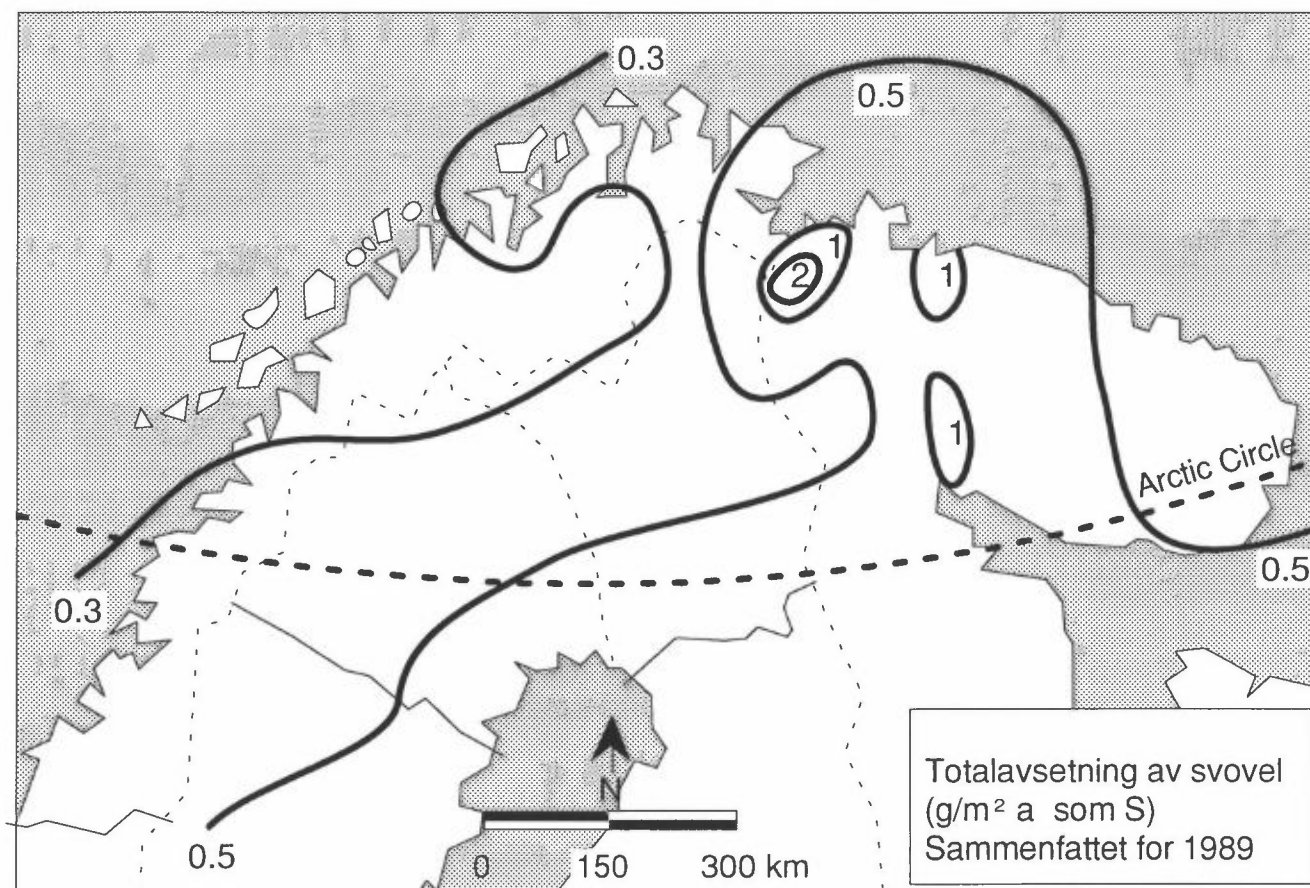


# Avsetning av svovelforbindelser på Nordkalotten

av  
Bjarne Sivertsen, Ulf Pedersen,  
Jørgen Schjoldager



*Nordkalottens miljøråd*  
(Arbeidsgruppe: Luftforurensninger på Nordkalotten)

Rapport nr. 29  
Nordkalottkommittéens publikasjonsserie  
Pohjoiskalottikomitean julkaisusarja  
ISBN 82-425-0455-5

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Datagrunnlag.....</b>	<b>3</b>
2.1. Utslipp.....	3
2.2. Målesteder for luft- og nedbørkvalitet.....	5
2.2.1. Finland.....	6
2.2.2. Norge .....	7
2.2.3. Sverige.....	9
2.2.4. Russland.....	10
<b>3. Kart over avsetning og svovelforbindelser .....</b>	<b>11</b>
3.1. Våtavsetning.....	11
3.2. Totalavsetning .....	11
<b>4. Avsetning av svovelforbindelser fra utslipp på Kola-     halvøya .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Konklusjon.....</b>	<b>17</b>
<b>6. Referanseliste .....</b>	<b>18</b>

## Sammendrag

På oppdrag fra Nordkalottens miljøgruppe v/Fylkesmannen i Troms er det utarbeidet en tilstandsrapport om forurensningssituasjonen på Nordkalotten basert på svovelavsetning. Med Nordkalotten menes i denne sammenhengen Lapplands län i Finland, Nordland, Troms og Finnmark fylker i Norge og Norrbottens län i Sverige. Det er utarbeidet oversiktskart som viser våtavsetning og samlet avsetning av svovelforbindelser. Kartene viser relativt små forskjeller over større områder. Våtavsetningen på regional skala var i intervallet 0,2-0,4 g/m<sup>2</sup>a (som S), og samlet avsetning på regional skala var i intervallet 0,3-0,6 g/m<sup>2</sup>a (som S).

Det er en markert økning i nordøstlige deler av Nordkalotten nær grensa til Russland. Det er store utslipp i Nikel, Zapoljarnij, Montsjegorsk, Apatity og Murmansk. De to førstnevnte stedene ligger bare henholdsvis 8 km og 12 km fra Norge. Beregnet spredning og avsetning av svovelutslipp fra Nikel og Zapoljarnij viser at 1 g/m<sup>2</sup>a eller mer avsettes i et område på ca. 3600 km<sup>2</sup>. I tilsvarende område i Russland belastes for mer enn 1 g/m<sup>2</sup>a på grunn av svovelutslipp fra Montsjegorsk, Apatity og Murmansk.

## Yheteenveto

Pohjoiskalotin ympäristötyöryhmän toimeksiannosta on laadittu tilanneraportti Pohjoiskalotin saastumistilanteesta, joka perustuu rikkilaskeumiin. Pohjoiskalotilla tarkoitetaan tässä yhteydessä Lapin lääniä Suomessa, Nordlandin, Tromsin ja Finnmarkin läänejä Norjassa ja Norrbottenin lääniä Ruotsissa. Tilanneraporttiin liittyvät myös kartat, joista ilmenevät märkälasseumat sekä rikkiyhdisteitten kokonaislasseumat. Karttojen osoittamat alueelliset erot laajoilla alueilla ovat suhteellisen pieniä. Märkälasseuma alueellisella tasolla vaihtelee 0,2-0,4 g/m<sup>2</sup>a (rikkinä) kokonaislasseuman ollessa 0,3-0,5 g/m<sup>2</sup>a (rikkinä).

