



Rapport 299/87

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NIVA

Fylkesmannen i Finnmark

Forsuring av innsjøer i FINNMARK





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor Sørlandsavdelingen Østlandsavdelingen Vestlandsavdelingen
Postboks 333 Grooseveien 36 Rute 866 Breiviken 2
0314 Oslo 3 4890 Grimstad 2312 Ottestad 5035 Bergen - Sandviken
Telefon (02)23 52 80 Telefon (041)43 033 Telefon (065)76 752 Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-8000603
Undernummer:	5
Løpenummer:	2074
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Forsuring av innsjøer i Finnmark (Overvåkingsrapport nr. 299/87)	Dato: Desember 1987
	Rapportnr.
Forfatter (e): Tor S. Traaen	Faggruppe: Sur nedbør
	Geografisk område: Finnmark
	Antall sider (inkl. bilag): 16

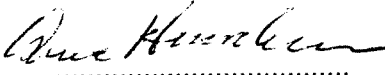
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTF-nr.):
---	---------------------------------

Ekstrakt:
Finnmark mottar betydelige mengder forurenset nedbør. Forsuringsfølsomme innsjøer finnes i flere områder i Finnmark, og forsuringssituasjonen er kritisk for mange innsjøer i Sør-Varanger kommune. Flere småvann i Jarfjordområdet er nå så forsuret at fisk neppe kan leve der, og 11 av 14 undersøkte småvann hadde mistet motstandskraften mot ytterligere forsuring. Forsuringen har stadig økt i perioden 1966 til 1986, og det er usikkert om utviklingen har stoppet. Det er all grunn til å følge den videre utvikling nøye.

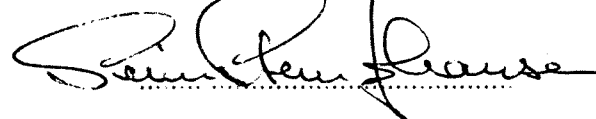
4 emneord, norske:
1. Forurensningsovervåking ;
2. Forsuring
3. Vannkjemi
4. Innsjøer


4 emneord, engelske:
1. Pollution Monitoring ;
2. Finnmark County, Norway
3. Acidification
4. Lake chemistry

Prosjektleder:



For administrasjonen:



 ISBN - 82-577-1341-4



Statlig program for
forurensningsovervåking

0-8000603

FORSURING AV INNSJØER
I FINNMARK

Oslo, desember 1987

Saksbehandler: Arne Henriksen

Medarbeider: Tor S. Traaen

FORORD

Denne undersøkelsen av forsurelingsforholdene i innsjøer i Finnmark inngår i programmet for overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Programmet er administrert og finansiert av Statens forurensningstilsyn (SFT).

Fylkesingeniør Per-Einar Fiskebeck ved Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Finnmark har organisert prøvetakingen og bidratt med verdifull informasjon til rapporten. Prøvetakingen ble utført av den nyopprettede Fjelltjenesten i Finnmark.

Arne Henriksen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
FORORD	1
1. SAMMENDRAG, KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER	3
2. INNLEDNING	4
3. 1000 SJØERS UNDERSØKELSEN 1986	5
4. FORSURINGSUTVIKLINGEN FRA 1966 -1986	6
5. UNDERSØKELSE AV SMØVANN PÅ JARFJORDFJELLET 1987	9
6. LITTERATUR	14
VEDLEGG	16

1. SAMMENDRAG, KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.

Rapporten omhandler dagens forsuringssituasjon i Finnmark og en vurdering av forsuringsutviklingen de siste 20 årene. Nye data fra en undersøkelse av små innsjøer på Jarfjordfjellet høsten 1987 rapporteres. Undersøkelsen inngår i program for overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT).

Finnmark mottar betydelige mengder forurenset nedbør. Hovedkildene til forurensningene antas å ligge i Sovjetsamveldet og Øst-Europa. Den viktigste punktkilden er sannsynligvis smelteverket i Nikel, som alene er opplyst å ha SO_2 -utlipp som er større enn Norges totalutslipp.

Forsuringsfølsomme innsjøer finnes i flere områder i Finnmark, og forsuringssituasjonen er kritisk for mange innsjøer i Sør-Varanger. Her er innsjøenes innhold av ikke-marint sulfat like stort som på Sørlandet. (Ikke-marint sulfat reflekterer tilførsler av luftbårne forurensninger av svovelforbindelser). De fleste større innsjøene har hittil hatt nok motstandskraft til å unngå forsuringsskader, men mange har liten eller ingen motstandskraft mot ytterligere forsuring. Små innsjøer er mer utsatt. Flere småvann på Jarfjordfjellet er nå så forsuret at fisk neppe kan leve der.

