

NILU  
OPPDRAKSRAFFORT NR 39/79  
REFERANSE: 23673/24078  
DATO: DESEMBER 1979

INNHold AV ELEMENTER I  
MOLTEBÆR, MOSE OG LAV,  
FINNMARK 1978

AV

JØRGEN SCHJOLDAGER

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

ISBN 82-7247-138-8

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG .....	5
1 INNLEDNING .....	7
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER .....	8
3 PRØVETAKING OG ANALYSE .....	10
4 RESULTATER OG DISKUSJON .....	12
4.1 Opptak av elementer i ulike arter .....	12
4.2 Sammenlikning med tidligere målinger .....	13
4.3 Geografisk variasjon av konsentrasjon i mose og lav .....	15
4.3.1 Vanadium .....	15
4.3.2 Krom .....	15
4.3.3 Mangan .....	15
4.3.4 Nikkel og kopper .....	16
4.3.5 Sink, kadmium og kvikksølv .....	18
4.3.6 Bly .....	18
4.3.7 Arsen og selen .....	18
4.3.8 Antimon .....	20
4.4 Innhold av elementer i moltebær .....	20
4.5 Estimat av nedfallet i indre Varangerfjord	21
5 KONKLUSJON .....	22
6 REFERANSELISTE .....	23
VEDLEGG A: Analysemetoder .....	25
VEDLEGG B: Analyseresultater .....	29
VEDLEGG C: Middelkonsentrasjoner for Kirkenes- Pasvik, indre Varangerfjord og Finnmarksvidda .....	43



## SAMMENDRAG

På oppdrag fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen og Miljøverndepartementet har NILU undersøkt innholdet av inntil 12 elementer i prøver av moltebær (*Rubus chamaemorus*), kvitkrull (*Cladonia alpestris*), kvistlav (*Hypogymnia physodes*), etasjemose (*Hylacomium splendens*) og furumose (*Pleurozium Schreberi*) i Finnmark. Prøvetakingen fant sted i august 1978. Prøvene er analysert på NILU ved atomabsorpsjons-spektroskopi og på Institutt for atomenergi ved nøytronaktiveringsanalyse.

For fem elementer, krom, nikkel, kopper, arsen og selen ble det funnet klart høyere konsentrasjoner i området Kirkenes-Pasvik-Grense Jakobselv enn i resten av fylket. Dette antas å ha direkte sammenheng med utslipp av forurensninger fra metallurgisk industri i byen Nikel i Sovjetunionen.

For de øvrige elementene, vanadium, mangan, sink, kadmium, kvikksølv, bly og antimon var det liten eller ingen systematisk variasjon mellom de ulike områdene i Finnmark.



INNHold AV ELEMENTER I MOLTEBÆR, MOSE OG  
LAV, FINNMARK 1978

1 INNLEDNING

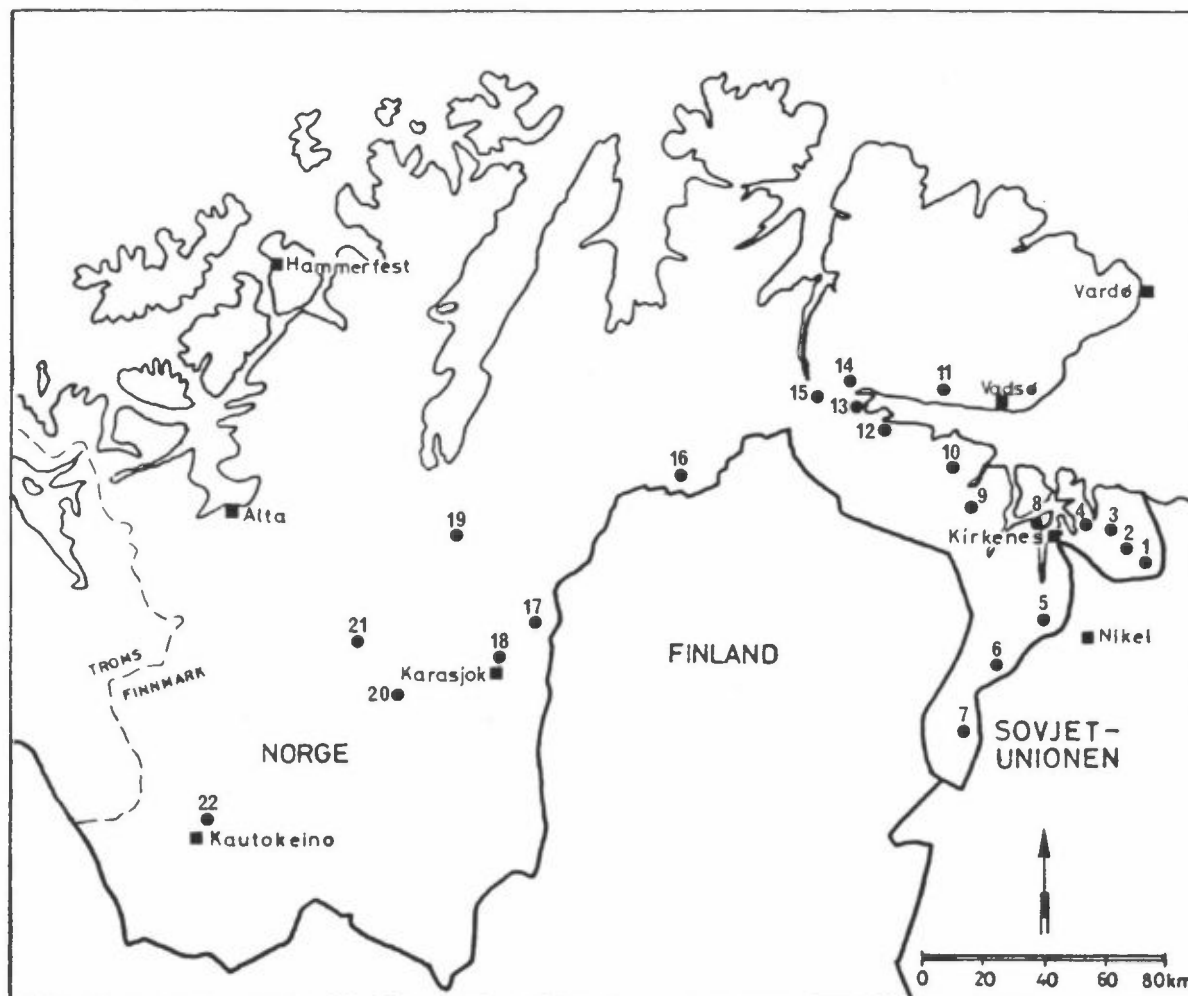
På oppdrag fra Norges vassdrags- og elektrisitetstjeneste (NVE) og Miljøverndepartementet (MD) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) gjort en undersøkelse av innholdet av en del elementer i vegetasjonsprøver fra Finnmark. Undersøkelsen er et ledd i NVEs planleggingsarbeid for lokalisering av framtidige varmekraftverk i Finnmark og MDs arbeid med å kartlegge forurensningene fra metallurgisk industri i byen Nikel i Sovjetunionen.

