	3	21,4	-25	23	50	18
BIE01	Birkenes	03.12	4,58	3,31	0,41	0,20	2,64	0,03	3,98	2,83	105	0	390	220	170	8,1	320	<2	3	26,3	-26	16	47	18
BIE01	Birkenes	10.12	4,71	3,10	0,56	0,25	2,82	0,04	4,28	3,18	125	0	328	149	179	5,6	290	8	1	19,5	-24	23	54	19
BIE01	Birkenes	17.12	4,85	3,14	0,67	0,25	2,99	0,04	4,25	3,25	105	0	316	115	201	4,5	250	11	1	14,1	-10	29	55	27
BIE01	Birkenes	24.12	5,05	2,73	0,84	0,27	2,93	0,08	4,30	3,07	120	0	211	83	128	3,6	280	14	3	8,9	0	37	51	23
BIE01	Birkenes	31.12	4,72	2,81	0,40	0,21	2,71	0,04	3,62	2,91	105	0	352	166	186	6,0	295	3	3	19,1	-14	16	50	30
<b>STE01</b>	<b>Innløp Storgama</b>																							
STE01	Innløp Storgama	03.01	4,72	1,64	0,46	0,09	0,94	0,03	1,46	1,18	54	0	116	81	35	5,0	225	18	3	19,1	2	21	20	6
STE01	Innløp Storgama	09.01	4,74	1,58	0,43	0,08	0,90	0,03	1,33	1,12	50	0	103	63	40	4,9	210	11	3	18,2	4	20	19	7
STE01	Innløp Storgama	16.01	4,83	1,51	0,45	0,08	0,89	<0,02	1,43	1,07	32	0	108	73	35	4,6	170	7	1	14,8	3	21	18	4
STE01	Innløp Storgama	23.01	4,83	1,48	0,39	0,08	0,89	<0,02	1,37	1,03	30	0	108	80	28	4,5	185	5	2	14,8	3	18	17	6
STE01	Innløp Storgama	30.01	4,74	1,50	0,42	0,08	0,88	<0,02	1,39	1,07	32	0	113	84	29	4,6	170	5	2	18,2	3	20	18	5
STE01	Innløp Storgama	06.02	4,99	1,46	0,44	0,08	0,91	<0,02	1,76	1,13	38	0	118	81	37	4,6	180	11	2	10,2	-7	20	18	-3
STE01	Innløp Storgama	14.02	4,84	1,44	0,48	0,09	0,95	0,02	1,45	1,16	42	0	127	88	39	4,7	200	14	2	14,5	5	22	20	6
STE01	Innløp Storgama	20.02	4,94	1,44	0,51	0,09	0,92	0,03	1,36	1,11	42	0	127	90	37	4,8	210	20	2	11,5	9	24	19	7
STE01	Innløp Storgama	28.02	4,91	1,47	0,50	0,09	0,94	0,03	1,39	1,13	47	0	122	89	33	4,8	220	17	2	12,3	8	23	19	7
STE01	Innløp Storgama	06.03	4,98	1,39	0,56	0,10	0,93	0,03	1,33	1,14	49	0	129	94	35	4,7	235	34	3	10,5	13	27	20	8
STE01	Innløp Storgama	13.03	5,01	1,59	0,48	0,10	0,91	0,04	1,23	1,25	135	0	113	83	30	4,6	320	18	4	9,8	2	24	22	10
STE01	Innløp Storgama	20.03	4,83	1,56	0,48	0,10	0,89	0,03	1,17	1,37	135	0	118	89	29	4,2	270	19	1	14,8	0	24	25	10
STE01	Innløp Storgama	27.03	4,75	1,60	0,43	0,09	0,89	0,03	1,20	1,32	110	0	113	84	29	4,3	270	15	2	17,8	-1	21	24	10
STE01	Innløp Storgama	04.04	4,88	1,35	0,35	0,08	0,71	0,03	1,06	1,09	58	0	95	69	26	3,9	180	11	2	13,2	2	17	20	9
STE01	Innløp Storgama	10.04	4,94	1,16	0,35	0,07	0,71	0,03	0,95	0,96	41	0	79	54	25	3,4	170	12	2	11,5	5	17	17	8
STE01	Innløp Storgama	17.04	5,06	0,90	0,24	0,05	0,54	0,03	0,75	0,68	17	0	65	49	26	3,1	160	11	2	8,7	4	11	12	5
STE01	Innløp Storgama	24.04	5,36	0,89	0,34	0,05	0,59	0,03	0,81	0,74	12	0	90	56	34	3,6	195	22	3	4,4	8	16	13	6
STE01	Innløp Storgama	02.05	5,16	0,90	0,29	0,06	0,63	0,03	0,84	0,71	8	0	87	56	31	3,8	205	5	4	6,9	9	14	12	7
STE01	Innløp Storgama	08.05	5,39	0,83	0,34	0,06	0,64	0,03	0,87	0,69	3	0	65	51	14	3,8	235	21	5	4,1	11	16	12	7
STE01	Innløp Storgama	15.05	5,11	0,96	0,37	0,06	0,69	0,04	0,96	0,70	8	0	91	64	27	4,5	260	25	6	7,8	12	17	12	7
STE01	Innløp Storgama	22.05	5,16	0,95	0,37	0,06	0,69	0,03	0,95	0,72	3	0	94	61	33	4,3	270	22	4	6,9	12	17	12	7
STE01	Innløp Storgama	29.05	5,08	0,98	0,35	0,06	0,68	0,02	0,94	0,64	3	0	99	69	30	5,1	350	26	5	8,3	12	16	11	7
STE01	Innløp Storgama	05.06	5,17	0,94	0,38	0,06	0,66	<0,02	0,86	0,60	<1	0	106	57	49	5,6	245	24	10	9,1	14	16	10	8
STE01	Innløp Storgama	12.06	5,17	0,94	0,38	0,06	0,67	0,03	0,90	0,59	<1	0	93	70	23	5,5	295	22	13	6,8	16	18	10	7
STE01	Innløp Storgama	19.06	5,51	0,91	0,55	0,07	0,73	0,06	0,98	0,65	<1	0	97	76	21	6,1	540	24	11	3,1	25	27	11	8
STE01	Innløp Storgama	26.06	5,12	0,89	0,33	0,06	0,59	0,03	0,91	0,60	<1	0	74	55	19	5,5	325	14	7	7,6	10	16	10	4
STE01	Innløp Storgama	03.07	4,93	1,02	0,32	0,05	0,47	0,03	0,67	0,54	5	0	102	80	22	6,7	315	17	8	11,7	11	16	9	4
STE01	Innløp Storgama	09.07	4,96	0,95	0,38	0,06	0,50	<0,02	0,45	0,48	<1	0	119	90	29	7,3	270	13	5	11,0	23	21	9	11
STE01	Innløp Storgama	17.07	5,13	0,84	0,40	0,06	0,44	<0,02	0,41	0,43	2	0	124	88	36	7,3	300	6	4	7,4	24	22	8	9
STE01	Innløp Storgama	24.07	4,97	0,98	0,37	0,05	0,39	<0,02	0,37	0,45	5	0	136	104	32	7,4	290	8	4	10,7	20	20	8	8
STE01	Innløp Storgama	31.07	4,99	0,87	0,41	0,05	0,40	<0,02	0,38	0,46	<1	0	124	72	52	7,1	300	5	4	10,2	22	22	8	8
STE01	Innløp Storgama	07.08	5,05	0,81	0,42	0,06	0,40	<0,02	0,39	0,45	1	0	124	82	42	6,8	300	5	7	8,9	23	23	8	8
STE01	Innløp Storgama	14.08	5,16	0,77	0,43	0,06	0,40	0,02	0,44	0,47	6	0	113	54	59	6,4	305	15	5	6,9	22	24	9	7
STE01	Innløp Storgama	21.08	4,88	1,10	0,46	0,06	0,44	0,02	0,47	0,57	7	0	137	99	38	7,8	315	9	6	13,2	22	25	11	8
STE01	Innløp Storgama	27.08	4,96	0,97	0,42	0,06	0,44	<0,02	0,47	0,55	1	0	134	86	48	7,7	310	2	4	11,0	21	23	10	8
STE01	Innløp Storgama	03.09	5,01	0,93	0,47	0,06	0,44	<0,02	0,51	0,60	<1	0	123	82	41	6,9	290	2	4	9,8	21	25	11	7
STE01	Innløp Storgama	10.09	5,36	0,86	0,51	0,06	0,46	0,02	0,51	0,58	3	4	115	82	33	6,6	305	13	4	4,4	24	27	11	8

