

NILU OR: 75/91

NILU OR : 75/91
REFERANSE : O-1568
DATO : NOVEMBER 1991
ISBN : 82-425-0314-1

Luftforurensninger i Finnmark fylke

B. Sivertsen og J. Schjoldager

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	3
2 FINNMARK FYLKE UTENOM SØR-VARANGER	3
2.1 Svovelforbindelser og surhetsgrad	3
2.2 Nitrogenforbindelser	5
2.3 Ozon	5
2.4 Tungmetaller	7
3 SØR-VARANGER	9
3.1 Svovelforbindelser	10
3.2 Tungmetaller	14
4 VIRKNINGER AV FORURENSNINGER	16
5 REFERANSER	19

SAMMENDRAG

På oppdrag fra Landbruksdepartementet er det utarbeidet en oversikt over luftforurensningene i Finnmark.

Størstedelen av Finnmark fylke er påvirket av luftforurensninger på regional og kontinental skala, dvs. luftforurensninger fra kilder som til dels ligger langt unna. Disse forurensningene er transportert med luftstrømmer fra sentrale strøk av Europa. I vestlige deler av fylket og på Finnmarksvidda er forurensningsnivået lavt og generelt sett lavere enn i Sør-Norge.

Helt øst i fylket i Sør-Varanger kommune og opp mot grensen til Sovjetunionen er det en sterk økning i nivåene, særlig av svovel og metallinnholdet i luft og nedfall. Dette skyldes store utslipp av luftforurensninger fra smelteverk i Nikel og Zapoljarnij i Sovjetunionen. Nær grensen og på sovjetisk side av grensen er SO_2 -konsentrasjonene til tider langt høyere enn norske og internasjonale retningslinjer for luftkvalitet. Sviskader på vegetasjon er registrert flere ganger i Sør-Varanger kommune, men ikke når en kommer noen få mil vest for grenseområdene.

Avsetning av tungmetaller på mose og lav viser også sterke gradienter fra grensen og vestover. Nær grensen er avsetningen ca 10 ganger høyere enn i deler av Sør-Norge som er utsatt for langtransporterte luftforurensninger. Nivået faller med en faktor på ti fra grensen og ca 40 km vestover.

Vegetasjon i form av lav, mose, osp, vier og bjørk er tydelig påvirket av SO_2 -nivået i grenseområdene. Vinterbeitet for rein i området øst for Kirkenes er sterkt redusert. Forsuring av vann er også dokumentert i mange små fjellvann helt øst i Finnmark.

LUFTFORURENSNINGER I FINNMARK FYLKE

1 INNLEDNING

Luftforurensninger i Finnmark fylke kan mest hensiktsmessig diskuteres ved å inndelegge fylket i hovedområder etter graden av luftforurensningsbelastning. I noen områder har luftforurensningene et regionalt mønster, der det ikke ser ut til at én eller noen få enkeltkilder har større betydning. I andre områder har enkeltkilder stor påvirkning. Ut fra slike hensyn er det valgt å diskutere luftforurensningene i Finnmark fylke i to områder:

- 1) Finnmark fylke utenom Sør-Varanger.
- 2) Sør-Varanger.

2 FINNMARK FYLKE UTENOM SØR-VARANGER

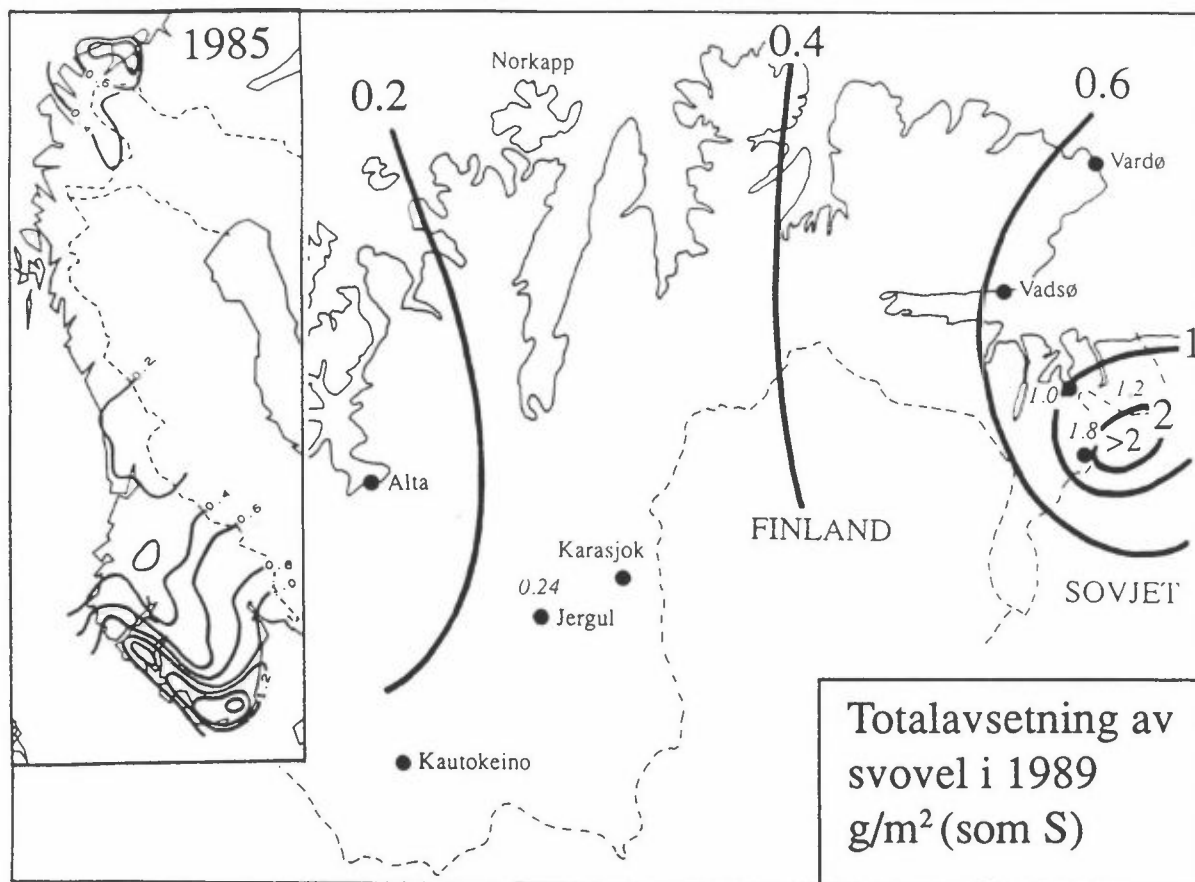
Størstedelen av Finnmark fylke er påvirket av luftforurensninger på regional og kontinental skala, dvs. luftforurensninger fra kilder som til dels ligger langt unna. Det fins eksempler på langtransport av luftforurensninger fra de store utslippsområdene i sentrale strøk i Europa og over Østersjøen og Bottenvika til Finnmark. NILU har en målestasjon på Jergul, som er en norsk målestasjon innenfor EMEP-programmet (European Monitoring and Evaluation Programme). Samlet avsetning av luftforurensninger er beregnet på grunnlag av data fra Jergul og flere nabostasjoner. Resultatene er presentert som avsetningskart, med "isolinjer" for bl.a. konsentrasjoner i luft og nedbør.

