

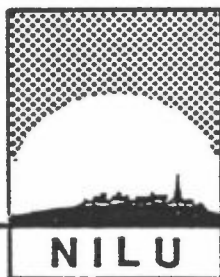
NILU  
OPPDRAGSRAPPORT NR. 55 /83  
REFERANSE: O-8126  
DATO: OKTOBER 1983

INNHold AV ELEMENTER I MOSE OG LAV,  
ØST-FINNMARK 1981

AV

J. SCHJOLDAGER\*, A. SEMB\*,  
I.E. BRUTEIG\*\*, J.E. HANSEN\*,  
J.P. RAMBÆK\*\*\*

- \* Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 130, 2001 Lillestrøm
- \*\* Botanisk institutt  
Universitetet i Trondheim, NLHT  
7055 Dragvoll
- \*\*\* Institutt for energiteknikk  
Postboks 40, 2007 Kjeller



**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING**

POSTBOKS 130 - 2001 LILLESTRØM

NILU  
OPPDRAKS RAPPORT NR. 55 /83  
REFERANSE: O-8126  
DATO: OKTOBER 1983

INNHOOLD AV ELEMENTER I MOSE OG LAV,  
ØST-FINNMARK 1981

AV

J. SCHJOLDAGER\*, A. SEMB\*,  
I.E. BRUTEIG\*\*, J.E. HANSEN\*,  
J.P. RAMBÆK\*\*\*

\* Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 130, 2001 Lillestrøm

\*\* Botanisk institutt  
Universitetet i Trondheim, NLHT  
7055 Dragvoll

\*\*\* Institutt for energiteknikk  
Postboks 40, 2007 Kjeller



## SAMMENDRAG

På oppdrag fra Miljøverndepartementet er innholdet av en del elementer undersøkt i mose og lav. Hensikten har vært å bestemme konsentrasjonsnivå og geografisk fordeling, særlig med tanke på antakelsen om at utslipp i Sovjetunionen er hovedbidragsyter til avsetningen på norsk side av grensa.

Prøver av etasjemose (*Hylocomium splendens*), kvitkrull (*Cladonia stellaris*) og til dels reinlav (*Cladonia arbuscula/mitis*) ble samlet inn på 26 steder, de fleste i Sør-Varanger. På hvert sted ble det også observert forekomst av lavarter og skader på vegetasjon og materialer. Prøvene ble analysert med hensyn på krom, kobolt, nikkel, kopper, kadmium, kvikksølv, arsen og selen.

For alle elementene unntatt kadmium og kvikksølv ble det funnet tydelig geografisk konsentrasjonsvariasjon med høyest verdier nærmest grensa til Sovjetunionen. Undersøkelsen bekrefter og utfyller tidligere undersøkelser fra 1977 og 1978.

I områdene med høyest forurensning var lavfloraen svært sparsom, og det var synlige skader på vegetasjon og materialer. Disse skadene skyldes sannsynligvis perioder med høye konsentrasjoner av svoveldioksid.

En kort drøfting av vindforholdene viser at gruve- og industribyen Nikel i Sovjetunionen kan være den viktigste forurensningskilden. En bør imidlertid ikke se bort fra at det også kan være andre utslipp lenger øst.

Vannkvaliteten ble undersøkt i noen få prøver. Forsurningen ser ikke ut til å være så stor at det er noen fare for fiskebestanden.



INNHold

	Side
SAMMENDRAG .....	3
INNHoldSFORTEGNELSE .....	5
1 INNLEDNING .....	7
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER .....	9
3 PRØVETAKING OG ANALYSE .....	10
4 RESULTATER OG DISKUSJON .....	10
4.1 Sammenlikning med tidligere målinger .....	12
4.2 Geografisk variasjon av konsentrasjoner .....	13
4.3 Synlige skader på vegetasjon og materialer ....	22
4.4 Målinger av svoveldioksid .....	23
4.5 Vindforhold .....	25
4.6 Målinger av vannkvalitet .....	28
5 KONKLUSJON .....	29
6 REFERANSELISTE .....	30
 VEDLEGG A: Konsentrasjonskart IFE, 1977 Cr, Cu, As, Se (Etasjemose).	33
 VEDLEGG B: Konsentrasjonskart NILU, 1978 Cr, Ni, Cu, As, Se (Kvitkrull).	37
 VEDLEGG C: Analysemetoder. C1. Atomabsorpsjons-spektroskopi C2. Nøytronaktiveringsanalyse	41
 VEDLEGG D: Konsentrasjonstabeller 1981 Cr, Co, Ni, Cu, Cd, Hg, As, Se	45
 VEDLEGG E: Førekost av epifyttisk lav i prøvetakingsområda, kort oppsummering.	55



INNHold AV ELEMENTER I MOSE OG LAV,  
ØST-FINNMARK 1981

1 INNLEDNING

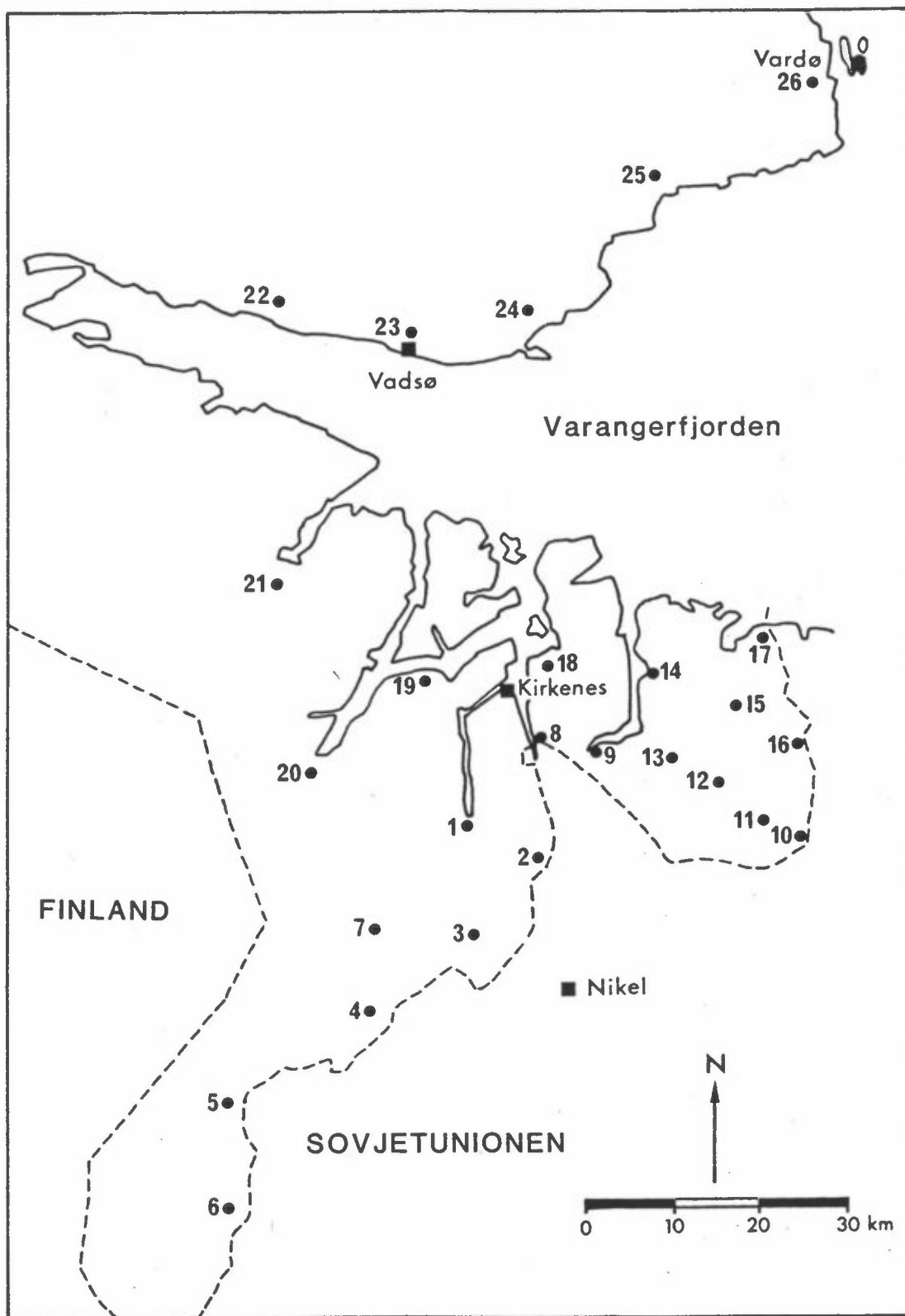
På oppdrag fra Miljøverndepartementet har vi undersøkt innholdet av en del elementer i mose og lav i Øst-Finnmark. Hensikten har vært å bestemme konsentrasjonsnivå og geografisk fordeling, og å undersøke antakelsen om at utslipp i Sovjetunionen bidrar atskillig til avsetningen på norsk side av grensa.

Undersøkelsen er en oppfølging av en tidligere NILU-undersøkelse i Finnmark (1), og tidligere undersøkelser over hele Norge foretatt av Institutt for energiteknikk (IFE) (2,3).

I alt ble det samlet inn plantemateriale fra 26 steder, se figur 1. Av disse var 21 steder i Sør-Varanger, mens fem steder var på nord-siden av Varangerfjorden. Det ble tatt prøver av etasjemose (*Hylocomium splendens*) og kvitkrull (*Cladonia stellaris*). På sju steder ble det samlet inn fjellreinlav (*Cladonia mitis*) eller lys reinlav (*Cladonia arbuscula*). For enkelhets skyld er disse prøvene referert som reinlav (*Cladonia arbuscula/mitis*).

Prøvene ble analysert med hensyn på følgende åtte elementer: Krom (Cr), kobolt (Co), nikkel (Ni), kopper (Cu), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), arsen (As) og selen (Se). Disse elementene ble valgt på grunnlag av resultater fra de tidligere undersøkelsene.





Figur 1: Steder for mose- og lavprøver, Finnmark august 1981.  
Stedenes posisjon er gitt i tabell 1.

## 2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

De tidligere undersøkelsene til Institutt for energiteknikk (IFE) omfattet etasjemose (*Hylocomium splendens*) fra 43 steder i 1976 og fra 512 steder i 1977 (2,3). Stedene var spredt over hele Norge. 12 elementer ble analysert i 1976, og 26 elementer ble analysert i 1977. I vedlegg A er det gjengitt konsentrasjonskart fra undersøkelsen i 1977 for krom, kobber, arsen og selen, som alle hadde relativt høye konsentrasjoner i Øst-Finnmark. Undersøkelsen omfattet åtte prøvetakingssteder i Sør-Varanger.

Som det framgår av vedlegg A, var det tydelig påvirkning av enkelte norske utslipp av krom og kobber. Det var også forhøyede konsentrasjoner i de sørligste delene av landet som følge av langtransport.

NILUs undersøkelse fra 1978 omfattet 22 steder i Finnmark (1). Av disse var åtte steder i området Kirkenes-Pasvik, sju var omkring indre Varangerfjord, og sju var spredt over resten av fylket. Det ble samlet inn prøver av molte (*Rubus chamaemorus*), kvitkrull (*Cladonia stellaris*), kvistlav (*Hypogymnia physodes*), etasjemose (*Hylocomium splendens*) og furumose (*Pleurozium schreberi*). 12 elementer ble analysert.

I vedlegg B er det gitt konsentrasjonskart for kvitkrull for krom, nikkel, kobber, arsen og selen. For disse var det en tydelig geografisk konsentrasjonsvariasjon med høyest verdier nær grensa til Sovjetunionen.

For elementene vanadium, mangan, sink, kadmium, kvikksølv, bly og antimon ble det ikke funnet noen tydelig geografisk variasjon.

### 3 PRØVETAKING OG ANALYSE

I tabell 1 er det gitt oversikt over hvilke planteslag som ble tatt på de ulike stedene. Reinlav (*Cladonia arbuscula/mitis*) ble samlet inn der en ikke fant kvitkrull, bortsett fra sted nr. 8, 23 og 25 der både kvitkrull og reinlav ble samlet inn. Målestedenes plassering er gitt på kartet i figur 1.

Innsamling av lav og mose skjedde med samme framgangsmåte som tidligere beskrevet av Steinnes (2). På hvert prøvetakingssted ble det tatt planter i åpent lende på ca fem steder over et område på ca 10 dekar. Områdene var minst 500 m fra veg eller bebyggelse. Ved prøvetakingen ble det brukt hansker og plastposer av polyetylen.

De øverste 3-4 årsskudd av etasjemose og de øverste 3-6 cm av kvitkrull og reinlav ble samlet inn. Etter innsamling ble prøvene rensset for fremmedlegemer og tørket.

På hvert sted ble det kort undersøkt hvilke lavarter som var de vanligste, og synlige sviskader på høyere vegetasjon ble notert.

Konsentrasjonen av krom, kobolt, nikkel, kopper og kadmium ble bestemt av NILU ved hjelp av atomabsorpsjons-spektroskopi. Konsentrasjonen av kvikksølv, arsen og selen ble bestemt av IFE ved hjelp av nøytronaktiverings-analyse. En kortfattet beskrivelse av analysemetodene er gitt i vedlegg C. Konsentrasjonene er beregnet på vektbasis og oppgitt som ppm "parts per million", (dvs. det samme som  $\mu\text{g/g}$ ) tørr vekt.

### 4 RESULTATER OG DISKUSJON

Analyseresultater for alle elementer er gitt i vedlegg D.

Tabell 1: Oversikt over steder for prøvetaking.

Nr.	Prøvetakingssted	Bredde N	Lengde E	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula/mitis</i>
1	Langfjordeid	69°35'	29°55'	x	x	
2	Holmfoss	69°32'	30°10'	x	x	
3	Svanvik	69°28'	29°57'	x	x	
4	Skogfoss	69°22'	29°41'	x	x	
5	Vaggatem	69°17'	29°15'	x	x	
6	Noatun	69°10'	29°13'		x	
7	Sametti	69°28'	29°39'	x	x	
8	Elvenes	69°40'	30°09'	x	x	x
9	Jarfjordbotn	69°39'	30°19'	x	x	
10	Gukkesjavri	69°34'	30°56'	x	x	
11	Korpfjellet	69°35'	30°49'		x	
12	Viksjøen	69°37'	30°42'	x	x	
13	Haukedal	69°39'	30°32'	x	x	
14	Lanabukt	69°44'	30°28'	x	x	
15	Jarfjordfjellet	69°43'	30°45'	x	x	
16	Elvheim	69°39'	30°56'	x	x	
17	Grense Jakobselv	69°47'	30°49'	x		x
18	Jakobsnes	69°44'	30°11'	x	x	
19	Tusenvika	69°44'	29°49'	x	x	
20	Munkelv	69°38'	29°28'	x	x	
21	Bugøyfjord	69°50'	29°23'	x	x	
22	Vestre Jakobselv	70°08'	29°20'	x		x
23	Vadsø	70°07'	29°45'	x	x	x
24	Krampenes	70°07'	30°08'	x		x
25	Komagvær	70°15'	30°30'	x	x	x
26	Svartnes	70°21'	30°57'	x		x

#### 4.1 Sammenlikning med tidligere målinger

I tabell 2 er konsentrasjonen i etasjemose fra IFEs undersøkelse i 1977 og NILUs undersøkelse i 1981 sammenliknet for tre steder og seks elementer. For krom var det en minking fra 1977 til 1981, mens det var en økning for nikkell og koppper. For de øvrige elementene var det ingen klar tendens til endring i konsentrasjonen. For Jarfjordbotn var det en viss tendens til økning av konsentrasjonene (bortsett fra krom), mens det var ingen generell tendens for Svanvik og Elvenes.