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		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>
STE01	Innløp Storgama	17.09	5.13	0.86	0.47	0.06	0.47	<0.02	0.51	0.56	<1	0	100	72	28	6.3	305	3	5	7.4	23	25	10	8
STE01	Innløp Storgama	24.09	5.17	0.91	0.63	0.07	0.50	<0.02	0.60	0.60	7	0	101	67	34	6.2	300	8	5	6.8	25	28	11	7
STE01	Innløp Storgama	01.10	4.74	1.57	0.53	0.09	0.70	0.12	1.35	0.86	7	0	115	83	32	7.1	260	9	5	18.2	11	25	14	-2
STE01	Innløp Storgama	09.10	4.88	1.42	0.62	0.10	0.81	0.07	1.35	0.91	<1	0	136	90	46	6.7	260	3	4	13.2	19	30	15	3
STE01	Innløp Storgama	16.10	5.01	1.35	0.63	0.10	0.89	0.11	1.33	0.97	10	0	135	88	47	6.3	265	18	3	9.8	23	31	16	6
STE01	Innløp Storgama	22.10	4.99	1.34	0.63	0.10	0.75	0.05	1.30	0.98	10	0	136	73	63	6.2	265	5	3	10.2	16	31	17	1
STE01	Innløp Storgama	02.11	4.87	1.51	0.64	0.10	0.81	0.06	1.30	1.19	17	0	140	92	48	6.8	270	6	3	13.5	14	32	21	4
STE01	Innløp Storgama	12.11	4.95	1.51	0.78	0.12	0.91	0.06	1.41	1.33	16	0	145	94	51	6.8	275	6	3	11.2	21	40	24	5
STE01	Innløp Storgama	19.11	4.90	1.69	0.82	0.13	0.99	0.06	1.59	1.46	22	0	170	103	67	7.3	300	2	3	12.6	19	41	26	5
STE01	Innløp Storgama	26.11	5.25	1.66	0.79	0.12	1.00	0.05	1.40	1.62	61	5	179	109	70	7.7	355	9	5	5.6	16	40	30	10
STE01	Innløp Storgama	03.12	4.83	1.43	0.54	0.09	0.77	0.05	0.89	1.20	26	0	144	113	31	7.2	270	11	5	14.8	17	29	22	12
STE01	Innløp Storgama	10.12	4.90	1.25	0.45	0.10	0.71	0.02	0.75	1.13	25	0	135	107	28	6.5	255	7	3	12.6	16	26	21	13
STE01	Innløp Storgama	17.12	4.84	1.40	0.47	0.10	0.75	0.03	0.76	1.19	28	0	146	120	26	6.9	235	4	3	14.5	17	27	23	14
STE01	Innløp Storgama	24.12	4.95	1.39	0.48	0.08	0.80	0.03	0.77	1.22	32	0	155	119	36	7.2	275	7	5	11.2	17	25	23	16
STE01	Innløp Storgama	31.12	4.84	1.43	0.47	0.10	0.79	0.03	0.82	1.23	50	0	132	102	30	6.5	280	4	4	14.5	15	26	23	14
LAE01	Langfjern, utløp																							
LAE01	Langfjern, utløp	01.01	4.70	1.61	0.74	0.12	0.62	0.06	0.59	1.26	18	0	160	140	20	10.5	220	12	4	20.0	31	43	25	13
LAE01	Langfjern, utløp	07.01	4.67	1.61	0.77	0.13	0.66	0.06	0.60	1.38	20	0	162	136	26	10.7	205	8	3	21.4	32	45	27	14
LAE01	Langfjern, utløp	14.01	4.72	1.60	0.81	0.13	0.63	0.06	0.59	1.34	16	0	169	120	49	10.8	220	11	3	19.1	34	47	26	13
LAE01	Langfjern, utløp	22.01	4.84	1.41	0.82	0.13	0.64	0.06	0.53	1.30	18	0	174	139	35	10.3	230	4	3	14.5	38	48	26	15
LAE01	Langfjern, utløp	29.01	4.93	1.47	0.86	0.13	0.63	0.06	0.54	1.29	17	0	177	152	25	10.7	215	8	4	11.7	39	50	25	14
LAE01	Langfjern, utløp	05.02	4.87	1.46	0.88	0.13	0.62	0.07	0.58	1.23	15	0	189	165	24	10.5	235	14	3	13.5	40	51	24	13
LAE01	Langfjern, utløp	13.02	4.88	1.37	0.81	0.12	0.62	0.07	0.51	1.23	14	0	173	154	19	10.4	235	17	3	13.2	38	47	24	15
LAE01	Langfjern, utløp	18.02	4.95	1.40	0.87	0.13	0.63	0.07	0.52	1.22	14	0	184	159	25	10.7	230	29	3	11.2	42	51	24	15
LAE01	Langfjern, utløp	25.02	4.99	1.35	0.91	0.13	0.61	0.07	0.50	1.17	14	0	199	174	25	10.8	250	20	4	10.2	45	53	23	14
LAE01	Langfjern, utløp	05.03	5.04	1.30	0.99	0.14	0.63	0.08	0.51	1.16	15	0	204	180	24	11.0	240	22	3	9.1	51	58	23	15
LAE01	Langfjern, utløp	12.03	5.07	1.38	0.99	0.14	0.67	0.12	0.55	1.20	20	8	219	183	36	10.7	270	44	4	8.5	51	57	23	16
LAE01	Langfjern, utløp	19.03	5.13	1.35	0.94	0.17	0.65	0.10	0.53	1.25	19	5	186	178	8	11.0	245	18	3	7.4	49	57	24	15
LAE01	Langfjern, utløp	26.03	5.02	1.41	0.94	0.15	0.65	0.11	0.53	1.29	39	0	210	175	35	10.0	255	17	4	9.6	46	56	25	15
LAE01	Langfjern, utløp	02.04	4.91	1.48	0.85	0.13	0.63	0.12	0.48	1.33	43	0	167	144	23	11.2	240	16	4	12.3	40	50	26	17
LAE01	Langfjern, utløp	10.04	4.90	1.47	0.80	0.13	0.63	0.12	0.45	1.34	41	0	162	151	11	10.3	240	11	4	12.6	38	48	27	17
LAE01	Langfjern, utløp	17.04	4.91	1.32	0.67	0.11	0.55	0.12	0.36	1.10	22	0	148	128	20	9.7	225	14	4	12.3	35	40	22	15
LAE01	Langfjern, utløp	24.04	4.89	1.12	0.51	0.09	0.47	0.11	0.30	0.91	9	0	128	102	26	8.4	225	12	5	12.9	28	31	18	13
LAE01	Langfjern, utløp	30.04	5.08	1.09	0.70	0.10	0.48	0.08	0.31	0.85	10	0	161	120	41	9.1	245	14	4	8.3	39	41	17	13
LAE01	Langfjern, utløp	06.05	5.16	1.04	0.75	0.11	0.50	0.08	0.36	0.92	5	0	167	128	39	8.6	245	15	6	6.9	41	44	18	13
LAE01	Langfjern, utløp	13.05	5.23	1.02	0.77	0.11	0.50	0.08	0.36	0.92	<1	2	150	121	29	8.8	250	10	6	5.9	42	45	18	13
LAE01	Langfjern, utløp	20.05	5.23	1.04	0.73	0.11	0.50	0.08	0.38	0.93	<1	0	156	125	31	8.7	235	2	6	5.9	39	43	18	13
LAE01	Langfjern, utløp	27.05	5.31	1.02	0.87	0.12	0.56	0.08	0.56	1.02	<1	3	151	119	32	8.5	235	12	5	4.9	43	50	20	11
LAE01	Langfjern, utløp	04.06	5.12	1.07	0.76	0.11	0.51	0.06	0.39	0.83	<1	0	158	107	51	9.1	210	8	5	7.6	42	44	16	13
LAE01	Langfjern, utløp	11.06	5.18	1.05	0.80	0.11	0.52	0.06	0.38	0.79	<1	0	150	124	26	9.3	230	5	4	6.6	46	46	15	13
LAE01	Langfjern, utløp	18.06	5.30	1.04	0.70	0.11	0.46	0.06	0.39	0.81	<1	4	161	139	22	9.2	240	8	5	5.0	38	41	16	11
LAE01	Langfjern, utløp	25.06	5.17	1.10	0.68	0.11	0.44	0.06	0.37	0.73	<1	0	142	121	21	10.6	345	63	12	6.8	38	41	14	10
LAE01	Langfjern, utløp	01.07	5.03	1.15	0.72	0.12	0.52	0.06	0.36	0.65	<1	0	157	126	31	11.0	265	4	6	9.3	46	43	12	14
LAE01	Langfjern, utløp	09.07	4.83	1.28	0.66	0.11	0.45	0.04	0.25	0.59	<1	0	161	137	24	12.7	250	9	6	14.8	43	40	12	14
LAE01	Langfjern, utløp	16.07	4.76	1.34	0.65	0.11	0.46	0.03	0.22	0.59	<1	0	174	151	23	13.3	255	5	6	17.4	44	40	12	15
LAE01	Langfjern, utløp	22.07	4.79	1.27	0.66	0.11	0.46	0.03	0.23	0.62	<1	0	174	149	25	12.5	255	4	5	16.2	43	40	12	14
LAE01	Langfjern, utløp	29.07	4.85	1.27	0.65	0.11	0.47	0.03	0.25	0.58	<1	0	182	154	28	12.6	275	3	5	14.1	43	40	11	14

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		dd.mmd		mS.m <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	µg.N.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µg.L <sup>-1</sup>	µg.L <sup>-1</sup>	µg.L <sup>-1</sup>	mg.C.L <sup>-1</sup>	µg.N.L <sup>-1</sup>	µg.N.L <sup>-1</sup>	µg.P.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>	µekv.L <sup>-1</sup>
LAE01	Langfjell, utløp	06.08	4,96	1,19	0,73	0,11	0,45	0,03	0,27	0,59	2	0	185	146	39	12,5	260	2	6	11,0	46	44	11	13
LAE01	Langfjell, utløp	12.08	5,00	1,13	0,75	0,11	0,44	0,03	0,29	0,62	3	0	176	96	80	11,4	295	5	7	10,0	45	45	12	12
LAE01	Langfjell, utløp	19.08	4,92	1,48	0,72	0,11	0,43	0,05	0,28	0,68	2	0	177	141	36	14,7	285	14	7	12,0	43	43	13	12
LAE01	Langfjell, utløp	26.08	4,84	1,31	0,79	0,12	0,44	0,05	0,28	0,68	<1	0	189	160	29	14,6	320	<2	9	14,5	48	47	13	12
LAE01	Langfjell, utløp	02.09	4,90	1,32	0,77	0,12	0,46	0,05	0,37	0,69	<1	0	176	135	41	13,5	175	3	7	12,6	45	46	13	11
LAE01	Langfjell, utløp	10.09	5,01	1,20	0,87	0,13	0,47	0,05	0,32	0,70	<1	0	170	143	27	11,9	285	5	7	9,8	52	52	14	13
LAE01	Langfjell, utløp	16.09	5,25	1,16	0,89	0,13	0,49	0,06	0,35	0,76	2	9	186	148	38	11,4	305	<2	7	5,6	52	53	15	13
LAE01	Langfjell, utløp	25.09	5,11	1,16	0,92	0,13	0,49	0,06	0,37	0,81	5	2	192	155	37	11,4	285	7	8	7,8	52	54	16	12
LAE01	Langfjell, utløp	01.10	4,93	1,23	0,91	0,14	0,48	0,06	0,40	0,85	6	0	197	162	35	11,7	265	13	6	11,7	50	54	17	11
LAE01	Langfjell, utløp	07.10	4,98	1,30	0,95	0,14	0,49	0,07	0,42	0,84	5	0	202	166	36	11,7	280	8	6	10,5	52	56	16	11
LAE01	Langfjell, utløp	15.10	5,00	1,26	0,92	0,14	0,50	0,06	0,50	0,91	<1	0	217	144	73	11,9	260	4	5	10,0	48	54	17	10
LAE01	Langfjell, utløp	22.10	5,06	1,25	0,93	0,14	0,50	0,06	0,42	0,89	5	0	212	144	68	11,8	280	3	7	8,7	50	55	17	12
LAE01	Langfjell, utløp	29.10	5,05	1,23	0,98	0,14	0,52	0,07	0,42	0,91	7	0	206	143	63	11,2	270	5	6	8,9	54	58	18	12
LAE01	Langfjell, utløp	05.11	5,11	1,23	0,98	0,14	0,53	0,07	0,43	0,93	6	3	206	164	42	11,9	270	4	6	7,8	53	58	18	13
LAE01	Langfjell, utløp	11.11	5,20	1,27	1,06	0,15	0,57	0,07	0,44	0,97	7	6	207	167	40	12,6	280	3	6	6,3	59	62	19	14
LAE01	Langfjell, utløp	18.11	5,06	1,37	1,12	0,16	0,61	0,08	0,50	1,08	8	2	233	190	43	13,2	300	7	6	8,7	60	66	21	14
LAE01	Langfjell, utløp	25.11	5,09	1,35	1,10	0,15	0,60	0,08	0,49	1,04	8	2	230	186	44	12,7	285	5	6	8,1	59	64	20	14
LAE01	Langfjell, utløp	02.12	5,13	1,34	1,18	0,15	0,62	0,10	0,51	1,05	8	3	222	177	45	12,7	315	19	7	7,4	64	68	20	15
LAE01	Langfjell, utløp	09.12	5,32	1,30	1,05	0,17	0,58	0,06	0,49	1,06	7	10	198	155	43	11,7	275	4	6	4,8	57	63	21	13
LAE01	Langfjell, utløp	16.12	5,11	1,32	1,05	0,17	0,58	0,07	0,47	1,07	6	2	222	181	41	12,3	270	4	5	7,8	57	63	21	14
LAE01	Langfjell, utløp	23.12	5,08	1,34	0,99	0,14	0,59	0,07	0,45	1,07	8	0	210	164	46	12,6	280	6	5	8,3	53	58	21	15
LAE01	Langfjell, utløp	31.12	5,08	1,37	1,02	0,15	0,60	0,07	0,45	1,08	11	2	202	162	40	12,3	280	8	5	8,3	55	60	21	15
KAE01	Kårvain	07.01	6,36	1,16	0,63	0,18	1,19	0,12	1,77	0,62	30	29	15	<5		0,9	62	<2		0,4	36	35	8	9
KAE01	Kårvain	14.01	6,37	1,31	0,70	0,19	1,26	0,14	1,88	0,69	39	28	15	13	2	0,8	83	4		0,4	39	38	9	9
KAE01	Kårvain	21.01	6,60	1,33	0,74	0,19	1,25	0,13	1,81	0,73	38	44	12	7	5	0,7	84	2		0,3	41	41	10	11
KAE01	Kårvain	28.01	6,45	1,48	0,74	0,23	1,50	0,13	2,59	0,71	24	39	24	22	2	1,3	58	<2		0,4	35	39	7	2
KAE01	Kårvain	04.02	6,31	1,46	0,72	0,22	1,60	0,13	2,58	0,72	27	26	19	19	0	1,1	60	<2		0,5	37	37	7	7
KAE01	Kårvain	11.02	6,48	1,51	0,76	0,24	1,58	0,15	2,42	0,75	33	39	12	11	1	0,8	62	5		0,3	44	42	9	10
KAE01	Kårvain	18.02	6,55	1,43	0,87	0,22	1,43	0,14	1,99	0,76	41	46	12	9	3	0,9	83	6		0,3	52	48	10	14
KAE01	Kårvain	25.02	6,46	1,41	0,86	0,21	1,33	0,14	1,87	0,78	41	42	16	15	1	0,8	71	3		0,3	50	48	11	13
KAE01	Kårvain	04.03	6,61	1,41	0,91	0,22	1,39	0,15	1,83	0,82	43	48	18	14	4	0,8	91	8		0,2	56	51	12	16
KAE01	Kårvain	11.03	6,54	1,47	0,97	0,23	1,43	0,16	1,96	0,82	46	48	16	14	2	1,0	85	9		0,3	58	54	11	15
KAE01	Kårvain	18.03	6,30	1,56	0,79	0,25	1,58	0,15	2,66	0,73	33	28	28	24	4	1,1	76	4		0,5	40	43	7	4
KAE01	Kårvain	25.03	6,35	1,83	0,95	0,29	1,88	0,16	3,38	0,84	<1	35	22	22	0	1,2	79	7		0,4	44	49	8	0
KAE01	Kårvain	01.04	6,39	1,63	0,83	0,26	1,67	0,15	2,76	0,70	23	27	26	21	5	1,0	70	5		0,4	45	45	7	6
KAE01	Kårvain	08.04	6,39	1,43	0,73	0,22	1,40	0,15	2,25	0,65	33	31	13	11	2	0,9	93	8		0,4	40	40	7	6
KAE01	Kårvain	15.04	6,08	2,90	0,97	0,48	3,15	0,22	6,57	1,11	23	19	24	21	3	1,2	99	4		0,8	20	45	4	-22
KAE01	Kårvain	22.04	6,37	1,81	0,83	0,30	1,88	0,16	3,57	0,74	29	27	10	<5	0	0,7	60	2		0,4	34	43	5	-5
KAE01	Kårvain	29.04	6,15	1,73	0,70	0,30	1,78	0,15	3,68	0,60	25	18	12	12	0	1,0	83	6		0,7	23	35	2	-12
KAE01	Kårvain	06.05	6,25	1,72	0,66	0,28	1,68	0,14	3,73	0,58	32	14	15	13	2	0,7	57	4		0,6	13	31	1	-17
KAE01	Kårvain	13.05	6,24	1,59	0,65	0,27	1,63	0,14	3,26	0,57	28	19	19	17	2	0,8	64	4		0,6	23	33	2	-8
KAE01	Kårvain	20.05	6,14	1,34	0,54	0,22	1,40	0,12	2,70	0,49	25	10	16	14	2	0,8	69	3		0,7	21	27	2	-5
KAE01	Kårvain	27.05	6,09	1,35	0,56	0,23	1,44	0,13	2,74	0,53	21	16	15	11	4	0,7	73	2		0,8	23	29	3	-4
KAE01	Kårvain	03.06	6,05	0,99	0,37	0,15	1,09	0,10	1,83	0,45	19	9	15	9	6	0,6	73	2		0,9	18	19	4	3
KAE01	Kårvain	10.06	6,27	0,89	0,33	0,12	0,91	0,09	1,51	0,46	8	15	7	7	0	0,4	48	12		0,5	15	16	5	3
KAE01	Kårvain	17.06	6,20	0,81	0,31	0,10	0,76	0,08	1,27	0,46	6	13	11	11	0	0,5	36	<2		0,6	13	15	6	2