2.1 SVOVELFORBINDELSER OG SURHETSGRAD

I 1990 var veid middelkonsentrasjon av sulfat i nedbøren ved Jergul lik 0,22 mg/l (som S). Nedbøren hadde pH=4,69 i 1990.

Samlet våtavsetning av sulfat var 158 mg/m^2 i 1989 og 62 mg/m^2 (som S) i 1990. Disse verdiene er betydelig mindre enn på Sørlandet (SFT, 1991) og noe mindre enn forurensningene i fjellstrøk i Sør-Norge, fra Sogn og Fjordane gjennom Jotunheimen og Rondane til Røros-området.

Samlet avsetning (våtavsetning pluss tørravsetning) varierer over fylket, og den er beregnet bl.a. ved statistisk interpolasjon (Pedersen et al., 1990). Avsetningen i 1989 var minst i vestre deler av fylket, og den økte østover fra ca. $0,2 \text{ g/m}^2$ (som S) til ca 1 g/m^2 ved grensen til Sovjetunionen, som vist i figur 1. Tørravsetningsandelen var ved Jergul 28-36% i 1989 og 61-71% i 1990.



Figur 1: Totalavsetning av svovel over Finnmark i 1989 basert på målinger og modellberegninger.

I grenseområdene til Sovjetunionen forårsaker svovelutslippene fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij en avsetning på mer enn 2 g/m² innenfor et område på ca. 700 km². Dette området ligger i Sovjetunionen helt inn til grensen mot Sør-Varanger men berører ikke norske områder.

2.2 NITROGENFORBINDELSER

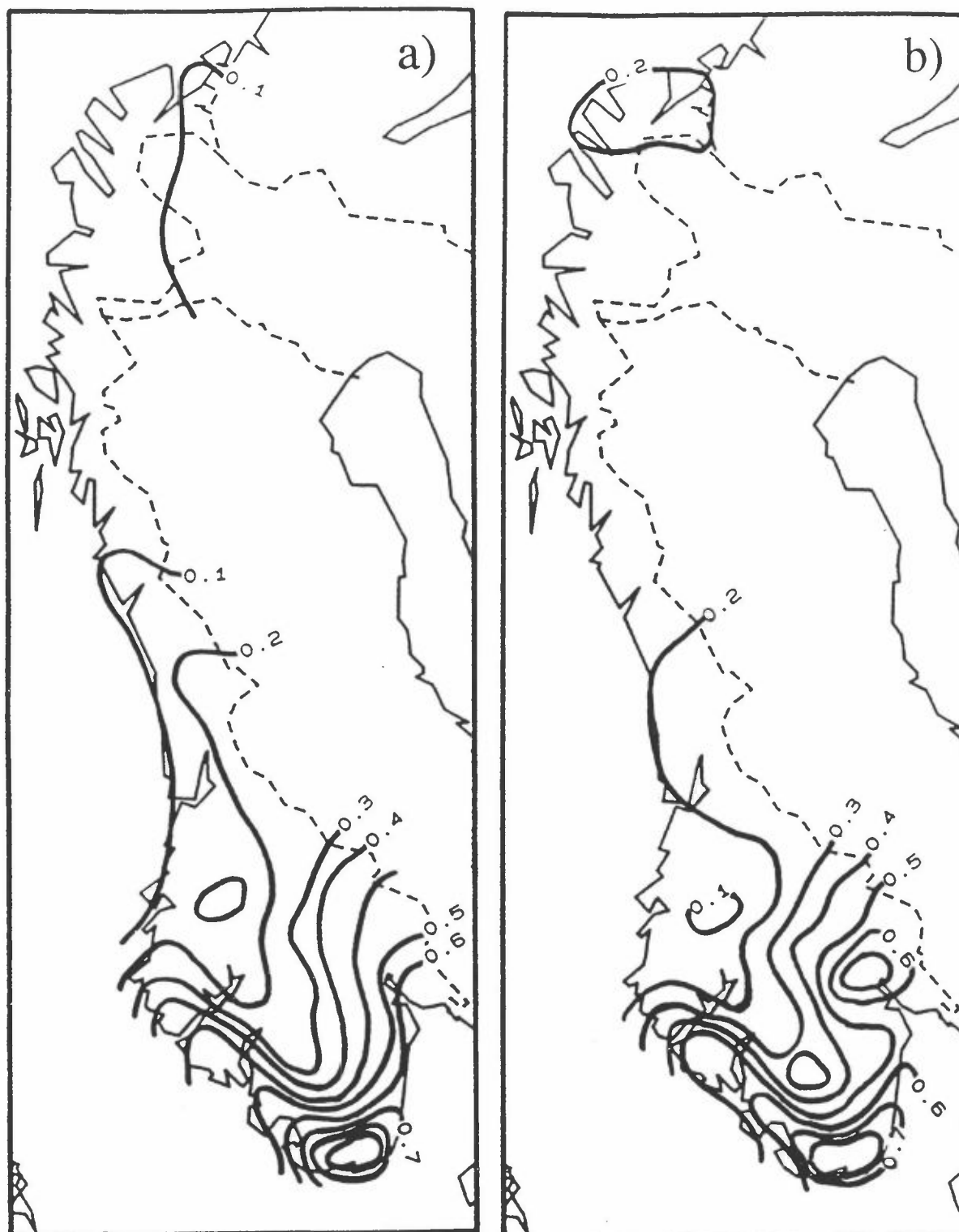
I 1990 var veid middelkonsentrasjon på Jergul av nitrat lik 0,15 mg/l (som N), mens veid middelkonsentrasjon av ammonium var 0,08 mg/l (som N). Våtavsetningen av nitrat var 41 mg/m² pr. år (som N), mens våtavsetningen av ammonium var 23 mg/m² pr. år. Konsentrasjon og avsetning av ammonium og nitrat var klart lavere enn i Sør-Norge og omtrent like lav som i Trøndelag, Nordland og Troms.