En begynnende forsuringsutvikling i Sør-Varanger var markert allerede i 1966. Økningen i innsjøenes innhold av ikke-marint sulfat tyder på at mengden av luftbårne tilførsler av svovelforbindelser ble omtrent fordoblet fra 1966 til 1976. Også fra 1976 til 1986 er økningen i sulfatverdiene markert. Dette er i motsetning til utviklingen i Sør-Norge hvor sulfatverdiene har endret seg lite de siste 10 årene. Der er ingen holdepunkter for å vurdere om dagens forsuringssituasjon i Sør-Varanger er stabil. Hvis tilførslene av svovelforbindelser er stabilisert på dagens nivå vet vi ikke om sulfatkonsentrasjonene i innsjøene er i likevekt med belastningen.

Småvannene i Jarfjordområdet er forsuringfølsomme og er derfor velegnet for videre overvåking av forsuringsutviklingen i området. For å få en bedre oversikt over utbredelsen av forsurede småvann er det også behov for undersøkelser i nærliggende områder.

Hittil har overvåkingen av sur nedbør i Finnmark vært begrenset til innsjøer. Forurensningsgraden i Sør-Varanger er nå så høy at man også kan forvente sure episoder i elver som vanligvis har god vannkvalitet. Spesielt kan perioden under vårsmeltingen vise seg å være kritisk. Det må derfor vurderes hvordan denne utviklingen skal følges opp.

2. INNLEDNING

Finnmark, spesielt Sør-Varanger kommune, mottar betydelige tilførsler av sure, lufttransporterte forurensninger fra nærliggende punktkilder i Sovjetsamveldet og fra Øst-Europa. SO_2 -konsentrasjoner målt ved stasjoner i Pasvik og Jarfjorbotn er blandt de høyeste i landet (SFT 1986 a, SFT 1986 b). På disse stasjonene ble den anbefalte grenseverdi for SO_2 -konsentrasjoner i luft ($100 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) overskredet i 3 til 8% av observasjonene vinteren 83/84 og 5 til 7% vinteren 84/85.

Det er grunn til å tro at hovedkilden til den forurensede nedbøren i Sør-Varanger er utslippene fra smelteverket i Nikel. Nyere utslippsdata foreligger ikke, men Miljøvernavdelingen i Finnmark Fylke fikk i 1978 opplyst fra russiske kolleger at svovelutslippene fra Nikel lå på omkring 320 000 tonn svovelsyre, tilsvarende ca 100 000 tonn svovel. Til sammenligning er Norges totalutslipp av svovel ca 50 000 tonn (SFT 1987).

Norsk Institutt for Luftforskning har påvist at vegetasjonen i Sør-Varanger inneholder betydelige mengder tungmetaller. Det geografiske fordelingsmønsteret av tungmetaller i moser og lav sannsynliggjør at årsaken er lufttransporterte forurensninger fra Nikel (Schjoldager 1979, Nordic Council of ministers 1987). I 1981 ble det også registrert sviskader på bjørk og vier i områdene mellom Kirkenes og Grense Jakobselv. Fordelingen av vindretninger ved Svanvik (rett overfor Nikel) viste også at området mellom Kirkenes og Jakobselva er spesielt utsatt for lufttransporterte forurensninger (Schjoldager et al. 1983).

Finnmark, utenom Sør-Varanger, synes generelt å være lite forsuringfølsomt. Undersøkelser i Jergul feltforskningsområde på sentralvidda (opprettet av SNSF-prosjektet) viste riktignok at både snøen og regnet var sure (pH h.h.v 4.58 og 4.75 i 1976/1977). Under snøsmeltingen i 1978 sank kalsiuminnholdet i avrenningen fra forsøksfeltet fra 8 til 1.4 mg Ca/l og alkaliteten fra 0.5 til 0.1 mekv/l. Men vannets restinnhold av bikarbonat var høyt nok til at vannet ikke ble surt (Joranger et al. 1980). Undersøkelsen viste allikevel at snøsmeltingsperioden i Finnmark kan være kritisk i områder med mindre bufferevne enn det man har i Jergulfeltet.

Fordi Jergulfeltet var lite forsuringfølsomt ble overvåkingen av avrenningen i området avsluttet i 1982. Målestasjonen for luft og nedbør ble imidlertid fortsatt av programmet for overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Middelkonsentrasjonene av svoveldioksid i luft ved Jergul er nesten dobbelt så høye som ved Birkenes på Sørlandet (SFT 1986 b). Våtavsetningen av sulfat i 1984

var imidlertid bare 0.17 g S/m^2 mot 1.76 g S/m^2 på Birkenes (SFT 1986 a). Årsaken til lave årsbelastninger i indre Finnmark er lave nedbørmengder. Til gjengjeld er tørravsetninger av sure komponenter viktig i Finnmark. I Sør-Norge utgjør våtavsetningen (nedbøravsetningen) om lag 80% av den totale avsetningen mot bare 30-50% i de nordligste landsdeler (SFT 1986 b). De siste årene har middelverdiene av pH i nedbør på Jergul vært 4.5 - 4.6, mot 4.2 - 4.3 på Sørlandet. Man har imidlertid ikke tilsvarende målinger i de mest utsatte områdene i Sør-Varanger.