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		dd/mmdd		mS·m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
KAE01	Kårvaln	24.06	6,17	0,75	0,28	0,09	0,72	0,08	1,12	0,44	7	15	10	8	2	0,4	38	2		0,7	13	14	6	4	
KAE01	Kårvaln	01.07	6,34	0,77	0,28	0,09	0,70	0,08	0,98	0,43	7	20	<5	<5	2	0,4	51	<2		0,5	17	15	6	7	
KAE01	Kårvaln	08.07	6,49	0,70	0,28	0,08	0,68	0,08	0,90	0,44	2	22	5	<5	2	0,4	24	2		0,3	17	15	7	8	
KAE01	Kårvaln	15.07	6,55	0,72	0,31	0,10	0,82	0,08	0,88	0,42	<1	23	8	<5	4	0,6	41	4		0,3	28	18	6	14	
KAE01	Kårvaln	22.07	6,30	0,74	0,35	0,10	0,87	0,09	0,94	0,45	2	21	12	11	1	0,7	47	4		0,5	30	20	7	15	
KAE01	Kårvaln	29.07	6,44	0,80	0,39	0,11	0,80	0,07	0,88	0,40	4	22	10	7	3	0,8	54	2		0,4	32	23	6	13	
KAE01	Kårvaln	05.08	6,50	0,81	0,39	0,12	0,83	0,08	0,90	0,45	<1	23	8	6	2	0,7	27	5		0,3	33	23	7	14	
KAE01	Kårvaln	12.08	6,42	0,80	0,41	0,12	0,86	0,08	0,91	0,43	1	23	19	10	9	1,3	62	<2		0,4	35	24	6	15	
KAE01	Kårvaln	19.08	6,35	0,85	0,43	0,12	0,87	0,08	0,91	0,41	<1	28	16	16	0	1,4	48	<2		0,4	37	25	6	16	
KAE01	Kårvaln	26.08	6,44	0,89	0,55	0,15	0,97	0,09	1,05	0,39	<1	25	18	16	2	1,6	66	<2		0,4	46	33	5	17	
KAE01	Kårvaln	02.09	6,27	0,67	0,34	0,09	0,72	0,07	0,81	0,34	<1	31	17	16	1	1,2	56	<2		0,5	27	19	5	12	
KAE01	Kårvaln	09.09	6,23	0,71	0,31	0,10	0,73	0,08	0,94	0,33	<1	14	17	16	1	1,0	51	<2		0,6	24	18	4	9	
KAE01	Kårvaln	16.09	6,27	0,93	0,45	0,14	0,97	0,10	1,52	0,38	<1	15	17	17	0	1,1	48	<2		0,5	28	24	3	5	
KAE01	Kårvaln	23.09	6,39	0,83	0,44	0,13	0,85	0,09	1,18	0,38	2	19	15	14	1	0,7	47	<2		0,4	31	25	4	8	
KAE01	Kårvaln	30.09	6,41	0,85	0,42	0,12	0,82	0,11	1,16	0,40	<1	23	7	5	2	0,6	23	<2		0,4	28	23	5	8	
KAE01	Kårvaln	07.10	6,50	0,99	0,54	0,15	1,00	0,13	1,29	0,49	4	30	8	7	1	0,7	42	<2		0,3	39	31	6	12	
KAE01	Kårvaln	14.10	6,34	0,94	0,46	0,14	0,91	0,11	1,31	0,39	6	27	17	15	2	0,8	37	<2		0,5	31	26	4	8	
KAE01	Kårvaln	21.10	6,24	0,96	0,44	0,13	0,91	0,08	1,42	0,37	6	20	12	10	2	0,7	35	<2		0,6	26	23	4	5	
KAE01	Kårvaln	28.10	6,26	0,96	0,48	0,14	0,96	0,10	1,38	0,43	8	24	7	7	0	0,6	53	<2		0,6	31	26	5	8	
KAE01	Kårvaln	04.11	6,24	0,92	0,42	0,14	0,95	0,10	1,47	0,40	3	16	15	14	1	0,9	41	<2		0,6	26	23	4	6	
KAE01	Kårvaln	11.11	6,49	1,01	0,53	0,16	1,01	0,09	1,36	0,47	13	28	11	13	0	0,8	49	<2		0,3	37	31	6	11	
KAE01	Kårvaln	18.11	6,02	0,99	0,37	0,15	1,05	0,10	1,83	0,43	5	10	16	19	0	1,0	47	<2		1,0	18	19	4	1	
KAE01	Kårvaln	25.11	6,46	1,10	0,61	0,17	1,08	0,10	1,58	0,52	12	31	13	12	1	0,8	52	<2		0,3	38	34	6	9	
KAE01	Kårvaln	02.12	6,56	1,14	0,66	0,18	1,11	0,10	1,59	0,55	23	32	18	16	2	0,9	56	<2		0,3	41	37	7	10	
KAE01	Kårvaln	09.12	6,29	1,44	0,67	0,16	1,35	0,12	2,35	0,68	25	25	17	17	0	0,9	66	2		0,5	26	31	7	2	
KAE01	Kårvaln	16.12	6,49	1,27	0,76	0,19	1,23	0,11	1,74	0,65	36	39	14	10	4	0,7	64	<2		0,3	45	42	8	11	
KAE01	Kårvaln	23.12	6,44	1,34	0,84	0,19	1,29	0,14	1,75	0,69	39	39	11	9	2	0,9	160	11		0,4	51	46	9	14	
KAE01	Kårvaln	30.12	6,42	1,36	0,80	0,20	1,28	0,13	1,88	0,66	36	39	16	14	2	0,9	69	<2		0,4	46	44	8	10	
DALELV	Dalelva																								
DALELV	Dalelva	01.01	6,25	3,84	1,54	0,86	3,91	0,27	6,02	4,20	15	37	35	27	8	2,9	108	6		0,6	66	108	70	24	
DALELV	Dalelva	08.01	6,26	3,86	1,52	0,85	3,95	0,27	6,15	4,31	17	40	34	28	6	2,9	114	3		0,6	60	105	72	23	
DALELV	Dalelva	15.01	6,34	3,88	1,60	0,85	4,03	0,28	6,46	4,54	19	41	33	29	4	2,9	115	7		0,5	54	107	76	19	
DALELV	Dalelva	22.01	6,36	3,91	1,54	0,84	3,89	0,27	6,16	4,17	18	46	33	27	6	2,8	121	<2		0,4	60	105	69	20	
DALELV	Dalelva	29.01	6,28	3,81	1,46	0,79	3,80	0,26	6,19	4,09	17	35	34	31	3	2,7	109	2		0,5	49	97	67	15	
DALELV	Dalelva	05.02	6,32	3,73	1,46	0,79	3,79	0,27	5,94	4,00	18	42	31	26	5	2,6	119	8		0,5	57	99	66	21	
DALELV	Dalelva	12.02	6,40	3,81	1,44	0,78	3,67	0,27	6,09	4,08	20	46	27	21	6	2,5	111	7		0,4	44	96	67	12	
DALELV	Dalelva	19.02	6,38	3,84	1,53	0,81	3,84	0,28	6,09	4,11	22	48	34	28	6	2,5	120	8		0,4	44	96	67	12	
DALELV	Dalelva	26.02	6,46	3,96	1,59	0,85	3,88	0,29	6,10	4,13	24	46	30	25	5	2,5	115	7		0,3	66	109	68	19	
DALELV	Dalelva	05.03	6,55	4,09	1,62	0,84	3,93	0,30	6,15	4,21	27	55	37	31	6	2,5	103	11		0,3	66	110	70	22	
DALELV	Dalelva	12.03	6,45	4,01	1,70	0,89	4,07	0,31	6,38	4,36	30	54	40	24	16	2,4	113	13		0,4	70	116	72	22	
DALELV	Dalelva	19.03	6,48	4,09	1,75	0,95	4,01	0,30	6,32	4,35	35	57	33	29	4	2,5	122	12		0,3	76	124	72	21	
DALELV	Dalelva	26.03	6,56	4,11	1,70	0,91	3,87	0,30	6,07	4,28	33	69	31	29	2	2,5	136	5		0,3	73	120	71	21	
DALELV	Dalelva	02.04	6,58	4,15	1,64	0,91	3,89	0,30	6,26	4,25	31	55	35	33	2	2,9	132	5		0,3	66	116	70	18	
DALELV	Dalelva	09.04	6,48	4,04	1,67	0,93	3,89	0,30	6,08	4,19	27	51	31	27	4	2,9	122	5		0,3	76	120	70	22	
DALELV	Dalelva	16.04	6,08	5,27	2,09	1,30	5,31	0,48	9,13	5,38	<1	42	116	108	8	8,1	235	4		0,8	85	151	85	10	
DALELV	Dalelva	23.04	6,02	4,42	1,59	1,02	4,58	0,29	7,70	4,63	2	23	99	89	10	5,7	160	5		1,0	54	111	74	13	
DALELV	Dalelva	30.04	6,14	3,97	1,52	0,91	3,97	0,26	6,54	3,93	3	21	63	57	6	4,1	142	<2		0,7	64	108	63	14	