Lisäystä on havaittavissa Pohjoiskalotin koillisosissa, Venäjän rajan läheisyydessä. Päästöt Nikelistä, Zapoljarnista, Montsegorskista, Apatitista ja Murmanskista ovat suuret. Nikeli ja Zapoljarnie sijaitsevat vain 8 ja 12 kilometrin päässä Norjan rajasta. Rikkipäästöjen arvioitu levinnäisyys ja laskeuma Nikelistä ja Zapoljarnista osoittavat, että 1 g/m<sup>2</sup>a tai sitä suurempi laskeuma kattaa alueen, joka käsittää n 3600 km<sup>2</sup>. Vastaavaa aluetta Venäjällä rasittavat 1 g/m<sup>2</sup>a ylittävät rikkipäästölaskeumat Montsegorskista, Apatitista ja Murmanskista.

# Avsetning av svovelforbindelser på Nordkalotten

## 1. Innledning

I brev fra Fylkesmannen i Troms i juli 1992 ble NILU bedt om å utarbeide en tilstandsrapport om luftforurensningssituasjonen på Nordkalotten basert på "svovelavsetning". Det ble også bedt om å få utarbeidet deposisjonskart m.h.p. svovel for det samme området. Nordkalotten ble spesifisert til å omfatte disse områdene:

Finland: Lapplands län

Norge: Nordland, Troms og Finnmark fylker (dvs. Nord-Norge)

Sverige: Norrbottens län

Områdene i de tre landene er vist på kartskissen i figur 1.

## 2. Datagrunnlag

### 2.1. Utslipp

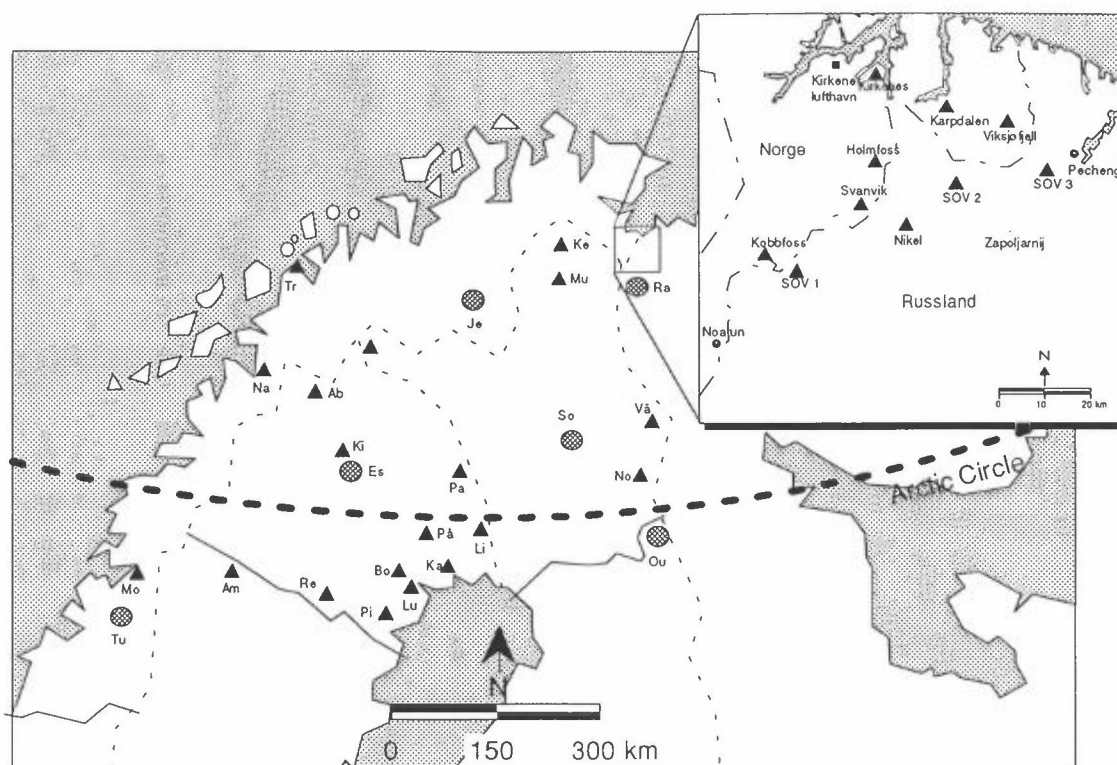
Nordkalotten er utsatt for langtransporterte luftforurensninger, særlig fra store utslippsområder i østlige deler av Europa og vestlige deler av Russland. Viktige luftforurensninger forårsakes av russiske utslipp, særlig fra smelteverkene på Kola-halvøya. De to industristedene Nikel og Zapoljarnij ligger henholdsvis 8 km og 12 km fra grensa til Finnmark fylke. Montsjegorsk og Apatity ligger henholdsvis ca 80 km og ca. 90 km fra grensa til Lapplands län, mens Murmansk ligger ca. 100 km fra grensa til Finnmark fylke. Utslippsmengdene for 1990 er oppgitt til å være (Tuovinen et al., 1992):

Nikel	:	190 000	tonn	SO <sub>2</sub>
Zapoljarnij:		67 000	"	"
Montsjegorsk:		233 000	"	"
Apatity:		32 000	"	"
Murmansk:		24 000	"	"

Utslippene i Lapplands län i Finland er for 1990 oppgitt til totalt ca. 10 000 tonn SO<sub>2</sub> (Lapplands länsstyrelse, 1992). Utslippene var størst i byene Kemi og Kemijärvi med disse utslippsmengdene:

---

Veitsilouto, Kemi:	2310	tonn	SO <sub>2</sub>
Metsä-Botnia, Kemi:	1610	"	"
Veitsilouto, Kemijärvi:	1060	"	"
Karjalahti, Kemi:	360	"	"



Figur 1: Nordkalotten med en del av målestasjonene som er brukt i denne rapporten.

Finland: Kevo (Ke)

Muddusjärvi (Mu)

Kilpisjärvi (Ki)

Sodankylä (So/BaPMon)

Värriö (Vä)

Naruska (Na)

Oulanka (Ou) (EMEP)

Norge: Jergul (Je) (EMEP)

Tromsø (Tr)

Narvik (Na)

Mo i Rana (Mo)

Tustervatn (Tu) (EMEP)

Sør-Varanger/Kola (se innfelt kart)

Sverige: Abisko (Ab)

Kiruna (Ki)

Esrange (Es) (EMEP)

Pajala (Pa)

Pålkem (På)

Liehitjäjä (Li)

Böden (Bo)

Kalix (Ka)

Luleå (Lu)

Piteå (Pi)

Reivo (Re)

Ammarnäs (Am)

Utslippsmengder i Norge foreligger for en del større bedrifter i Nord-Norge. Tallene er oftest årlige gjennomsnitt for perioden 1985-90, og flere av dem er usikre. De viktigste er:

Salten verk, Sørfold:	2200 tonn SO <sub>2</sub>
Mosjøen aluminiumverk, Mosjøen:	800 " "
A/S Sydvaranger, Kirkenes:	780 " "
Finnfjord smelteverk, Finnsnes	640 " "
Norcem, Kjølpsvik:	340 " "
Glomfjord fabrikker, Glomfjord:	180 " "

Samlede årlige utslipp i Nord-Norge er anslått til ca. 9500 tonn SO<sub>2</sub>.