Tabell 2: Konsentrasjon (ppm) av elementer i etasjemose (*Hylocomium splendens*) fra IFEs undersøkelse i 1977 og NILUs undersøkelse i 1981.

Nr.	Sted	Cr		Co		Ni		Cu		As		Se	
		1977	1981	1977	1981	1977	1981	1977	1981	1977	1981	1977	1981
3	Svanvik	4.4	2.8	3.7	3.4	88	120	69	86	1.2	1.2	0.68	0.55
8	Elvenes	4.0	2.6	0.9	1.6	21	43	18	28	0.6	0.6	0.70	0.31
9	Jarfjordbotn	2.9	2.6	1.9	2.2	51	69	48	57	0.8	1.0	0.64	0.69

I tabell 3 er konsentrasjonen i kvitkrull fra NILUs undersøkelser i 1978 og 1981 sammenliknet for tre steder og fem elementer. For Jarfordbotn var det tydelig tendens til lavest konsentrasjoner i 1981. Også for de to andre stedene var det delvis lavere konsentrasjoner i 1981.

Tabell 3: Konsentrasjon (ppm) av elementer i kvitkrull (*Cladonia stellaris*) fra NILUs undersøkelser i 1978 og 1981.

Nr.	Sted	Cr		Ni		Cu		As		Se	
		1978	1981	1978	1981	1978	1981	1978	1981	1978	1981
3	Svanvik	2.6	1.6	42	41	40	35	1.6	1.6	0.65	0.52
9	Jarfjordbotn	4.6	0.7	46	19	39	17	1.0	1.0	0.69	0.42
11	Korpfjellet	5.2	2.6	79	74	57	57	1.1	1.6	0.82	0.74

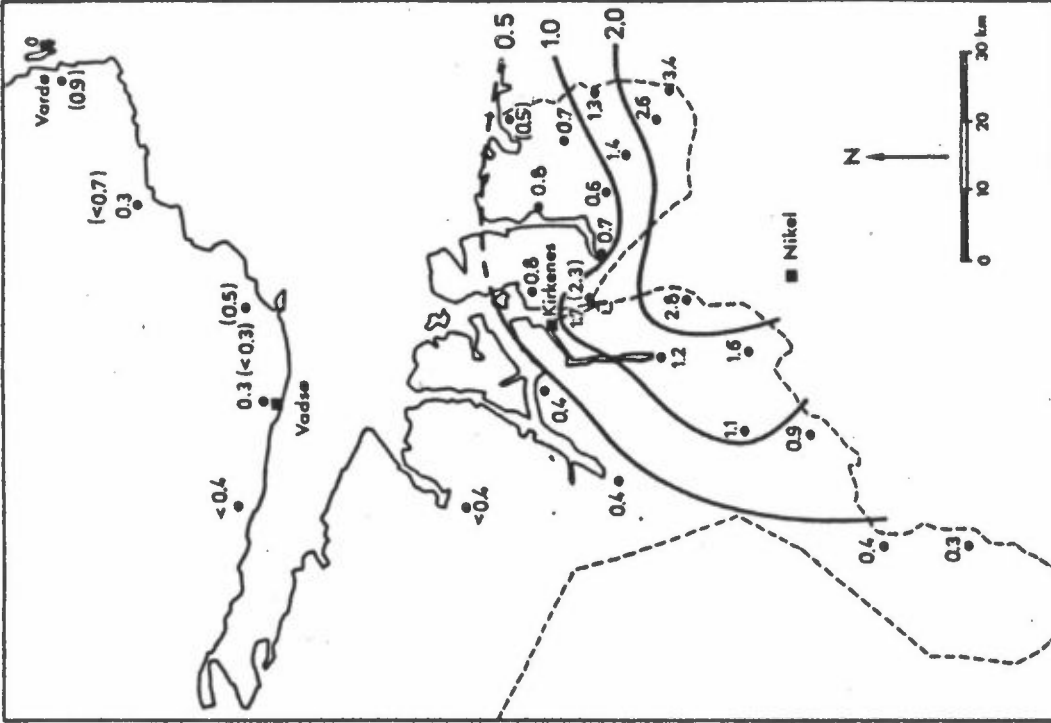
En skal være forsiktig med å trekke slutninger om variasjoner over tid på grunnlag av få enkeltmålinger til to eller tre forskjellige tider. Fordeling av vind og nedbør kan variere atskillig fra år til år. Årlig tilvekst av mose og lav kan også variere. Dessuten kan en ikke se bort fra at enkeltmålinger kan være påvirket av uønskede, lokale forhold.

#### 4.2 Geografisk variasjon av konsentrasjoner

I figur 2-9 er det gitt konsentrasjonsfordeling i etasjemose og kvitkrull av de åtte elementene. For seks elementer var det en svært tydelig geografisk variasjon, med høyest konsentrasjoner i området fra Svanvik til Grense Jakobselv nærmest grensa til Sovjetunionen. Disse seks elementene var krom, kobolt, nikkel, kopper, arsen og selen. For kadmium og kvikksølv ble det ikke funnet noen tydelig geografisk variasjon. Resultatene var altså i samsvar med de tidlige undersøkelserne.

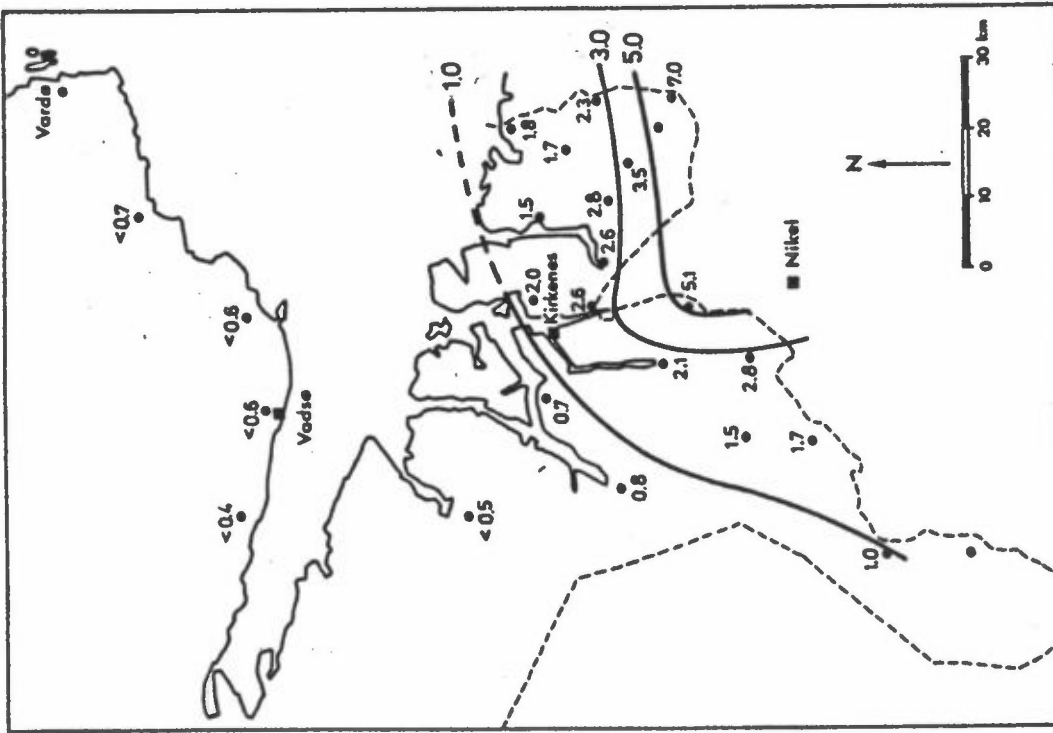
Metallinnholdet i etasjemose (*Hylocomium splendens*) er tidligere bestemt for et stort antall steder i Norge og Sverige (2, 3, 13). For kobolt, nikkel og kopper var de høyeste konsentrasjonene i Øst-Finnmark 2-8 ganger høyere enn de høyeste konsentrasjonene som er målt andre steder i Norge og Sverige. For krom, kadmium, arsen og selen var de høyeste konsentrasjonene i Øst-Finnmark lavere enn de høyeste konsentrasjonene andre steder. Konsentrasjonen av kvikksølv var av omtrent samme størrelse som andre steder.

I seks av figurene er det tegnet opp isokonsentrasjonskurver, stort sett basert på lineær interpolasjon mellom målepunktene. De seks figurene viser konsentrasjonsfordelinger som samsvarer bra, selv om det er en del avvik i enkelte figurer. En har ikke nok informasjon til å avgjøre om disse avvikene skyldes reelle forskjeller eller manglende representativitet for enkelte prøver. I alle tilfeller peker resultatene klart i retning av utslipp i Sovjetunionen. Utslippene fra gruve- og industribyen Nikel er godt synlige fra Norge og har ganske sikkert stor betydning for de målte konsentrasjonene, men det bør ikke utelukkes at det også kan være andre utslipp lenger øst.



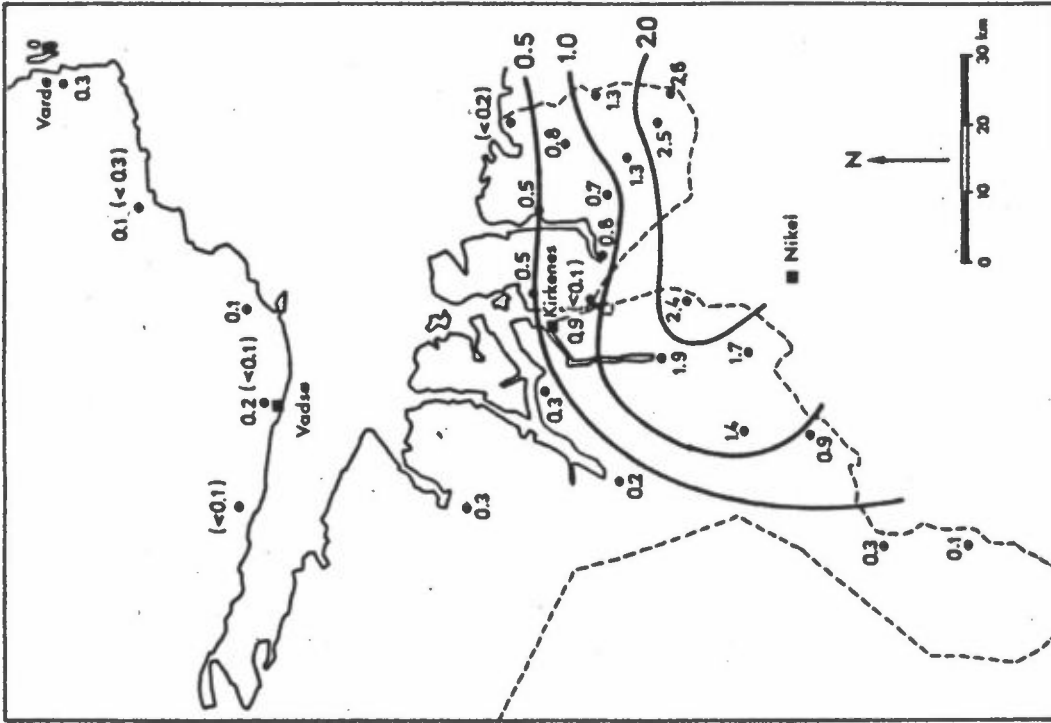
Cr (ppm) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*

(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)



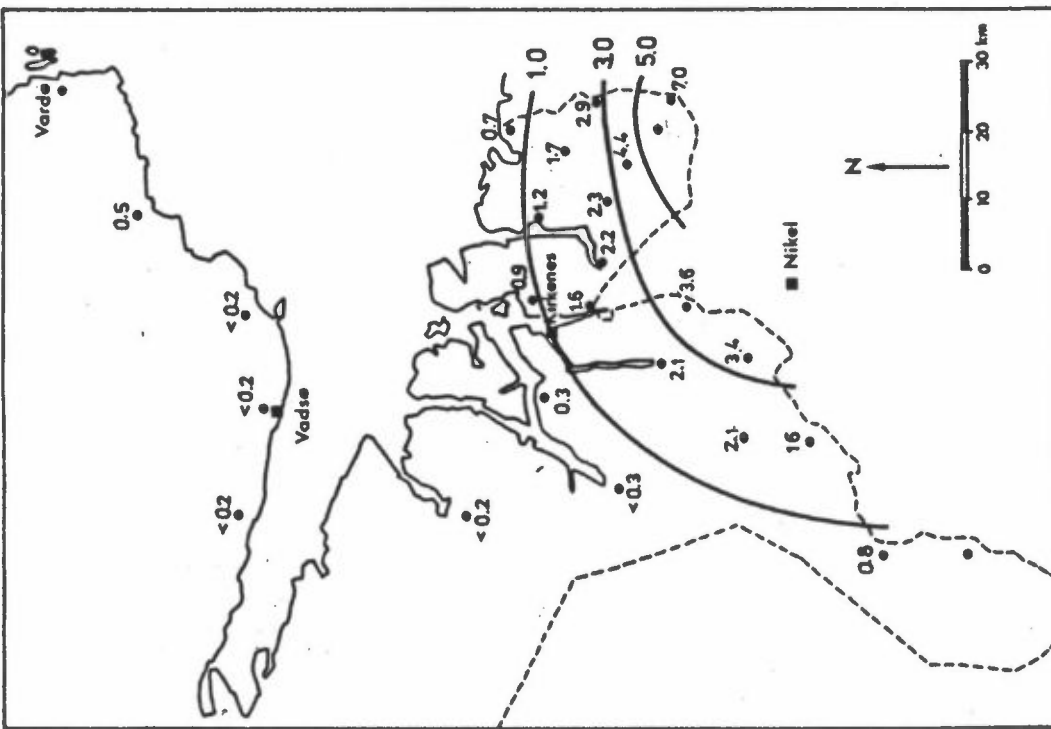
Cr (ppm) Etasjemose, *Hylocomium splendens*