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		dd/mmdd		mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
DALELV	Dalelva	07.05	6.15	4.28	1.46	0.93	4.20	0.26	6.82	4.20	<1	23	79	71	8	4.6	160	6	0.7	59	105	68	68	17	
DALELV	Dalelva	14.05	5.92	3.71	1.30	0.84	3.87	0.23	6.10	3.66	<1	21	83	80	3	5.1	175	9	1.2	60	94	58	58	21	
DALELV	Dalelva	21.05	5.86	3.24	1.14	0.69	3.39	0.23	5.70	3.38	<1	15	54	51	3	3.9	165	6	1.4	36	76	54	54	9	
DALELV	Dalelva	28.05	5.99	2.77	1.00	0.59	2.51	0.18	4.77	2.95	<1	14	47	38	9	3.0	101	3	1.0	16	67	48	48	-6	
DALELV	Dalelva	04.06	6.14	3.18	1.17	0.69	3.20	0.22	5.45	3.48	10	18	45	38	7	3.0	100	2	0.7	33	79	57	57	7	
DALELV	Dalelva	11.06	6.19	3.30	1.24	0.70	3.28	0.21	5.55	3.48	3	22	45	44	1	3.5	126	2	0.6	38	83	56	56	8	
DALELV	Dalelva	18.06	6.23	3.21	1.11	0.64	2.99	0.20	5.42	3.55	<1	25	40	39	1	3.2	110	<2	0.6	16	72	58	58	-1	
DALELV	Dalelva	25.06	6.26	3.47	1.26	0.73	3.26	0.17	5.92	3.31	<1	32	59	53	6	5.4	155	<2	0.6	33	84	52	52	-2	
DALELV	Dalelva	02.07	6.27	3.25	1.15	0.66	3.03	0.18	5.30	3.36	<1	29	41	41	0	3.5	123	<2	0.5	29	77	55	55	3	
DALELV	Dalelva	09.07	6.38	3.33	1.38	0.77	3.49	0.21	5.53	3.39	<1	30	29	29	0	3.4	110	<2	0.4	63	96	55	55	18	
DALELV	Dalelva	16.07	6.31	3.35	1.44	0.78	3.67	0.16	5.53	3.06	<1	34	75	77	0	6.1	160	<2	0.5	80	100	48	48	26	
DALELV	Dalelva	23.07	6.35	3.33	1.36	0.76	3.58	0.20	5.66	3.26	1	36	43	47	0	3.9	125	4	0.4	64	93	51	51	19	
DALELV	Dalelva	30.07	6.52	3.39	1.36	0.71	3.48	0.23	5.62	3.42	<1	38	24	22	2	3.0	125	2	0.3	54	89	55	55	15	
DALELV	Dalelva	06.08	6.55	3.47	1.57	0.81	3.47	0.22	5.64	3.29	3	42	36	32	4	3.1	112	<2	0.3	74	108	52	52	14	
DALELV	Dalelva	13.08	6.65	3.97	1.77	0.89	3.81	0.25	5.79	3.36	2	59	41	33	8	4.5	149	<2	0.2	100	123	53	53	25	
DALELV	Dalelva	20.08	6.46	3.43	1.63	0.83	3.47	0.22	5.45	3.20	1	46	45	44	1	4.2	129	<2	0.3	86	114	51	51	19	
DALELV	Dalelva	27.08	6.48	3.27	1.36	0.76	3.47	0.19	5.31	3.27	<1	31	49	47	2	4.3	175	4	0.3	68	95	53	53	22	
DALELV	Dalelva	02.09	6.39	3.29	1.34	0.76	3.31	0.21	5.46	3.29	<1	36	34	32	2	3.4	108	3	0.4	56	94	53	53	12	
DALELV	Dalelva	10.09	6.31	3.28	1.36	0.74	3.47	0.20	5.29	3.18	<1	31	43	43	0	3.7	129	<2	0.5	69	94	51	51	23	
DALELV	Dalelva	17.09	6.42	3.32	1.38	0.76	3.48	0.21	5.26	3.27	<1	35	35	34	1	3.4	116	<2	0.4	72	97	53	53	24	
DALELV	Dalelva	24.09	6.20	3.22	1.30	0.75	3.32	0.20	5.18	3.33	<1	22	48	42	6	4.0	132	<2	0.6	61	93	54	54	19	
DALELV	Dalelva	01.10	6.22	3.30	1.32	0.76	3.34	0.20	5.26	3.42	<1	29	41	38	3	3.7	116	<2	0.6	59	94	56	56	18	
DALELV	Dalelva	08.10	6.33	3.37	1.36	0.75	3.54	0.20	5.36	3.48	<1	34	38	38	0	3.8	128	<2	0.5	65	94	57	57	24	
DALELV	Dalelva	15.10	6.22	3.40	1.37	0.82	3.68	0.21	5.71	3.63	<1	32	58	57	1	4.4	130	<2	0.6	65	98	59	59	22	
DALELV	Dalelva	22.10	6.35	3.54	1.29	0.77	3.34	0.16	5.25	3.49	2	36	52	43	9	3.7	125	<2	0.4	56	93	57	57	18	
DALELV	Dalelva	05.11	6.23	3.30	1.35	0.74	3.43	0.17	5.44	3.57	5	31	42	40	2	3.4	128	<2	0.6	54	92	59	59	17	
DALELV	Dalelva	12.11	6.36	3.46	1.37	0.79	3.44	0.18	5.37	3.61	8	34	36	36	0	3.2	113	<2	0.4	60	98	60	60	20	
DALELV	Dalelva	19.11	6.26	3.76	1.52	0.88	3.79	0.26	5.91	4.03	13	41	49	47	2	3.7	355	46	0.6	68	109	67	67	22	
DALELV	Dalelva	26.11	6.39	3.66	1.53	0.83	3.74	0.22	5.74	3.98	11	46	38	37	1	3.1	144	6	0.4	67	107	66	66	24	
DALELV	Dalelva	03.12	6.37	3.61	1.54	0.82	3.65	0.21	5.98	3.97	11	45	39	37	2	2.9	128	<2	0.4	56	105	65	65	14	
DALELV	Dalelva	10.12	6.17	3.51	1.45	0.83	3.60	0.20	5.82	3.91	10	31	42	39	3	3.3	129	<2	0.7	56	102	64	64	16	
DALELV	Dalelva	17.12	6.17	3.50	1.40	0.87	3.67	0.18	5.52	3.80	8	32	48	43	5	3.9	135	<2	0.7	70	105	63	63	26	
DALELV	Dalelva	24.12	6.24	3.56	1.37	0.82	3.66	0.20	5.60	3.78	10	34	37	33	4	3.2	125	<2	0.6	63	99	62	62	24	
DALELV	Dalelva	31.12	6.27	3.60	1.40	0.85	3.64	0.19	5.66	3.78	11	37	40	35	5	3.1	125	<2	0.5	64	103	62	62	21	
SVART01	Svarteltern																								
SVART01	Svarteltern	07.01	4.94	2.16	0.23	0.32	2.15	0.18	4.19	0.87	24	0	84	45	39	2.0	82	5	11.5	-2	10	6	6	-8	
SVART01	Svarteltern	14.01	4.92	2.24	0.23	0.32	2.30	0.19	4.61	0.93	23	0	83	52	31	2.0	93	7	12.0	-8	8	6	6	-12	
SVART01	Svarteltern	21.01	4.98	2.94	0.31	0.44	3.03	0.22	6.44	1.08	28	0	86	38	48	1.5	84	2	10.5	-17	9	4	4	-24	
SVART01	Svarteltern	29.01	5.07	2.85	0.30	0.45	2.93	0.22	6.08	1.02	24	0	91	43	48	1.6	90	<2	8.5	-9	12	4	4	-20	
SVART01	Svarteltern	05.02	4.99	3.30	0.30	0.45	3.26	0.23	6.72	0.96	16	0	95	40	55	1.4	76	2	10.2	-11	8	0	0	-21	
SVART01	Svarteltern	12.02	4.85	3.55	0.30	0.50	3.73	0.25	7.66	1.09	28	0	106	35	71	1.5	76	5	14.1	-16	7	0	0	-23	
SVART01	Svarteltern	18.02	4.84	3.09	0.29	0.43	3.10	0.23	6.29	1.06	42	0	100	48	52	1.8	130	8	14.5	-12	9	4	4	-18	
SVART01	Svarteltern	25.02	4.86	3.12	0.29	0.43	3.15	0.22	6.37	1.10	66	0	113	47	66	1.6	133	9	13.8	-15	8	4	4	-17	
SVART01	Svarteltern	04.03	4.91	3.27	0.30	0.45	3.28	0.24	6.58	1.12	44	0	110	44	66	1.6	127	10	12.3	-12	9	4	4	-17	
SVART01	Svarteltern	11.03	4.97	2.60	0.27	0.36	2.81	0.21	5.38	1.08	44	0	96	60	36	2.0	114	11	10.7	-7	8	7	7	-8	
SVART01	Svarteltern	18.03	4.97	2.30	0.22	0.32	2.38	0.18	4.57	0.95	21	0	85	54	31	1.9	85	6	10.7	-5	7	7	7	-7	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*	
		dd/mnd		mS·m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	µg L <sup>-1</sup>	mg C L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg N L <sup>-1</sup>	µg P L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	
SVART01	Svarteltern	25.03	5.08	2.50	0.27	0.37	2.64	0.19	5.21	1.04	<1	0	92	48	44	1.8	116	4	8.3	-5	10	7	7	-11	
SVART01	Svarteltern	01.04	5.05	2.48	0.29	0.38	2.62	0.20	5.04	0.98	22	0	98	43	55	1.6	88	4	8.9	1	13	6	6	-8	
SVART01	Svarteltern	08.04	5.15	2.46	0.28	0.37	2.59	0.20	5.12	1.01	21	0	88	41	47	1.6	84	4	7.1	-5	11	6	6	-11	
SVART01	Svarteltern	15.04	5.16	2.50	0.32	0.39	2.70	0.21	5.22	1.01	20	0	77	39	38	1.8	97	6	6.9	1	14	6	6	-9	
SVART01	Svarteltern	22.04	5.13	2.51	0.34	0.38	2.77	0.21	5.46	1.03	21	0	88	30	58	1.8	89	4	7.4	-3	12	6	6	-12	
SVART01	Svarteltern	29.04	5.14	2.47	0.26	0.35	2.60	0.20	4.95	0.98	27	0	89	43	46	1.9	119	13	7.2	-2	9	6	6	-7	
SVART01	Svarteltern	06.05	5.20	2.46	0.29	0.35	2.77	0.20	5.34	1.08	29	0	85	38	47	1.6	119	12	6.3	-6	9	7	7	-9	
SVART01	Svarteltern	13.05	5.13	2.31	0.27	0.32	2.53	0.20	4.70	1.06	25	0	107	60	47	2.5	120	7	7.4	-1	9	8	8	-4	
SVART01	Svarteltern	20.05	5.12	2.22	0.25	0.30	2.49	0.19	5.00	1.05	20	0	102	67	35	2.8	126	5	7.6	-14	7	7	7	-13	
SVART01	Svarteltern	27.05	5.13	2.13	0.23	0.28	2.45	0.18	4.32	1.06	19	0	106	70	36	2.8	122	5	7.4	0	7	10	2	0	
SVART01	Svarteltern	03.06	5.46	2.11	0.24	0.28	2.49	0.23	4.48	1.09	9	0	87	51	36	2.4	380	217	3.5	-1	7	10	0	0	
SVART01	Svarteltern	10.06	5.40	2.08	0.25	0.28	2.38	0.18	4.46	1.08	6	0	82	53	29	2.1	117	5	4.0	-5	8	10	10	-5	
SVART01	Svarteltern	17.06	5.47	2.05	0.25	0.27	2.19	0.18	4.42	1.09	2	0	86	55	31	2.0	120	6	3.4	-13	8	10	10	-11	
SVART01	Svarteltern	24.06	5.55	2.08	0.23	0.27	2.23	0.20	4.46	1.12	2	2	82	53	29	1.9	135	4	2.8	-13	7	10	10	-11	
SVART01	Svarteltern	01.07	5.55	2.07	0.23	0.27	2.20	0.17	4.32	1.09	2	0	76	50	26	1.8	128	<2	2.8	-11	7	10	9	-9	
SVART01	Svarteltern	08.07	5.46	2.05	0.27	0.29	2.57	0.20	4.43	1.06	<1	0	75	50	25	1.8	107	3	3.5	7	9	9	4	4	
SVART01	Svarteltern	15.07	5.48	1.99	0.25	0.28	2.41	0.18	4.23	1.09	2	0	90	62	28	2.5	128	4	3.3	3	8	10	2	2	
SVART01	Svarteltern	22.07	5.40	1.97	0.25	0.28	2.47	0.17	4.17	1.09	1	0	84	56	28	2.3	116	3	4.0	7	8	11	6	6	
SVART01	Svarteltern	29.07	5.63	2.10	0.21	0.27	2.39	0.15	3.80	1.08	2	4	101	80	21	3.7	148	3	2.3	11	8	11	12	12	
SVART01	Svarteltern	05.08	5.38	1.82	0.24	0.22	2.23	0.13	3.52	1.08	5	0	124	92	32	4.0	142	5	4.2	8	8	12	12	12	
SVART01	Svarteltern	13.08	5.42	1.77	0.20	0.23	2.22	0.13	3.40	1.11	9	0	114	63	51	3.6	150	<2	3.8	9	7	13	14	14	
SVART01	Svarteltern	19.08	5.22	1.69	0.24	0.21	2.09	0.11	2.86	1.07	6	0	144	119	25	5.2	155	<2	6.0	20	10	14	22	22	
SVART01	Svarteltern	26.08	5.31	1.62	0.19	0.20	2.04	0.10	2.62	1.01	4	0	148	112	36	5.3	165	<2	4.9	22	9	13	25	25	
SVART01	Svarteltern	02.09	5.29	1.64	0.21	0.20	1.98	0.10	2.77	0.96	7	0	150	121	29	5.6	160	<2	5.1	17	9	12	19	19	
SVART01	Svarteltern	09.09	5.33	1.66	0.22	0.20	2.00	0.10	2.63	0.92	8	0	128	104	24	5.0	170	<2	4.7	23	10	12	23	23	
SVART01	Svarteltern	16.09	5.29	1.77	0.22	0.23	2.14	0.10	3.04	0.93	10	0	128	104	24	4.5	155	<2	5.1	20	10	11	19	19	
SVART01	Svarteltern	23.09	5.41	1.94	0.25	0.25	2.25	0.12	3.59	0.93	12	4	124	94	30	3.7	150	2	3.9	12	9	9	11	11	
SVART01	Svarteltern	30.09	5.24	1.94	0.21	0.26	2.22	0.11	3.63	0.89	12	0	112	84	28	3.4	117	<2	5.8	9	8	8	9	9	
SVART01	Svarteltern	07.10	5.29	1.94	0.23	0.27	2.29	0.13	3.66	0.88	14	0	112	83	29	3.4	128	<2	5.1	14	10	8	11	11	
SVART01	Svarteltern	14.10	5.22	1.93	0.25	0.26	2.22	0.12	3.69	0.89	15	0	123	90	33	3.5	126	<2	6.0	10	10	8	7	7	
SVART01	Svarteltern	21.10	5.28	1.94	0.23	0.26	2.16	0.11	3.56	0.90	16	0	130	83	47	3.7	132	<2	5.2	9	9	8	8	8	
SVART01	Svarteltern	28.10	5.18	1.77	0.19	0.22	2.02	0.11	3.12	0.88	17	0	125	85	40	4.0	141	<2	6.6	11	7	9	12	12	
SVART01	Svarteltern	04.11	5.19	1.65	0.19	0.20	1.88	0.12	2.94	0.85	14	0	111	89	22	3.8	135	<2	6.5	7	7	9	11	11	
SVART01	Svarteltern	11.11	5.25	1.68	0.19	0.21	1.86	0.11	3.02	0.83	12	0	120	94	26	3.6	121	<2	5.6	7	7	9	8	8	
SVART01	Svarteltern	18.11	5.18	1.70	0.18	0.21	1.92	0.11	3.04	0.86	16	0	115	91	24	3.4	117	<2	6.6	8	6	9	10	10	
SVART01	Svarteltern	25.11	5.32	1.69	0.22	0.21	1.89	0.11	2.99	0.88	20	0	109	85	24	3.2	118	<2	4.8	9	9	10	10	10	
SVART01	Svarteltern	02.12	5.28	1.63	0.20	0.20	1.82	0.10	2.86	0.76	15	0	97	71	26	2.8	102	<2	5.2	11	8	8	10	10	
SVART01	Svarteltern	09.12	5.34	1.36	0.18	0.20	1.73	0.11	2.80	0.83	18	0	91	71	20	2.7	111	2	4.6	6	7	9	7	7	
SVART01	Svarteltern	16.12	5.33	1.57	0.18	0.19	1.80	0.11	2.78	0.83	19	0	101	71	30	2.7	109	<2	4.7	9	6	9	11	11	
SVART01	Svarteltern	23.12	5.39	1.65	0.19	0.20	1.94	0.11	2.95	0.90	21	0	96	69	27	2.9	123	<2	4.1	10	7	10	13	13	
SVART01	Svarteltern	30.12	5.32	1.57	0.13	0.20	1.68	0.10	2.80	0.77	21	0	70	53	17	2.2	107	<2	4.8	2	5	8	5	5	
19.23	Øygardsbekken																								
19.23	Øygardsbekken	08.01	4.90	3.68	0.49	0.53	4.26	0.17	8.47	1.83	140	0	87	36	51	1.4	210	6	12.6	-29	16	13	20	-20	
19.23	Øygardsbekken	15.01	4.97	4.34	0.57	0.64	5.07	0.20	9.97	1.90	145	0	102	32	70	1.2	190	8	10.7	-24	18	11	21	-21	
19.23	Øygardsbekken	29.01	4.90	5.40	0.64	0.80	6.24	0.22	12.40	1.79	145	0	151	28	123	1.0	200	6	12.6	-23	19	1	-29	-29	
19.23	Øygardsbekken	15.02	4.92	4.99	0.66	0.73	5.74	0.19	11.20	1.81	180	0	108	22	86	1.0	230	4	12.0	-19	21	5	-22	-22	
19.23	Øygardsbekken	05.03	5.16	4.63	0.63	0.68	5.41	0.22	10.30	1.88	220	0	113	30	83	1.1	260	15	6.9	-17	21	9	-14	-14	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