I en gjennomgang av tilgjengelige vannkjemiske data fra Finnmark (Johannessen 1983) var konklusjonen at bare enkelte små innsjøer i østre deler av Finnmark var så forsuringfølsomme at fisk kunne få problemer om nedbøren på stedet hadde samme kvalitet som på Jergul. Johannessen påpekte imidlertid at datamaterialet var svakt, og anbefalte en mer detaljert regional undersøkelse i Finnmark.

3. 1000 SJØERS UNDERSØKELSEN 1986.

I forbindelse med den landsomfattende "1000 sjøers undersøkelsen 1986" ble 52 innsjøer i Finnmark undersøkt. 34 av innsjøene ble valgt i Sør-Varanger fordi undersøkelser av 5 innsjøer på Jarfjordfjellet hadde dokumentert markert forsuring i perioden 1966 - 1985 (Traaen 1985). Resultatene av 1000 sjøers undersøkelsen ble rapportert høsten 1987 (SFT 1987). Rapporten konkluderte med at store deler av Finnmark er påvirket av sur nedbør, og at situasjonen var spesielt foruroligende i Sør-Varanger. Her ville en økning av innsjøenes sulfatinnhold på 30% medføre fare for fiskebestanden i en tredjedel av innsjøene.

Det ble funnet forsuringfølsomme vann i flere områder i Finnmark, spesielt i kystområdene i Vest-Finnmark og på Varangerhalvøya. Lille Havvatn i Måsøy kommune (Vest-Finnmark) var det mest forsuringfølsomme, med en konsentrasjon av ikke-marine basekationer på kun $11 \mu\text{ekv/l}$. Dette gir en motstandskraft mot forsuring på omtrent fjerdeparten av de 2 mest følsomme innsjøene i Sør-Varanger (Skaidejavri og Råtjern vest for Bugøyfjorden). Selv om det i Finnmark ble funnet innsjøer som var mer forsuringfølsomme enn i Sør-Varanger, viste modellberegninger at disse innsjøene ikke var i faresonen før sulfatkonsentrasjonene økte med 70%. Årsaken til dette er at dagens tilførsler av sure komponenter er små i disse områdene.

Konsentrasjonene av sulfat i de undersøkte innsjøene i Sør-Varanger ligger på omtrent samme nivå som i Aust-Agder. I begge områdene har om

lag en tredjedel av innsjøene over 100 $\mu\text{ekv/l}$ av ikke-marin sulfat. Gjennomsnittlig konsentrasjon av slik sulfat i disse høyt belastede innsjøene var 115 $\mu\text{ekv/l}$ i Sør-Varanger og 121 $\mu\text{ekv/l}$ i Aust-Agder. I Aust-Agder hadde 60% av innsjøene pH-verdier under 5.3 og 38% under pH 5.0. I Øst-Finnmark hadde bare en innsjø pH under 5.3. Årsaken til denne forskjell i reaksjon ligger i at konsentrasjonene av basekationer (kalsium og magnesium) er omtrent 30% høyere i Sør-Varanger enn i Aust-Agder (henholdsvis 141 og 108 $\mu\text{ekv/l}$). Den ekstra bufferevnen dette medfører har hittil avverget omfattende forsuringsskader i Sør-Varangers innsjøer.

Selv om sulfatkonsentrasjonene er omtrent like høye i innsjøer i Sør-Varanger som på Sørlandet betyr dette ikke at totalbelastningen (i g $\text{S/m}^2\cdot\text{år}$) er like stor. Det er fordi årlig nedbørmengde influerer sterkt på totalbelastningen. Et eksempel på dette er at årlig totalbelastning av forsurende komponenter er omtrent like stor på Vestlandet som på Sørlandet. Større nedbørmengder på Vestlandet gir imidlertid større fortykning og derfor mindre forsuring enn på Sørlandet (SFT 1986 b).

Med ett unntak ble alle innsjøene i Finnmark med konsentrasjoner av ikke-marin sulfat over 75 $\mu\text{ekv/l}$ funnet i Sør-Varanger. Unntaket var Cappesjavri nær fylkesgrensen mot Troms øverst i Alta-Kautokeinovassdraget med hele 171 $\mu\text{ekv/l}$ ikke-marin sulfat. Innholdet av ikke-marin kalsium og magnesium var imidlertid hele 469 $\mu\text{ekv/l}$, og pH var 7.26. Det er derfor klart at Cappesjavri ligger i et område med lett forvitrbare bergarter, og at innsjøen representerer et av de få unntakene i 1000-sjøers undersøkelsen der sulfat fra geologiske kilder er dominerende i vannkjemien. Det ser ut til at slike unntak primært opptrer der man også har høyt innhold av basekationer. Selv om geologisk betinget sulfat også kan virke forsurende, eksempelvis ved oksydasjon av pyritt, vil dette vanligvis ikke medføre målbar pH-senkning fordi bufferkapasiteten er høy.