Utslippsmengder i Norrbottens län i Sverige er for 1990 oppgitt til ca. 7100 tonn SO<sub>2</sub>. De viktigste enkeltutslippene er på årsbasis (Brännström, 1992):

LKAB, Malmberget:	800 tonn SO <sub>2</sub>
LKAB Kiruna:	760 " "
LKAB Svappavaara:	620 " "
SSAB Luleå:	613 " "
SCA Munklund:	423 " "
Luleå kraftvarmeverk:	200 " "
ASSI Karlsborg:	160 " "

Smelteverket Rönnskärsverken ligger ved kysten ca. 45 km sør for grensa til Norrbottens län. Utslipet er ifølge Länsstyrelsen ca. 5000 tonn SO<sub>2</sub> på årsbasis.

## 2.2. Målesteder for luft- og nedbørkvalitet

I det europeiske måleprogrammet EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) er målestasjoner plassert på disse stedene (Pedersen et al., 1992):

Finland: Oulanka  
 Norge: Tustervatn og Jergul  
 Sverige: Esrange  
 Russland: Rajakoski

Måleresultatene skal være representative for større geografiske områder. Målestedet Rajakoski ligger nær grensemøtet mellom Russland, Finland og Norge og ca. 65 km sørvest for det russiske smelteverket i Nikel. Måleresultater fra 1990 er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1: Resultater fra EMEP-målesteder 1990 (Pedersen et al., 1992).

Målested, land	Nr.	Nedbør		Luft	
		pH	SO <sub>4</sub> -S Avsetning (mg/m <sup>2</sup> a)	SO <sub>2</sub> -S Middel (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> -S Maksimal døgnverdi (µg/m <sup>3</sup> )
Oulanka, Finland	SF22	4,53	155	1,1	14,7
Tustervatn, Norge	N15	4,99	245	0,3	9,1
Jergul, Norge	N30	4,69	62	0,8	16,6
Esrangle, Sverige	S13	4,72	15	1,0	10,0
Rajakoski, Russland	SU1	4,83	234	1,1	29,1

Spesielle målesteder er opprettet i landene på Nordkalotten, dels for å måle lokal luftforurensning og dels for å måle tilførsel fra nærliggende kilder i Russland.

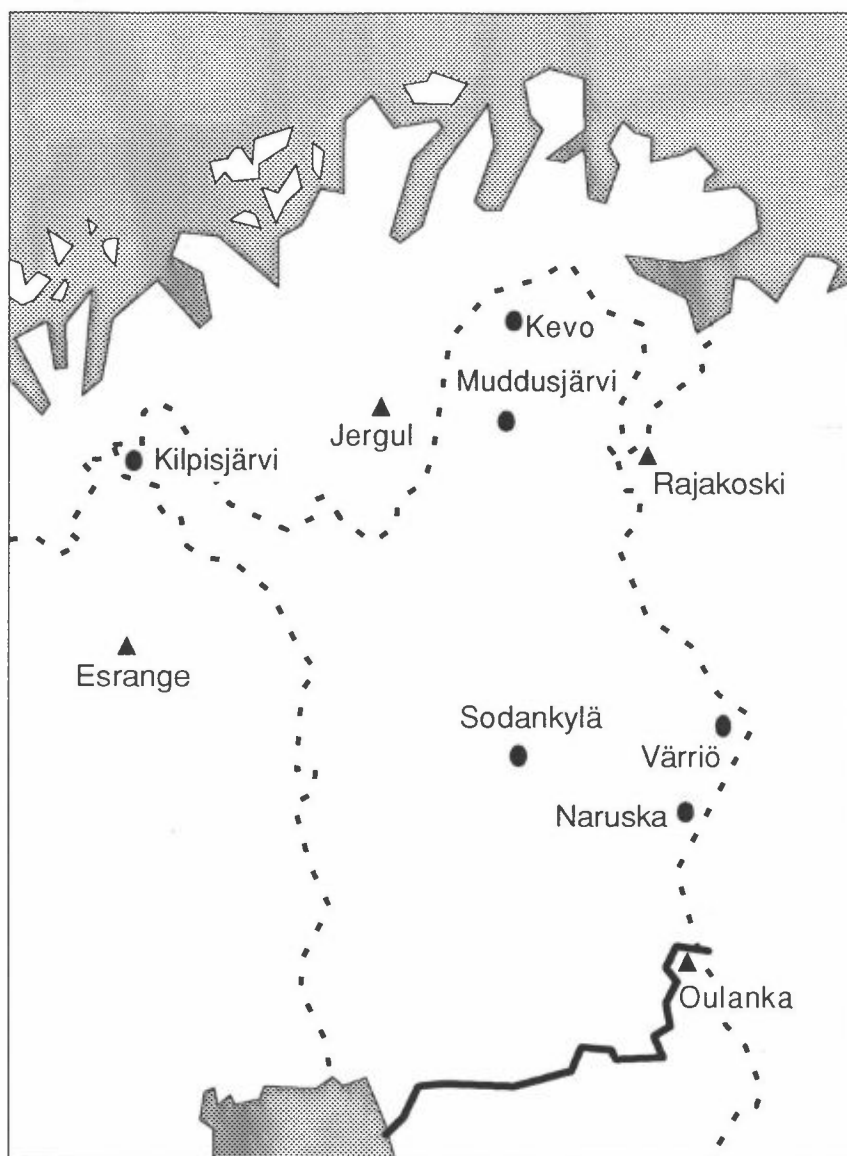
### 2.2.1. Finland

Målesteder er opprettet i Muddusjärvi, Kevo, Värriö, Naruska og Kilpisjärvi, se figur 2. I Sodankylä er det en målestasjon i BAPMoN-programmet (Background Air Pollution Monitoring Network). SO<sub>2</sub>-verdiene har generelt vært lave og langt under finske retningslinjer (40 µg/m<sup>3</sup> på årsbasis, 200 µg/m<sup>3</sup> på døgnbasis). Konsentrasjonene på Muddisjärvi var litt høyere enn på andre finske målesteder. En del måleresultater for SO<sub>2</sub> i 1990 er sammenfattet i tabell 2 (Lapplands länsstyrelse, 1992; Laurila and Tuovinen, 1992).

Tabell 2: Sammenfatning av måleresultater for SO<sub>2</sub> i 1990 (Lapplands länsstyrelse, 199; Laurila and Tuovinen, 1992).

Målested	Årsmiddelverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Månedsmiddelverdier (µg/m <sup>3</sup> )	Høyeste døgn- middelverdi (µg/m <sup>3</sup> )
Muddusjärvi <sup>1)</sup>	13	2-26	29
Kevo	3,2	2-10	
Värriö	3,8	0-15	26
Naruska		0- 7	10
Kilpisjärvi	3	2- 6	12
Sodankylä	2,6	0-10	

<sup>1)</sup> 3.10.90-3.10.91 (10 døgns intervaller)