St. kode	Navn	Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	ALK	AIR	AMII	LAL	TOC	Tot-N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
		dd.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>
19.23	Øygardsbekken	19.03	4,97	4,59	0,62	0,69	5,18	0,20	9,99	1,90	205	0	102	26	76	0,9	255	3		10,7	-18	22	11	-17
19.23	Øygardsbekken	05.04	4,97	4,56	0,54	0,68	5,21	0,23	9,97	1,82	175	0	123	32	91	1,1	235	4		10,7	-16	17	9	-15
19.23	Øygardsbekken	16.04	5,05	4,54	0,66	0,70	5,37	0,25	10,30	1,89	180	0	81	22	59	0,9	245	6		8,9	-12	23	9	-16
19.23	Øygardsbekken	01.05	5,07	4,50	0,63	0,66	5,09	0,21	9,78	1,90	185	0	81	20	61	0,9	235	<2		8,5	-16	21	11	-16
19.23	Øygardsbekken	15.05	5,19	4,34	0,62	0,66	5,08	0,19	9,63	1,99	165	0	63	20	43	1,0	215	4		6,5	-14	22	13	-12
19.23	Øygardsbekken	30.05	5,28	4,16	0,63	0,64	4,94	0,18	9,66	2,03	145	0	51	21	30	1,0	185	<2		5,2	-22	21	14	-19
19.23	Øygardsbekken	18.06	5,32	4,22	0,64	0,61	4,69	0,18	9,68	2,16	175	0	40	16	24	0,8	230	<2		4,8	-40	22	17	-31
19.23	Øygardsbekken	15.07	5,37	3,44	0,51	0,51	4,39	0,12	7,51	2,15	59	0	63	38	25	1,6	165	2		4,3	1	18	23	9
19.23	Øygardsbekken	30.07	5,31	3,16	0,46	0,44	4,10	0,09	6,99	2,17	57	0	68	44	24	2,0	160	3		4,9	-7	16	25	9
19.23	Øygardsbekken	13.08	5,53	3,11	0,50	0,46	3,92	0,09	6,47	2,15	58	0	49	25	24	1,9	170	<2		3,0	4	20	26	14
19.23	Øygardsbekken	03.09	5,77	2,89	0,43	0,40	3,52	0,08	5,67	1,93	42	9	55	40	15	2,0	175	<2		1,7	6	17	24	16
19.23	Øygardsbekken	20.09	5,41	3,12	0,49	0,47	3,90	0,10	6,52	1,82	38	0	67	41	26	2,0	150	<2		3,9	11	20	19	12
19.23	Øygardsbekken	02.10	5,49	3,02	0,46	0,46	3,76	0,11	6,36	1,84	72	3	58	39	19	1,8	144	<2		3,2	4	19	20	9
19.23	Øygardsbekken	15.10	5,28	3,00	0,44	0,44	3,76	0,14	6,27	1,84	63	0	73	47	26	2,0	160	<2		5,2	6	17	20	12
19.23	Øygardsbekken	03.11	5,25	2,85	0,41	0,41	3,48	0,14	5,61	1,93	87	0	77	50	27	2,2	190	<2		5,6	5	17	24	15
19.23	Øygardsbekken	21.11	5,33	2,95	0,46	0,45	3,63	0,13	6,11	1,97	110	0	71	44	27	1,9	175	<2		4,7	0	20	23	10
19.23	Øygardsbekken	04.12	5,36	3,04	0,46	0,44	3,63	0,13	6,42	1,87	110	0	72	43	29	1,8	190	<2		4,4	-8	17	20	2
19.23	Øygardsbekken	17.12	5,20	3,18	0,45	0,47	3,79	0,10	6,32	1,82	120	0	65	34	31	1,6	200	<2		6,3	4	20	20	12
19.23	Øygardsbekken	31.12	5,52	3,32	0,46	0,52	3,95	0,12	6,81	1,80	135	2	63	35	28	1,5	220	<2		3,0	1	21	18	7

Tabell E4. Årsmidler av innsjøer 1986-2007. 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	AMR	AMII	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
<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
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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

År	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Alk	A/R	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>
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	-2	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
<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			8.8	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
<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			4.7	-1	28	29	5
1991	5.39	1.09	0.57	0.12	0.58	0.12	0.9	1.6	100	4	37	10	26	0.6	150			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			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		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		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		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		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		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		2	2.4	10	31	22	4

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
																		µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1999	5.70	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
<b>Region IV. Sørlandet – Øst (n = 14)</b>																						
1986	4.82	2.45	0.70	0.30	1.41	0.20	2.5	3.6	121	0	163	42	121	2.5			25	15.3	-29	43	68	0
1987	4.77	2.65	0.66	0.29	1.57	0.19	2.8	3.2	123	0	180	36	144	2.6		54		17.0	-25	39	59	0
1988	4.81	2.28	0.61	0.27	1.36	0.17	2.3	2.9	121	0	172	35	136	2.9		42		15.6	-17	37	54	4
1989	4.90	2.65	0.68	0.31	1.77	0.22	3.1	3.2	146	0	132	16	116	1.5				12.5	-22	40	58	2
1990	4.87	2.58	0.59	0.29	1.70	0.18	3.1	2.8	107	0	152	25	127	2.5	264			13.4	-21	34	50	0
1991	4.93	2.65	0.68	0.30	1.89	0.22	3.4	3.1	130	0	133	30	103	2.1	287		17	11.8	-21	37	54	1
1992	4.92	2.55	0.74	0.30	2.06	0.19	3.4	3.0	118	0	155	47	108	2.5	307			12.1	-10	39	52	8
1993	4.94	3.10	0.82	0.40	2.82	0.22	5.3	3.0	120	0	166	45	122	1.8	277			11.6	-18	39	47	-5
1994	5.07	2.18	0.66	0.29	1.97	0.18	3.1	2.5	119	2	136	49	87	2.7	292		4	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			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	22	6	7.5	7	30	27	6
2005	5.32	1.97	0.69	0.29	1.80	0.20	3.2	1.6	80	6	77	33	44	3.2	243	17	4	4.8	12	37	23	0
2006	5.18	1.69	0.64	0.25	1.47	0.19	2.3	1.5	61	7	115	69	46	4.4	284	26	6	6.6	21	38	25	9
2007	5.36	1.79	0.60	0.26	1.70	0.17	2.8	1.4	71	5	99	58	41	3.4	255	17	5	4.3	16	33	21	5
<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	0	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	0	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	0	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	0	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	0	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	0	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	0	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			19.3	-40	22	47	3