4. FORSURINGSUTVIKLINGEN FRA 1966 - 1986.

Sør-Varanger har mottatt sur nedbør fra smelteverket i Nikel siden midten av 30-årene. Siden den gang har det vært flere utvidelser av smelteverket frem til midten av 70-årene.

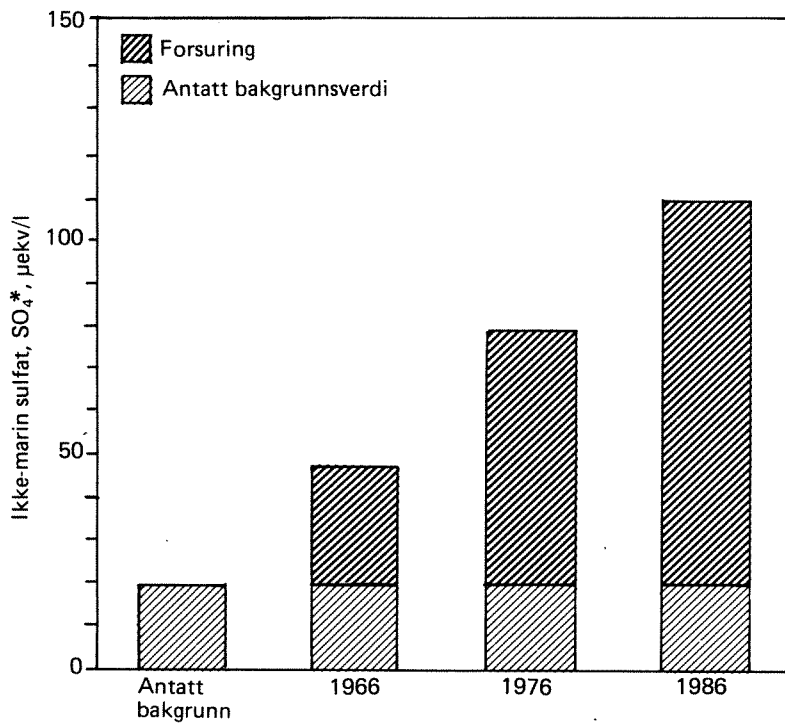
Det er sparsomt med datamateriale til å vurdere tidsutviklingen av forsuringen i Sør-Varanger, men noen data finnes. Den første grundige vannkjemiske undersøkelsen i området ble utført i 1966 (Bøyum 1970).

Videre ble det tatt en del vannkjemiske analyser av SNSF-prosjektet i siste halvdel av 70-årene (Joranger et al. 1980). I 1985 tok miljøvernvesen i Finnmark fylke initiativ til en vannkjemisk undersøkelse av de samme innsjøene som Bøyum hadde undersøkt i 1966 (Traaen 1985). Dette ble fulgt opp med en utvidet undersøkelse i forbindelse med "1000 sjøers undersøkelsen 1986" (SFT 1987).

Data for 5 innsjøer som ble prøvetatt både i 1966 og 1986 er brukt for å illustrere forsuringsutviklingen. 4 av innsjøene (Vintervollvatnet, Gravsjøen, Korpvatnet og Otervatnet) ligger mellom Kirkenes og Jakobselva og 1 innsjø (Spurvvatn) ligger vest for Pasvikelva opp mot grensen til Finland. Blandt disse innsjøene er det bare Korpvatnet som også ble undersøkt i 1976. Derfor er det også benyttet data fra nærliggende innsjøer for å vurdere forsuringsutviklingen i 10-årsperioden 1976 - 1986. Disse vannene er Rostokkvatnet, Fiskvatnet, Vegvatnet og Holmvatnet som ligger i Kirkenes- Pasvik-området.

Forsuringsutviklingen er vurdert ut fra innsjøenes konsentrasjon av ikke-marin sulfat. Innsjøene som ble undersøkt både i 1976 og 1986 ligger gjennomgående i et område som er mindre utsatt for forsuring enn innsjøene som ble undersøkt både i 1966 og 1986. Derfor er den relative økningen av ikke-marin sulfat fra 1976 til 1986 brukt til å estimere sulfatverdiene i 1976 for innsjøene som er undersøkt i 1966 og 1986. Beregningene bygger på den antagelsen at den prosentvise endringen i ikke-marin sulfat har vært tilnærmet lik for begge innsjøgruppene. Antagelsen støttes av at den beregnede gjennomsnittlige økningen av ikke-marin sulfat fra 1976 til 1986 er i god overensstemmelse med økningen i Korpvatnet som er undersøkt både i 1966, 1976 og 1986 (h.h.v. 30 og 20 $\mu\text{ekv/l}$).