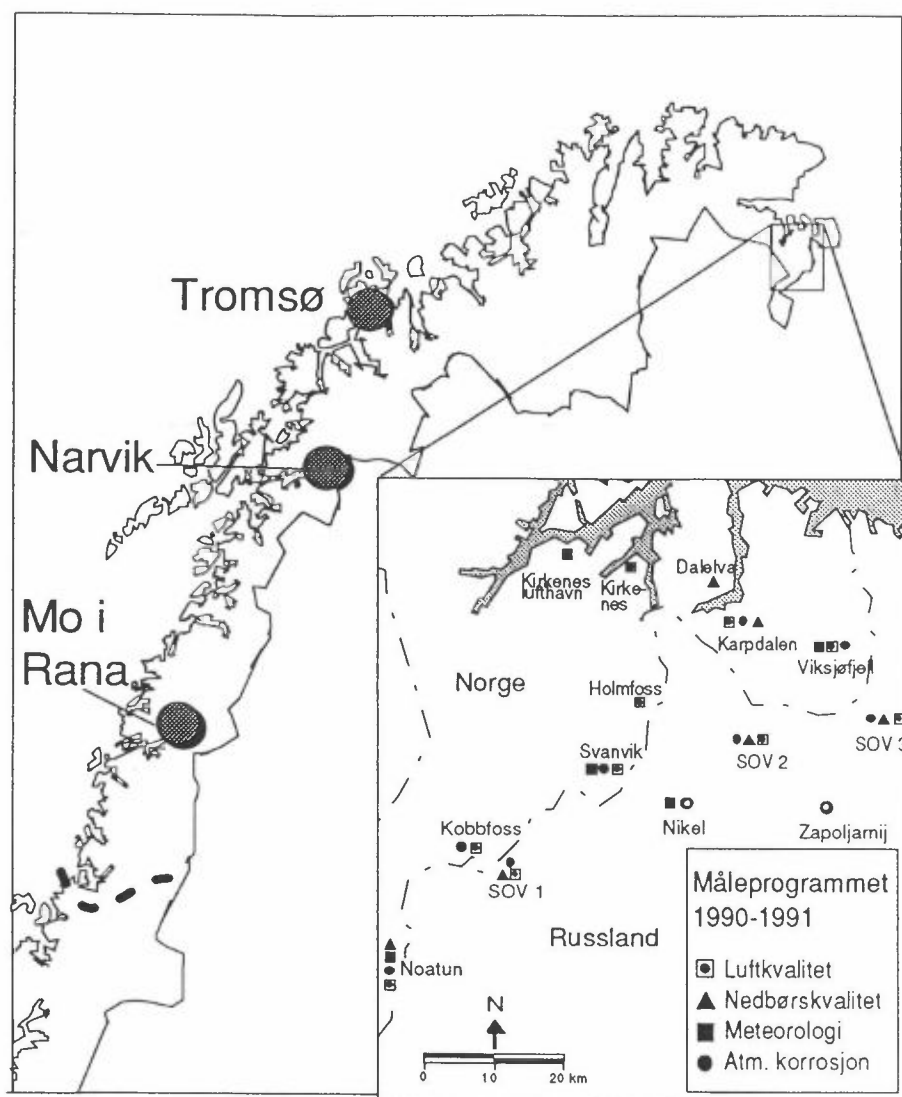


Figur 2: Kart over målesteder (●) i Lapplands län, Finland, og EMEP-målesteder (▲) i Russland, Finland, Norge og Sverige.

### 2.2.2. Norge

Målesteder er opprettet i Nord-Norge, dels for å måle lokale luftforurensninger og dels for å måle tilførsel fra nærliggende kilder i Russland. Det er målesteder i Mo i Rana, Narvik, Tromsø, og i Sør-Varanger kommune nær grensa til Russland (se Figur 3). Målestedene utenom dem i Sør-Varanger viste lavere verdier enn norske anbefalte retningslinjer for SO<sub>2</sub> (halvårsmiddelverdi 40 µg/m<sup>3</sup> og høyeste døgnmiddelverdi 90 µg/m<sup>3</sup>). En del resultater fra Mo i Rana, Narvik og Tromsø er sammenfattet i tabell 3 (Hagen, 1991).





Figur 3: Målesteder for luftkvalitet i Norge og grenseområdene Norge/Russland.

Tabell 3: Sammendrag av SO<sub>2</sub>-verdier fra Mo i Rana, Narvik og Tromsø, april 1990-mars 1991 (Hagen, 1991).

Målested	Halvårsmiddelverdi oktober 1990-mars 1991 (µg/m <sup>3</sup> )	Høyeste døgnmiddelverdi april 1990-mars 1991 (µg/m <sup>3</sup> )
Mo i Rana	9	85
Narvik	10	47
Tromsø	8	46

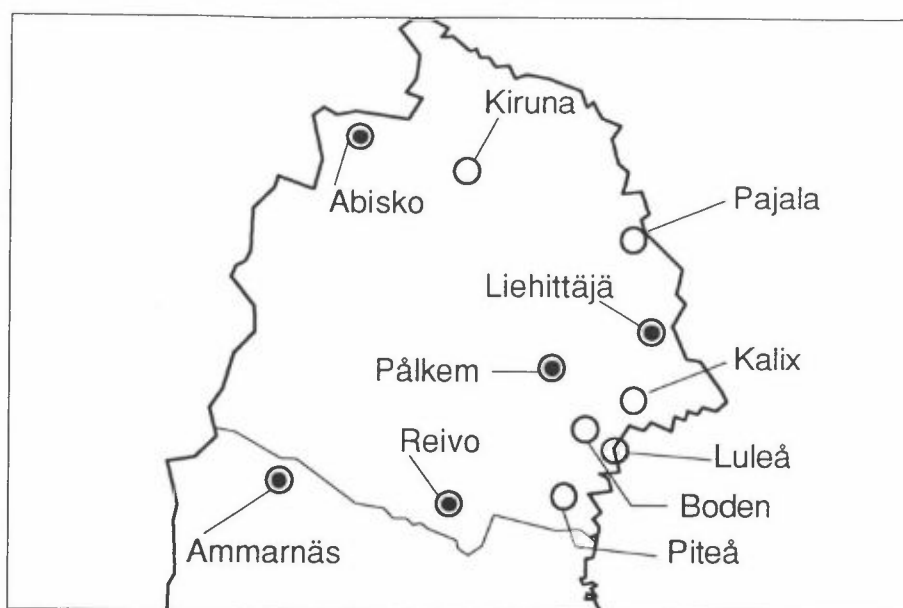
Målestedene i Sør-Varanger viste SO<sub>2</sub>-verdier som i perioder var langt høyere enn norske anbefalte grenseverdier for luftkvalitet. En del resultater er sammenfattet i tabell 4.

Tabell 4: Sammendrag av SO<sub>2</sub>-verdier fra målesteder i Sør-Varanger, april 1990-mars 1991 (Hagen og Sivertsen, 1992).

Målested	Halvårsmiddelverdi oktober 1990-mars 1991 (µg/m <sup>3</sup> )	Høyeste middelverdi	
		April 1990-mars 1992 (µg/m <sup>3</sup> )	1991-1992 (µg/m <sup>3</sup> )
Kirkenes	25	98	76
Svanvik	17	649	144
Holmfoss	25	469	182
Karpdalen	28	372	140
Viksjøfjell	49	570	259
Kobbfoss	6	122	-
Noatun	7	149	79

### 2.2.3. Sverige

Svenske målestasjoner for SO<sub>2</sub> er opprettet i det landsdekkende Urbanmätnätet og omfatter seks stasjoner i Norrbottens län, nemlig Kiruna, Pajala Kalix, Boden, Luleå og Piteå. Ytterligere seks målesteder for nedbørkvalitet er etablert i eller nær grensa til Norrbottens län, se figur 4 (Brännström, 1992). En del måleresultater for SO<sub>2</sub> fra Urbanmätnätet er sammenfattet i tabell 5 (IVL, 1991). SO<sub>2</sub>-resultatene er ment å skulle vise lokale tilskudd til luftforurensningene.



Figur 4: Målesteder i Norrbottens län, bl.a. Urbanmåtnätet 1990/91 (IVL, 1991).

Tabell 5: Sammendrag av SO<sub>2</sub>-verdier fra Norrbottens län, oktober 1990-mars 1991 (IVL, 1991).