I alt ble det innsamlet plantemateriale fra 22 steder, se figur 1. Av disse var åtte steder i området Kirkenes-Pasvik, sju var i området omkring indre Varangerfjord og sju var spredt over indre strøk av resten av fylket.

Følgende arter er undersøkt:

- Molte (*Rubus chamaemorus*)
- Kvitkrull (*Cladonia alpestris*)
- Kvistlav (*Hypogymnia physodes*)
- Etasjemose (*Hylocomium splendens*)
- Furumose (*Pleurozium Schreberi*)

Prøvene er analysert med hensyn på følgende 12 elementer: Vanadium (V), krom (Cr), mangan (Mn), nikkel (Ni), kopper (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), bly (Pb), arsen (As), antimon (Sb) og selen (Se). Analysene er delvis utført av Institutt for atomenergi, Kjeller.



Figur 1: Steder for planteprøver, Finnmark august 1978. Tallene refererer til tabell 1.

## 2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Rühling & Tyler (1,2) har bestemt innholdet av 14 metaller i etasjemose, innsamlet i Finland, Norge og Sverige 1968-70. Av de 14 metallene var det åtte som også ble analysert i denne undersøkelsen, nemlig Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg og Pb.

Rühling & Tyler undersøkte eksperimentelt etasjemosens opptak av metallioner fra fortynnete løsninger. Når flere metallioner ble tilsatt samtidig, varierte opptaket i rekkefølgen



Cu > Pb > Ni > Co > Cd > Zn > Mn. Ofte angis opptaket som en retensjonsfaktor, som er lik den andel (%) av løsningsioner som bindes til planten. Ved tilførsel av metallioner med nedbøren representerer retensjonsfaktoren en empirisk verdi som inneholder den kombinerte effekten av opptak og utvasking i gjennomsnitt over lengre perioder.

For de fleste metaller som Rühling & Tyler undersøkte, var konsentrasjonen i etasjemose høyest i de sørligste delene av Norge og Sverige. For enkelte metaller var det et maksimumsområde i Sverige mellom Gøteborg og Stockholm, som ble antatt å skyldes industrielle utslipp. For Mn var det lavest verdier nær kysten, antakelig som følge av lav retensjon og ionebytte med havsaltkomponenter. Rühling & Tyler fant en økning av konsentrasjonen av Ni i nordøstlige deler av Finland og antydte et bidrag fra metallurgisk industri i Sovjetunionen.

Rühling & Skärby (3) har rapportert resultater fra ca 700 prøver av etasjemose og furumose innsamlet over hele Sverige i 1975. Analyseprogrammet omfattet V, Ni, Cu, Zn, Cd og Pb. Resultatene var generelt i samsvar med Rühling & Tylers tidligere resultater, men det var også enkelte avvik. For Cu, Cd og Pb var det et lokalt maksimum i Nord-Sverige og for Ni et lokalt maksimum nordvest for Mälaren, antakelig som følge av industrielle utslipp.

Steinnes (4) har bestemt innholdet av 28 elementer i blant annet etasjemose, kvistlav og kvitkrull. I alt 43 lokaliteter i Norge er beskrevet, og prøvetaking fant sted i juli 1976. Av de 12 elementene fra NILUs undersøkelse ble alle bortsett fra Ni rapportert av Steinnes. Etasjemose ble vurdert til å være mer egnet enn kvistlav og kvitkrull til å demonstrere regionale forskjeller i deposisjon.

Steinnes' materiale indikerte den samme generelle geografiske variasjonen i metallinnholdet som Rühling & Tyler. I tillegg fant Steinnes at deposisjonen økte med nedbørmengden. Videre

ble det antydnet en økning av enkelte metaller (bl.a. Cu) i Finnmark fra 1968-70 til 1976. Konsentrasjonen av Cu i østlige deler av Finnmark ble satt i sammenheng med utslipp i Sovjetunionen.

Både Rühling & Tyler og Steinnes har rapportert konsentrasjoner fra Øst-Finnmark, men bare fra et lite antall steder. En sammenlikning med NILUs resultater er gitt i kapittel 4.

Pakarinen & Tolonen (5) har undersøkt innholdet av en del metaller i torvmose (*Sphagnum*) i Finland. For enkelte metaller, bl.a. Pb og Cd, avtok konsentrasjonen nordover i landet, mens for andre, bl.a. Hg, Fe, Zn, Ni, Cr, Cu, Mn og Mo, var det liten eller ingen systematisk geografisk variasjon. Ingen av prøvetakingsstedene i Nord-Finland lå tilstrekkelig nær utslippene i Nikel til at påvirkning derfra kunne finnes.