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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/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+	ANC	ClM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
																		µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1994	4.82	3.35	0.54	0.43	3.68	0.18	6.2	2.7	235	0	189	42	146	2.4	392			15.0	-22	23	38	9
1995	4.74	3.73	0.52	0.45	3.35	0.18	6.2	2.9	253	0	170	39	131	2.3	369		3	18.3	-38	23	42	-3
1996	4.77	3.20	0.52	0.41	2.90	0.19	4.9	2.9	260	0	166	51	115	2.6	410			17.1	-28	27	46	7
1997	4.82	3.37	0.55	0.43	3.15	0.22	5.8	2.6	214	0	167	46	121	2.9	428			15.1	-28	25	37	-4
1998	4.91	2.88	0.50	0.35	2.60	0.17	4.4	2.3	221	0	147	52	95	2.8	385			12.4	-18	25	35	6
1999	4.94	2.90	0.49	0.36	2.64	0.17	4.6	2.3	218	0	143	48	95	2.8	374			11.4	-20	24	35	3
2000	4.80	3.58	0.47	0.41	3.57	0.20	6.1	2.2	212	0	141	49	93	2.8	378			15.8	-16	19	29	7
2001	4.88	3.01	0.47	0.36	2.91	0.19	5.0	2.1	224	0	127	56	71	3.0	385			13.3	-16	20	29	6
2002	5.03	2.87	0.48	0.39	3.02	0.21	5.1	2.0	232	1	114	39	75	2.6	390			9.3	-9	23	27	8
2003	4.95	2.80	0.48	0.38	2.91	0.21	4.4	2.1	220	0	114	41	73	2.9	413			11.2	4	26	30	19
2004	4.90	2.64	0.43	0.33	2.57	0.17	4.4	1.8	177	1	101	46	55	2.7	346	22	4	12.7	-9	20	24	5
2005	4.91	3.18	0.52	0.42	3.34	0.19	5.8	1.9	187	0	108	38	71	3.0	356	21	5	12.3	-5	23	23	6
2006	4.99	2.69	0.49	0.37	2.74	0.18	4.5	1.8	172	1	91	41	50	3.2	371	20	4	10.1	2	25	24	9
2007	5.02	3.01	0.48	0.41	3.29	0.17	5.6	1.7	167	1	111	49	62	3.2	347	12	4	9.6	-1	21	19	7
<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	1.4	130	0	61	25	36	1.4	173		10	7.3	-9	22	26	1
1992	5.29	1.84	0.44	0.24	1.90	0.13	3.1	1.8	92	0	66	30	36	1.1	162			5.1	-3	21	28	7
1993	5.23	2.67	0.50	0.34	3.12	0.15	5.2	2.2	114	1	70	29	41	1.0	190			5.9	-9	20	31	9
1994	5.32	1.88	0.41	0.26	2.17	0.14	3.5	1.8	107	2	61	35	26	1.4	198			4.8	-4	19	28	10
1995	5.24	1.99	0.42	0.27	1.98	0.15	3.4	1.5	93	0	54	32	22	1.4	168		2	5.8	-1	21	22	4
1996	5.43	1.62	0.50	0.24	1.52	0.14	2.5	1.5	109	5	56	42	14	1.6	172			3.7	4	28	24	5
1997	5.37	2.28	0.56	0.31	2.30	0.12	4.6	1.5	85	4	55	28	27	1.3	150			4.3	-10	24	18	-11
1998	5.59	1.61	0.52	0.23	1.67	0.12	2.8	1.3	82	6	46	27	19	1.5	166			2.6	10	27	20	6
1999	5.33	2.04	0.50	0.29	2.01	0.14	3.8	1.3	106	5	56	35	21	1.2	176			4.7	-2	24	17	-4
2000	5.47	1.67	0.38	0.20	1.89	0.14	2.9	1.3	80	1	47	36	12	1.5	168			3.4	8	17	18	13
2001	5.53	1.63	0.48	0.23	1.67	0.14	3.0	1.2	85	4	42	29	13	1.3	183			3.0	5	23	16	1
2002	5.55	1.88	0.63	0.31	2.07	0.16	3.5	1.3	105	4	40	28	12	1.5	204			2.8	17	34	17	5
2003	5.73	1.53	0.49	0.24	1.69	0.13	2.7	1.2	94	7	39	26	13	1.4	197			1.8	14	26	17	9
2004	5.59	1.73	0.53	0.24	1.92	0.17	3.4	1.1	77	4	42	27	15	1.5	164	10	2	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
<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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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/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+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
																		µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
1988	5.10	1.50	0.27	0.17	1.20	0.07	2.1	1.2	88	9	37	10	27	0.7		11		7.9	-8	13	18	2
1989	5.07	1.68	0.25	0.20	1.43	0.10	2.6	1.2	85	0	33	10	23	0.7		11		8.4	-9	12	17	0
1990	5.14	1.64	0.24	0.18	1.46	0.09	2.5	1.1	83	4	32	10	22	0.7	131	11		7.3	-8	10	16	2
1991	5.18	1.56	0.27	0.19	1.43	0.09	2.6	1.1	82	5	34	12	22	1.0	122	10	10	6.6	-10	11	15	-2
1992	5.29	1.51	0.28	0.21	1.64	0.11	2.7	1.2	89	4	42	15	27	0.7	155	10		5.1	-2	13	17	5
1993	5.30	1.73	0.33	0.24	1.96	0.12	3.2	1.3	93	5	42	19	23	1.1	165	10		5.1	0	15	18	7
1994	5.23	1.43	0.24	0.19	1.57	0.10	2.6	1.1	89	3	34	13	21	0.8	148	9		5.9	-3	11	15	6
1995	5.30	1.27	0.21	0.16	1.22	0.08	2.1	0.9	82	3	29	13	16	0.5	121	9	1	5.0	-4	10	13	3
1996	5.28	1.26	0.27	0.17	1.19	0.10	2.0	1.0	100	3	37	14	23	0.7	140	9		5.3	-3	15	15	3
1997	5.35	1.41	0.27	0.18	1.37	0.09	2.5	0.9	84	4	34	13	21	0.6	141	9		4.4	-6	12	12	-1
1998	5.57	1.15	0.29	0.15	1.15	0.10	1.9	0.9	67	5	22	12	11	0.7	126	9		2.7	2	14	12	4
1999	5.38	1.29	0.27	0.17	1.23	0.09	2.2	0.9	83	5	28	10	18	0.6	134	8		4.2	-2	13	12	1
2000	5.38	1.44	0.28	0.18	1.49	0.09	2.5	0.9	80	4	27	11	16	0.6	145	8		4.2	2	13	11	4
2001	5.40	1.37	0.30	0.19	1.42	0.09	2.5	0.9	77	3	22	11	10	0.6	132	8		4.0	-1	14	11	0
2002	5.42	1.27	0.32	0.18	1.33	0.09	2.2	0.8	85	3	23	11	12	0.7	145	8		3.8	7	17	11	6
2003	5.49	1.20	0.28	0.17	1.33	0.09	2.1	0.8	78	5	22	10	12	0.7	150	8		3.2	7	14	11	8
2004	5.48	1.18	0.26	0.14	1.31	0.10	2.1	0.8	71	4	22	13	10	0.7	126	8	2	3.3	4	11	10	7
2005	5.44	1.17	0.28	0.17	1.20	0.08	2.0	0.7	86	4	17	9	8	0.7	138	8	3	3.6	5	15	9	4
2006	5.48	1.15	0.34	0.18	1.15	0.09	1.9	0.7	72	7	18	8	10	0.7	169	18	1	3.3	10	19	9	4
2007	5.54	1.19	0.25	0.17	1.31	0.07	2.2	0.6	57	2	20	13	7	0.7	109	4	1	2.9	4	12	7	2
<b>Region VIII. Midt-Norge (n = 10)</b>																						
1986	5.75	2.14	0.52	0.34	2.38	0.17	4.2	1.5	24	7	31	25	6	1.9				1.8	12	27	19	3
1987	5.78	2.06	0.50	0.32	2.24	0.18	3.8	1.5	24	11	33	20	13	2.0		12		1.7	13	27	20	5
1988	5.62	2.10	0.52	0.32	2.26	0.15	3.7	1.3	28	14	33	19	14	2.0		11		2.4	21	28	16	8
1989	5.59	2.53	0.49	0.40	2.76	0.19	5.0	1.4	25	6	33	16	17	1.8				2.6	11	25	14	-1
1990	5.65	2.39	0.48	0.37	2.66	0.16	4.6	1.5	27	7	34	21	13	1.9	115			2.2	13	25	18	5
1991	5.66	2.34	0.49	0.35	2.62	0.18	4.5	1.4	27	13	31	23	8	1.7	102	4	10	2.2	13	24	16	4
1992	5.79	2.46	0.55	0.41	3.16	0.21	5.4	1.4	22	12	39	34	5	2.1	112	7		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	24	13	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	24	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



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H+	ANC	CM*	SO <sub>4</sub> *	Na*
																		µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
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
<b>Region IX. Nord-Morge (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
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
<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		2	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

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	Al/R µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N µg N L <sup>-1</sup>	Tot-P µg P L <sup>-1</sup>	H <sup>+</sup> µekv L <sup>-1</sup>	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>
2001	6,22	2,82	1,09	0,55	2,75	0,25	4,4	3,3	13	30	10	7	3	1,6	155			0,6	31	71	56	12
2002	6,20	2,61	1,21	0,57	2,61	0,21	4,1	3,2	5	29	9	6	3	1,4	95			0,6	43	80	54	13
2003	6,27	2,64	1,04	0,56	2,76	0,22	4,5	2,9	6	31	11	7	3	1,6	105			0,5	37	68	47	12
2004	6,19	2,70	1,17	0,57	2,69	0,22	4,4	2,9	8	29	11	8	2	1,6	116		3	0,6	41	76	48	10
2005	6,26	2,72	1,23	0,58	2,70	0,21	4,4	2,9	5	35	7	6	1	1,8	101	6	4	0,6	48	81	48	12
2006	6,07	2,72	1,31	0,63	2,73	0,20	4,4	3,0	2	32	9	8	1	1,5	104	4	2	0,8	53	88	50	11
2007	6,29	2,59	1,18	0,57	2,55	0,20	4,1	2,7	4	30	12	10	2	1,6	107	3	2	0,5	52	79	44	13

Tabell E5. Overvåkingshelver – Årsmiddelhverdier.