Målested	Halvårsmiddelverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Høyeste måneds- middelverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Høyeste døgn- middelverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Kiruna	4,4	6,3	22,7
Pajala	4,1	6,1	24,4
Kalix	5,6	9,4	27,8
Boden	4,3	5,8	21,2
Luleå	4,3	5,9	22,1
Piteå	4,9	6,0	23,3

Konsentrasjonene i tabell 5 var gjennomgående lavere enn de som ble målt i Mo i Rana, Narvik og Tromsø, jfr. tabell 3.

Smelteverket Rönnskärsverken, som ligger ved kysten ca. 45 km sør for grensa til Norrbottens län, ser ikke ut til å ha bidratt merkbart til SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene som er målt i Norrbottens län.

#### 2.2.4 Russland

Målingene på russisk side av grensen til Norge viser til tider SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner som er høyere enn på norsk side i Sør-Varanger. I 1991-92 var det 4 kontinuerlige SO<sub>2</sub>-prøvetakere i drift rundt Smelteverkene i Nikel og Zapoljarni (se kart i figur 3). En del resultater fra perioden oktober 1991-mars 1992 er gjengitt i tabell 6.

Tabell 6: Sammendrag av SO<sub>2</sub>-verdier (µg/m<sup>3</sup>) ved målestasjoner i Russland i perioden oktober 1991 til mars 1992.

Målested	Vintermiddel	Høyeste månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Høyeste timemiddel
Sov1	9	14	91	411
Sov2	81	102	406	2016
Sov3	70	91	428	1322
Nikel	37	58	486	2669

### 3. Kart over avsetning og svovelforbindelser

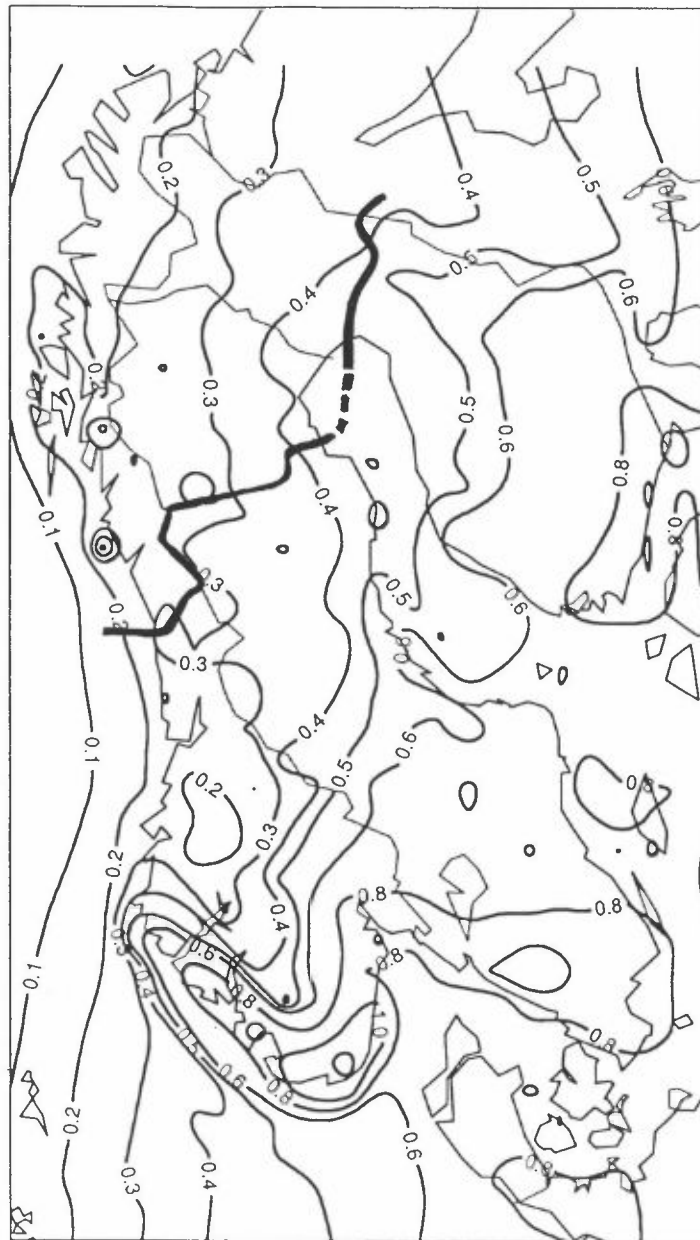
#### 3.1. Våtavsetning

Kart over våtavsetning av svovelforbindelser er laget på grunnlag av et større antall målestasjoner for mengde og kjemisk sammensetning av nedbør. Våtavsetning på Nordkalotten er vist i figur 5. Kartet er basert på sju målesteder i Finland (Kevo, Kilpisjärvi, Nellim, Kolari, Sodankylä, Juotas og Kurvinen), to i Norge (Tustervatn og Jergul) og fem i Sverige (Abisko, Pålkem, Liehittäjä, Reivo og Ammarnäs). Data er brukt for årene 1983-87 (Lövsblad et al., 1992). Våtavsetningen er beregnet for rutenett på 50 km x 50 km ved statistisk interpolasjon mellom målestedene (Pedersen et al., 1990). Den årlige våtavsetningen varierte fra ca 0,4 g/m<sup>2</sup> i sørlige deler av Lapplands og Norrbottens län til ca. 0,2 g/m<sup>2</sup> i Finnmark og nær kysten av Troms. Opplysningen på kartet er ikke detaljert nok til å kunne ta hensyn til de russiske smelteverkene på Kola, og dessuten er tørravsetningen i smelteverkens nærområder vesentlig større enn våtavsetningen. Dette skyldes svært høye konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i perioder uten nedbør (se Sivertsen et al., 1992).