### 3 PRØVETAKING OG ANALYSE

For innsamling av lav og mose fulgte en samme framgangsmåte som beskrevet av Steinnes (4). Over et område på ca. 10 dekar ble det tatt planter på ca. fem steder. Områdene var minst 300 m fra veg eller bebyggelse. Ved prøvetakingen ble det brukt hansker og plastposer av polyetylen. Unntatt for kvistlav ble det ikke tatt planter som vokste under trekrone. Kvistlav ble som regel tatt fra bjørkestammer. Prøvetakingen ble gjennomført av A. Semb og J. Schjoldager i august 1978.

For moser og lav ble de øverste 4-6 cm av planten samlet inn. For molte ble det tatt bær som var helt eller på det nærmeste modne. Etter innsamling ble prøvene tørket og rensset for fremmedlegemer.

I tabell 1 er det gitt oversikt over hvilke planteslag som ble funnet på de ulike stedene. Furumose ble bare samlet inn på de steder en ikke fant etasjemose, bortsett fra sted 6, Kobbfoss, der både furumose og etasjemose ble samlet. Målestedenes plassering er nærmere angitt på kartet i figur 1.

Tabell 1: Steder for planteprøver, Finnmark, august 1978.

Nr	Navn	Bredde N	Lengde E	Molte <i>Rubus chamae- morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium Schreberi</i>
1	Korpfjellet	69° 34'	30° 50'		X			
2	Urdfjellet	69° 36'	30° 43'		X			
3	Haukdalsvatn	69° 39'	30° 31'	X	X			X
4	Jarfjordbotn	69° 39'	30° 20'	X	X			X
5	Svanvik	69° 27'	29° 57'	X	X	X		X
6	Kobbfoss	69° 20'	29° 19'	X	X	X	X	X
7	Noatun	69° 10'	29° 13'		X	X	X	
8	Høybukt	69° 43'	29° 54'			X	X	
9	Bugøyfjord	69° 49'	29° 23'		X	X	X	
10	Hauksjøen	69° 57'	29° 16'		X			
11	Vestre Jakobselv	70° 8'	29° 11'			X	X	
12	Grasbakken	70° 4'	28° 47'		X		X	
13	Karlebotn	70° 7'	28° 30'	X	X	X	X	
14	Varangerbotn	70° 11'	28° 34'	X	X	X	X	
15	Skiipagurra	70° 10'	28° 16'		X	X	X	
16	Levsejåkka	69° 56'	27° 5'		X	X	X	
17	Bårjasnjarga	69° 35'	25° 55'		X	X	X	
18	Karasjok	69° 29'	25° 32'	X	X	X	X	
19	Skoganvarre	69° 49'	25° 11'		X	X	X	
20	Jergul	69° 25'	24° 38'	X	X	X	X	
21	Mållisjok	69° 33'	24° 25'	X	X		X	
22	Kautokeino	69° 3'	23° 4'	X	X	X	X	

Konsentrasjonen av V, Cr, Mn, Hg, As, Sb og Se i kvitkrull, kvistlav, etasjemose og furumose ble bestemt av Institutt for atomenergi ved hjelp av nøytronaktiveringsanalyse. Konsentrasjonen av Ni, Cu, Zn, Cd og Pb, samt innholdet av Mn i molte, ble bestemt av NILU ved hjelp av atomabsorpsjons-spektroskopi. En kortfattet beskrivelse av analysemetodene er gitt i vedlegg A. Konsentrasjonene er beregnet på vektbasis og oppgitt som ppm "parts per million" tørr vekt.

#### 4 RESULTATER OG DISKUSJON

Fullstendige analyseresultater for alle elementer er gitt i vedlegg B. De 22 stedene for prøvetaking ble delt inn i tre grupper som ble gitt følgende navn:

- Nr. 1-8 Kirkenes-Pasvik
- " 9-15 Indre Varangerfjord
- " 16-22 Finnmarksvidda

Middelkonsentrasjonen for de tre områdene er gitt for alle elementene i vedlegg C.

##### 4.1 Opptak av elementer i ulike arter

I området Kirkenes-Pasvik ble det ikke funnet kvistlav og etasjemose på flere av stedene, jfr. tabell 1. For å undersøke forskjellen i opptak for de ulike planteslagene har en beregnet middelkonsentrasjoner for stedene 9-22. Den geografiske variasjonen var også minst mellom disse stedene, jfr. pkt. 4.3. I tabell 2 er det gitt de ulike elementenes middelkonsentrasjon i moltebær, kvitkrull, kvistlav og etasjemose for stedene 9-22.

For alle elementene bortsett fra Mn og Zn var middelkonsentrasjonen høyest i kvistlav. For alle elementene bortsett fra As, var konsentrasjonen i etasjemose høyere enn i kvitkrull (høyest for Mn og Zn). Liknende resultater er tidligere rapportert av Steinnes (4).

Konsentrasjonen i moltebær var i middel av omtrent samme størrelse som i kvitkrull, bortsett fra Mn der konsentrasjonen i moltebær var ca. tre ganger høyere.

Tabell 2: Middelmålinger (ppm) for stedene 9-22 for moltebær (*Rubus chamaemorus*), kvitkrull (*Cladonia alpestris*), kvistlav (*Hypogymnia physodes*) og etasjemose (*Hylocomium splendens*).

Element	Molte <i>Rubus chamae- morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>
V		0.8	2.5	1.0
Cr		0.6	1.7	1.0
Mn	114	37	258	296
Ni	< 5	2.2	4.9	3.1
Cu	3.0	2.7	8.0	5.8
Zn	20	15	23	29
Cd	<0.5	0.04	0.24	0.14
Hg		0.07	0.33	0.11
Pb	< 5	5.7	20.6	7.1
As		0.2	0.4	0.05
Sb		0.05	0.13	0.08
Se		~0.1	0.37	0.16

#### 4.2 Sammenlikning med tidligere målinger

Rühling & Tyler (1) har gitt isokonsentrasjonskurver for metallinnholdet i etasjemose for Finland, Norge og Sverige. I Øst-Finnmark har de gitt resultater for et prøvetakingssted som ligger mellom Karasjok og Skoganvarre, se figur 1.