Det er ikke utslipp av nitrogenforbindelser av betydning i grenseområdene i Sovjetunionen.

Den regionale samlede avsetningen av nitrat (oksidert N) er for 1985 anslått til 0,05-0,1 g/m² pr. år (som N), og tilsvarende er samlet regional avsetning av ammonium (redusert N) anslått til 0,1-0,2 g/m² pr. år (som N), som vist i figur 2. Konsentrasjoner og avsetning av nitrogenforbindelser i Finnmark må karakteriseres som små.

2.3 OZON

Konsentrasjoner av ozon er målt på 14 steder i Norge (Pedersen, 1990). Ozon forekommer først og fremst på regional og kontinental skala, dvs. at fjerntliggende utslipp av nitrogenoksider og flyktige organiske stoffer har størst betydning. Konsentrasjoner av ozon kan sammenliknes med naturens "tålegrenser", dvs. konsentrasjoner som naturen kan utsettes for, uten at



Figur 2: Totalavsetning for 1985 (g/m^2 , som N) av:
a) Oksidert nitrogen
b) Redusert nitrogen
(Pedersen et al., 1990).

skader forekommer på kort eller lang sikt. Tålegrenser er utarbeidet av FNs økonomiske kommisjon for Europa (ECE), og er fastsatt til:

Midlingstid (h)	Tålegrense ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	150
8	60
7	50 [*])

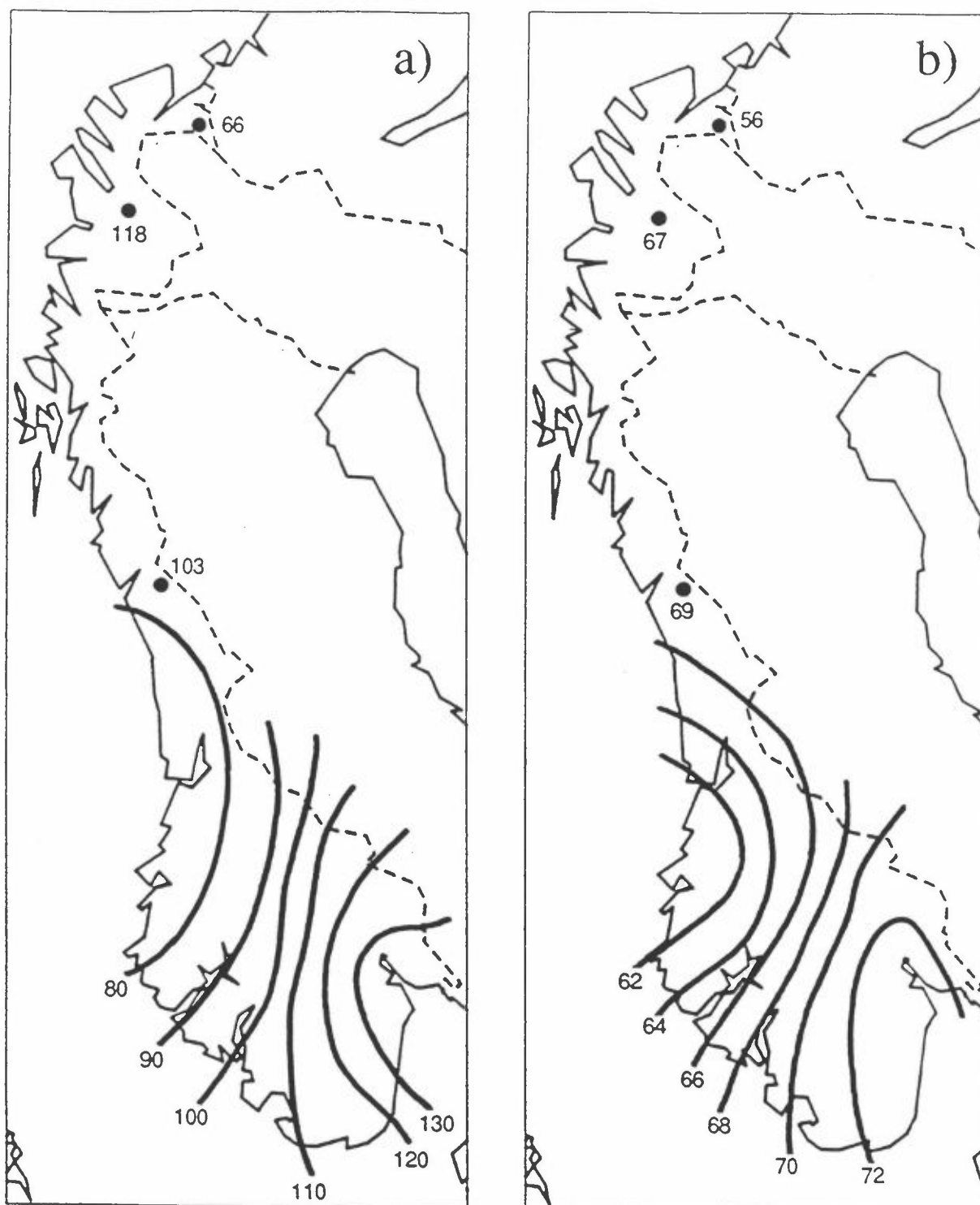
^{*}) Gjennomsnitt for kl 0900-1600 i vekstsesongen (april-september)

I Svanvik ble det i 1989 målt timemiddelkonsentrasjoner høyere enn $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 6 tilfeller. Det er også hvert år i perioden 1986-90 målt middelerdier for 8 timer (8 h-middelerdier) høyere enn $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Resultater er gjengitt i figur 3 og viser at antall døgn med 8 h-middelerdier høyere enn $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vanligvis avtar fra sør mot nord. Det var likevel 118 døgn i Jergul og 66 døgn i Svanvik med 8 h-middelerdier over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i april-september 1990.

Tålegrensen på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som middelerdi for 7 timer (7 h-middelerdi) ble overskredet på alle målestedene i Norge. Middelerdiene var høyest sør i landet og avtok nordover. Likevel var konsentrasjonen $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Jergul og $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Svanvik.

2.4 TUNGMETALLER

Den årlige våtavsetningen av tungmetallene bly, kadmium og sink er målt ved Jergul, og viser verdier som er mindre enn en tidel av de avsetningene som måles i Agder-fylkene. Som for svovel-forbindelsene er det registrert sterke gradienter inn mot grensen til Sovjetunionen i Sør-Varanger, hvor en del tungmetaller forekommer på nivåer langt over dem som måles i Sør-Norge.



Figur 3: Ozonkonsentrasjoner i Norge målt ved bakkenivå i perioden april-september 1990.