Figur 2: Konsentrasjon av krom i etasjemose, kvitkrull og reinlav



Co (ppm) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*

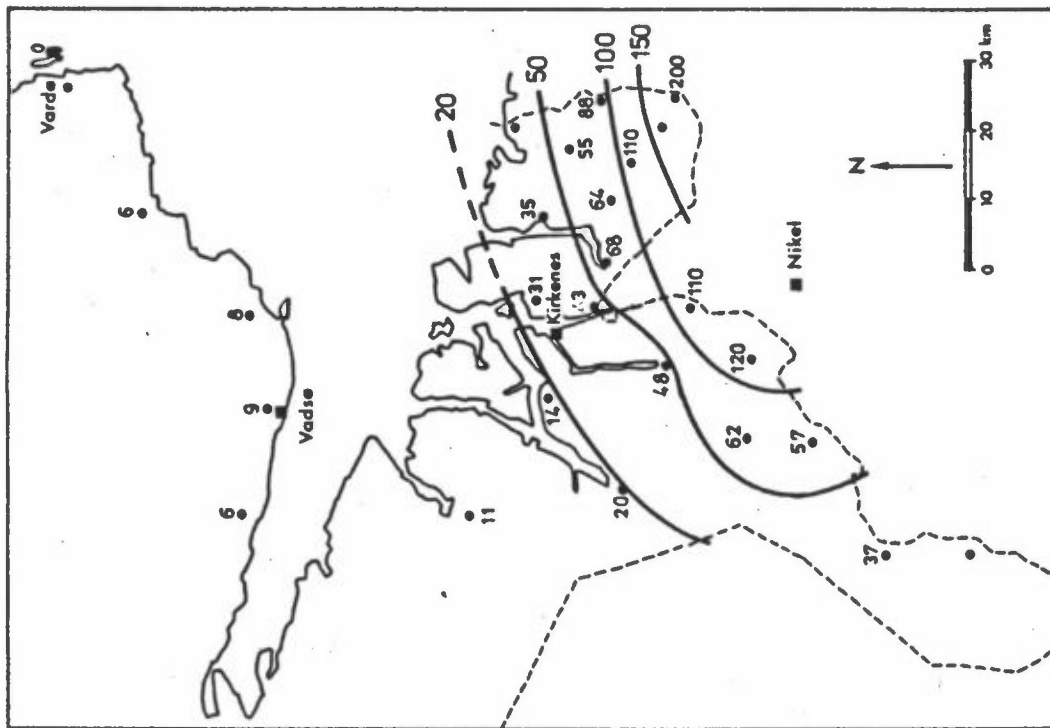
(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)



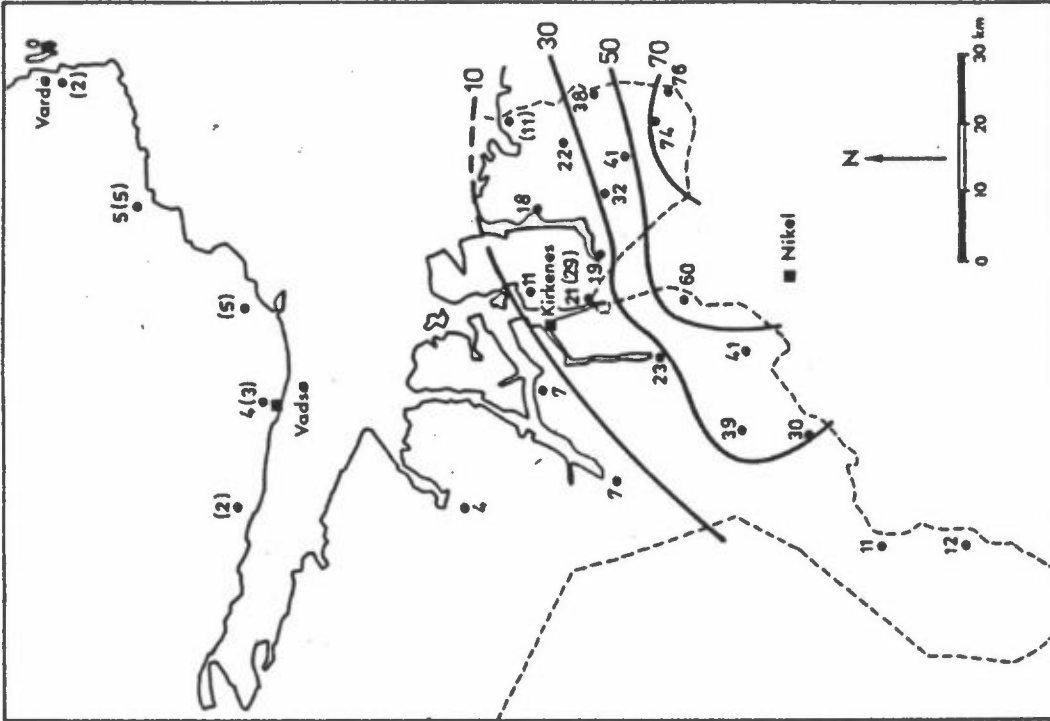
Co (ppm) Etasjemose, *Hylocomium splendens*

Figur 3: Konsentrasjon av kobolt i etasjemose, kvitkrull og reinlav



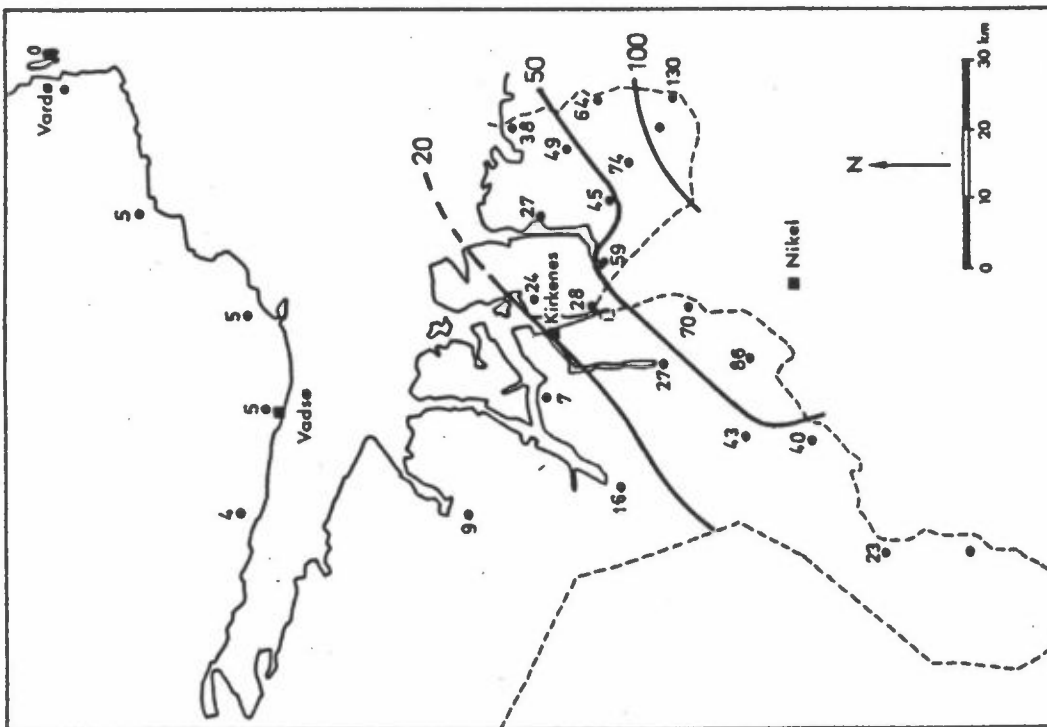
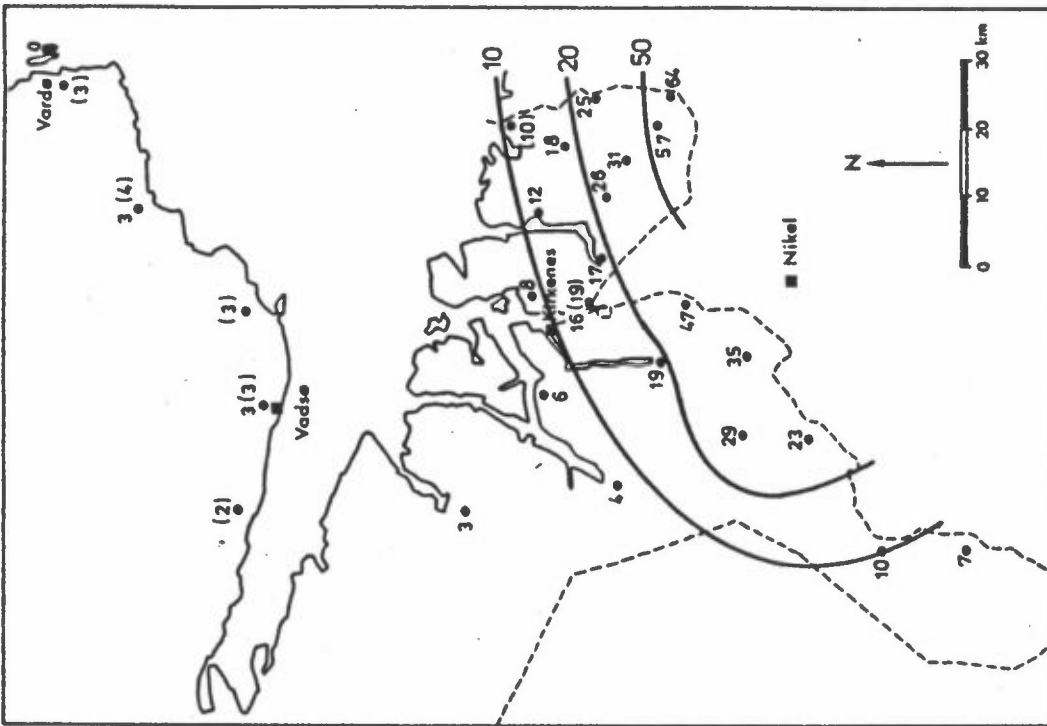


Ni (ppm) Etasjemose, *Hylocomium splendens*



Ni (ppm) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*  
(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)

Figur 4: Konsentrasjon av nikkel i etasjemose, kvitkrull og reinlav

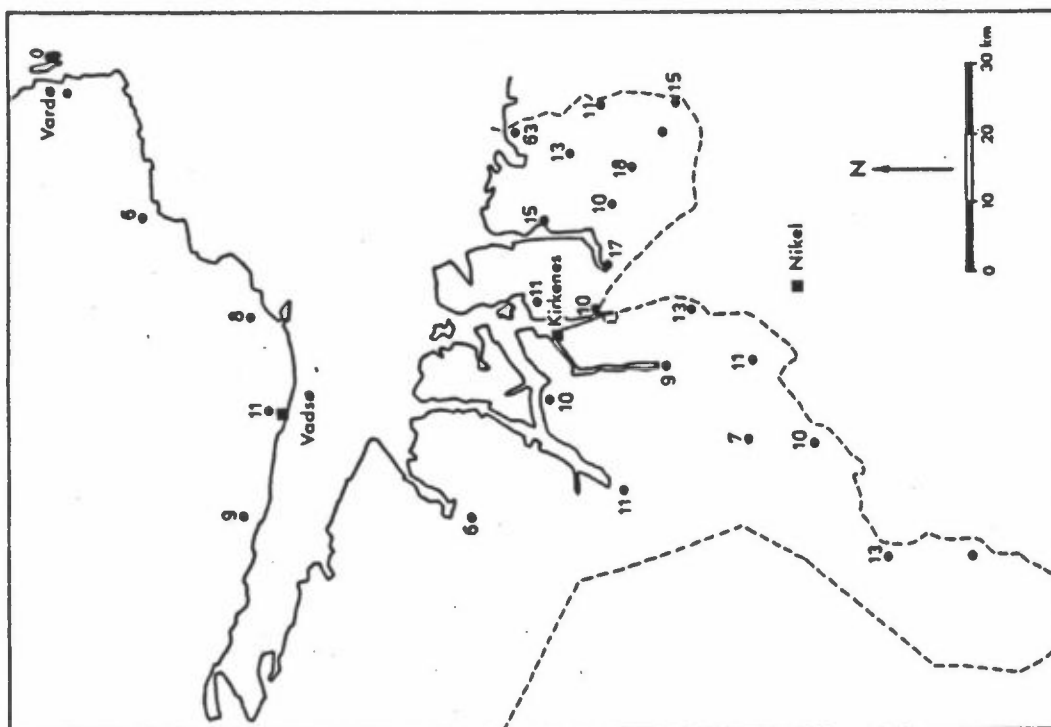
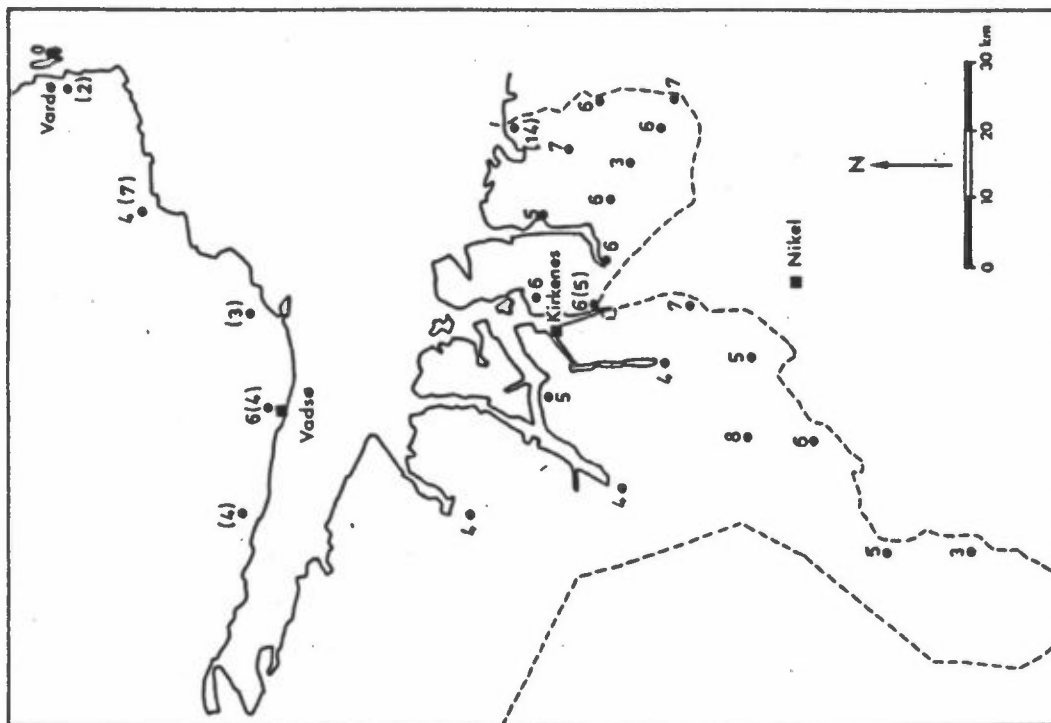