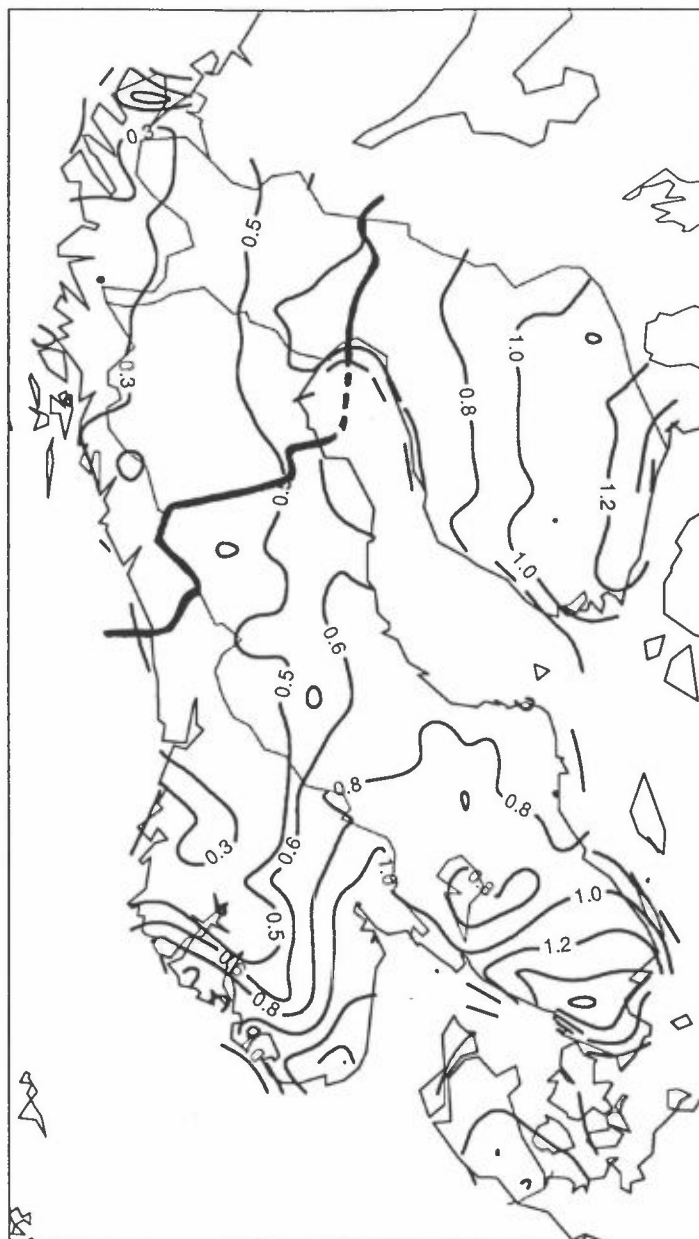
#### 3.2. Totalavsetning

Totalavsetning av svovelforbindelser framkommer ved å addere våtavsetning og tørravsetning. I tillegg til data for nedbørmengde og -sammensetning trenger en luftkvalitetsdata og avsetningshastigheter. Regionale målesteder for luftkvalitet har særlig vært brukt, slik at kartene er representative for større geografiske områder.

Kart over totalavsetning av svovelforbindelser er vist i figur 6. Kartet viser variasjoner som til en viss grad likner figur 6. Samlet avsetning på regional skala er stort sett i intervallet 0,3-0,6 g/m<sup>2</sup>a. Det er økning av totalavsetningen lengst mot nordøst der utslippene i Russland, særlig fra Nikel og Zapoljarnij, bidrar til avsetning i Norge. Mer detaljerte beregninger basert på måleprogram i grenseområdene til Russland er omtalt i kapittel 4.



Figur 5: Kart over våtavsetning av svovel på Nordkalotten beregnet ved statistisk interpolasjon av målinger i et rutenett på  $(50 \times 50) \text{ km}^2$  ( $\text{g/m}^2\text{a}$ , som S).

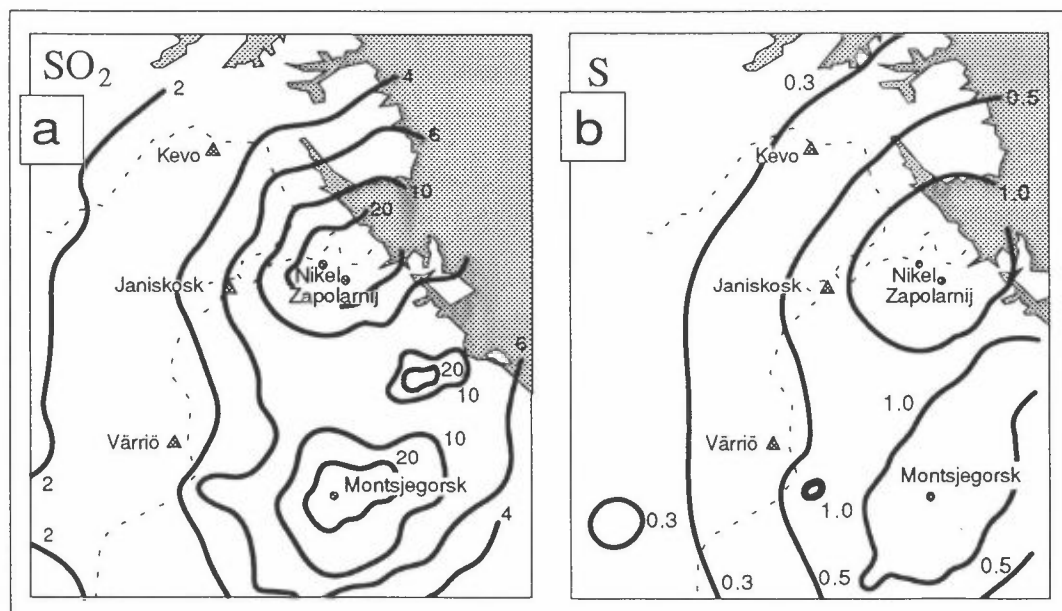


Figur 6: Kart over totalavsetning av svovel på Nordkalotten beregnet ved statistisk interpolasjon av målinger i et rutenett på  $(50 \times 50)$  km<sup>2</sup> (g/m<sup>2</sup>a, som S).

#### 4. Avsetning av svovelforbindelser fra utslipp på Kola-halvøya

De russiske smelteverkene på Kola-halvøya har svært store utslipp, og det er gjort mye arbeid med å kvantifisere spredningen av svovelforbindelser inn over Finland og Norge. Aktiviteten har omfattet både måling av luft og nedbør og beregning ved hjelp av modeller for spredning og avsetning. Rapporter foreligger fra Finland og Norge (Tuovinen, 1989; Laurila og Tuovinen, 1991; Lapplands länsstyrelse, 1992; Tuovinen et al., 1992; Hagen og Sivertsen, 1992; Sivertsen et al., 1991; 1992).

Tuovinen et al. (1992) har beregnet årsmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  omkring smelteverkene på Kola-halvøya, som vist i figur 7a. Årsmiddelkonsentrasjoner på mer enn  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  er vist for områder omkring Nikel og Zapoljarnij, Montsjegorsk og Murmansk.



Figur 7: Beregnet svovelkonsentrasjon og avsetninger for perioden juli 1990-juni 1991.

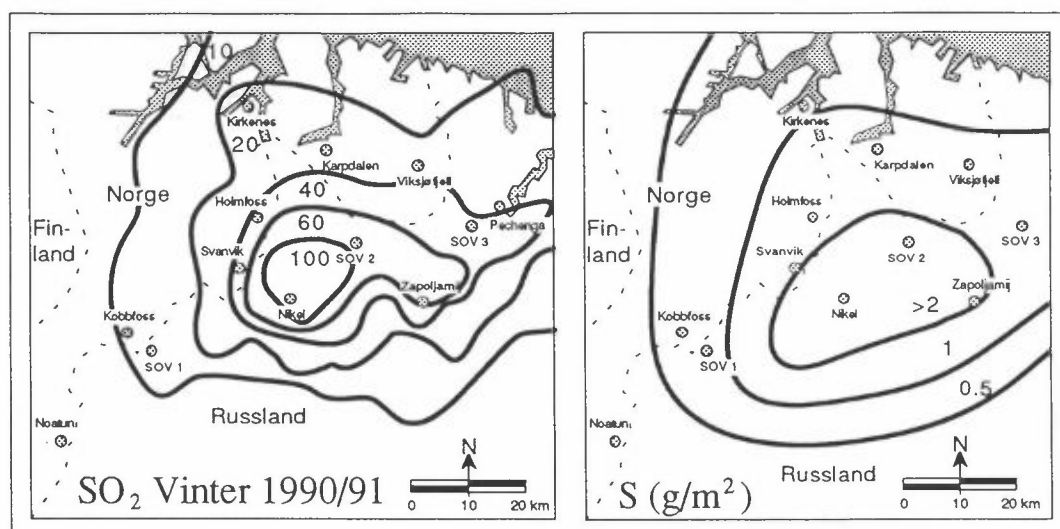
a) Årsmiddelkonsentrasjon av  $\text{SO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

b) Avsetning av svovel ( $\text{g}/\text{m}^2\text{a}$ , som S) (Tuovinen et al., 1992).