- a) Antall døgn med 8-timers konsentrasjoner over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 b) Midlere 7-timers konsentrasjoner om dagen (kl 09-16)
 (Pedersen, 1991).

Det er også foretatt kartlegging av metallinnholdet i moser (Rambæk og Steinnes (1980) og Schaug et al. (1990)). Disse undersøkelsene viser at avsetningen av tungmetaller avtar fra sør mot nord i Norge og fra vest mot øst i Finnmark. De laveste avsetningene av flere metaller finner vi over Finnmarksvidda og deler av Troms. Typiske konsentrasjoner målt på Finnmarksvidda og i Aust-Agder er vist i tabell 1.

Tabell 1: Metallkonsentrasjoner i etasjehusmose (ppm) målt på Finnmarksvidda og i Aust-Agder.

Element	Konsentrasjon i mose (ppm)	
	Finnmarksvidda	Aust-Agder
Bly (Pb)	5	120
Sink (Zn)	<40	100
Kopper (Cu)	<10	> 20
Nikkel (Ni)	< 2	20
Arsen (As)	0,2	3,2
Vanadium (V)	2	14
Krom (Cr)	1	8

3 SØR-VARANGER

Sør-Varanger kommune omfatter områdene sør for Varangerfjorden nærmest grensa til Sovjetunionen. Kommunen er sterkt påvirket av utslipp fra smelteverkene i de sovjetiske byene Nikel og Zapoljarnij, der Nikel ligger ca. 8 km fra grensa mot Norge og Zapoljarnij ca. 25 km lenger øst.

Luftforurensningene har vært betydelige i flere 10-år. Utslippene av svoveldioksid (SO₂) har vært kjent lenge, og det er også konstatert avsetning av tungmetaller som krom (Cr), kobolt (Co), nikkel (Ni), kopper (Cu) og arsen (As). Luftforurensningene har siden 1988 vært undersøkt som en del av det bilaterale miljøvernsamarbeidet mellom Miljøverndepartementet i Norge og Ministeriet for naturvern i Sovjetunionen (Hagen et al., 1991)

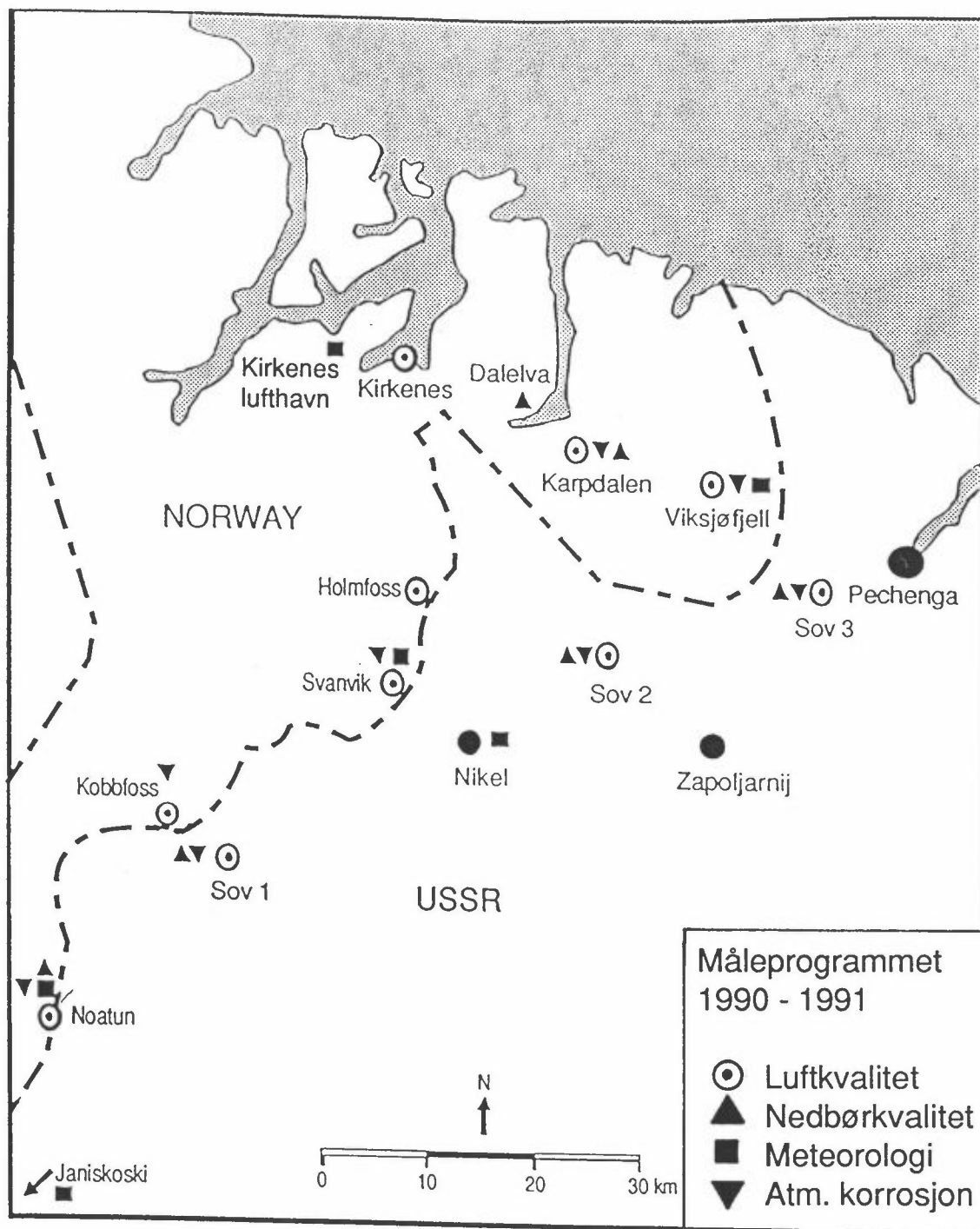
Påvirkningen av luftforurensninger kan strekke seg utover grensene til Sør-Varanger kommune. Det er målt forhøyde konsentrasjoner i luft av SO_2 og sulfat (SO_4) ved Vardø, med sovjetiske utslipp som den mest sannsynlige forklaringen. Avsetningen av tungmetaller på vegetasjon ser ut til å avta vestover mot indre del av Varangerfjorden, og beregnet spredning av luftforurensninger viser også påvirkning vestover utenfor Sør-Varanger kommune. Forurensningene vestover ser imidlertid ut til å avta betydelig fra maksimumsområdene mellom Kirkenes og Grense Jakobselv til områdene vest for Sør-Varanger kommune. Det er derfor praktisk å bruke betegnelsen "Sør-Varanger" på de områdene som har tydeligst påvirkning fra utslippene i Sovjetunionen.