Cu (ppm) Etasjemose, *Hylocomium splendens*

Cu (ppm) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*

(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)

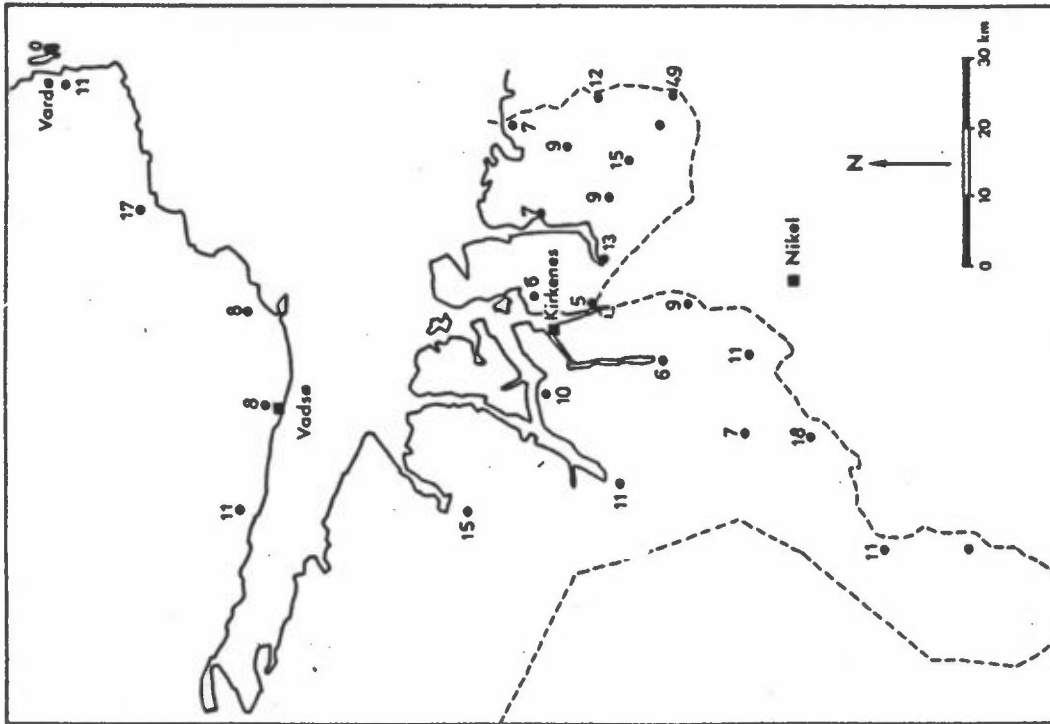
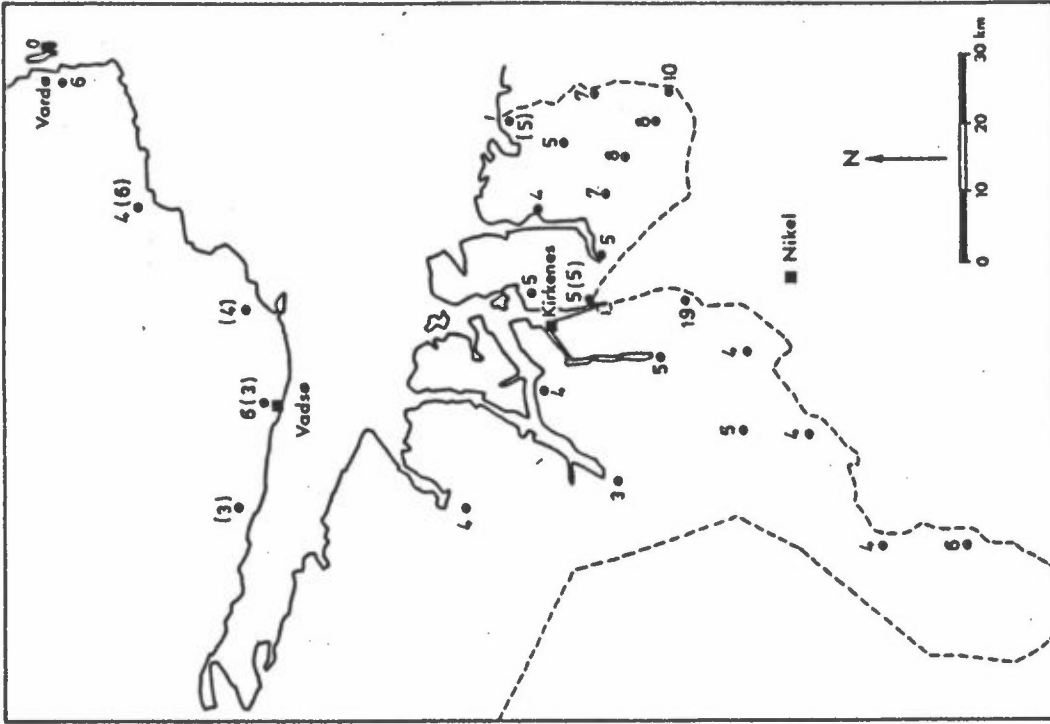
Figur 5: Konsentrasjon av kopper i etasjemose, kvitkrull og reinlav



Cd (ppm x 100) Etasjemose, *Hylocomium splendens* Cd (ppm x 100) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*

(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)

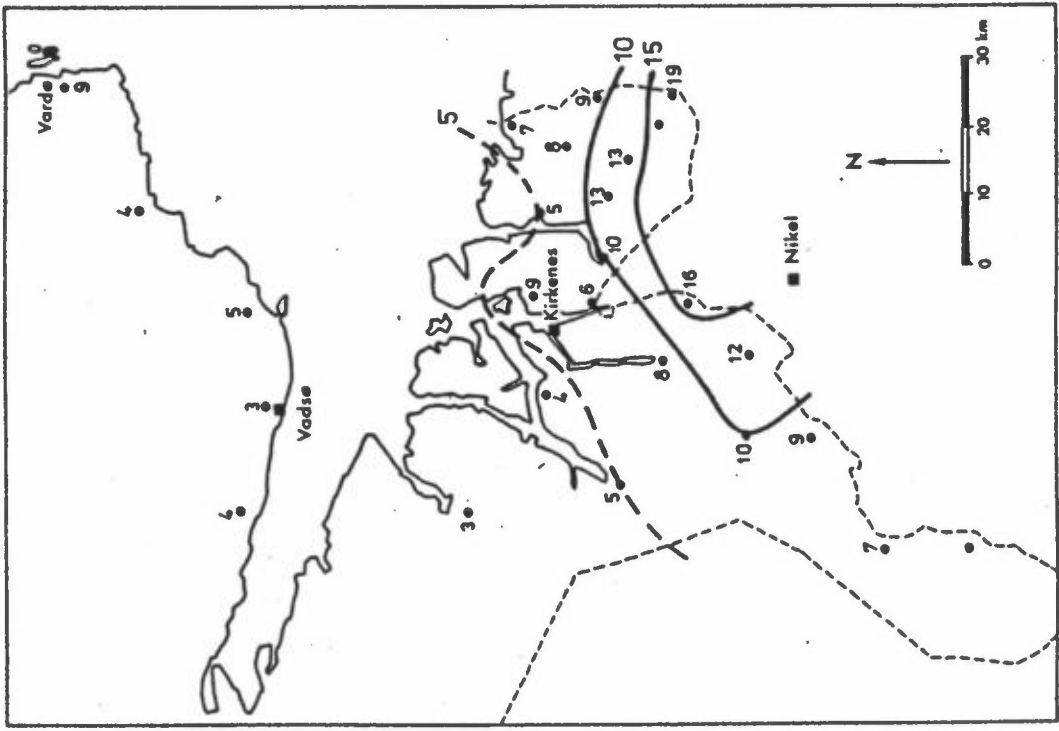
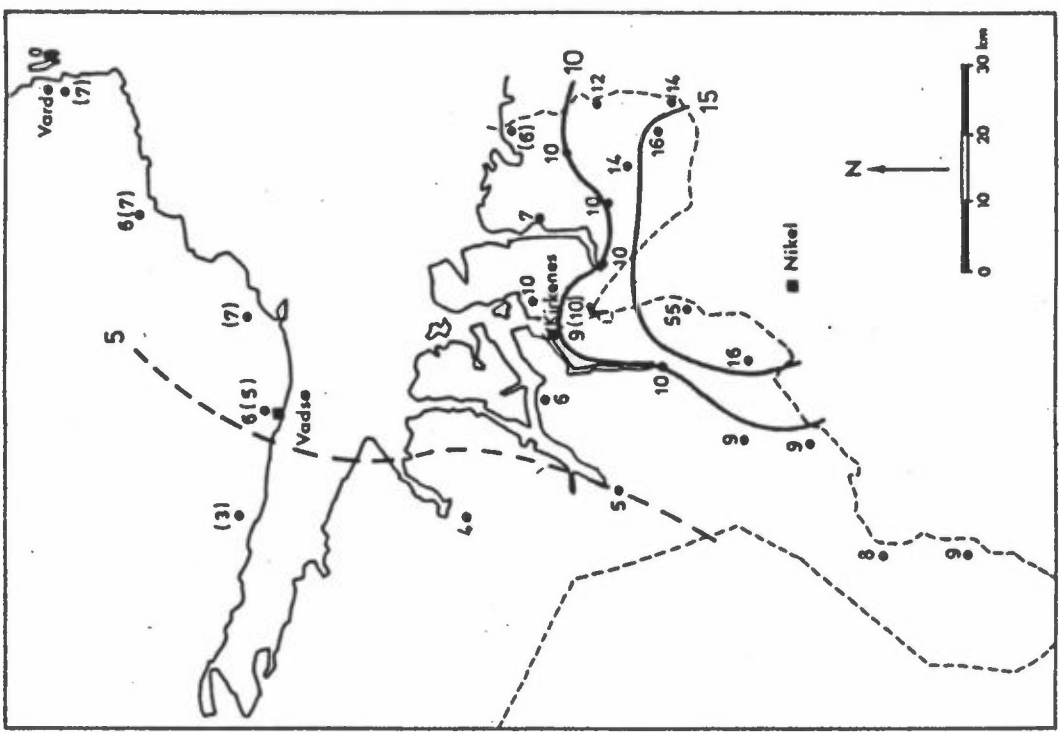
Figur 6: Konsentrasjon av kadmium i etasjemose, kvitkrull og reinlav



Hg (ppm x 100) Etasjemose, *Hylocomium splendens* Hg (ppm x 100) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*

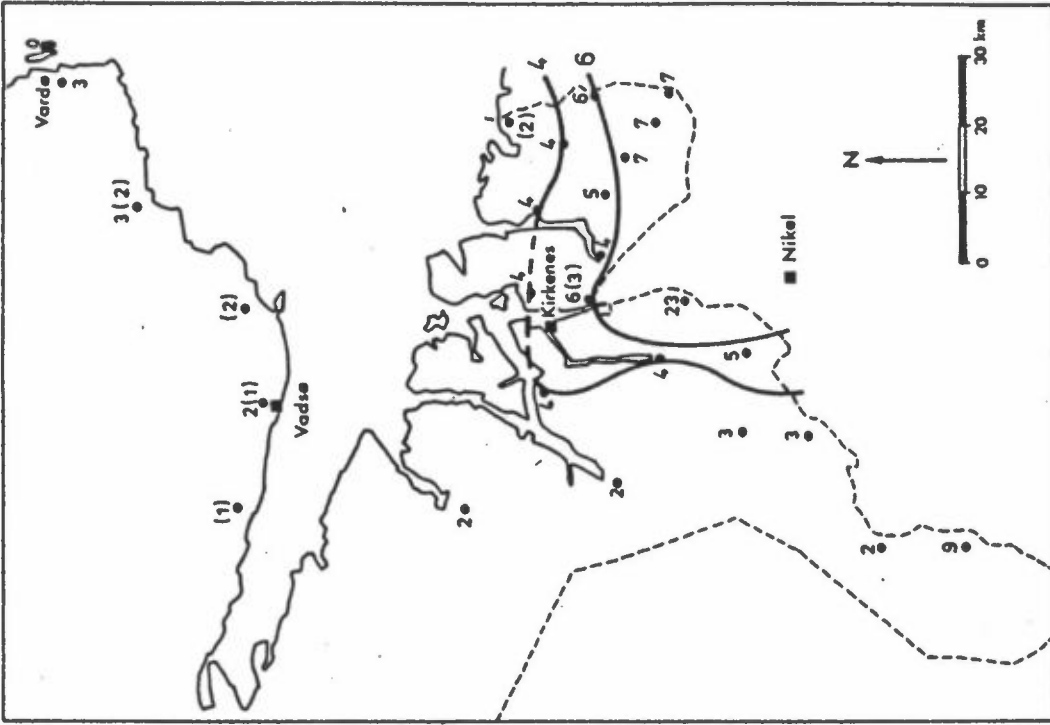
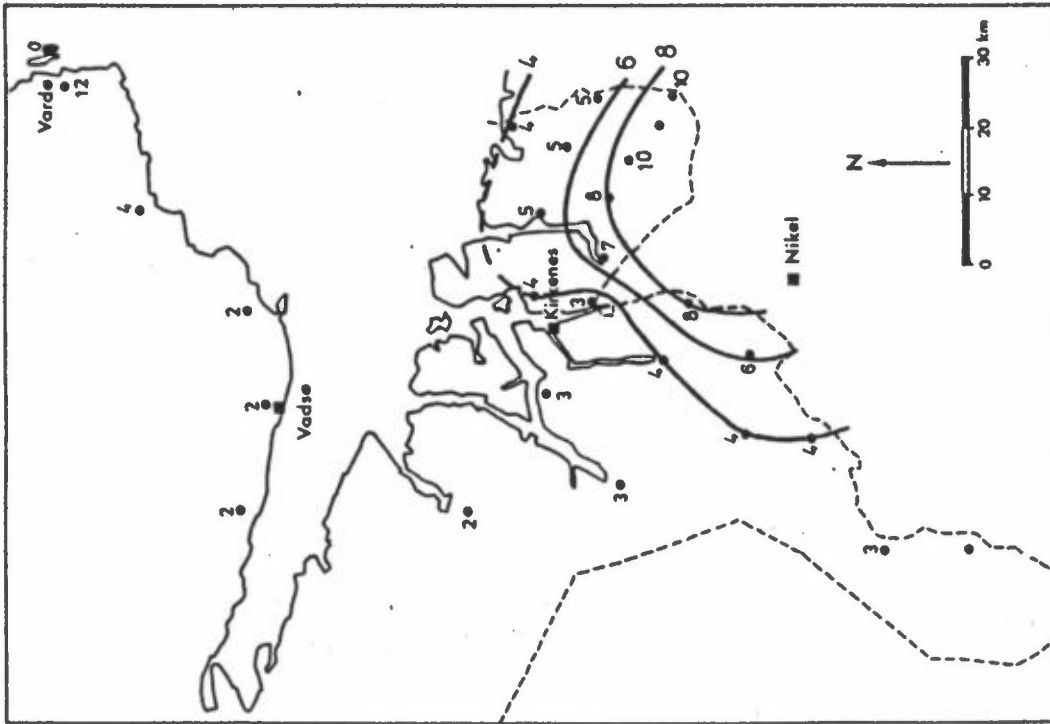
(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)

Figur 7: Konsentrasjon av kvikksølv i etasjemose, kvitkrull og reinlav



As (ppm x 10) Etasjemose, *Hylacomium splendens* As (ppm x 10) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*  
(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)

Figur 8: Konsentrasjon av arsen i etasjemose, kvitkrull og reinlav



Se (ppm x 10) Etasjemose, *Hylocomium splendens*

Se (ppm x 10) Kvitkrull, *Cladonia stellaris*

(Reinlav, *Cladonia arbuscula/mitis*)

Figur 9: Konsentrasjon av selen i etasjemose, kvitkrull og reinlav

#### 4.3 Synlige skader på vegetasjon og materialer

I vedlegg E er det gitt en kort oppsummering av forekomst av epifyttiske lav på prøvetakingsstedene. Epifyttiske lav er blant annet karakterisert ved at de tar opp forurensninger i luft og nedbør, og de tåler ofte langt mindre forurensninger enn høyere planter. Særlig i områdene øst for Kirkenes var lavfloraen sparsom. Der var det også mest synlige skader på høyere vegetasjon.