**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>	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>	Toi-N 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>
1980	5,40	1,86	0,47	1,57	0,45	2,7	5,5	318	16,2	154					4,0	-4	114	107	2
1981	5,66	1,93	0,50	1,69	0,58	3,0	5,3	262	21,4	128					2,2	14	118	101	2
1982	5,52	2,10	0,53	1,76	0,47	2,9	5,8	344	14,1	118	56	61	0		3,0	14	129	108	6
1983	5,50	1,82	0,45	1,55	0,45	2,6	5,2	243	10,9	135					3,2	9	111	101	5
1984	5,56	1,97	0,49	1,81	0,44	2,9	5,2	245	11,8	124	80	44	5,2		2,8	20	119	99	8
1985	5,49	1,94	0,50	1,76	0,42	2,7	5,6	313	11,1	129	80	49	4,3		3,3	11	120	108	11
1986	5,72	1,95	0,47	1,65	0,43	2,6	5,0	288	12,9	116	80	35	4,4		1,9	20	118	96	8
1987	5,52	1,95	0,49	2,00	0,41	3,3	4,9	270	10,5	130	70	60	4,2		3,0	20	115	92	7
1988	5,37	1,68	0,43	1,78	0,39	2,9	4,7	294	8,0	145	55	90	3,9	503	4,2	7	100	89	8
1989	5,76	1,92	0,48	1,82	0,42	3,0	4,8	314	17,0	95	48	47	3,2	524	1,7	18	116	92	7
1990	5,53	1,85	0,45	1,92	0,44	3,6	4,6	255	5,9	126	52	74	3,7	448	3,0	9	106	85	-4
1991	5,69	1,94	0,46	2,18	0,41	3,6	4,7	267	17,7	122	75	47	3,9	489	2,1	22	111	87	8
1992	6,05	2,43	0,53	2,43	0,46	4,3	4,9	262	27,2	100	81	19	4,6	475	0,9	39	136	90	1
1993	5,97	2,26	0,48	2,57	0,41	4,3	4,3	230	26,9	90	72	18	3,8	429	1,1	47	124	77	8
1994	5,76	2,03	0,44	2,21	0,36	3,1	4,3	269	23,8	118	95	23	4,6	484	1,7	46	117	81	21
1995	5,92	1,92	0,44	2,23	0,36	3,7	3,9	245	26,3	123	98	24	4,1	443	1,2	36	108	71	8
1996	6,13	2,44	0,50	2,27	0,50	3,5	4,5	325	49,4	92	81	11	4,9	566	0,7	57	140	84	13
1997	6,10	2,15	0,46	2,19	0,40	3,7	3,9	221	35,5	93	82	10	4,7	435	0,8	50	121	71	6
1998	6,10	1,91	0,40	1,91	0,35	2,7	3,5	218	36,2	109	100	8	5,5	440	0,8	54	110	65	17
1999	6,05	1,77	0,39	1,88	0,38	2,7	3,0	205	32,7	106	95	11	5,0	436	0,9	57	102	55	16
2000	6,00	1,82	0,40	1,99	0,37	3,3	2,9	224	23,8	103	94	9	4,7	433	1,0	51	102	50	7
2001	6,07	1,48	0,33	1,74	0,36	2,5	2,7	224	27	99	87	12	4,8	438	1,0	43	85	48	14
2002	6,16	1,98	0,40	1,99	0,38	2,83	2,7	187	38,2	90	79	11	5,5	425	0,7	79	113	47	18
2003	6,13	2,04	0,43	2,08	0,37	2,7	3,1	238	36,5	96	86	10	5,3	475	0,7	79	119	56	24
2004	6,06	1,91	0,39	2,03	0,36	3,0	3,1	201	32,6	112	98	14	5,7	443	0,9	61	108	56	15
2005	6,19	2,27	0,43	2,45	0,37	4,0	3,1	171	42	90	77	13	5,2	384	0,7	76	123	52	10
2006	6,09	2,03	0,43	2,24	0,35	3,3	2,9	192	38	98	84	14	5,8	436	0,8	76	115	52	18
2007	6,17	1,78	0,41	2,07	0,32	3,4	2,4	170	34	92	78	15	5,1	383	0,7	63	100	41	9

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	AlIII µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	H+	ANC µekv L <sup>-1</sup>	CM*	SO4*	Na*
															µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>	µekv L <sup>-1</sup>
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	5,79	0,79	0,32	2,32	0,18	4,2	2,1	129	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

Tabell E6. Feltforskningsstasjoner - Årlig veid middehverdi.

**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>	AlR 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* µekv L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> * µekv L <sup>-1</sup>	Na* µekv L <sup>-1</sup>	
1974	1273	4,47	1,25	0,49	3,28	0,14	5,0	7,9	78	0,0	317						33,9	-64	70	151	21	
1975	1056	4,56	1,24	0,44	2,87	0,15	4,5	6,7	68	0,0	430						27,3	-44	69	126	17	
1976	1058	4,44	1,31	0,48	2,70	0,23	3,5	7,7	67	0,0	484						36,5	-38	82	151	32	
1977	1229	4,49	1,17	0,49	2,57	0,40	4,3	7,2	139	0,0	496						32,2	-62	70	137	7	
1978	1022	4,68	1,23	0,42	2,46	0,36	3,7	6,8	127	0,0	451						20,9	-43	72	131	17	
1979	1294																					
1980	862	4,58	1,13	0,40	2,61	0,13	4,3	6,8	130	0,6	429						26,2	-66	61	130	10	
1981	902	4,49	1,12	0,44	2,65	0,16	4,4	7,4	91	0,5	428						32,7	-74	63	141	8	
1982	1412	4,50	1,19	0,46	2,81	0,17	5,1	6,9	89	0,0	515						31,8	-70	63	128	-1	
1983	1062	4,59	1,14	0,40	2,83	0,21	4,8	6,3	107	0,0	469						26,0	-56	58	118	7	
1984	1289																					
1985	1070	4,50	1,04	0,33	2,24	0,18	2,9	6,8	254	0,0	417	136	281	5,4			31,9	-61	60	132	26	
1986	1268	4,55	1,01	0,38	2,39	0,18	4,2	6,3	145	0,0	434	1164	318	4,8			28,0	-68	55	118	3	
1987	1382	4,61	0,97	0,35	2,34	0,28	4,0	5,3	109	0,0	438	101	336	5,4		52	24,4	-47	50	99	4	
1988	1622	4,65	0,94	0,34	2,72	0,28	4,3	5,4	161	1,3	419	83	337	5,0		80	22,4	-45	46	99	13	
1989	894	4,49	1,04	0,42	3,00	0,31	5,6	5,7	228	36,6	582	80	501	4,2			32,3	-68	50	103	-5	
1990	1272	4,49	1,06	0,39	3,25	0,31	6,2	5,3	159	0,0	485	92	392	5,1			32,2	-61	44	92	-8	
1991	865	4,47	1,00	0,36	3,20	0,20	5,4	5,9	308	0,0	481	105	376	4,8			33,6	-74	44	108	9	
1992	1001	4,53	0,91	0,34	3,32	0,11	5,2	5,6	141	0,0	503	149	354	5,1			29,2	-52	40	102	19	
1993	641	4,41	1,14	0,45	4,27	0,13	8,1	5,6	127	0,0	618	159	459	4,5			39,1	-71	41	93	-10	
1994	1319	4,54	0,78	0,30	3,13	0,12	4,2	5,5	108	0,0	471	184	287	5,8			29,0	-38	36	102	35	
1995	1088	4,59	0,83	0,32	2,96	0,09	4,8	4,7	101	0,4	461	153	309	5,1			25,8	-42	36	84	12	
1996	888	4,59	0,89	0,34	2,99	0,12	4,6	5,1	153	0,6	445	149	296	5,2			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			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			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			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			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			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			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			20,2	-18	32	61	25	
2004	1183	4,68	0,61	0,22	2,58	0,08	3,9	3,2	115	0,1	330	159	171	6,0			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		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			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			21,2	-22	26	41	7	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	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>
<b>Storgama (STE01)</b>																					
1975	698	4,48	0,76	0,16	0,82	0,13	1,2	3,8	87	0,0	121						32,9	-30	43	76	6
1976	612	4,42	1,07	0,24	0,97	0,25	1,2	5,0	210	0,0	153						37,8	-29	66	100	14
1977	1030	4,50	0,74	0,19	0,83	0,38	1,2	3,4	234	0,0	125						31,9	-22	46	68	8
1978	981	4,53	0,72	0,17	0,67	0,26	0,7	3,5	207	0,0	133						29,3	-21	46	70	12
1979																					
1980	844	4,49	0,68	0,14	0,46	0,15	0,9	3,8	180	0,0	141						32,1	-48	39	76	-2
1981	835	4,52	0,69	0,17	0,62	0,23	1,2	3,8	103	0,0	16						30,4	-39	41	75	-2
1982	927	4,49	0,77	0,17	0,67	0,13	1,1	4,0	207	2,6	149						32,3	-46	45	80	1
1983	1089	4,50	0,62	0,14	0,59	0,10	1,0	3,1	176	0,0	209						31,7	-35	36	61	1
1984	1104	4,51	0,71	0,14	0,71	0,09	1,1	3,6	154	0,0	183		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						27,9	-34	33	65	4
1986	896	4,54	0,63	0,14	0,65	0,13	1,0	3,3	152	0,0	144						29,0	-33	36	66	4
1987	1047	4,52	0,59	0,13	0,80	0,06	1,5	2,9	93	0,0	144						30,1	-32	30	57	0
1988	1347	4,56	0,51	0,12	0,58	0,09	1,1	2,8	159	0,0	133					35	27,3	-38	27	55	-2
1989	691	4,44	0,68	0,17	0,98	0,09	1,6	3,7	198	0,0	167						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						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						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						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						21,5	-18	33	50	6
1994	1128	4,64	0,55	0,11	0,71	0,07	0,8	2,4	164	0,0	140						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						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						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						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						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						16	-3	25	30	7
2000	1663	4,72	0,42	0,08	0,72	0,05	1,2	1,2	90	0	120						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						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						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						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						14,7	5	25	25	8
2005	760	4,85	0,49	0,09	0,80	0,04	1,1	1,1	33	0	117						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						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						11,9	12	22	16	7
<b>Langtjern (LAE01)</b>																					
1974	635	4,69	1,39	0,26	0,66	0,14	0,7	3,8	25	0,0	166						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						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						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						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						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						19,6	9	69	70	10

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	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>	
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	
<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	11	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	

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	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>
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

Dalelva (DALELV)

1989	378	5,65	1,46	0,94	3,28	0,26	5,8	5,8	12	13,0	54	33	21	3,4			2,2	15	112	104	8
1990	309	5,62	1,50	0,96	3,47	0,31	6,1	5,6	9	10,8	62	42	20	3,7			2,4	21	114	100	6
1991	307	5,87	1,52	0,93	3,59	0,27	6,1	5,5	6	18,7	59	47	12	3,6			1,3	30	113	98	11
1992	468	5,83	1,56	0,98	3,84	0,30	6,7	5,3	13	18,1	61	55	6	3,7			1,5	31	114	92	7
1993	369	5,74	1,58	0,97	4,25	0,32	7,2	5,0	16	16,9	52	49	3	3,5			1,8	44	111	83	14
1994	288	5,90	1,48	0,86	3,87	0,25	5,9	4,9	9	24,7	51	48	3	3,5			1,3	50	106	85	25
1995	421	5,93	1,41	0,81	3,43	0,23	5,4	4,9	11	25,9	63	62	1	3,8	151		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			2,3	31	92	70	11
1997	385	5,80	1,37	0,83	3,62	0,29	6,3	4,4	14	22,3	52	51	0	3,7	135		1,6	31	95	74	7
1998	404	5,84	1,33	0,80	3,58	0,27	6,1	4,3	12	25,1	48	47	2	3,8	133		1,5	33	92	73	10
1999	366	5,95	1,34	0,77	3,32	0,27	5,2	4,3	11	26,2	53	52	0	3,8	133		1,1	44	96	75	18
2000	583	5,77	1,15	0,69	3,13	0,31	4,8	3,7	9	13,7	63	63	0	4,3	154		1,7	45	83	63	20
2001	402	6,02	1,26	0,73	3,20	0,31	4,9	4,1	10	27,3	54	52	1	4,4	141		1,0	46	91	72	22
2002	471	5,90	1,55	0,81	3,51	0,27	5,5	4,0	8	28,1	46	44	1	3,7	128		1,3	65	108	68	21
2003	480	5,95	1,42	0,86	4,01	0,28	6,6	3,7	6	25,8	50	48	2	3,9	135		1,1	60	98	58	16
2004	500	5,98	1,37	0,75	3,56	0,27	5,6	3,7	5	27,8	58	53	4	4,0	139		1,1	57	93	60	19
2005	490	6,02	1,41	0,79	3,62	0,26	5,8	3,6	8	25	47	44	3	4,1	139	6	1,0	60	97	58	17
2006	358	6,08	1,52	0,79	3,74	0,26	5,9	3,8	6	36,1	42	38	4	3,8	151		0,8	65	102	61	19
2007	544	6,14	1,32	0,76	3,46	0,21	5,6	3,5	4	28	49	46	4	3,8	137	4	0,7	52	92	57	14