3.1 SVOVELFORBINDELSER

I 1974 opprettet NILU en stasjon i Svanvik for døgnmålinger av SO_2 . Samtidig ble det opprettet fem stasjoner i Kirkenes og én stasjon i Hesseng, ca. 5 km sør for Kirkenes. Stasjonene i Kirkenes og omegn ble valgt for å måle forurensninger fra A/S Sydvaranger i Kirkenes. En av disse stasjonene, Rådhuset i Kirkenes, er stadig i drift.

I 1978 ble to nye stasjoner, Holmfoss og Jarvfjordbotn, satt i drift. Fra august 1986 ble stasjonen flyttet fra Jarvfjordbotn til Karpdalen.

En større kartlegging i form av en såkalt basisundersøkelse startet i 1988 på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn. Målet var å bestemme forekomst og omfang av luftforurensninger i grenseområdet mot Sovjetunionen. Måleprogrammet omfattet luftkvalitet, meteorologiske forhold, nedbørkvalitet og atmosfærisk korrosjon. Det ble bl.a. opprettet en ny målestasjon på Viksjøfjell, der det var ventet at SO_2 -konsentrasjonene ville være høyest. Målestedene er vist i figur 4.



Figur 4: Målestasjoner for luftkvalitet, meteorologiske forhold, nedbørkvalitet og korrosjon i grenseområdet i Norge og Sovjetunionen 1990-91.

Utslippene av svoveldioksid fra Nikel og Zapoljarnij ble i 1990 oppgitt fra sovjetisk side å være ca. 240.000 tonn, derav ca. 180.000 tonn fra Nikel og ca. 60.000 tonn fra Zapoljarnij. Til sammenlikning var samlede norske utslipp på 59.000 tonn i 1990.

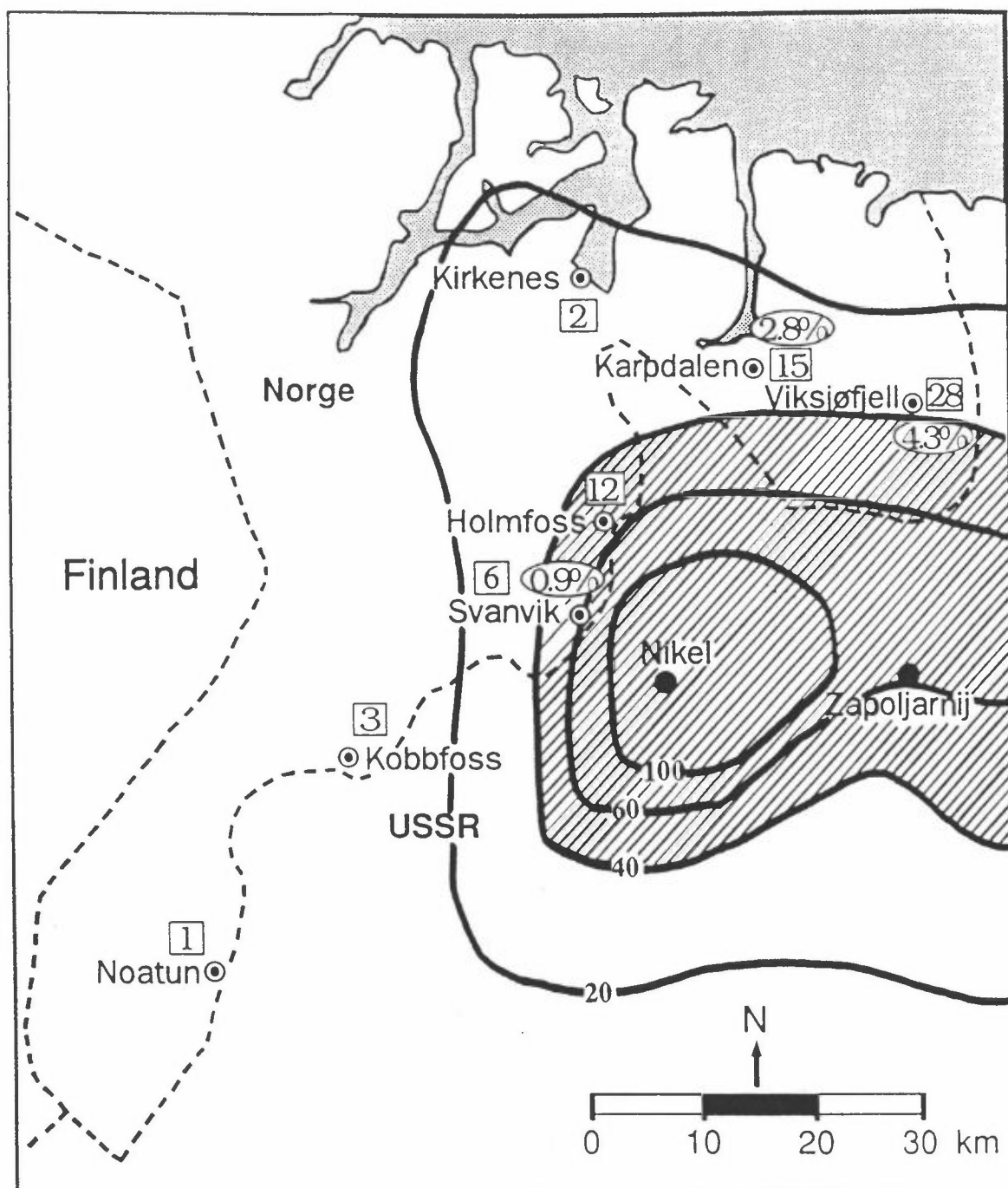
Konsentrasjoner av SO₂ måles på flere steder i Sør-Varanger, og det er plassert kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik og Karpdalen. Når størstedelen av utslippene skjer fra høye skorsteiner, vil SO₂-påvirkningen variere svært mye, fra lave konsentrasjoner i lengre perioder til høye konsentrasjoner i forurensningsepisoder. De høyeste konsentrasjonene måles som oftest om vinteren. De høyeste middelkonsentrasjonene forekommer lengst øst i Sør-Varanger, og måles oftest på Viksjøfjell.

Verdens helseorganisasjon (WHO) har foreslått 350 µg/m³ som maksimal timemiddelverdi for SO₂. Desuten foreligger et norsk forslag til retningslinjer for SO₂ (SFT, 1982) som sier at SO₂-konsentrasjoner midlet over 24 h ikke skal overskride 100-150 µg/m³. Midlet over 6 måneder skal konsentrasjonene ikke overskride 40-60 µg/m³.