Det ble observert sviskader på blader av bjørk, delvis også på vier, særlig i områdene øst for Kirkenes langs grensa til Sovjetunionen. Bladene på bjørk hadde felter med gulnet, dødt vev. Slike nekrotiske flekker er typiske når plantene har vært utsatt for høye, kortvarige konsentrasjoner av svoveldioksid ( $\text{SO}_2$ ). Hvor høy  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen må være for å gi skader, avhenger bl.a. av tid på døgnet, luftfuktighet, vind og næringstilstand. Planter i god vekst er mest utsatt. Ved slike forhold kan konsentrasjoner på  $1000-2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 1-2 timer være kritiske (4-6).

I pkt. 4.4 er det gjengitt målinger av svoveldioksid på fire steder i Øst-Finnmark. Det er også beregnet sannsynlige, maksimale korttidsverdier, og disse var av omtrent samme størrelse som nevnt ovenfor.

De observerte skadene i 1981 var ikke så omfattende som de som ble observert ved Svanvik i månedsskiftet juli/august 1978 (7). Det ble da målt  $313 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som døgnmiddel på Svanvik, og dette skyldes i alt vesentlig en 2 timers-periode med røyknedslag. Konsentrasjonen må da ha vært  $2000-4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I juli/august 1978 ble det observert enkelte brunsvidde nåler på furutrær i Svanvik-området, men vesentlig mindre skader enn på bjørk. I august 1981 ble det ikke observert sviskader på furu, hverken langs Pasvik-vassdraget eller i områdene øst for Kirkenes.

Reingjerdet langs den norsk-sovjetiske grensa hadde store korrosjonsangrep. Korrosjonen så ut til å ha vært størst ved prøvetakingssted nr 10, Gukkesjavri. Dette stedet hadde også høyest

konsentrasjon av de fleste elementene. Trådene i reingjerdet var av galvanisert stål, og korrosjonen skyldes sannsynligvis høye konsentrasjoner av svoveldioksid. De øverste trådene var mer korrodert enn de nederste. Dette har antakelig sammenheng med at de nederste er dekket av snø om vinteren og delvis skjermet av vegetasjonen om sommeren.

#### 4.4 Målinger av svoveldioksid

Svoveldioksid er målt i Kirkenes og Svanvik siden 1974 og i Holmfoss og Jarfjordbotn siden 1978 (8). Et sammendrag av måleresultater for 1978-81 er gitt i tabell 4 (9).

Tabell 4: Halvårsmidler og høyeste døgnmiddelverdier av svoveldioksid ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Sør-Varanger 1978-81 (9).

Periode	Kirkenes		Svanvik		Holmfoss		Jarfjordbotn	
	Middel	Maks	Middel	Maks	Middel	Maks	Middel	Maks
April-sept. 1978	14	115	28	313				
Okt. 1978-mars 1979	44	158	26	218	33	308	42	336
April-sept. 1979	16	166	11	153	25	454	21	270
Okt. 1979-mars 1980	38	165	19	175	25	678	19	163
April-sept. 1980	20	110	26	203	20	171	16	135
Okt. 1980-mars 1981	56	200	31	287	30	549	32	358
April-sept. 1981	25	134	23	148	18	420	22	239

De fleste halvårsmiddelverdiene var i intervallet 20-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  med gjennomgående høyest konsentrasjoner i vinterhalvåret. De høyeste døgnmiddelverdiene var i intervallet 300-700  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Også på døgnbasis var det tendens til høyest verdier i vinterhalvåret. Dette henger sammen med målestedenes plassering i forhold til framherskende vindretning, se nedenfor. Det er tidligere konkludert at utslipp i Kirkenes bidrar atskillig til  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen samme sted, mens de høye konsentrasjonene i Svanvik, Holmfoss og Jarfjordbotn i all hovedsak skyldes utslipp i Sovjetunionen (8).



I tabell 5 er det beregnet maksimale timesmiddelverdier av SO<sub>2</sub> for vekstsesongen mai-august 1981. Dette er gjort for å belyse nærmere de planteskadene som ble observert i august 1981.

Beregningene baserer seg på at både døgn- og timesmiddelverdier av SO<sub>2</sub> følger en lognormal fordeling, dvs. at logaritmen til konsentrasjonene er normalfordelt (10). Beregningene er gjort for Svanvik, Holmfoss og Jarfjordbotn og viser maksimale konsentrasjoner over en time på 720-3400 µg/m<sup>3</sup>. Beregningsmetoden gir konsentrasjonen som prosentil-verdier, og 99,9 prosentilen var på 420-1300 µg/m<sup>3</sup>, dvs. konsentrasjonen var høyere enn dette i 0,1% av tiden (ca. 3 timer). Maksimalkonsentrasjonen var høyest på Holmfoss. Verdiene i tabell 5 bør bare brukes til å få en oppfatning av omtrentlig størrelse, fordi beregningsmetodens forutsetninger ikke alltid er oppfylt i praksis.

Tabell 5: Beregning av timesmiddelverdier av svoveldioksid (µg/m<sup>3</sup>) mai-august 1981.

	Svanvik	Holmfoss	Jarfjordbotn
Middel	23	17	22
99 prosentil	180	260	220
99,9 prosentil	420	1300	670
Maksimalverdi	720	3400	1300

I tabell 6 er det gjengitt grenseverdier for svoveldioksid, framlagt av en arbeidsgruppe nedsatt av Statens forurensningstilsyn i mai 1982 (11). For vurdering av helsevirkning forutsettes at både SO<sub>2</sub> og svevestøv (sot) er til stede i lufta. Målinger av sot foregår i Kirkenes fire måneder pr. år. Konsentrasjonen har gjennomgående vært lav, med månedsmidler mindre enn 15 µg/m<sup>3</sup> og maksimale døgnmiddelverdier mindre enn 50 µg/m<sup>3</sup>.

Tabell 6: Grenseverdier for luftkvalitet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fra en arbeidsgruppe nedsatt av Statens forurensningstilsyn (11).

Virkningskategori	Komponent	Midlingstid		
		1 h	24 h	6 mnd
Helse	Svoveldioksid*		100-150	40-60
	Svevestøv (sot)*		100-150	40-60
Vegetasjon	Svoveldioksid	150	50	25

\*Det forutsettes at lufta inneholder både svoveldioksid og svevestøv (sot).

De høyeste konsentrasjonene i tabell 4 var høyere enn grenseverdiene i tabell 5. Særlig gjaldt dette for virkning på vegetasjon.

#### 4.5 Vindforhold

Vinddata for Sør-Varanger fins fra Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). I Svanvik satte NILU høsten 1978 opp en kontinuerlig registrerende vindmåler med 10 m-mast. Kirkenes lufthavn og Pasvik er blant Meteorologisk institutts værstasjoner. I Pasvik observeres vindstyrke og vindretning tre ganger pr. døgn, kl. 07, 13 og 19. På Kirkenes lufthavn skjer observasjonene fire ganger pr. døgn, kl 01, 07, 13 og 19.

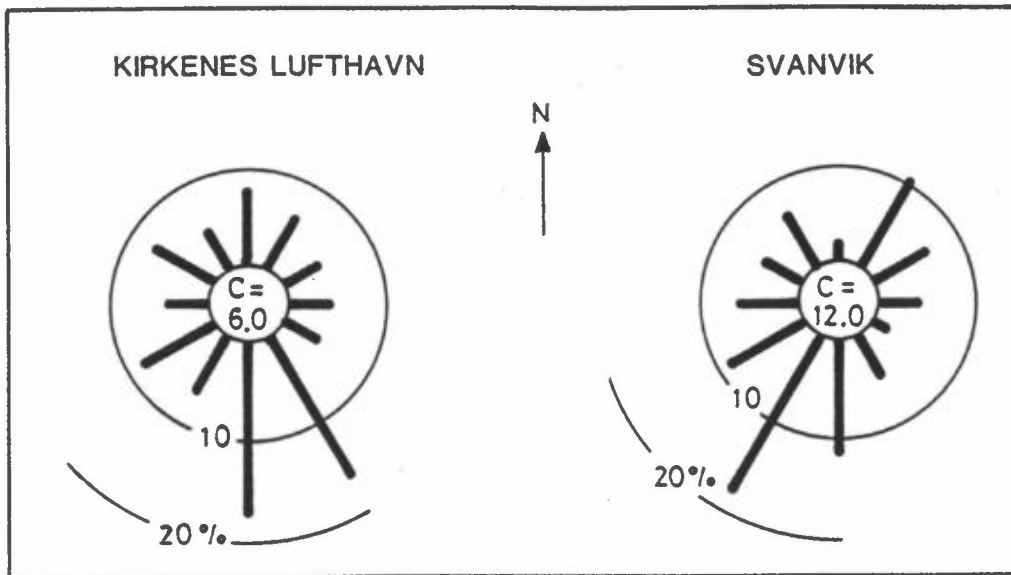
I figur 10 er vindretningsfordelingen for Svanvik og Kirkenes lufthavn gitt for 3 års-perioden fra august 1978 til august 1981. I Svanvik var det to hovedvindretninger, nemlig vind fra nordøst og sørvest. Vinden blåser altså oftest langs Pasvik-dalføret. Nordøstlig vind er vanligst om sommeren, mens sørvestlig vind er vanligst resten av året (8).

Vindmålingene fra Svanvik og Kirkenes lufthavn er foretatt nær bakken. Den lokale topografien får derfor stor innflytelse. Transport av luftforurensninger fra høye skorsteiner over avstander

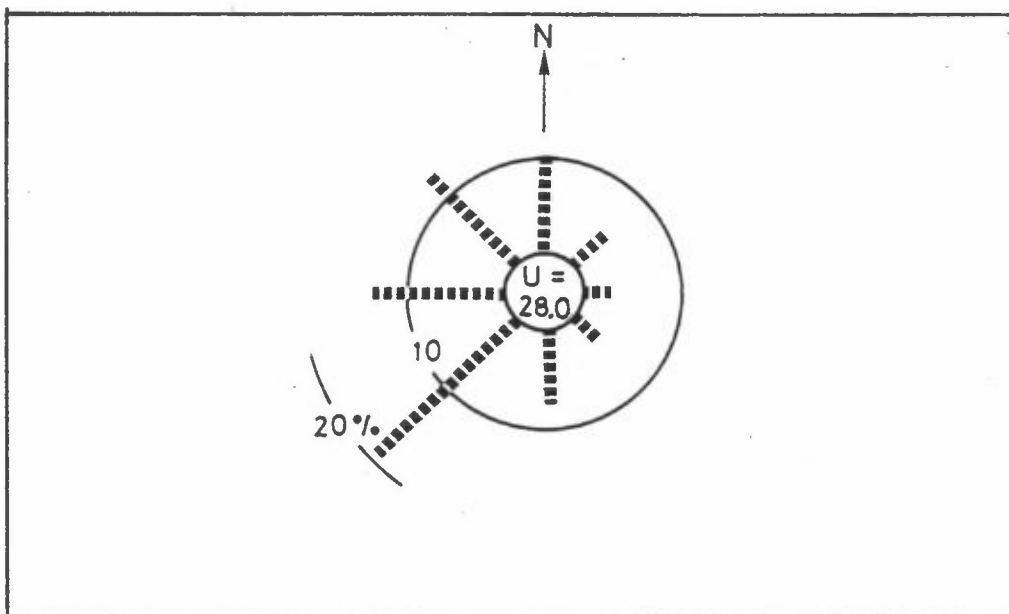
på 10-100 km skjer for det meste i større høyder, ca 100-1000 m over bakken. Vinddata for denne høyden er ikke tilgjengelig for Øst-Finnmark.

Meteorologisk institutt har beregnet trajektorier (vindbaner) i 850 mb-nivå, dvs. 1200-1400 m o.h. Disse vindbanene er fordelt på sektorer på 45 grader. Hvert døgn tilordnes en bestemt sektor hvis trajektoriene har vært innenfor sektoren i minst 50% av tiden. Hvis dette vilkåret ikke oppfylles for noen sektor, kalles døgnet "ubestemt".

I figur 11 er fordeling av trajektoriesektorer gitt for Varangerbotn, som er det stedet nærmest Sør-Varanger der slike beregninger er utført. Figur 11 viser at en stor del av vinden 1200-1400 m o.h. var fra sørvest, vest og nordvest. Disse retningene kan forklare at de høyeste konsentrasjonene av metaller i mose og lav ble funnet på prøvetakingssted nr. 10, Gukkesjavri, hvis industrien i Nikel skulle være det dominerende metallutslippet i området. En slik grov vindanalyse utelukker imidlertid ikke andre kilder lenger øst.



Figur 10: Fordeling av vindretning (%) for Svanvik oktober 1978 - august 1981, og Kirkenes lufthavn august 1978 - august 1981. C betyr vindstille, dvs. vindstyrke mindre enn 0,5 m/s.



Figur 11: Sektorvis fordeling av 850 mb-trajektorer for Varangerbotn, august 1978 - august 1981. U betyr ubestemt sektor.

#### 4.6 Målinger av vannkvalitet

For å undersøke om utslippene i Sovjetunionen har ført til endringer i vannkvaliteten, ble det tatt noen få vannprøver i utløpsosen av noen av vannene i området. Prøvene ble analysert ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA), og analyseresultatene er gjengitt i tabell 7.

Tabell 7: Analyseresultater for vannprøver, august 1981.