Rühling & Tylers resultater er i tabell 3 gitt som omtrentlige tall, fordi de er avlest fra kart med isokonsentrasjonskurver. NILUs tall er middelerverdier av resultatene fra Karasjok og Skoganvarre. Det var overraskende små avvik mellom Rühling & Tylers og NILUs verdier.

Tabell 3: Metallinnhold i etasjemose (*Hylocomium splendens*).  
Sammenlikning mellom resultater fra Rühling & Tyler (2)  
og NILU for Karasjok-Skoganvarre.

	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
Rühling & Tyler	~2	~400	~2	<4	~40	~0.1	~0.1	<5
NILU	1.3	388	2.6	5.0	36	0.14	0.13	7.6

Tre av prøvetakingsstedene i denne undersøkelsen var nær de samme som beskrevet av Steinnes, nemlig Noatun, Høybukt og Kautokeino. Steinnes resultater fra Kautokeino var imidlertid usikre på grunn av bidrag fra jordsmonn. I tabell 4 har en sammenliknet Steinnes verdier med resultater fra denne undersøkelsen for Noatun (Øvre Pasvik i Steinnes undersøkelse) og Høybukt.

Tabell 4: Konsentrasjon (ppm) av elementer i etasjemose (*Hylocomium splendens*). S = Steinnes (4). N = NILUs undersøkelse.  
For elementer merket med stjerne (\*), er begge analyser utført av Institutt for atomenergi.

	V*	Cr*	Mn*	Cu	Zn	Cd	Hg*	Pb	As*	Sb*	Se*
Øvre Pasvik/ Noatun	S 0.3	2.8	500	12.6	27	0.13	0.14	10.4	0.81	0.12	0.25
	N <0.6	1.2	280	12.0	29	0.06	0.15	6.3	0.13	0.06	0.20
Høybukt	S 3.3	2.3	380	19.4	28	0.18	0.06	19.1	0.69	0.16	0.23
	N 1.3	1.2	160	12.6	30	0.06	0.14	11.0	0.11	0.07	0.28

Steinnes verdier var høyest for Cr, Mn, Pb, As og Sb. Det var bra samsvar for Zn og Se, mens resultatene var noe varierende for V, Cu, Cd og Hg. Spesielt for As ble det i denne undersøkelsen funnet lavere verdier enn tidligere. Tabell 4 viser at det kan oppstå markerte forskjeller ved uavhengig innsamling og analyse. Det er grunn til å understreke at mose og lav er relative belastningsindikatorer. Årlige variasjoner i nedbørmengde og tilvekst influerer på sammenlikningen. Videre var resultatene for noen elementer nær påvisningsgrensen og derfor usikre. Dette gjaldt V, Cr, As og Sb og delvis Cd og Pb.

En ny serie av prøver fra 1977 blir nå analysert i samband med prosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" (SNSF-prosjektet). Resultatene vil foreligge i 1980.

#### 4.3 Geografisk variasjon av konsentrasjon i mose og lav

Som nevnt ble det ikke funnet kvistlav og etasjemose på alle stedene i området Kirkenes-Pasvik, jfr. tabell 1. For dette området har en derfor i hovedsak basert vurderingen på konsentrasjonen i kvitkrull. Nedenfor blir den geografiske variasjonen i konsentrasjon kort diskutert for de ulike elementene.

##### 4.3.1 Vanadium

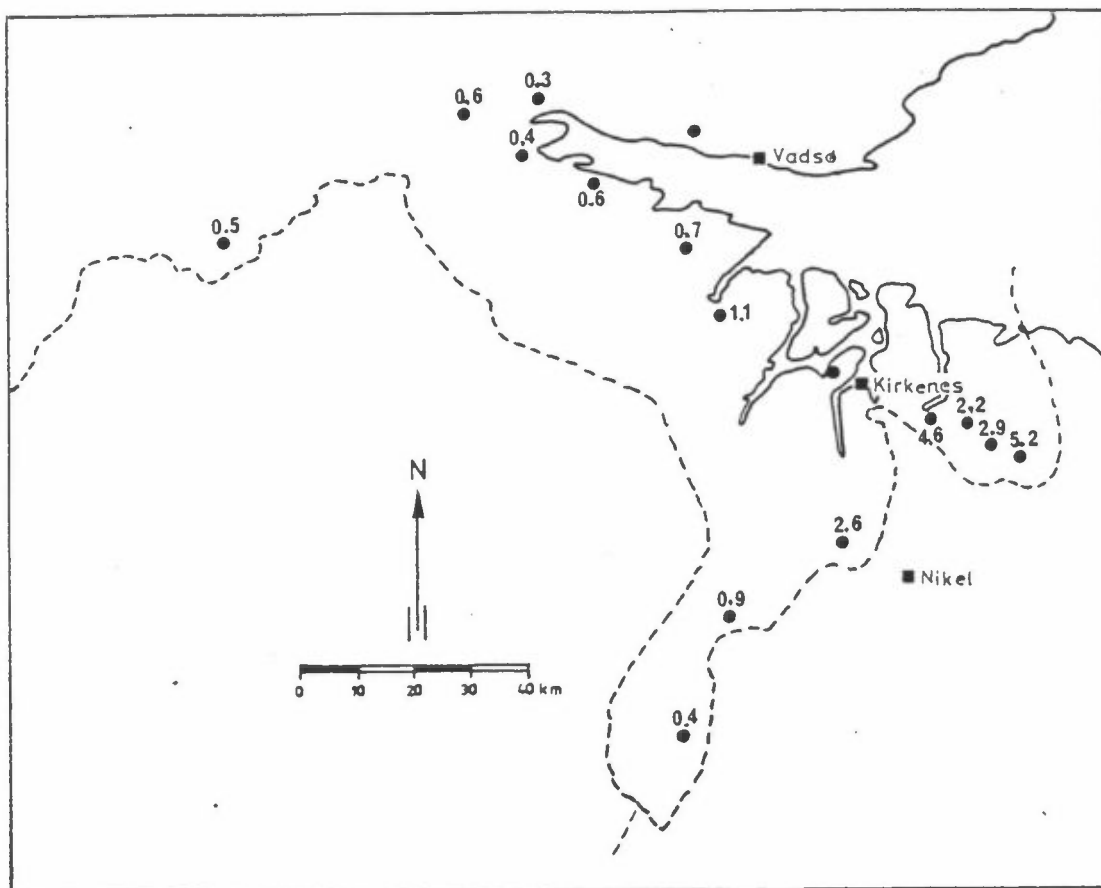
Det var ingen systematisk geografisk variasjon. For etasjemose og kvitkrull var konsentrasjonen stort sett i intervallet 0.5-1.5 ppm. For Agder-fylkene er det tidligere funnet konsentrasjoner på inntil 10 ppm i etasjemose (4).