Konsentrasjonsfordelingen av SO₂ midlet over vinteren 1990/91 viser at det mest belastete området ligger inne på sovjetisk område (figur 5). Den største belastningen på norsk område ligger øst for Kirkenes og i østre deler av Pasvik-dalen.

Overskridelser av forslag til retningslinjer forekom oftest øst i Sør-Varanger. I vinterhalvåret er timemiddelkonsentrasjonene høyere enn 350 µg/m³ i ca. 5% av tiden helt øst i fylket (Viksjøfjell) og i ca. 1% av tiden ved Svanvik i Pasvik.

I løpet av vintrene 1990 og 1991 ble det observert flere episoder med høye SO₂-konsentrasjoner i grenseområdene. De tre høyeste konsentrasjonene midlet over 1 time registrert vintrene 1990 og 1991, samt sommeren 1990 er vist i tabell 2.



Figur 5: SO₂-konsentrasjoner i grenseområdene mot Sovjetunionen målt og beregnet i perioden 1.10.1989-31.3.1991. Kurvene viser vinterhalvårsmidlete konsentrasjoner (µg/m³).

- Antall døgn med SO₂-konsentrasjoner > 100 µg/m³.
- Prosentvis antall timer med SO₂-konsentrasjoner > 350 µg/m³.

Tabell 2: De tre høyeste timemidlete SO₂-konsentrasjonene registrert ved 3 målestasjoner i Sør-Varanger i perioden 1.10.1989-31.3.1991. Antall timer (N) med konsentrasjoner over 350 µg/m³ er også angitt.

SO ₂ (µg/m ³)	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik
Vinter	3121	1133	2458
	2974	940	2304
	2825	865	2226
Sommer	1020	1057	1170
	899	776	777
	803	621	532
N > 350 µg/m ³	251	126	61

Av 22 såkalte episoder i perioden forekom 18 i vinterhalvåret.

De fleste episodene er karakterisert ved høytrykk øst for grenseområdene og lavtrykk i vest eller nordvest. Denne situasjonen setter opp et svakt vindfelt fra omkring sør eller sørøst, som transporterer luftforurensninger til norsk område.

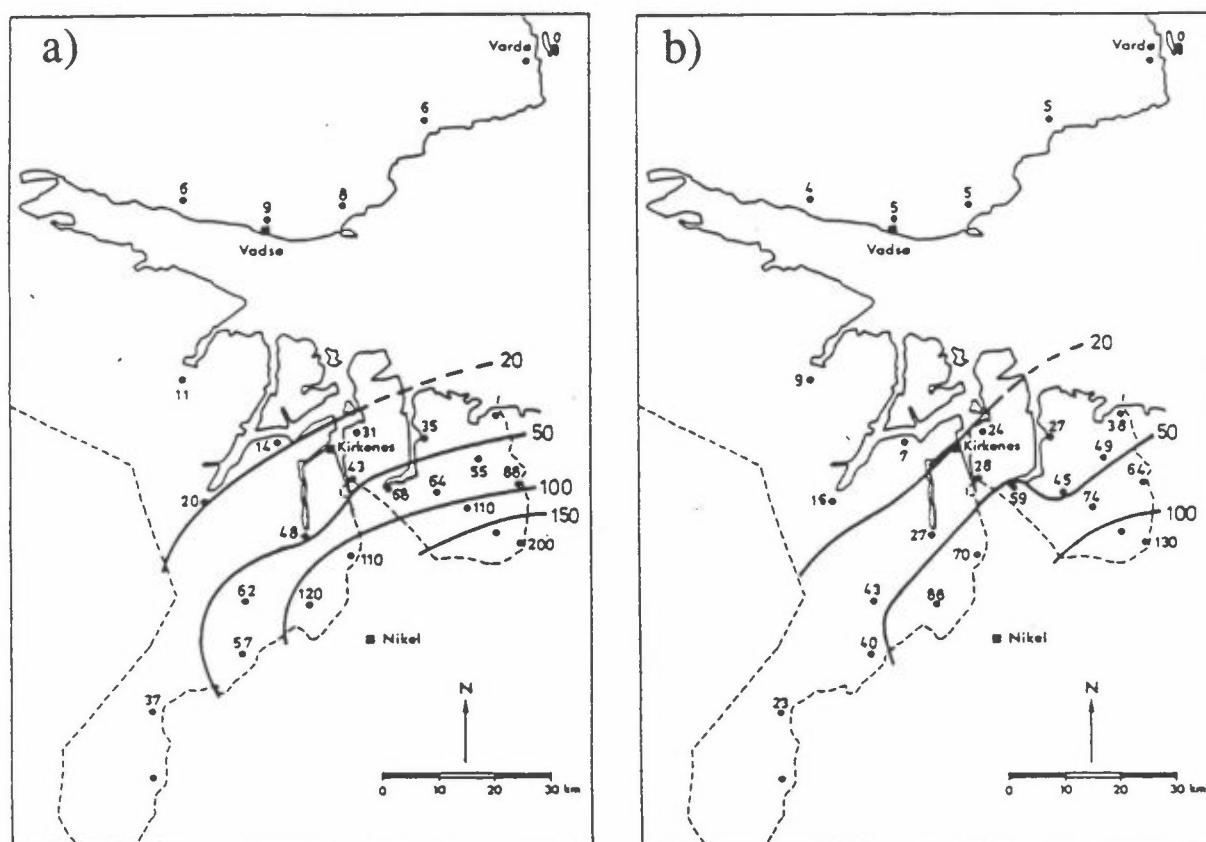
Totalavsetningen av svovelforbindelser er beregnet på grunnlag av modeller og målinger (Sivertsen et al., 1991). Den største avsetningen skjer inne på sovjetisk område, som vist i figur 1. I nærheten av smelteverkene er avsetningen over 3 g/m² pr. år. Ved grensen til Norge er avsetningen opp mot 2 g/m². Den avtar raskt vestover og er beregnet til ca. 0,6 g/m² ved Vadsø og ca. 0,4 g/m² ved Tanafjorden. De store utslippene fra høye skorsteiner ved smelteverkene kan til tider transporteres over store avstander, og innflytelsen av svovelutslippene kan registreres ca. 100 km inn i Norge. På Finnmarksvidda er svovelavsetningen nede på "naturlig bakgrunnsnivå"; 0,2 g/m².