Stasjon nr.	Navn	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	SO <sub>4</sub> * mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	Cl	Ca	Mg
7	Sametti	6,32	3,2	(~3)	0,05	-	1,42	0,52
12	Viksjøen (Urdalsvatn)	6,36	5,1	4,5	<0,01	3,5	1,55	0,86
12	Viksjøen	6,14	4,6	4,0	<0,01	4,0	1,15	0,71
15	Jarfjord- fjellet (Holmevatn)	6,36	5,1	4,5	0,04	4,6	1,38	0,79
26	Svartnes (Fjellelva)	6,86	4,1	2,6	<0,01	10,8	2,02	1,97

(SO<sub>4</sub>\* = sulfatkonsentrasjonen fratrukket det beregnede sjøsaltbidraget)

Analyseresultatene viser at alle vannene i dag har en tilfredsstillende vannkvalitet. Som ventet hadde stedene 12 og 15 høyere konsentrasjon av sulfat enn stedene 7 og 26.

Undersøkelser av vannkvaliteten i små vann og innsjøer i forbindelse med prosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" (SNSF-prosjektet) omfattet også noen vann i Finnmark, der det ble tatt prøver i mars 1975 og mars 1976 (12). Det var ganske stor variasjon mellom ulike deler av Finnmark og fra det ene året til det andre, men de fleste sulfat-konsentrasjonene var mellom 1 og 3 mg/l. To vann vest for Svanvik hadde sulfatkonsentrasjon mellom 2,9 og 3,2 mg/l, altså om lag det samme som Sametti i august 1981. To vann i området nær Bugøyfjord (sted nr. 20) hadde lavere sulfatkonsentrasjon, mellom 1,9 og 2,8 mg/l.

Det er rimelig å tolke disse resultatene slik at utslippene i Sovjetunionen påvirker vannkvaliteten til en viss grad, men forsureningen er ikke så stor at den innebærer noen fare for fiskebestanden.

## 5 KONKLUSJON

Innholdet av åtte elementer er bestemt i etasjemose (*Hylacomium splendens*) og kvitkrull (*Cladonia stellaris*) og til dels reinlav (*Cladonia arbuscula/mitis*) for 26 steder, derav 21 steder i Sør-Varanger og fem steder på nordsiden av Varangerfjorden. For seks elementer ble det funnet en tydelig geografisk konsentrasjonsvariasjon med høyest verdier nær grensa til Sovjetunionen. Disse elementene var krom, kobolt, nikkel, kopper, arsen og selen. For de to øvrige elementene, kadmium og kvikksølv, ble det ikke funnet noen slik variasjon. Undersøkelsen bekrefter og utfyller tidligere undersøkelser fra 1977 og 1978.

Det var synlige sviskader på høyere vegetasjon. Særlig gjaldt dette bjørk og vier i områdene mellom Kirkenes og Grense Jakobselv. Disse skadene skyldes sannsynligvis svoveldioksid. I de samme områdene var lavfloraen svært sparsom.

Det ble observert store korrosjonsangrep på reingjerdet langs den norsk-sovjetiske grensa. Korrosjonsangrepene var størst der de øvrige observasjonene viste mest forurensning.

Alt tyder på at utslipp i Sovjetunionen av metaller og svoveldioksid er årsak til de høye konsentrasjonene og de observerte plante- og materialskadene. Utslippene fra gruve- og industribyen Nikel er synlige fra Norge og spiller en svært viktig rolle. En kan imidlertid ikke utelukke andre utslipp lenger øst.

Analyse av noen få vannprøver tyder på at utslippene i Sovjetunionen påvirker vannkvaliteten til en viss grad, men forsureningen er ikke så stor at den innebærer noen fare for fiskebestanden.

6 REFERANSELISTE

- (1) Schjoldager, J. Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. Lillestrøm 1979. (NILU OR 39/79.)
- (2) Steinnes, E. Atmospheric deposition of trace elements in Norway studies by means of moss analysis. Kjeller, Institutt for atomenergi, 1977. (Kjeller report KR-154.)
- (3) Rambæk, J.P.  
Steinnes, E. Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller, Institutt for atomenergi, 1980. (Work report A 7.)
- (4) McGovern, P.C.  
Balsillic, D. Sulphur dioxide (1972) - Heavy metals (1971). Levels and vegetation effects in the Sudbury area. Sudbury, Ontario Ministry of the Environment, 1973.
- (5) Schärer, B. Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid. Bonn, Bundesministerium des Innern, 1980.
- (6) van Haut, H.  
Stratmann, H. Farbtafelatlas über Schwefeldioxidwirkungen an Pflanzen. Essen, Girardet-Verlag, 1970.
- (7) Semb, A. Observasjon av SO<sub>2</sub>-induserte planteskader i Pasvik-dalen. Lillestrøm 1978. (NILU-notat av 15.8.78.)
- (8) Hagen, L.O. Måling av luftforurensninger i Sør-Varanger. Lillestrøm 1981. (NILU notat av 28.1.1981.)
- (9) Hagen, L.O. Rutineovervåking av luftforurensning. April 1978-mars 1979; April 1979-mars 1980; April 1980-mars 1981; April 1981-mars 1982. Lillestrøm 1980-82. (NILU OR 29/79, 34/80, 13/82, 43/82.)

- (10) Larsen, R.I. A mathematical model for relating air quality measurements to air quality standards. Research Triangle Park N.C., Environmental Protection Agency, 1971.
- (11) Luftforurensning, virkninger på helse og miljø. En utredning om sammenhengen mellom konsentrasjoner og virkninger av noen vanlige forurensningskomponenter. Oslo, Statens forurensnings-tilsyn, 1982. (SFT-rapport nr. 38.)
- (12) Wright, R.F.  
Dale, T.  
Henriksen, A.  
Hendrey, G.R.  
Gjessing, E.T.  
Johannessen, M.  
Lysholm, C.  
Støren, E. Regional surveys of small Norwegian lakes, October 1974, March 1975, March 1976 and March 1977. Oslo-Ås 1977. (SNSF-prosjektet, rapport IR 33/77.)
- (13) Rühling, Å.  
Skärby, L. Landsomfattande kartering av regionala tungmetallhalter i mossa. Solna, Statens naturvårdsverk, 1979. (SNV PM 1191).





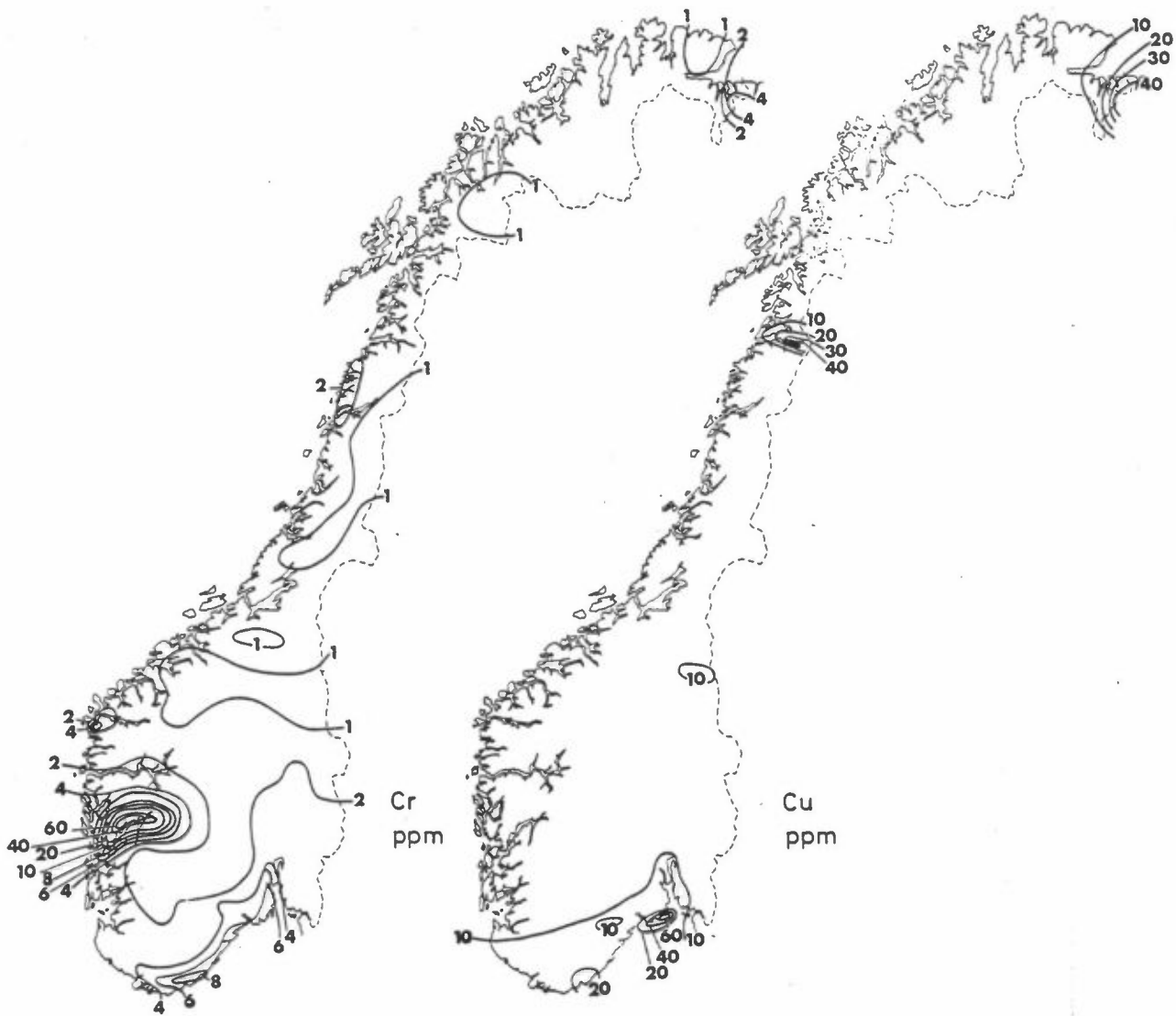
## VEDLEGG A

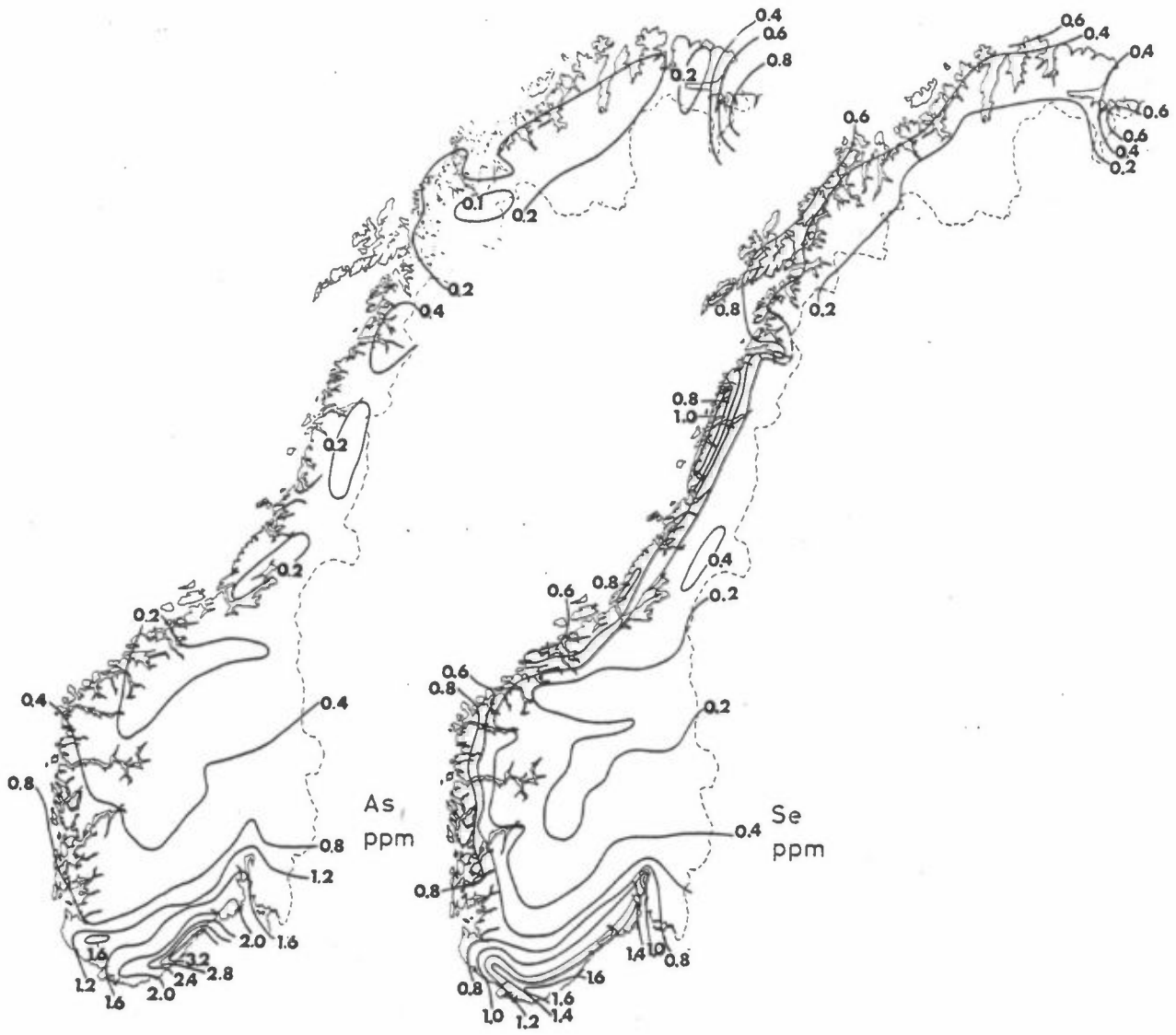
Konsentrasjonskart for innhold av elementer i  
etasjemose (*Hylocomium splendens*), 1977 av

Krom (Cr)  
Kopper (Cu)  
Arsen (As)  
Selen (Se)

(Kilde: Referanse 3.)