##### 4.3.2 Krom

Det var klart høyere verdier i Kirkenes-Pasvik enn i de andre områdene. I figur 2 er konsentrasjonen i kvitkrull gitt for stedene 1-16. Høyeste konsentrasjon i kvitkrull var 5.2 ppm (sted 1, Korpfjellet), som var en faktor ca. 10 høyere enn det som var typisk for indre Varangerfjord og Finnmarksvidda. I Agder-fylkene er det tidligere funnet konsentrasjoner på inntil 4 ppm i etasjemose (4).

##### 4.3.3 Mangan

Det var ingen systematisk geografisk variasjon. For kvitkrull var konsentrasjonen stort sett i intervallet 10-50 ppm, for molte 50-150 ppm og for etasjemose 150-400 ppm. Det var ingen tydelig tendens til lavere konsentrasjon i kystnære områder, slik Rühling & Tyler (2) har rapportert for etasjemose. Konsentrasjonen i etasjemose var av samme størrelse som tidligere funnet for Agder-fylkene (4).



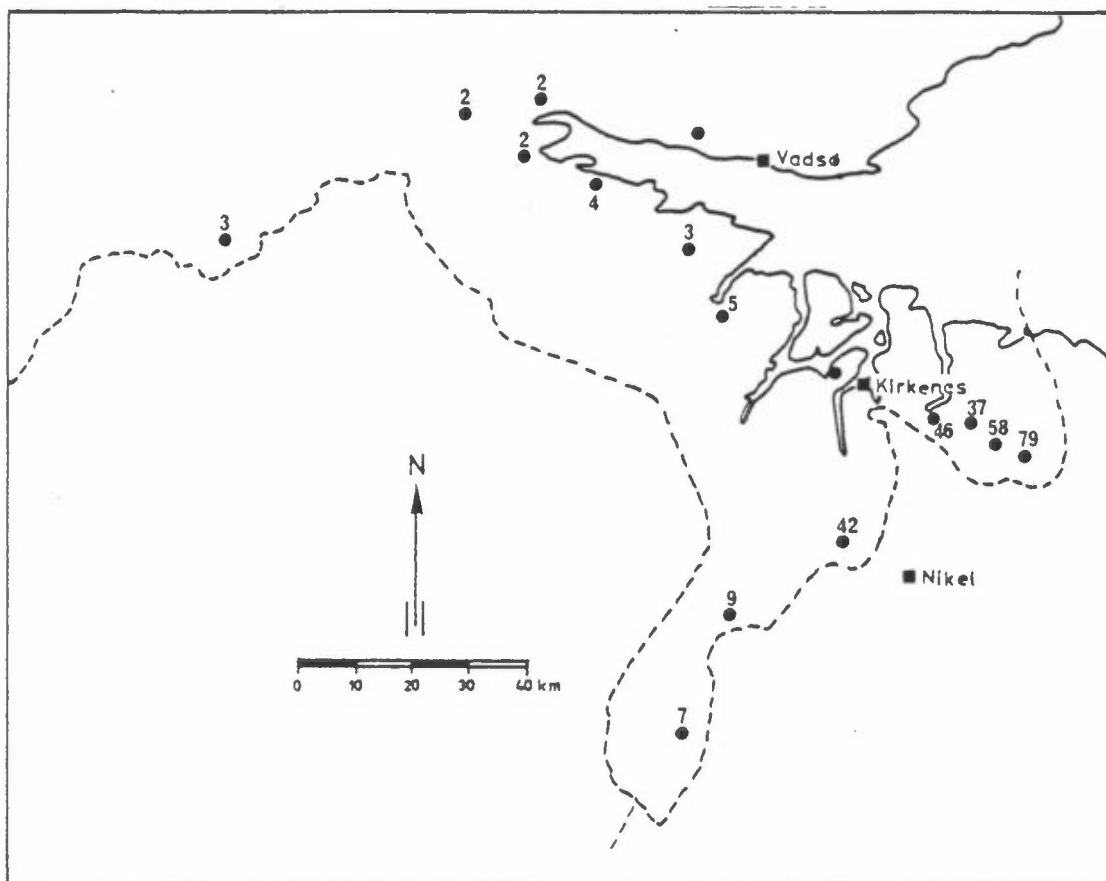
Figur 2: Konsentrasjon (ppm) av krom (Cr) i kvitkrull (*Cladonia alpestris*), Øst-Finnmark, august 1978.