3.2 TUNGMETALLER

Avsetning av tungmetaller på mose og lav ble undersøkt i 1976 og 1977 (Rambæk og Steinnes, 1980) og i 1978 og 1981 (Schjoldager, 1979; Schjoldager et al., 1983) og i 1990. Tungmetaller på svevestøv i luft måles på tre steder i 1990-91 som en del av

på svevestøv i luft måles på tre steder i 1990-91 som en del av miljøvernsamarbeidet med Sovjetunionen, og på ytterligere fire steder som en del av basisundersøkelsen i Sør-Varanger. På alle målestedene i Norge analyseres luftfiltrene for elementene Cr, Co, Ni, Cu og As, V, Mn, Fe, Zn, Cd og Pb.

Konsentrasjonen i mose og lav var gjennomgående langt høyere ved grensa mot Sovjetunionen enn lenger unna. Dette gjaldt særlig Cr, Co, Ni, Cu og As. Figur 6 viser konsentrasjon av Ni og Cu i etasjehusmose, der påvirkningen fra Sovjetunionen framgår tydelig.



Figur 6: Konsentrasjoner av etasjehusmose (*Hylocomium splendens*) av:
 a) nikkel,
 b) kopper,
 samlet i august 1981.

Målingene av tungmetaller i luft viser høyere middelkonsentrasjoner av Cr, Co, Ni og Cu enn ved Birkenes langt sør i landet (Aust-Agder). Birkenes er påvirket av tilførsel av forurenset luft fra andre land. Midlere konsentrasjon av Ni og Cu på Viksjøfjell var om lag en faktor 10 høyere enn midlere konsentrasjon på Birkenes i 1985-86.

4 VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER

Det eneste området der det er dokumentert virkninger av luftforurensninger, er i Sør-Varanger. Her er det flere ganger observert sviskader på høyere vegetasjon i forbindelse med episoder med høye SO₂-konsentrasjoner i vekstperioden. Slike skader forutsetter konsentrasjoner over 500 µg/m³ over 1-2 timer. Sviskadene ytrer seg i form av gulfarging og nekroser på bladverket av bl.a. bjørk. De forekommer oftest i området øst for Kirkenes nær grensen mot Sovjet, og på sovjetisk side av grensen, men er også observert i Pasvikdalen, bl.a. sommeren 1978. Siden 1986 har det vært regelmessig overvåking av vegetasjon i området med hovedvekt på skog. Opplysninger om sunnhets-tilstand osv. foreligger i rapporter fra Norsk institutt for skogforskning (NISK) (Aamlid, 1991).

Lavarter er særlig følsomme for luftforurensninger, og forekomsten av mer eller mindre følsomme lavarter er ofte brukt til kartlegging av forurensningsnivået. Forekomsten av epifytiske lavarter i England (Hawksworth and Rose, 1970) gir et godt bilde av de årlige middelkonsentrasjonene av SO₂. Følsomme lavarter tåler ikke middelkonsentrasjoner av SO₂ over 20-50 µg/m³.

I Sør-Varanger er lav-vegetasjonen tydelig påvirket av SO₂ (Bruteig, 1984). Påvirkningen er ikke begrenset til treboende (epifyttiske) lavarter, men har også redusert lav som vokser på stein og jord. Det er funnet skade på sigdemoser, furumose og etasjehusmose særlig sør og øst for Kirkenes mot grensen til Sovjetunionen. I de samme områdene var også større osper ofte

døde eller topptørre, og bjørka hadde ofte brunsvidde blad (Frisvold, 1990). Tømmervik et al. (1989) har vist at reinlav (*Cladina* sp.) og andre jordboende lav er redusert betydelig i hele området øst for Kirkenes, og også i noen grad i området mellom Kirkenes og Neiden. Dette har redusert vinter- og barmarksbeitet for rein i området øst for Kirkenes med 1600 dyr, fra 1800 til 200.

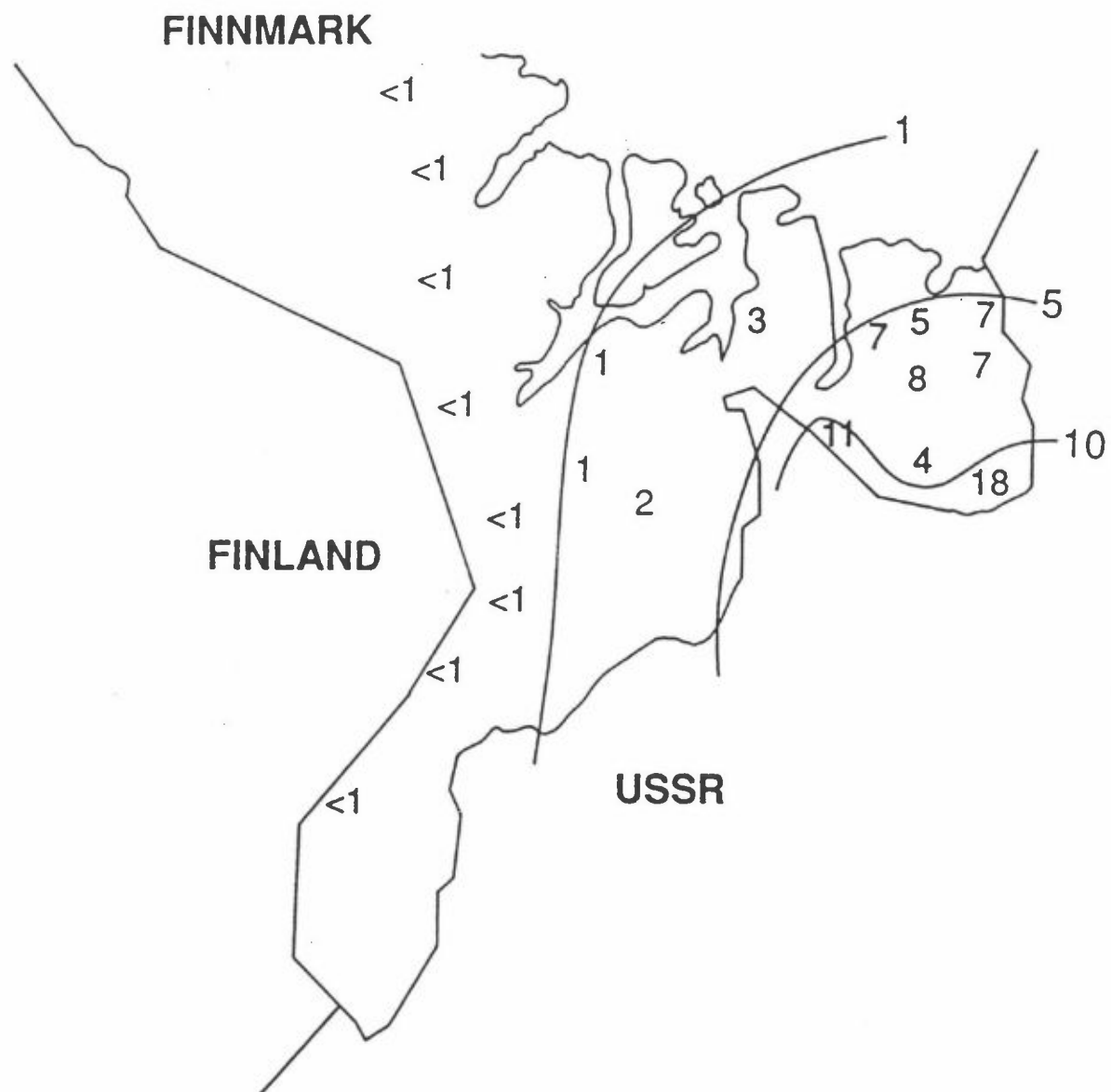
Forsuring av vann er også dokumentert gjennom Norsk institutt for vannforskning (NIVAs) undersøkelser. NIVA undersøkte i 1989 en rekke vann i Sør-Varanger for surhet, belastning av svovel og nitrogen og innhold av tungmetaller (Traaen et al., 1990). I alt ble 44 små innsjøer undersøkt fra 15 vassdrag. Mange små fjellvann øverst i vassdragene var sterkt forsuret, med pH ned til 4,7 og konsentrasjoner av labilt aluminium som er giftig for fisk. Tålegrensen for svovelbelastning var overskredet i ca. 1/3 av de undersøkte innsjøene. Forsuringsbidraget fra nitrat var ubetydelig.