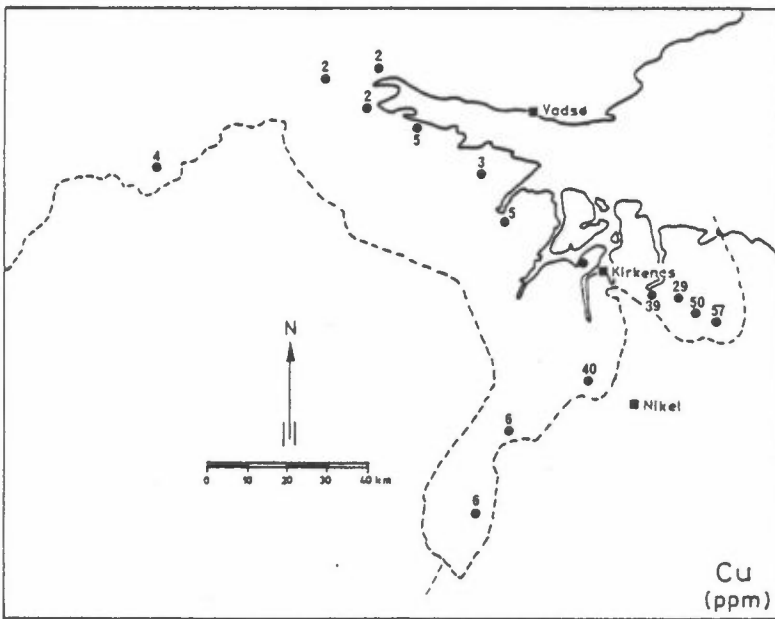
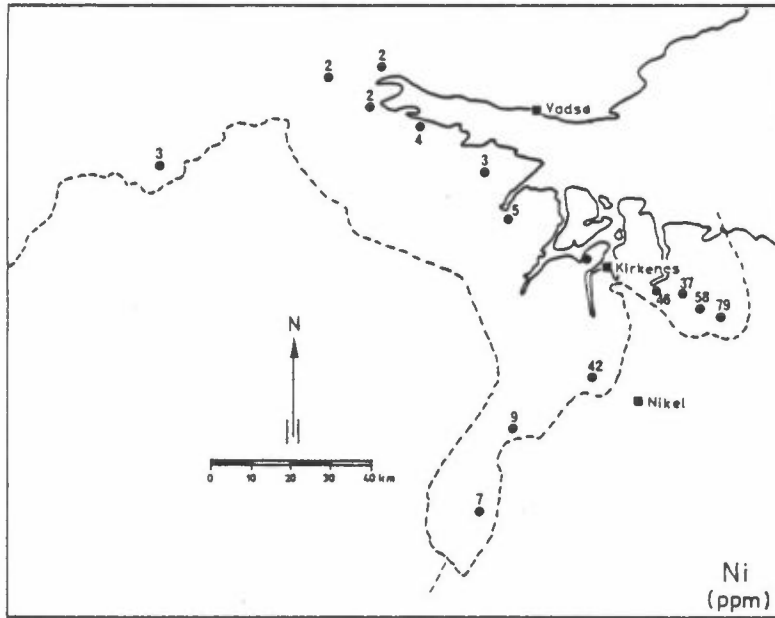
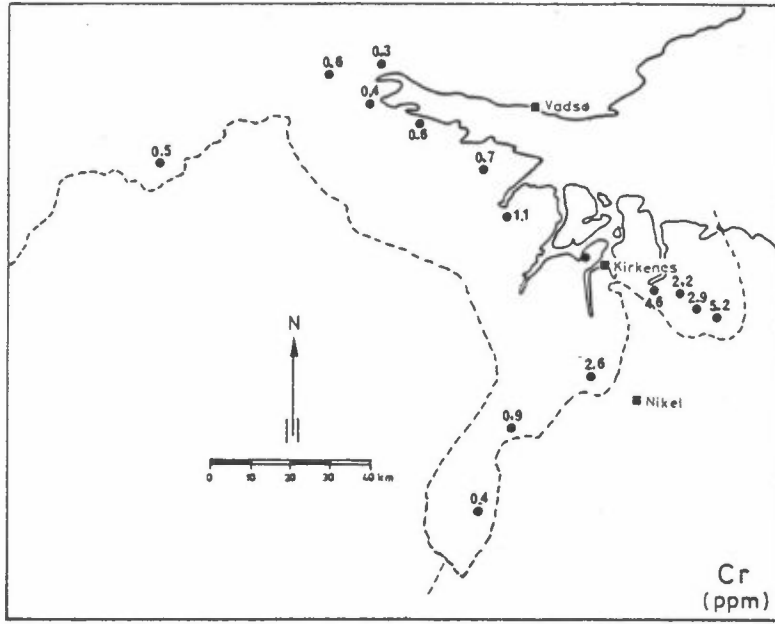
## VEDLEGG B

Konsentrasjon i kvitkrull (*Cladonia stellaris*),  
Øst-Finnmark 1978 av

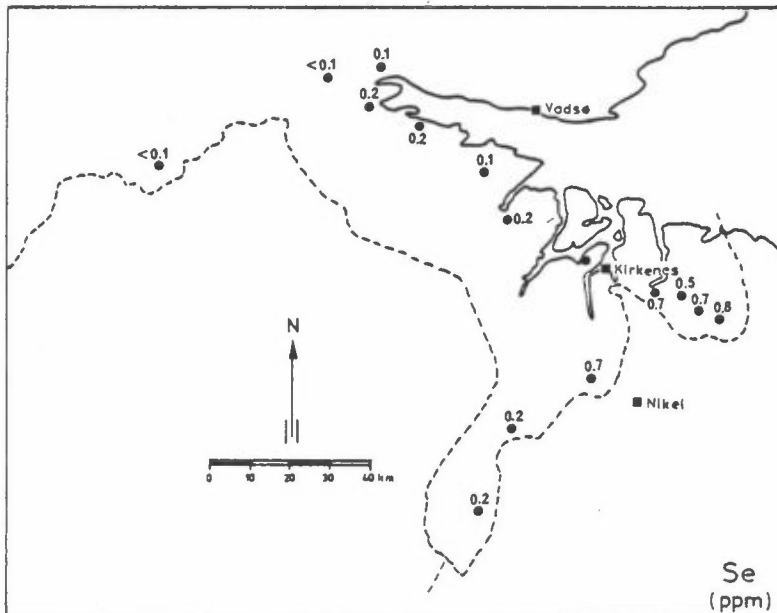
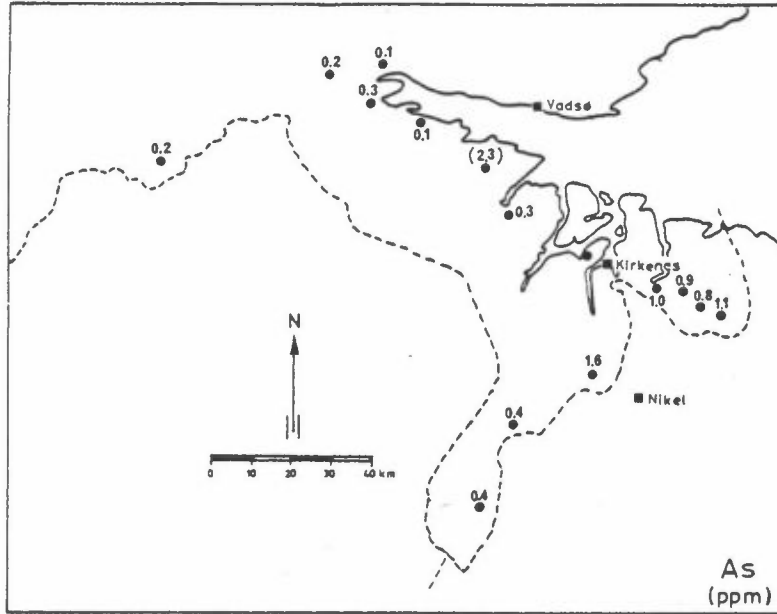
Krom (Cr)  
Nikkel (Ni)  
Kopper (Cu)  
Arsen (As)  
Selen (Se)

(Kilde: Referanse 1.)









## VEDLEGG C

### Analysemetoder

C1. Atomabsorpsjons-spektroskopi (J.E. Hanssen)

C2. Nøytronaktiverings-analyse (J.P. Rambæk)



## C1. ATOMABSORPSJONS-SPEKTROSKOPI

Denne analysemetode, som baserer seg på at metaller i en prøve absorberer lys av bestemte bølgelengder, krever at prøven foreligger i form av en oppløsning. Det er derfor nødvendig med destruksjon av prøven. For ikke å tape metaller med lavt kokepunkt ved tørrforasking, ble det foretatt våtoppslutning med salpetersyre.

Ca. 2 gram tørr prøve (mose og lav) ble innveid i 50 ml Erlenmeyer-kolber. 20 ml konsentrert salpetersyre ( $\text{HNO}_3$ ) ble tilsatt. Kolbene ble plassert på en varmeplate først ved forholdsvis lav temperatur, siden slik at oppløsningen kokte inntil overskudd salpetersyre var fjernet. Uoppløst materiale ble filtrert fra og filtratet fortynnet med vann til 100 ml.

Analysen ble foretatt med et atomabsorpsjons-spektrofotometer ved de betingelser som er gitt av instrument-tilvirkeren (1). Vanlig flammeteknikk med luft/acetylen ble brukt for bestemmelse av kopper og for de prøver som inneholdt mest nikkel. Grafittovnteknikk (flammeløs atomabsorpsjon) ble benyttet for krom, kobolt, kadmium og for de prøver som inneholdt lite nikkel. For grafittovnteknikken ble automatisk injeksjon benyttet. Kalibreringsløsningene inneholdt den samme syremengde som prøveløsningene.

### REFERANSE

- (1) Analytical methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin - Elmer Corp. Norwalk, Connecticut (1973).

## C2. NEUTRONAKTIVERINGSANALYSE AV KVIKKSØLV, SELEN OG ARSEN

### I MOSE OG LAV

Ca. 0,3 gram av hver prøve ble overført til kvartsampuller som så ble smeltet igjen. Disse ble bestrålt i reaktoren JEEP-II ved en termisk neutronfluks på  $1,5 \cdot 10^{13} \text{ ncm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  i ca. 20 timer. Sammen med prøvene ble det også bestrålt standarder av de aktuelle elementer. Tre dager etter bestråling ble prøvene separert som beskrevet nedenfor og undersøkt ved gammaspektroskopi. Det ble benyttet en Ge(Li) halvlederdetektor koplet til en 4096-kanals pulshøydeanalysator. De kvantitative bestemmelsene ble basert på sammenligning av arealer av samsvarende fototopper i gammaspektrene av henholdsvis prøve og standard.

### Separasjon av Hg, Se og As fra plantemateriale:

De bestrålte kvartsampullene med prøver ble vasket, nedkjølt i flytende nitrogen, knust og overført til destillasjonskolber hvor det på forhånd var tilsatt noen ml kons.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  samt bærerløsninger av Hg, Se og As. Det ble så tilsatt ca 10 ml  $\text{HNO}_3$ . Prøvene ble så kokt i denne syreblandingen til de var oppløst og overskudd av  $\text{HNO}_3$  ble dampet av. Det ble så tilsatt ca 15 ml  $\text{HCl/HBr}$  og Hg, Se og As ble destillert av. Destillasjonen ble gjentatt for å øke det kjemiske utbytte. Det samlede destillat ble så tilsatt litt ascorbinsyre for å redusere eventuelle rester av  $\text{Br}_2$ , og Hg, Se og As ble felt som sulfider. Fellingene ble filtrert på membranfilter, vasket og montert for måling. Standardene ble behandlet på samme måte som prøvene. Kjemisk utbytte ble bestemt ved reaktivering.

## VEDLEGG D

Konsentrasjon (ppm) av

Krom (Cr)  
Kobolt (Co)  
Nikkel (Ni)  
Kopper (Cu)  
Kadmium (Cd)  
Kvikksølv (Hg)  
Arsen (As)  
Selen (Se)



Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	2,1	1,2		Cr (ppm)
2	Holmfoss	5,1	2,8		
3	Svanvik	2,8	1,6		
4	Skogfoss	1,7	0,93		
5	Vaggatem	1,0	0,36		
6	Noatun		0,34		
7	Sametti	1,4	1,1		
8	Elvenes	2,6	1,7	2,3	
9	Jarfjordbotn	2,6	0,70		
10	Gukkesjavri	7,0	3,4		
11	Korpfjellet		2,6		
12	Viksjøen	3,5	1,4		
13	Haukedal	2,8	0,58		
14	Lanabukt	1,5	0,78		
15	Jarfjordfjellet	1,7	0,70		
16	Elvheim	2,3	1,3		
17	Grense Jakobselv	1,8		0,50	
18	Jakobsnes	2,0	0,81		
19	Tusenvika	0,71	0,36		
20	Munkelv	0,78	0,36		
21	Bugøyfjord	<0,45	<0,35		
22	Vestre Jakobselv	<0,41		<0,35	
23	Vadsø	<0,60	0,25	<0,32	
24	Krampenæs	<0,58		0,47	
25	Komagvær	<0,65	0,30	<0,66	
26	Svartnes			0,93	



Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	2,1	1,9		Co (ppm)
2	Holmfoss	3,6	2,4		
3	Svanvik	3,4	1,7		
4	Skogfoss	1,6	0,86		
5	Vaggatem	0,8	0,29		
6	Noatun		0,14		
7	Sametti	2,1	1,4		
8	Elvenes	1,6	0,86	<0,10	
9	Jarfjordbotn	2,2	0,84		
10	Gukkesjavri	7,0	2,6		
11	Korpfjellet		2,5		
12	Viksjøen	4,4	1,3		
13	Haukedal	2,3	0,70		
14	Lanabukt	1,2	0,47		
15	Jarfjordfjellet	1,7	0,84		
16	Elvheim	2,9	1,3		
17	Grense Jakobselv	0,7		<0,20	
18	Jakobsnes	0,93	0,48		
19	Tusenvika	0,28	0,29		
20	Munkelv	<0,31	0,15		
21	Bugøyfjord	<0,18	0,28		
22	Vestre Jakobselv	<0,16		<0,14	
23	Vadsø	<0,24	0,20	<0,13	
24	Krampenes	<0,23		0,09	
25	Komagvær	0,52	0,12	<0,26	
26	Svartnes			0,25	

Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	48	23		Ni (ppm)
2	Holmfoss	110	60		
3	Svanvik	120	41		
4	Skogfoss	57	30		
5	Vaggatem	37	11		
6	Noatun		12		
7	Sametti	62	39		
8	Elvenes	43	21	29	
9	Jarfjordbotn	69	19		
10	Gukkesjavri	200	76		
11	Korpfjellet		74		
12	Viksjøen	110	41		
13	Haukedal	64	32		
14	Lanabukt	35	18		
15	Jarfjordfjellet	55	22		
16	Elvheim	88	38		
17	Grense Jakobselv	32		11	
18	Jakobsnes	31	11		
19	Tusenvika	14	7,0		
20	Munkelv	20	6,5		
21	Bugøyfjord	11	3,5		
22	Vestre Jakobselv	5,5		2,0	
23	Vadsø	9,0	4,0	3,0	
24	Krampenes	7,5		4,5	
25	Komagvær	6,0	5,0	4,5	
26	Svartnes			2,0	

Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	27	19		Cu (ppm)
2	Holmfoss	70	47		
3	Svanvik	86	35		
4	Skogfoss	40	23		
5	Vaggatem	23	10		
6	Noatun		6,8		
7	Sametti	43	29		
8	Elvenes	28	16	19	
9	Jarfjordbotn	57	17		
10	Gukkesjavri	130	64		
11	Korpfjellet		57		
12	Viksjøen	74	31		
13	Haukedal	45	26		
14	Lanabukt	27	12		
15	Jarfjordfjellet	49	18		
16	Elvheim	64	25		
17	Grense Jakobselv	38		9,9	
18	Jakobsnes	24	8,1		
19	Tusenvika	7,1	5,8		
20	Munkelv	16	3,6		
21	Bugøyfjord	9,1	2,8		
22	Vestre Jakobselv	3,7		2,1	
23	Vadsø	4,8	2,5	2,6	
24	Krampenes	5,2		3,3	
25	Komagvær	5,2	2,7	4,0	
26	Svartnes			3,1	

Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	0,09	0,04		Cd (ppm)
2	Holmfoss	0,13	0,07		
3	Svanvik	0,11	0,05		
4	Skogfoss	0,10	0,06		
5	Vaggatem	0,13	0,05		
6	Noatun		0,03		
7	Sametti	0,07	0,08		
8	Elvenes	0,10	0,06	0,05	
9	Jarfjordbotn	0,17	0,06		
10	Gukkesjavri	0,15	0,07		
11	Korpfjellet		0,06		
12	Viksjøen	0,18	0,03		
13	Haukedal	0,10	0,06		
14	Lanabukt	0,15	0,05		
15	Jarfjordfjellet	0,13	0,07		
16	Elvheim	0,11	0,06		
17	Grense Jakobselv	0,63		0,14	
18	Jakobsnes	0,11	0,06		
19	Tusenvika	0,10	0,05		
20	Munkelv	0,11	0,04		
21	Bugøyfjord	0,06	0,04		
22	Vestre Jakobselv	0,09		0,04	
23	Vadsø	0,11	0,06	0,04	
24	Krampenes	0,08		0,03	
25	Komagvær	0,06	0,04	0,07	
26	Svartnes			0,02	

Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	0,060	0,045		Hg (ppm)
2	Holmfoss	0,091	0,19		
3	Svanvik	0,11	0,043		
4	Skogfoss	0,18	0,041		
5	Vaggatem	0,11	0,041		
6	Noatun		0,064		
7	Sametti	0,069	0,053		
8	Elvenes	0,047	0,052	0,052	
9	Jarfjordbotn	0,13	0,049		
10	Gukkesjavri	0,49	0,098		
11	Korpfjellet		0,081		
12	Viksjøen	0,15	0,079		
13	Haukedal	0,093	0,073		
14	Lanabukt	0,072	0,037		
15	Jarfjordfjellet	0,088	0,052		
16	Elvheim	0,12	0,065		
17	Grense Jakobselv	0,068		0,049	
18	Jakobsnes	0,057	0,047		
19	Tusenvika	0,096	0,038		
20	Munkelv	0,11	0,030		
21	Bugøyfjord	0,15	0,035		
22	Vestre Jakobselv	0,11		0,033	
23	Vadsø	0,077	0,057	0,028	
24	Krampenes	0,082		0,044	
25	Komagvær	0,17	0,042	0,055	
26	Svartnes	0,11		0,056	

Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellæris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	0,75	1,0		As (ppm)
2	Holmfoss	1,6	5,5		
3	Svanvik	1,2	1,6		
4	Skogfoss	0,92	0,92		
5	Vaggatem	0,70	0,80		
6	Noatun		0,85		
7	Sametti	0,96	0,91		
8	Elvenes	0,59	0,86	0,95	
9	Jarfjordbotn	1,0	1,0		
10	Gukkesjavri	1,9	1,4		
11	Korpfjellet		1,6		
12	Viksjøen	1,3	1,4		
13	Haukedal	1,3	1,0		
14	Lanabukt	0,54	0,73		
15	Jarfjordfjellet	0,78	1,0		
16	Elvheim	0,88	1,2		
17	Grense Jakobselv	0,74		0,62	
18	Jakobsnes	0,86	0,96		
19	Tusenvika	0,41	0,58		
20	Munkelv	0,50	0,52		
21	Bugøyfjord	0,32	0,41		
22	Vestre Jakobselv	0,27		0,30	
23	Vadsø	0,42	0,63	0,49	
24	Krampenæs	0,45		0,65	
25	Komagvær	0,39	0,64	0,69	
26	Svartnes	0,88		0,65	

Nr.	Prøvetakingssted	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	Reinlav <i>Cladonia arbuscula /mitis</i>	ELEMENT
1	Langfjordeid	0,44	0,38		Se (ppm)
2	Holmfoss	0,75	2,3		
3	Svanvik	0,55	0,52		
4	Skogfoss	0,40	0,34		
5	Vaggatem	0,32	0,20		
6	Noatun		0,87		
7	Sametti	0,43	0,34		
8	Elvenes	0,31	0,57	0,26	
9	Jarfjordbotn	0,69	0,42		
10	Gukkesjavri	1,0	0,68		
11	Korpfjellet		0,74		
12	Viksjøen	0,97	0,66		
13	Haukedal	0,75	0,48		
14	Lanabukt	0,47	0,38		
15	Jarfjordfjellet	0,53	0,43		
16	Elvheim	0,53	0,61		
17	Grense Jakobselv	0,35		0,16	
18	Jakobsnes	0,42	0,40		
19	Tusenvika	0,27	0,39		
20	Munkelv	0,31	0,23		
21	Bugøyfjord	0,22	0,16		
22	Vestre Jakobselv	0,17		0,079	
23	Vadsø	0,23	0,18	0,14	
24	Krampenes	0,24		0,16	
25	Komagvær	0,42	0,33	0,21	
26	Svartnes	1,24		0,30	

## VEDLEGG E

Førekomst av epifyttiske lav i prøve-  
takingsområda, kort oppsummering  
av  
Inga E. Bruteig





## INNLEIING

Epifyttiske lav er svært sensitive for luftforureiningar, og dei er dei første plantene som vert skadde og døyrt ut i forureina område. Så godt som alle større europeiske byar har ein sentral "lav-ørken" som følge av forureiningar (1).

Effekten kan vere endå større rundt industriområde med smelteverk o.l. Her vil klare skadeverknader kunne observerast etter berre få års drift (2).

Årsaken til at lav er spesielt utsett for forureiningar, ligg mellom anna i at lav ikkje har noko rotsystem og difor er avhengig av vatn og næringsemne som blir tilført med vind og nedbør. Ulike tungmetall vil t.d. kunne akkumulereast i laven, og konsentrasjonane kan stige til det mangedoble av det ein finn i ikkje-forureina område.

Dei viktigaste forureiningsfaktorane er  $SO_2$ , fluor og tungmetall. Det har vist seg at det truleg er svoveldioksyd-innhaldet i lufta som er den viktigaste årsaken til at lavartar døyrt ut og forsvinn frå område (3).

Ulike artar har ulik sensitivitet overfor luftforureiningane. Dette gjer at ein kan bruke artssamansetjinga i eit område som direkte mål for forureiningane på staden. Dette er ein metode som på mange måtar er både betre og rimelegare enn tekniske målingar, og er difor mykje brukt i forureiningsundersøkingar.

I samband med undersøkinga i 1981 ville ein og prøve å finne ut om forureiningane hadde påverka den epifyttiske artssamansetjinga i Aust-Finnmark. Parallelt med lav- og moseprøvene for elementanalyse vart det difor samla ein del materiale av lav på trea i området.

Desse prøvene vart svært tilfeldig tekne, med store variasjonar mellom anna i vegetasjonstype, økologiske forhold, m.m. Det vart og tekne for få prøver (som regel berre eitt tre pr. stasjon) til at artslistar frå desse trea kan ha nokon verdi. Det blir difor berre gjeve ei kort oppsummering av hovudinstrykka frå kvar stasjon.

#### PRØVETAKINGSOMRÅDA

##### Stasjon 1 LANGFJORDEID

Bjørkeskog med innslag av furu.

Rikt med lav. Snømallav og kvistlav dominerer. Ein del små eksemplar av brunskjegg (*Bryoria*).

##### Stasjon 2 HOLMFOSS

Lavvegetasjonen varierte svært på ulike lokaliteter innan stasjonen.

1) Relativt tett bjørkeskog med innslag av andre tre. Beskytta lokalitet

Rik lavdekning på bjørka.

2) Open skog med bjørk og furu; lyngrabb.

Mykje mindre dekning av lav på bjørka. Svært lite lav på furu.

##### Stasjon 3 SVANVIK

Open bjørkeskog med furu. Dvergbjørkbotn.

Lite lav på trea, hovudsakleg konsentrert om basispartia.

Fann eksemplar av *Bryoria* oppetter stammen på furu.

##### Stasjon 4 SKOGFOSS

Skråning med furuskog (innslag av bjørk).

Lite lav på furua. Ein del basislav, så som gul stokklav o.a., fantest, men desse vaks så godt som berre på nordvest-sida av trea.

##### Stasjon 5 VAGGATEM

Glissen skogknaus med furu og småbjørk.

Såg ut til å vere normalt med lav på trea i dette området.

Stasjon 6 NOATUN

Tett furuskog, lite botnvegetasjon.

Såg ut til å vere normalt med lav. Velutvikla eksemplar av skjeggjav oppetter stammen og greinene på furua. Rikt med lav også på bjørk i utkanten av furuskogen.

Stasjon 7 SAMETTI

Furuskog med småbjørk; lite store tre.

Generelt lite lav på trea. (Kan kanskje kome av at det var ung skog.)

Stasjon 8 ELVENES

Open bjørkeli med lyngbotn

Såg ut til å vere normal lavvekst på trea, med snømållav som dominerande.

Stasjon 9 JARFJORDBOTN

Myrområde med furu og småbjørk.

Den eldre bjørka hadde god dekning av lav. Furua hadde lavvekst så godt som berre på nordsida (særleg ved basis).

Stasjon 10 GUKKESJAVRI

Lyngrabb med open bjørkeskog.

Fanntest mest ikkje lav på trea. Fann korkje snømållav eller kvistlav. Litt skorpelav ved basis av ein del tre.

Stasjon 11 KORPFJELLET

Glissen fjellbjørkeskog. Nekrose på bjørkeblada.

Svært lite lav på dei fleste tre. Ein del skorpelav fanntest, også oppetter stammen.

Stasjon 12 VIKSJØEN

Fjellbjørkeskog. Tydelege skader på blad av bjørk, dvergbjørk og vier.

Så godt som ikkje lav på trea, berre litt ved basis og i sprekker.

Stasjon 13 HAUKEDAL

Fjellbjørkeskog. Tydelege skadar på blada.

Minimalt med lav, til og med svært lite ved basis.

Stasjon 14 LANABUKT

Bjørkeskog ved sjøen.

Ein del lav på trea, men ikkje særleg stor dekning.

Stasjon 15 JARFJORDFJELLET

Fjellskråning med spreidd bjørkestand. Tydelege skadar på bjørkeblad.

Ein del lav på bjørka, men dei fleste tre har liten dekning.

Lite kvistlav.

Stasjon 16 ELVHEIM

Bjørkeskog ved elva. Skadar på bjørk og vier.

Svært lite lav i området. Ein del skorpelav på trea, men busk- og bladlav manglar.

Stasjon 17 GRENSEJAKOBSELV

Nord for tregrensa.

Småbjørka hadde tydelege skadar på blada.

Stasjon 18 JAKOBSNES

Open bjørkeskog - skadar på blada også her.

Ein del makrolav på trea att, men ikkje særleg stor dekning.

Stasjon 19 TUSENVIKA

Bjørkeskog langs elvesøkk, med innslag av andre tre.

Ein del snømallav på bjørka, lite anna lav.

Stasjon 20 MUNKELV

Bjørkeskog langs elveleie på vidda.

Rikt med lav på bjørka. Snømallav dominerar.

Stasjon 21 BUGØYFJORD  
Frodig bjørkeskog  
Rikt med lav. Snømållav dominerar.

Stasjon 22 VESTRE JAKOBSELV  
Bjørkeli i bergside.  
Rikt med lav. Snømållav dominerar.

Stasjon 23 VADSØ  
Låg fjellbjørkeskog.  
Såg ut til å vere normalt med lav. Snømållav dominerar.

Stasjon 24 KRAMPENES, 25 KOMAGVÆR OG 26 SVARTNES  
Var ikkje tre i området.

#### OPPSUMMERING

Etter disse generelle inntrykka ser det altså ut for at skadane er størst i dei austlege områda, medan påverknaden minkar innover Varangerfjorden og sørover i Pasvikdalen. Det ser ut for at forskjellane i lavvegetasjonen kan vere markerte.

Eit nærare studium av dette er no i gang i form av ei hovudoppgåve ved Universitetet i Trondheim.

#### REFERANSAR

- (1) Ferry, B.W.                             Air pollution and lichens.  
    Baddeley, M.S.                        London, The Athlone Press, 1973.  
    Hawksworth, D.L.
- (2) Westman, L.                            Användning av lavar i kontrollpro-  
  gram för punktkällor som släpper ut  
  svavel, fluor och metall.  
  Solna, Statens naturvårdsverk 1982.  
  (Rapport SNV PM 1556.)
- (3) Hawksworth, D.L.                      Lichens as pollution monitors.  
    Rose, F.                                Studies in biology 66. London,  
  1976.



# NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)  
 POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
 ELVEGT. 52.

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORT NR. OR 55/83	ISBN--82-7247- 424-7
DATO Oktober 1983	ANSV.SIGN. Odd F. Skogvold	ANT. SIDER 61
TITTEL Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981		PROSJEKTLEDER J. Schjoldager
FORFATTER(E) J. Schjoldager, A. Semb, I.E. Bruteig, J.E. Hanssen, J.P. Rambæk		NILU PROSJEKT NR. O-8126
OPPDRAGSGIVER Miljøverndepartementet		TILGJENGELIGHET** A
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Metaller                      Vegetasjonsskader		OPPDRAGSGIVERS REF.
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Det er tatt prøver av etasjemose ( <i>Hylocomium splendens</i> ) og kvitkrull ( <i>Cladonia stellaris</i> ) på 26 steder i Øst-Finnmark. Prøvene er analysert med hensyn på Cr, Co, Ni, Cu, Cd, Hg, As og Se. For alle elementene unntatt Cd og Hg ble det funnet en tydelig geografisk konsentrasjonsvariasjon med høyeste verdier nær grensa til Sovjetunionen. Også synlige skader på vegetasjon og materialer viser at utslipp i Sovjetunionen er årsaken til luftforurensningen.		Finmark
TITLE Analysis of metals in moss and lichen, eastern Finnmark, Norway 1981.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines). Samples of <i>Hylocomium splendens</i> and <i>Cladonia stellaris</i> are analysed for eight trace elements. For six of these, Cr, Co, Ni, Cu, As and Se, there was a very pronounced concentration variation, indicating a direct contribution from emissions in the Soviet Union. Damage to vegetation and materials also point out transboundary air pollution.		

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