Forsuringsutviklingen fra 1966 til 1986 er vist i fig.1. Det fremgår at en begynnende forsuringsutvikling var markert allerede i 1966. Trekker man fra en antatt bakgrunnsverdi av ikke-marin sulfat (20 $\mu\text{ekv/l}$) ble de luftbårne tilførselene til innsjøene omtrent fordoblet fra 1966 til 1976. Også fra 1976 til 1986 er økningen i sulfatverdiene markert. Dette er i motsetning til utviklingen i Sør-Norge hvor sulfatverdiene har endret seg lite de siste 10 årene.



Figur 1. Forsuringsutviklingen i Sør-Varanger fra 1966 til 1986.

Diagrammet er basert på middelerverdier for 5 innsjøer med data fra 1966 og 1986. Verdiene for 1976 er estimert ut fra den relative økningen av ikke-marin sulfat fra 1976 til 1986 i 4 nærliggende innsjøer samt 1 innsjø som er målt alle 3 årene.

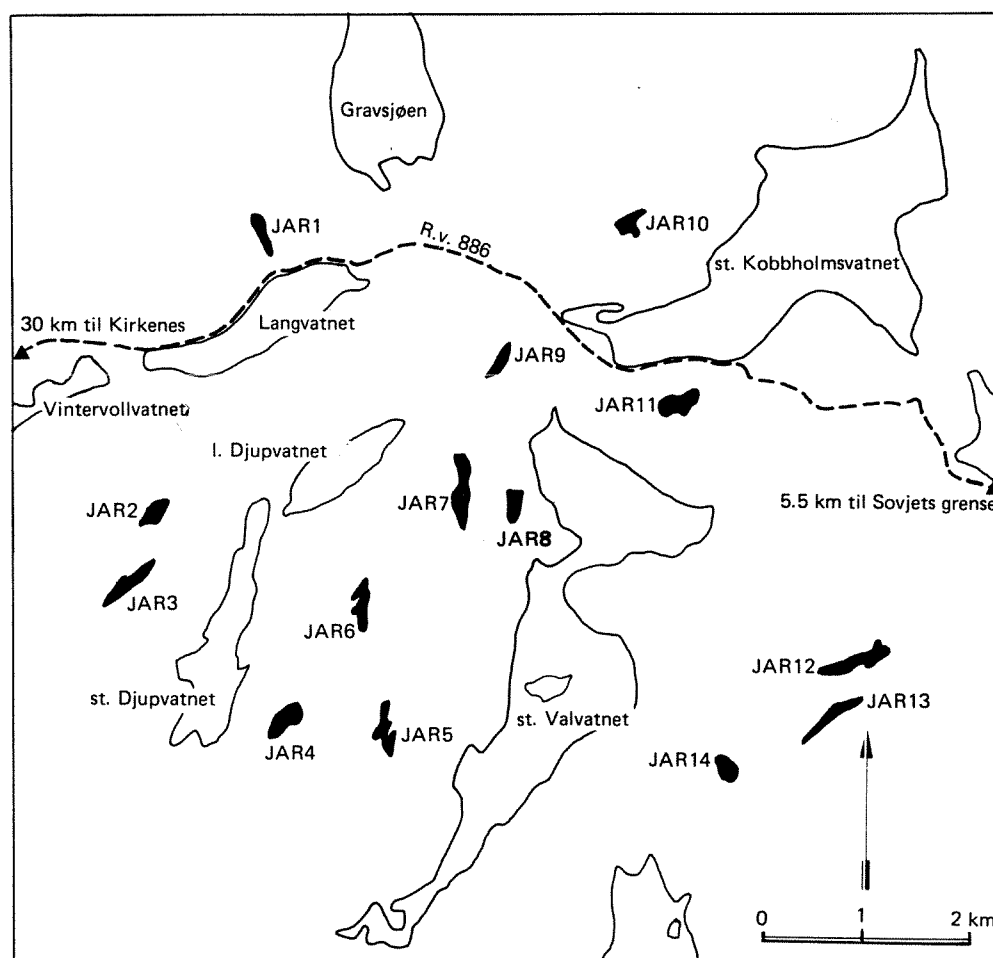
Der er ingen holdepunkter for å vurdere om dagens forsuringssituasjon i Sør-Varanger er stabil. Nyere data og prognoser for utslipp av SO_2 foreligger ikke. Hvis tilførslene av SO_2 er stabilisert på dagens nivå vet vi ikke om belastningen er i likevekt med sulfatkonsentrasjonene i innsjøene. Ved en gitt belastning vil man ha en forsinkelse i effekten fordi sure komponenter i noen grad blir holdt tilbake i nedbørfeltet. Det kan derfor ta noen år før man får fullt utslag av forurensningene i innsjøene. Et stort antall innsjøer i Sør-Varanger har svært liten motstandskraft mot ytterligere forsuring. Det er derfor all grunn til å følge utviklingen nøye.