#### 4.3.4 Nikkel og kopper

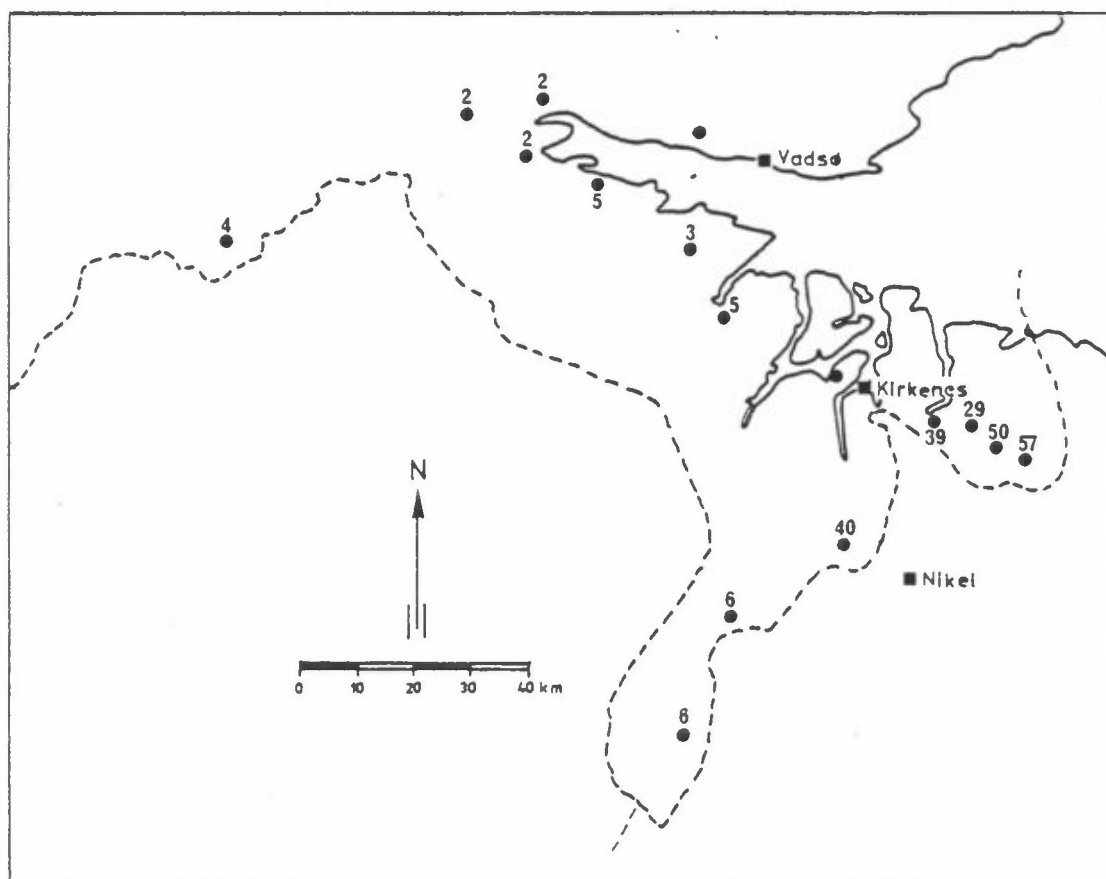
Det var svært stor geografisk variasjon med klart høyere verdier i Kirkenes-Pasvik enn i de andre områdene. I figur 3 og 4 er konsentrasjonen i kvitkrull gitt for stedene 1-16. De høyeste verdiene ble registrert på stedene 1-5, dvs. de som er nærmest utslippene i Nikel, og konsentrasjonen i kvitkrull var der en faktor 30-50 høyere enn i indre Varangerfjord og på Finnmarksvidda.

Det er tidligere rapportert regionale konsentrasjoner i etasjemose av Ni og Cu på inntil 10-15 ppm i Agder-fylkene (2,4). Konsentrasjonen i Kirkenes-Pasvik i etasjemose må ventes å være vesentlig høyere enn dette (etasjemose ble ikke funnet på stedene 1-5).





Figur 3: Konsentrasjon (ppm) av nikkell (Ni), kvitkrull (*Cladonia alpestris*), Øst-Finmark 1978.



Figur 4: Konsentrasjon (ppm) av kopper (Cu), kvitkrull (*Cladonia alpestris*), Øst-Finmark 1978.

#### 4.3.5 Sink, kadmium og kvikksølv

For kvitkrull var middelveiene noe høyere for Kirkenes-Pasvik enn de øvrige områdene, mens variasjonen for kvistlav og etasjemose var noe mer uklar. En kan ikke utelukke en viss geografisk variasjon, men den var i alle fall langt mindre tydelig enn for Cr, Ni og Cu. Typiske konsentrasjoner i kvitkrull var 0.03-0.09 ppm for Cd og 0.05-0.15 ppm for Hg.

Konsentrasjonen av Zn og Cd i etasjemose var klart lavere enn for Agder-fylkene. Konsentrasjonen av Hg var av omtrent samme størrelse som for Agder-fylkene (4).