De høyeste konsentrasjonene av tungmetaller, særlig nikkel og kopper, ble registrert i småvann øverst i vassdragene. Nikkel og til dels kopper viste en geografisk fordeling som var i god overensstemmelse med ikke-marint sulfat og pH, noe som tyder på forurensninger fra smelteverk i Sovjetunionen, se figur 7.

Det ble ikke registrert konsentrasjoner av tungmetaller høyere enn i klasse 2 (moderat forurenset) i SFTs kriterier for vannkvalitet. En kan derfor ikke forvente at tungmetallinnholdet er akutt giftig for fisk, men en kan ikke utelukke å finne subletale effekter av nikkel.

Sedimentene var markert forurenset (klasse 3) av nikkel og kvikksølv i grensenære vassdrag sør for Jarfjorden, men forurensningen avtok ut mot kysten. I andre områder av Sør-Varanger var sedimentene lite til moderat forurenset av nikkel og kvikksølv. For kopper og kadmium ble det registrert liten til moderat forurensning i alle de undersøkte områdene (Traaen et al., 1990).

Ni, $\mu\text{g/l}$
September 1989



Figur 7: Nikkelkonsentrasjoner i innsjøer i Sør-Varanger, september 1989 (Traaen et al., 1990).

5 REFERANSELISTE

- Aamlid, D. (1991) Skogovervåking i Østre Finnmark. Statusrapport 1 (1988). Ås, NISK.
- Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforurensning i Aust-Finnmark - Hovedfagsoppgave. Univ. i Trondheim, AVH, Botanisk Institutt.
- Frisvoll, A. og Flatberg, K.I. (1990) Moseskader i Sør-Varanger. Trondheim, NINA (Naturens tålegrense, MD, Fagrapport 14).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991, framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.7.1991. Lillestrøm (NILU OR, under utarbeiding).
- Hawksworth, D.L. and Rose, F. (1970) Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*, 227, 145-8.
- Pedersen, U. (1990) Kart over ozonkonsentrasjoner i Norge sammenliknet med naturens tålegrenser. Lillestrøm (NILU OR 92/90).
- Pedersen, U., Walker, S.E. og Kibsgaard, A. (1990) Kart over atmosfærisk avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser i Norge. Lillestrøm (NILU OR 28/90).
- Rambæk, J.P. og Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller (IFA Work Report A7).
- Schaug, J., Rambæk, J.P., Steinnes, E., Henry, R.C. (1990) Multivariate analysis of trace element data from moss samples used to monitor atmospheric deposition. *Atmos. Environ.*, 24A, 2625-2631.
- Schjoldager, J. (1979) Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. Lillestrøm (NILU OR 39/79).
- Schjoldager, J., Semb, A., Bruteig, I.E., Hanssen, J.E. og Rambæk, J.P. (1983) Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. Lillestrøm (NILU OR 55/83).

Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O., Henriksen, J.F., Walker, S.E. og Aarnes, M.J. (1991) Luftforurensninger i grenseområdet mellom Norge og Sovjetunionen i perioden januar 1990 - mars 1991. Lillestrøm (NILU OR, under utarbeiding).

Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning, virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport nr. 38).

Statens forurensningstilsyn (1991) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. Oslo (SFT-rapport 437/91)

Traaen, T., Rognerud, S. og Henriksen, A. (1990) Forsuring og tungmetallforsuring i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo (NIVA Rapportnr. O-89076).

Tømmervik, H., Johansen, B. og Eira, A.N. (1989) Kartlegging av forurensningsskader på lavbeitene i østre Sør-Varanger reinbeitedistrikt ved hjelp av satellittbilder. Tromsø (FORUT Rapport R 0037).



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 75/91	ISBN-82-425-0314-1	
DATO DESEMBER 1991	ANSV. SIGN. <i>Skonland</i>	ANT. SIDER 20	PRIS NOK 30,-
TITTEL Luftforurensninger i Finnmark fylke		PROSJEKTLEDER B. Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-1568	
FORFATTER(E) B. Sivertsen, J. Schjoldager		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Det Kongelige Landbruksdepartement Postboks 8007 Dep., 0030 OSLO 1			
STIKKORD Luftforurensning Finnmark			
REFERAT En oversikt over luftforurensningene i Finnmark viser at det er sterke gradienter i svovel- og metallinnholdet i luft fra grensen mot Sovjetunionen (Sør-Varanger) til Finnmarksvidda. På vidda er forurensningsnivået lavt og generelt sett lavere enn i Sør-Norge. Helt øst i fylket er SO ₂ -konsentrasjonene, svovelavsetningen og metallbelastningen til dels svært høy.			

TITLE Air pollution in Finnmark
ABSTRACT Strong gradients of SO ₂ , sulphur deposition and heavy metals in air and vegetation has been found from the border to USSR to the central parts of Finnmark county. At Jergul the air quality is good and usually better than at background stations in Southern Norway. In Sør-Varanger, close to the border of USSR, very high concentrations of SO ₂ and heavy metals are found occasionally.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C