Fra russisk hold er det opplyst at bygging av renseanlegg ved smelteverket i Nikel skulle starte i 1987. Hvor langt arbeidet er kommet vites ikke.

4. UNDERSØKELSE AV SMÅVANN PÅ JARFJORDFJELLET 1987.

"1000 sjøers undersøkelsen 1986" viste at Jarfjord-området var det mest utsatte området for forsuring i Sør-Varanger. Den sureste innsjøen som ble registrert var Lille Djupvatnet, med pH på 5.22. Erfaringsmessig er små innsjøer mer utsatt for forsuring enn store innsjøer. Det var derfor grunn til å forvente at det i området rundt Lille Djupvatn kunne finnes surere innsjøer. På denne bakgrunn ble det valgt ut 14 småvann for nærmere undersøkelser i september 1987. Prøvetakingen ble organisert og utført av Miljøvernavdelingen og Fjelltjenesten, Fylkesmannen i Finnmark.

Lokaliseringen av innsjøene er vist i figur 2. Kartreferanser er vist i vedlegg. Innsjøenes flateinnhold lå i området 30 - 90 da. Vannprøvene ble tatt i utløpet av innsjøene. Resultatene av de kjemiske analysene er vist i tabell 1.



Figur 2. Lokalisering av undersøkte småvann på Jarfjordfjellet.

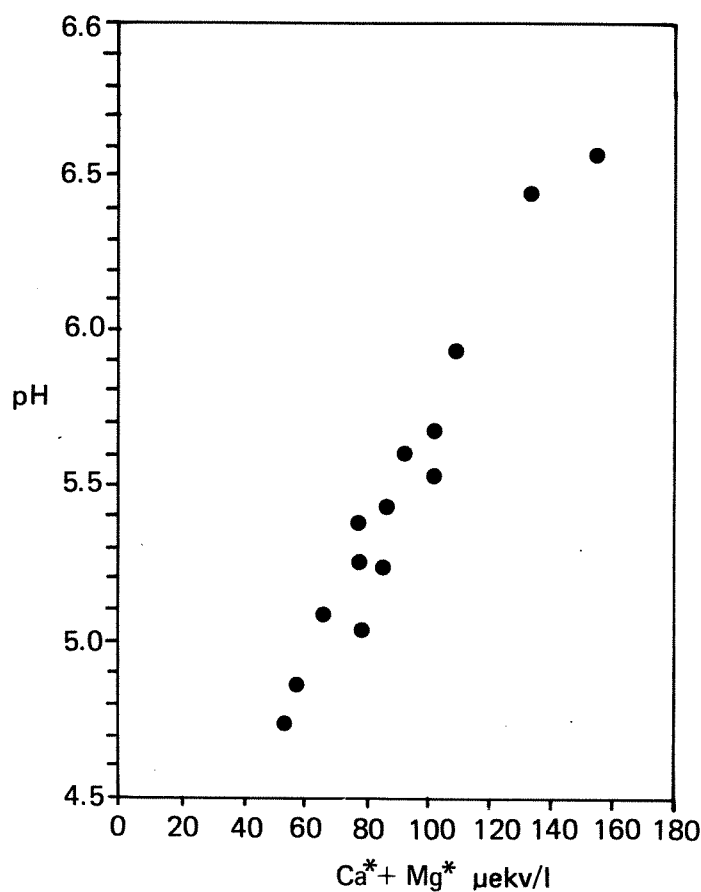
AC-1 i tabell 1 er forsuringen uttrykt som beregnet tap av alkalitet (opprinnelig alkalitet ÷ observert alkalitet) pluss konsentrasjonen av hydrogenioner og labilt aluminium (Henriksen 1983). Siden flere av innsjøene hadde et betydelig innhold av ikke-marint natrium, ble også natrium inkludert ved beregningen av opprinnelig alkalitet.

Tabell 1. Vannkjemisk karakterisering av 14 småvann på Jarfjordfjellet, Sør-Varanger. 25.-29. september 1987.