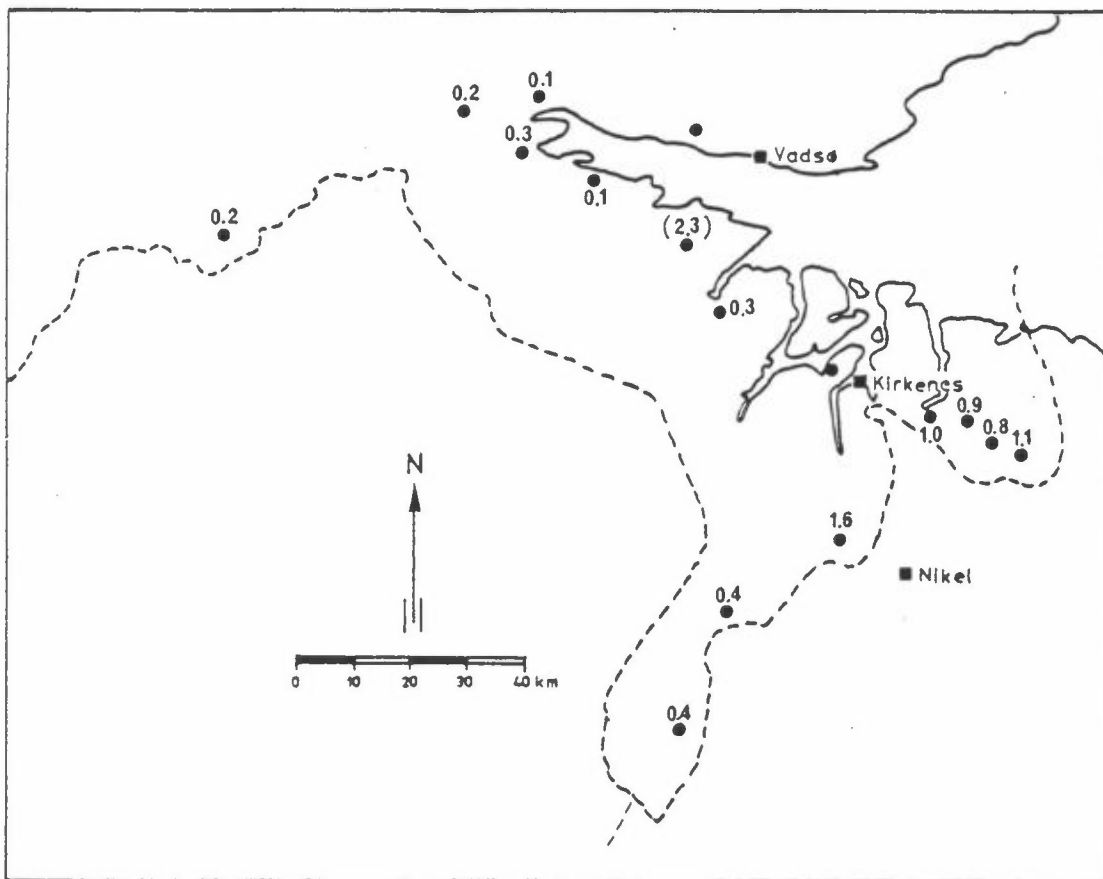
#### 4.3.6 Bly

Det var ingen systematisk geografisk variasjon. For kvitkrull og etasjemose var konsentrasjonen stort sett i intervallet 4-10 ppm. Konsentrasjonen i etasjemose var vesentlig lavere enn for Agder-fylkene, der konsentrasjoner på ca. 100 ppm er blitt målt (4).

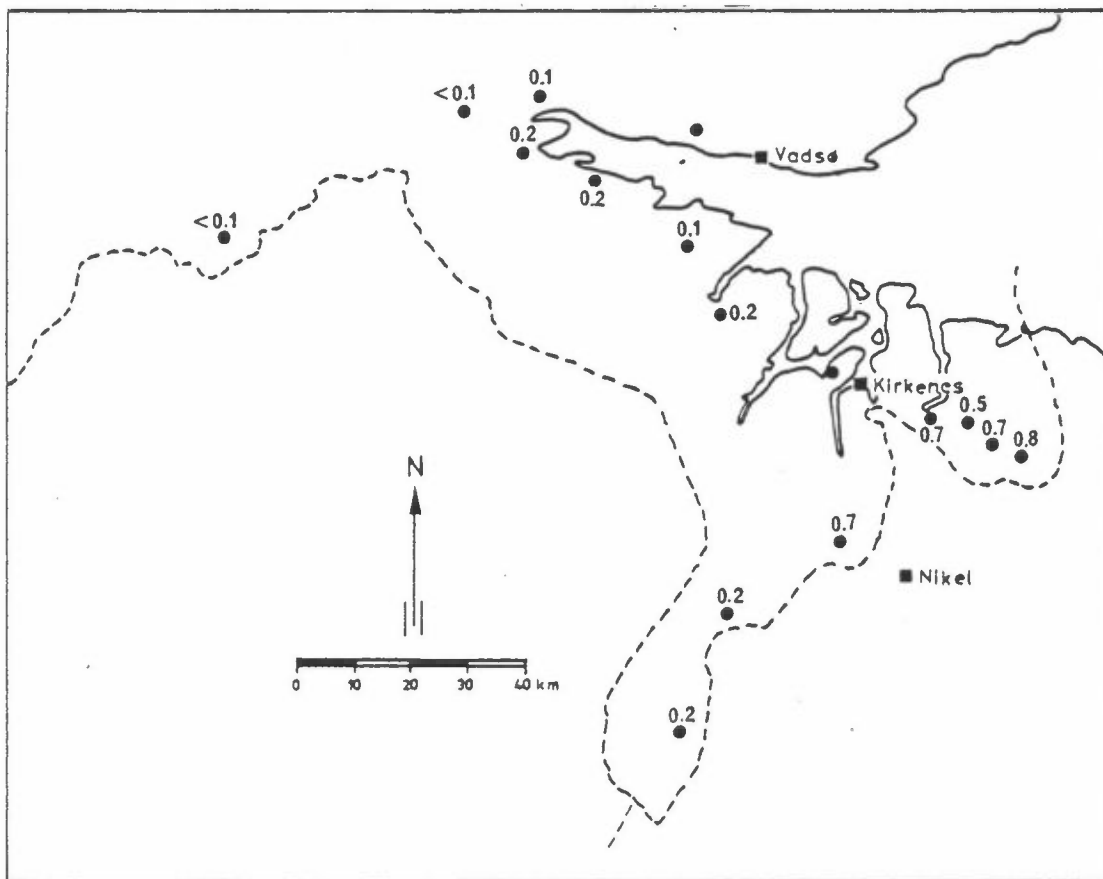
#### 4.3.7 Arsen og selen

Det var en tydelig geografisk variasjon med høyest verdier i Kirkenes-Pasvik, men variasjonen var ikke så stor som for Ni og Cu. De høyeste verdiene ble målt på stedene 1-5, se figur 5-6. De høyeste konsentrasjonene i kvitkrull, 1.6 ppm (As) og 0.82 ppm (Se), var 5-10 ganger høyere enn det som var typisk for indre Varangerfjord og Finnmarksvidda. Verdien for As fra sted 10, Hauksjøen, er vurdert til ikke å være representativ for prøvetakingsstedet.