Tuovinen et al. (1992) har også beregnet avsetning fra de russiske utslippene i Nikel, Zapoljarnij, Montsjegorsk, Apatity og Murmansk. Resultatene er vist i figur 7b. Spredningen fra Nikel og Zapoljarnij ga en samlet årlig avsetning på mer enn  $1 \text{ g}/\text{m}^2$  (som S) på et stort geografisk område som omfatter ca.  $6000 \text{ km}^2$  i Russland, ca.  $2000 \text{ km}^2$  i Norge og ca.  $200 \text{ km}^2$  i Finland. Det er

sannsynlig at avsetningene beregnet i Norge og Finland vestover fra smelteverkene er overestimerte i forhold til de dominerende vindene lokalt i området. Spredningen fra Montsjjegorsk, Apatiti og Murmansk viste årlig avsetning på mer enn 1 g/m<sup>2</sup> (som S) over et område som kan anslås til mer enn 10000 km<sup>2</sup>.

Sivertsen et al. (1992) har beregnet spredning og avsetning fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij, basert på mesoskala spredningsmodeller og data for luft- og nedbørkvalitet. Resultatet er vist i figur 8.



Figur 8: Beregnet konsentrasjon av SO<sub>2</sub> og svovelavsetning:

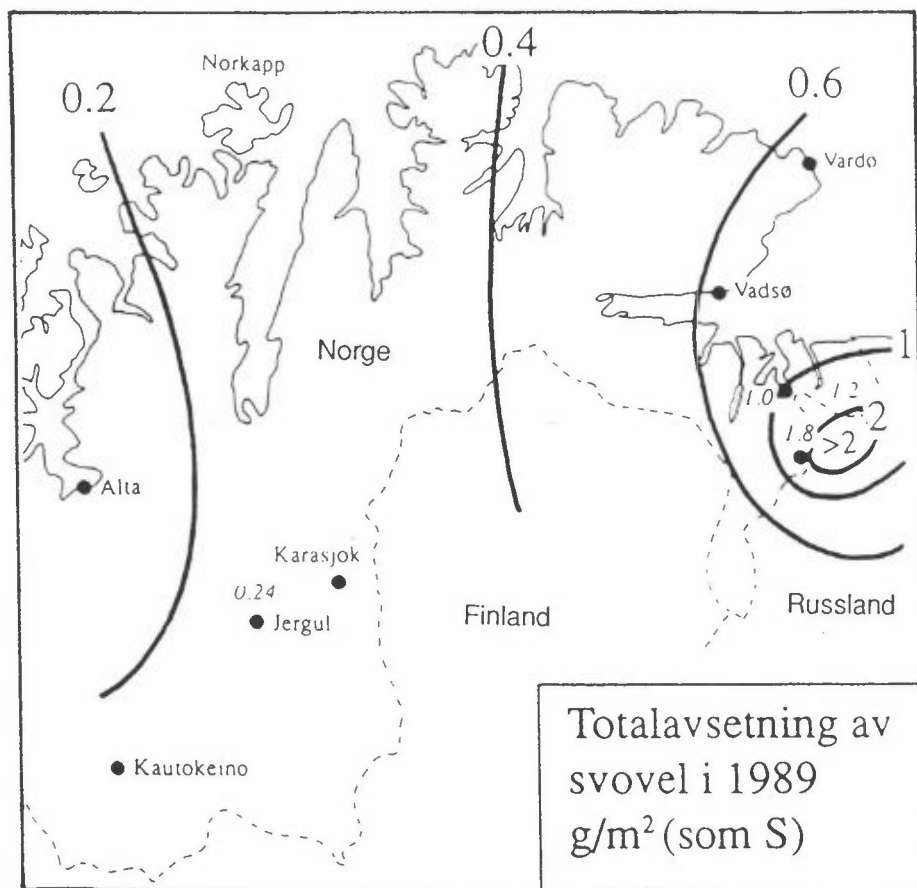
- Vintermiddelkonsentrasjon av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) (vinteren 1990/91)
- Årsavsetning av svovel (g/m<sup>2</sup>a, som S) (1989) (Sivertsen et al., 1992).

Vintermiddelkonsentrasjonen av SO<sub>2</sub> innenfor de nærmeste ti kilometer fra Nikkelverket er på mer enn 100 µg/m<sup>3</sup>. Middelkonsentrasjoner på over 40 µg/m<sup>3</sup>, som er anbefalte grenseverdier i Norge, dekker om vinteren et område på mer enn 1500 km<sup>2</sup>.

Den årlige totalavsetningen av sovel er estimert til mer enn 1 g/m<sup>2</sup> (som S) innenfor et område på ca 3600 km<sup>2</sup>. Dette er noe mindre enn i de finske beregningene, og kan skyldes en noe større detaljeringsgrad og et grundigere grunnlagsmateriale for de norske estimatene.

I figur 9 er totalavsetningen av svovel estimert for 1989, basert på målinger og beregninger. Resultatene fra dette arbeidet viste tydelig sterkere gradienter i belastningen fra smelteverkene i Russland og vestover inn i Finnmark fylke.

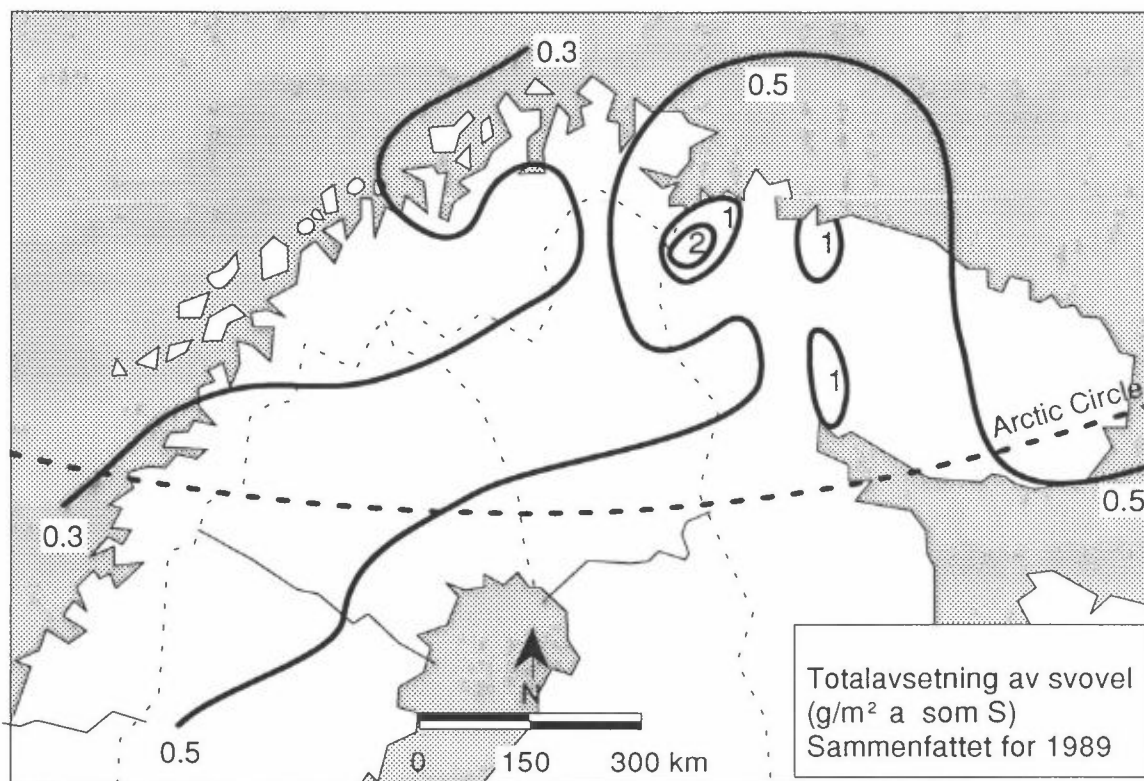




Figur 9: Totalavsetning av svovel over Finnmark i 1989 (g/m<sup>2</sup>a), basert på målinger og modellberegninger (Sivertsen og Schjoldager, 1991).