Innsjø- nummer	pH	Ca* + Mg* µekv/l	SO ₄ * µekv/l	ALK-E µekv/l	TOC mg/l	Al-labilt µg/l	Cl µekv/l	AC-1 µekv/l
JAR 01	6.45	133	110	36	2.09	5	130	96
JAR 02	5.25	84	105	0	1.16	42	115	89
JAR 03	5.38	77	94	0	1.06	23	121	76
JAR 04	5.43	86	103	0	1.15	30	115	87
JAR 05	5.09	67	97	0	0.86	55	107	69
JAR 06	4.74	54	97	0	0.73	110	104	75
JAR 07	5.26	78	104	0	0.84	35	107	79
JAR 08	5.04	79	111	0	0.47	77	118	83
JAR 09	5.95	108	119	8	1.13	19	113	100
JAR 10	6.58	155	117	64	1.71	16	138	92
JAR 11	5.69	101	119	0	1.03	14	121	104
JAR 12	4.85	58	97	0	0.75	112	110	83
JAR 13	5.52	102	119	0	1.06	32	99	106
JAR 14	5.61	93	111	0	1.01	16	118	91

Middel	-	91	107	-	1.08	-	115	88
SD	-	27.7	9.07	-	0.41	-	10.3	11.2
%SD	-	30.4	8.5	-	38.0	-	8.9	12.7
Median	5.41	85	108	0	1.02	31	115	88

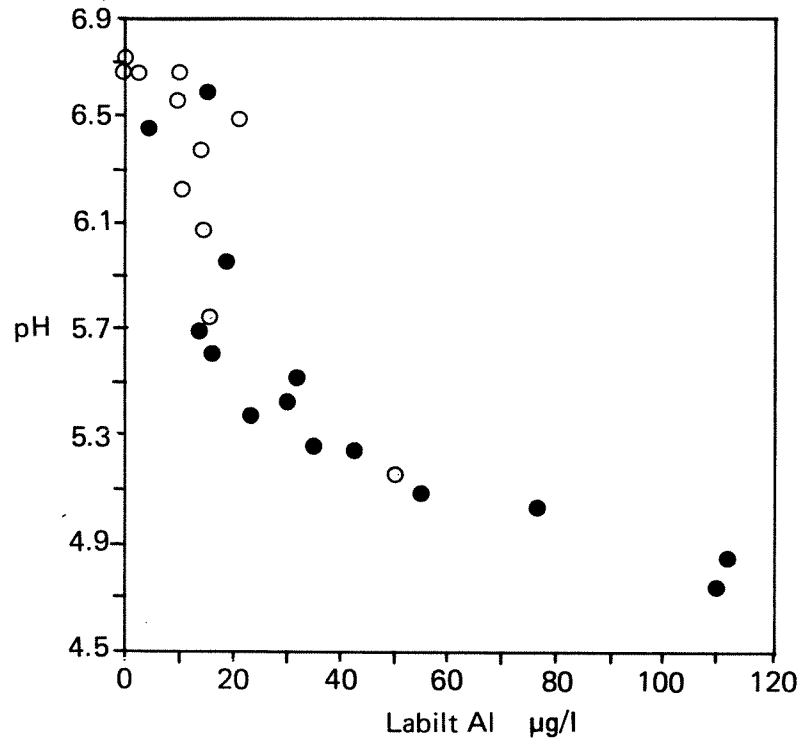
Det fremgår av tabell 1 at 2 av småvannene (JAR 06 og JAR 12) har pH-verdier på 4.74 og 4.85. Årsaken er at disse 2 innsjøene har de laveste konsentrasjonene av basekationene kalsium og magnesium, og derved har lavest motstandskraft mot forsuring. Når belastningen av sure komponenter er tilnærmet lik for en gruppe innsjøer vil pH være bestemt av innholdet av basekationer. Dette er illustrert i figur 3.



Figur 3. Sammenhengen mellom pH og ikke-marint kalsium og magnesium for 14 småvann i Sør-Varanger, 25.- 29. sept. 1987.

Av de 14 småvannene har hele 11 mistet motstandskraften mot ytterligere forsuring (ingen rest-alkalitet). Sjansen for sure episoder er derfor stor. Fisk vil trolig ha problemer med å vokse opp i mange av disse småvannene.

I 1000 sjøers undersøkelsen 1986 ble det ikke funnet vann med labilt aluminium i konsentrasjoner som er giftig for fisk. Av tabell 1 fremgår det at de 3 sureste innsjøene i undersøkelsen i 1987 hadde konsentrasjoner av labilt aluminium større enn veiledende giftighetsgrense på 60 µg/l. Innsjøene følger dermed mønsteret fra andre forsuringsområder, der vannenes innhold av giftig aluminium stiger med synkende pH. For innsjøene i Sør-Varanger er dette illustrert i figur 4.



Figur 4. Sammenhengen mellom pH og labilt aluminium for 14 småvann (●) og 11 "100-sjøers"-vann (o) i Sør-Varanger, 25.-29. sept. 1987.