Øygardsbekken (ØVELV 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



Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

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>	Al/R µg L <sup>-1</sup>	Al/II µg L <sup>-1</sup>	LAL µg L <sup>-1</sup>	TOC mg C L <sup>-1</sup>	Tot-N µg N L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> µg N L <sup>-1</sup>	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	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	-35	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	-26	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

Svartetjern (SVART01) - aritmetiske middelværdier

År	pH	Ca mg L <sup>-1</sup>	Mg mg L <sup>-1</sup>	Na mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	Cl mg L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> µg N L <sup>-1</sup>	Alk µekv L <sup>-1</sup>	Al/R µg L <sup>-1</sup>	Al/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
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

## Vedlegg F. Planktoniske og litorale krepsdyr

Tabell F1. Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for ti Gruppe 1-sjøer (overvåkes årlig). x: 2007 og tidligere, +: ikke i 2007, men tidligere, o: kun i 2007. 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* Atnsj	II-10 Ø Jerpetj	IV-3* Bjorvatn	IV-6 L Hovv	V-1 Saudland	V-4 Ljosv	VI-3 Røyrvag	VII-4 Markusv	VII-8 Nystolsv	VIII-1 Svartdalsv
<b>Cladocera</b>										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	+		x	+	x		x	x		
Latona setifera (O.F.M.)			x	x			x	x		
Sida crystallina (O.F.M.)	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					x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	x		+	+	x	x	o	
Simocephalus vetula (O.F.M.)	+		+		+					
Bosmina longispina Leydig	x	x		x		x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)		x	+	+	+	x	x	x		
Illoccryptus acutifrons Sars			+							
Iliocryptus sordidus (Liév.)		x				+				
Lathonura rectirostris (O.F.M.)			+							
Ophryoxus gracilis Sars	x	x	x		+	o				
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)			x		x		x			+
Acroporus harpae (Baird)	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	o		o		x		+			
Alona quadrangularis (O.F.M.)			+		+					
Alona rustica Scott	+	x	x	x	x	x	x	x	x	+
Alonella excisa (Fischer)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonella exigua (Fischer)			+							
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
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
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	x	+	x	+	x	+	x	x	x	+
Graptoleberis testudinaria (Sars)	x	+	x		x	+	+	+	+	+
Monospilus dispar					x	o		+		
Pleuroxus laevis	+									
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	+	x		+					
Pseudochydorus globosus (Baird)	x		o				+			
Rhynchotalona falcata Sars	x	x		x	x	x	x	x		
Polyphebus pediculus (Leuck.)	x	x	x	+	x	+	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	x		x		x		x			
Leptodora kindtii 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.										+
Macrocyclus albidus (Jur.)	x	x	x		x	+	x	x	+	
Macrocyclus fuscus (Jur.)		x	x	+	x	x	x	x		
Eucyclops denticulatus (A. Graet.)			1993							
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	+	+	x	+	x	+	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)					+		+			
Paracyclops affinis Sars		x	+		x					
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)			+		+		+	+		
Cyclops abyssorum S.L.				+					+	
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	+	x	+	x	+	x	x
Megacyclops gigas (Claus)	+	o	+	+			x	+	x	+
Megacyclops viridis (Jur.)		x	+		+	+			+	
Megacyclops sp.	+				+	+				
Acanthocyclops capillatus Sars	+	x		x				+		+
Acanthocyclops robustus Sars	+	x	1992		x	x	x	+	+	+
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	+		x	x		+	+	x	x	x
Diacyclops languidus (Sars)					+	+			+	
Diacyclops nanus (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+
Diacyclops sp.									+	
Mesocyclops leuckartii (Claus)		x	x		o	+				+
Thermocyclops oithonoides (Sars)		+								
antall vannlopper 1996-2007	27	21	34	18	30	21	27	23	14	14
antall hoppekreps 1996-2007	11	13	12	10	15	13	12	12	12	9
antall krepsdyr totalt 1996-2007	38	34	46	28	45	34	39	35	26	23
antall krepsdyr i 2007	28	29	31	15	32	21	28	24	17	12

Tabell F2. Planktoniske og litorale krepssdyr. Artsliste for ti Gruppe 2-sjøer (overvåkes årlig). x: 2007 og tidligere, +: ikke i 2007, men tidligere, o: kun i 2007. 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	II-2	II-12*	III-1*	III-5*	IV-9*	V-8	VII-6	IX-5	X-5
	Stortj	Bredtj	Langtj	Rondv	Heddersv	Sognev	Lomstj	Svartetj	N Kaperd	Dalv
<b>Cladocera</b>										
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	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	+	
Drepanothrix dentata (Eurén)					x					+
Ilicryptus sordidus (Liév.)	+	+	+			+				
Lathonura rectirostris (O.F.M.)						+	+			
Ophryoxus gracilis Sars	x		x			x	x		x	x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)	+	+	x			+	+	x	+	+
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+
Alona affinis (Leydig)	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	+	x	x			x	x	x		+
Alona intermedia Sars						x	x		+	
Alona karelica Stenroos	+					o				
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
Alonella exigua (Fischer)						x		+		
Alonella nana (Baird)	x	x	x	o	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Anchistropus emarginatus Sars						+				
Camptocercus rectirostris Schoedler			+			x	x			
Chydorus gibbus Lilljeborg					+				+	
Chydorus latus Sars		+		+	+	+	+	+		
Chydorus piger Sars			+		o	x	x	x	+	
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	x	x	x	+	x	x	x	x	x	+
Graptoleberis testudinaria (Sars)		+	x			x	x	x		
Monospilus dispar		+								
Pleuroxus laevis			+							
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	+	x			x	x	+		
Pseudochydorus globosus (Baird)	+					x	+			
Rhynchotalona falcata Sars	x	x	+		+	x	+		x	x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	+	+	x	x	+	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	x	+				+	+		+	x
Leptodora kindti Focke		x								
<b>Copepoda</b>										
Acanthodiptomus denticornis (Wierz.)			x						x	
Eudiptomus gracilis Sars		x				x	x			
Eudiptomus graciloides (Lillj.)										x
Mixodiptomus laciniatus (Lillj.)								x	+	
Heterocope appendiculata Sars										1993
Heterocope saliens (Lillj.)	x		x			x	x	x		
Calanoida indet.				+						
Macrocyclus albidus (Jur.)	+	+	x		+	x	x	x		+
Macrocyclus fuscus (Jur.)	x	x	+			x	x	x		
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)						x	+			+
Eucyclops macruroides (Lillj.)										+

Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007 TA-2439/2008)

Lokalitet	I-5 Stortj	II-2 Bredtj	II-12* Langtj	III-1* Rondv	III-5* Heddersv	IV-9* Sognev	V-8 Lomstj	VII-6 Svartetj	IX-5 N Kaperd	X-5 Dalv
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars)						x	x			
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+
<i>Eucyclops speratus</i> (Lillj.)			+			x	x			+
<i>Paracyclops affinis</i> Sars		+	x			x	x	x		
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisch.)			+			+	+			
<i>Cyclops abyssorum</i> S.L.				x			x		+	
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	x	+	x		x	x	+	x	x	x
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus)		+	+		x	+	+		+	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)		+			1978		+		+	
<i>Megacycl. sp</i>			+	+	+	+	+			
<i>Acanthocyclops capillatus</i> Sars	x		x			+	+		+	+
<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars	+	+	x		+	+	x		x	+
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fisch.)	+	+	x	+	x				x	x
<i>Acanthocyclops sp.</i>		+								
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Sars)							+			
<i>Diacyclops languidus</i> (Sars)		+								
<i>Diacyclops nanus</i> (Sars)	x	+	x	x		+	x	x	x	x
<i>Diacyclops sp.</i>					+					
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)			x			x	+	x		1993
antall vannlopper 1996-2007	24	25	28	10	18	37	28	24	21	20
antall hoppekreps 1996-2007	9	13	16	6	8	17	20	9	11	12
antall krepsdyr totalt 1996-2007	33	38	44	16	26	54	48	33	32	32
antall krepsdyr i 2007	22	19	30	9	16	40	31	28	20	17

Tabell F3. Planktoniske og litorale krepsdyr. Artsliste for innsjøer i region IV (Sørlandet-Øst) og region VII (Vestlandet-Nord) som overvåkes hvert 4. år. x: 2007 og tidligere, +: ikke i 2007, men tidligere, o: kun i 2007, M: registrert kun i mageprøver fisk.

\* Disse lokalitetene er i tillegg undersøkt i 1996/97 (inngår i artslisten).

Lokalitet	IV-4 Risv	IV-8* Drivnesv	IV-10* Kleivsetv	VII-1 Oddmund.v	VII-10 Holmev	VII-12 Mov
<b>Cladocera</b>						
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x	x	x			
Latona setifera (O.F.M.)						
Sida crystallina (O.F.M.)	o	x	x			x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x	x		o		
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	+				
Daphnia pulex (De Geer)	o					
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	x		x	x
Simocephalus expinosus (Koch)	o					
Simocephalus vetula (O.F.M.)		o				
Bosmina longirostris (O.F.M.)	o					
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)		x	x	+	o	o
Drepanothrix dentata (Eurén)				+		
Ilicryptus sordidus (Liév.)						
Lathonura rectirostris (O.F.M.)	+					
Ophryoxus gracilis Sars	x	x	o			o
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)	+		x		+	
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	o	x	x	o
Alona guttata Sars		x	x			o
Alona intermedia Sars	x	+	+			
Alona karelica Stenroos	+					
Alona rustica Scott	+	x	x	x		o
Alonella excisa (Fischer)	x	x	x	x	x	x
Alonella exigua (Fischer)	+	o				
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x
Anchistropus emarginatus Sars						
Camptocercus rectirostris Schoedler	o	o				o
Chydorus latus Sars						
Chydorus piger Sars						o
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	x	x	o	o	x	M
Graptoleberis testudinaria (Sars)	+	x				
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x	x			
Pseudochydorus globosus (Baird)						
Rhynchotalona falcata Sars		x		x		x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	M		x			x
Leptodora kindtii Focke	o					
<b>Copepoda</b>						
Acanthodiptomus denticornis (Wierz.)	+					
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x			
Mixodiptomus laciniatus (Lillj.)						x
Heteropepe saliens (Lillj.)	+	+	x	x		x
Calanoida indet.						
Macrocyclus albidus (Jur.)	x	x	o			o
Macrocyclus fuscus (Jur.)		o	o			
Eucyclus denticulatus (A.Graet.)	x	o				o
Eucyclus serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x	x
Eucyclus speratus (Lillj.)	o	o				
Paracyclus affinis Sars	o	o				
Cyclops abyssorum S.L.					+	
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x
Megacyclus gigas (Claus)		x		o		
Megacyclus viridis (Jur.)			o			
Acanthocyclops capillatus Sars						
Acanthocyclops robustus Sars	x	+				
Acanthocyclops vernalis (Fisch.)	o			o	x	
Diacyclops nanus (Sars)		x	x	x	o	o
Mesocyclops leuckarti (Claus)	+	x	x			
Thermocyclops oithonoides (Sars)						
antall vannlopper 1999/2003/2007	30	26	21	15	13	20
antall hoppekreps 1999/2003/2007	12	13	9	6	5	7
antall krepsdyr totalt 1999/2003/2007	42	39	30	21	18	27
antall krepsdyr i 2007	32	35	29	19	16	27





**Statlig program for forurensningsovervåking**  
Overvåking av langtransportert luft og nedbør



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	ISBN-nummer 978-82-577-5401-3
---	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Brit Lisa Skjelkvåle Monsen	Kontaktperson SFT Tor Johannessen	TA-nummer 2439/2008
---	--------------------------------------	------------------------

	År 2008	Sidetall 157	SFTs kontraktnummer 6004057
--	------------	-----------------	--------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 5666-2008	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn (SFT) Direktoratet for naturforvaltning (DN)
--	--

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

<p><b>Tittel</b> Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2007.  Monitoring long-range transboundary air pollution. Effects 2007.</p>
--

<p><b>Sammendrag – summary</b> Rapporten presenterer resultater fra 2007 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 2007 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>
--	--