## 5. Konklusjon

Svovelforurensningene på Nordkalotten (Lapplands län i Finland, Nordland, Troms og Finnmark fylker i Norge, Norrbottens län i Sverige) og i Murmansk fylke i Russland er illustrert ved kart for totalavsetning i figur 10.



Figur 10: Estimert årlig totalavsetning av svovel ( $\text{g/m}^2\text{a}$ , som S) fra 1989 basert på målinger og modellberegninger på forskjellige skalaer.

Ved utarbeiding av grunnlagsmaterialet er det brukt metoder som har vært utviklet for land eller flere naboland i Europa. Kartene er vanligvis basert på rutenett (f.eks.:  $50\text{ km} \times 50\text{ km}$ ), og interpolasjonsteknikker viser hovedtrekk i avsetningen. Regionale kart viser en våtavsetning av svovel på  $0,2\text{--}0,4\text{ g/m}^2\text{a}$  og en totalavsetning på  $0,3\text{--}0,6\text{ g/m}^2\text{a}$ .

Utslipp fra russiske smelteverk på Kola-halvøya er svært store, også i europeisk målestokk. Det blir derfor store gradienter i avsetningen omkring verkene.

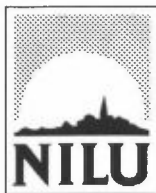
Beregninger og målinger av luftkvalitet og avsetning omkring de store utslippene på Kola-halvøya viser at bidraget fra russiske utslipp blir betydelig. En totalavsetning fra utslipp i Nikel og Zapoljarnij på  $1\text{ g/m}^2\text{a}$  eller mer omfatter ca.  $3600\text{ km}^2$ . En like stor avsetning fra utslipp i Montsjegorsk, Apatity og Murmansk omfatter tilsvarende områder i Russland. Gradientene og reduksjonen i avsetning som funksjon av avstanden fra smelteverkene er store. Totalt sett er imidlertid avsetningen på nordkalotten mindre enn i sørlige deler av Skandinavia.

## 6. Referanseliste

- Brännström, G. (1992) Meddelelse fra Länsstyrelsen i Norrbottens län.
- Hagen, L.O. (1991) Rutineovervåking av luftforurensning april 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 65/91).
- Hagen, L.O. og Sivertsen, B. (1992) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland, april-september 1991. Lillestrøm (NILU OR 25/92).
- Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (1992) Halter av svaveldioxid, sot och kvävedioxid i svenska tätorter vintern 1990-1991. Göteborg (IVL-rapport B 1037).
- Lapplands länsstyrelse (1992) Luftforurensning i Lappland og Murmansk fylke samt i nordlige deler av Norge og Sverige 1990. Rovaniemi (Lapplands länsstyrelse, Miljøvernkontoret, Publikasjon 1992:15).
- Laurila, T. and Tuovinen, J.P. (1992) Influence of the large smelter emissions in the Kola Peninsula of the USSR on pristine Northern Finland. COST 611 workshop 28-30 October 1991, Delft, The Netherlands.
- Lövblad, G., Amann, M., Andersen, B., Hovmand, M., Joffre, S. and Pedersen, U. (1992) Deposition of Sulfur and Nitrogen in the Nordic Countries: Present and Future. *AMBIO*, 21, 339-347.
- Pedersen, U., Walker, S.E. og Kibsgaard, A. (1990) Kart over atmosfærisk avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser i Norge. Lillestrøm (NILU OR 28/90).
- Pedersen, U., Schaug, J. and Skjelmoen, J.E. (1992) EMEP Data Report 1990. Lillestrøm (EMEP/CCC-Report 2/92).
- Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O. og Henriksen, J.F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 69/91).
- Sivertsen, B. og Schjoldager, J. (1991) Luftforurensninger i Finnmark fylke. Lillestrøm (NILU OR 75/91).
- Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L.O. and Baklanov, A..A. (1992) Air Pollution in the Border Areas of Norway and Russia. Lillestrøm (NILU OR 8/92).

Tuovinen, J.P. (1989) Transboundary air pollution between Finland and the Soviet Union. Helsinki, Ilmatieteen laitos.

Tuovinen, J.P., Laurila, T., Lättilä, H., Ryaboshapko, A., Brukhanov, P. and Korolev, S. (1992) Impact of the sulphur dioxide sources in the Kola Peninsula on air quality in northermost Europe. Submitted to *Atmos. Environ.*



**Norsk institutt for luftforskning (NILU)**  
**Norwegian Institute for Air Research**  
**Postboks 64, N-2001 Lillestrøm**

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 5/93	ISBN-82-425-0455-5	
DATO 25.2.1993	ANSV. SIGN. <i>A. Østerland</i>	ANT. SIDER 19	PRIS NOK 30,-
TITTEL Avsetning av svovelforbindelser på Nordkalotten		PROSJEKTLEDER Bjarne Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-92086	
FORFATTER(E) Bjarne Sivertsen, Ulf Pedersen, Jørgen Schjoldager		TILGJENGELIGHET *	
		OPPDRAKSGIVERS REF. KMN, Jnr. 1888/92	
OPPDRAKSGIVER Fylkesmannen i Troms, Miljøvernavdelingen Postboks 595 9001 TROMSØ			
STIKKORD Avsetning	Svovel	Nordkalotten	
REFERAT Oversiktskart for Nordkalotten viser regional våtavsetning av svovel på 0,2-0,4 g/m <sup>2</sup> a og samlet avsetning av svovel på 0,3-0,6 g/m <sup>2</sup> a. Utslipp fra smelteverkene på Kola gir lokalt mye større avsetning av svovel. Beregningene viser at 1 g/m <sup>2</sup> a eller mer avsettes over et område på ca 3600 km <sup>2</sup> rundt Nikel-verkene, og over et tilsvarende område rundt Montsjegorsk.			
TITLE Deposition maps for sulphur in northern Finland, Norway and Sweden.			
ABSTRACT Regional maps indicate wet deposition of sulphur in the range of 0.2-0.4 g/m <sup>2</sup> a, and total deposition of sulphur in the range of 0.3-0.6 g/m <sup>2</sup> a. Emissions from smelters at Kola result in larger sulphur depositions locally. Calculations of Russian sulphur emissions near the Norwegian/Russian border indicate that 1 g/m <sup>2</sup> a is exceeded in an area of about 3600 km <sup>2</sup> . A similar area has depositions exceeding 1 g/m <sup>2</sup> around the Montsjegorsk/Apatiti sources.			

- \* Kategorier:
- A Åpen - kan bestilles fra NILU
  - B Begrenset distribusjon
  - C Kan ikke utleveres