Ikke-marin sulfat (SO_4^*) som gir et uttrykk for belastningen, varierer lite mellom innsjøene. Forsuringen uttrykt som beregnet tap av alkalitet (AC-1) varierer også lite. Dette er slik en må vente i et begrenset område når forurensningene er transportert med luften. De geologisk betingete parametrene kalsium og magnesium viser betydelig større relative variasjoner enn sulfat. Dette indikerer at geologisk sulfat neppe bidrar i vesenlig grad til ionesammensetningen. Økningen i sulfatkonsentrasjonene fra 1966 til 1985 i nærliggende innsjøer bekrefter også at forsuringen ikke er naturbettinget (Traaen 1985). Organiske syrer kan heller ikke forklare surheten i vannene. De sureste vannene har TOC-verdier mindre enn 1 mg C/l. Bidraget fra organiske syrer må da forventes å være mindre enn 5 $\mu\text{ekv/l}$ (Brakke et al. 1987).

Undersøkelsen har vist at den nåværende belastning med sur nedbør har ført til at de fleste undersøkte småvann på Jarfjordfjellet har mistet motstandskraften mot ytterligere forsuring. Flere innsjøer har en vannkvalitet som er for dårlig for å kunne opprettholde en fiskebestand.

Småvannene i Jarfjordområdet er forsuringfølsomme og er derfor velegnet for videre overvåking av forsuringutviklingen i området. For

å få en bedre oversikt over utbredelsen av forsurede småvann er det også behov for undersøkelser i nærliggende områder.

Hittil har overvåkingen av sur nedbør i Finnmark vært begrenset til innsjøer. Forurensningsgraden i Sør-Varanger er nå så høy at man også kan forvente sure episoder i elver som vanligvis har god vannkvalitet. Spesielt kan perioden under vårmeltingen vise seg å være kritisk. Det planlegges derfor å starte kontinuerlige målinger i en elv eller bekk.

6. LITTERATUR

- Brakke, D.F., A. Henriksen & S. A. Norton 1987: The relative importance of acidity sources for humic lakes in Norway.- *Nature*, 329, 432-434.
- Bøyum, A. 1970: Some Physical and Chemical Properties of Lakes in North-Eastern Norway.- *Hydrologie* 32, 1, pp. 300-326.
- Henriksen, A. 1983: Forsuringsmodeller - kan de brukes? - NORDFORSK's 19. Nordiska symposiet om Vattenforskning. Vaaksy 3.-5. mai 1983. Overvakning av vattenkvalitet. s. 305-325.
- Johannessen, M. 1983: Overvåking av forurenset luft og nedbør i Finnmark. Vannkjemisk vurdering av forsuringfølsomhet.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 72/83.
- Joranger, E., A. Henriksen, H. Kiland, C. Lysholm, I.P. Muniz, I.H. Sevaldrud, D. Svalastog 1980: Luft-og nedbørkjemi i Finnmark 1976-79. Naturgrunnlag, vannkjemi og fiskeforhold i Jergul feltforskningsområde, 1977.- SNSF-prosjektet. IR 76/80.
- Nordic Council of ministers 1987: Survey of atmospheric heavy metal deposition monitored by moss analysis.- Report NORD 1987. Nordic Council of ministers, København.
- Scholdager, J. 1979: Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978.- NILU-rapport 39/79.
- Scholdager, J., A. Semb, I.E. Bruteig, J.E. Hanssen, J.P. Rambæk 1983: Innhold av elementer i mose og lav, Øst- Finnmark 1981.- NILU-rapport 55/83.
- SFT 1985: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1984.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 201/85.
- SFT 1986 a : Miljøgifter og overvåkingsresultater 1984.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 216/86.
- SFT 1986 b : Eutrofiering i ferskvann. Luftkvalitet i byer. Overvåkingsresultater 1985.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 257/86.

SFT 1987: 1000 sjøers undersøkelsen 1986.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 282/87.

Traaen, T.S. 1985: Forsuring av innsjøer på Jarfjordfjellet, Øst-Finnmark.- NIVA-rapport O-85175.

Wright, R.F. 1987: Rain project. Annual report for 1986.- NIVA-rapport O-82073, nr.4.

V E D L E G G

Kartreferanser for undersøkte småvann på Jarfjordfjellet.

Innsjønr.	navn	h.o.h.	kartblad	UTM
JAR 01	Jammerdalsvatn	ca 110	2434 II	4066 77375
JAR 02	navnløst	265	2434 II	4055 77349
JAR 03	"	248	2434 II	4055 77346
JAR 04	"	247	2434 II	4065 77239
JAR 05	"	ca 270	2434 II	4075 77329
JAR 06	"	316	2434 II	4075 77339
JAR 07	"	255	2534 III	4084 77349
JAR 08	"	263	2534 III	4090 77352
JAR 09	"	207	2534 III	4088 77366
JAR 10	Kløvervatnet	166	2534 III	4098 77376
JAR 11	navnløst	197	2534 III	4106 77362
JAR 12	"	291	2534 III	4123 77338
JAR 13	"	271	2534 III	4116 77328
JAR 14	"	282	2534 III	4108 77327