Konsentrasjonen av As i etasjemose var vesentlig lavere enn i kvitkrull. Dette er ikke i samsvar med tidligere undersøkelser, jfr. tabell 4. Når resultatene fra prøvene innsamlet i 1977 foreligger, vil en kunne kontrollere om resultatene fra denne undersøkelsen er representative.



Figur 5: Konsentrasjon (ppm) av arsen (As) i kvitkrull (*Cladonia alpestris*), Øst-Finmark, august 1978.



Figur 6: Konsentrasjon (ppm) av selen (Se) i kvitkrull (*Cladonia alpestris*), Øst-Finmark, august 1978.

#### 4.3.8 Antimon

Det var ingen systematisk geografisk variasjon. For kvitkrull og etasjemose var konsentrasjonen stort sett i intervallet 0.04-0.10 ppm.

#### 4.4 Innhold av elementer i moltebær

I moltebær er innholdet av følgende seks elementer bestemt: Mn, Ni, Cu, Zn, Cd og Pb. For Cd og Pb var alle konsentrasjonene lavere enn deteksjonsgrensen, som var henholdsvis 0.5 ppm og 5 ppm, basert på tørr vekt.

For Mn og Zn var det ingen systematisk geografisk variasjon i konsentrasjonen. Høyeste verdi for Mn var 236 ppm (nr 22, Kautokeino), mens høyeste verdi for Zn var 34 ppm (nr 21, Mållisjok).

For Ni og Cu varierte konsentrasjonen på samme måte som i mose og lav. For Ni var alle verdiene bortsett fra to lavere enn deteksjonsgrensen, som var 5 ppm. For Cu var forskjellene mellom de høye verdiene i Kirkenes-Pasvik og nivået ellers i fylket mindre for moltebær enn for mose og lav. Høyeste konsentrasjon for Ni og Cu var henholdsvis 9 ppm (nr 5, Svanvik) og 14.2 ppm (nr 3, Haukdalsvatn).

FNs organisasjon for ernæring og landbruk (FAO) og Verdens helseorganisasjon (WHO) har anbefalt grenseverdier for innholdet av enkelte metaller i visse matvareslag. For moltebær fins ingen slike grenseverdier. Det som kommer nærmest, er grenseverdier for fruktsafter som er 5 mg/kg for Cu og Zn (6). For de øvrige elementene i denne undersøkelsen der innholdet i moltebær er bestemt, fins det ikke anbefalte grenseverdier fra FAO/WHO. Konsentrasjonen regnes ikke på tørr basis, men på grunnlag av den tilstand varen konsumeres.

I tabell 5 har en gitt tørrstoffinnholdet i de 10 molteprøvene samt konsentrasjonen av Cu og Zn beregnet som mg/kg i frisk tilstand. Ingen av konsentrasjonene overskrider grenseverdiene for fruktsafter.

Tabell 5: Innhold av tørrstoff (%) samt konsentrasjon av Cu og Zn (mg pr kg friske bær) for prøver av molte.

Sted	3	4	5	6	13	14	18	20	21	22
Tørrstoff (%)	10.7	11.7	13.6	14.3	10.6	12.7	14.5	12.1	14.0	15.2
Cu (mg/kg)	1.5	0.74	0.64	0.72	0.24	0.39	0.81	0.44	<0.44	<0.43
Zn (mg/kg)	3.0	2.5	2.6	3.0	1.7	2.5	2.2	2.8	4.8	2.1

#### 4.5 Estimat av nedfallet i indre Varangerfjord

I Karlebotn (prøvetakingssted 13) ble det tatt en totalprøve av etasjemose over et lite areal (3.2 dm<sup>2</sup>). Prøven besto i gjennomsnitt av 4-5 årsskudd. Vekten pr. arealenhet (tørr) var 712 g/m<sup>2</sup>, noe som gir en relativt stor tilvekst i forhold til de ca 100 g/m<sup>2</sup> som er oppgitt i litteraturen som typisk årlig tilvekst (7). Prøven ble analysert med hensyn på Cu, Cd og Pb. Konsentrasjon og akkumulert mengde er gjengitt i tabell 6.

Tabell 6: Konsentrasjon (ppm) og akkumulert mengde (mg/m<sup>2</sup>) av Cu, Cd og Pb i etasjemose (*Hylocomium splendens*), Karlebotn.

Element	Cu	Cd	Pb
Konsentrasjon (ppm)	5.4	0.17	6.3
Akkumulert mengde (mg/m <sup>2</sup> )	3.8	0.12	4.5

Årlig tilførsel av metaller fra atmosfæren kan grovt anslås hvis en kjenner midlere eksponeringstid og retensjonsfaktoren. For en gitt midlere nedbørmengde kan en videre beregne middelkonsentrasjonen i nedbøren. Disse beregningene er vist i tabell 7, der en har antatt midlere eksponeringstid på 2 år. Som gjennomsnittlig årlig nedbørmengde har en regnet 400 mm, som er middelverdien over perioden 1972-1977 i indre Varangerfjord (8). Retensjonsfaktoren er satt lik 90% for Cu og Pb og 70% for Cd, som kan regnes som representative verdier for feltforhold (9).

Tabell 7: Beregning av tilførsel fra atmosfæren ( $\text{mg}/\text{m}^2$  år) og middelkonsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) i nedbør av Cu, Cd og Pb, Karlebotn.

Element	Cu	Cd	Pb
Atmosfærisk tilførsel ( $\text{mg}/\text{m}^2$ år)	2.1	0.086	2.5
Middelkonsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	5.3	0.21	6.2

Beregningen av middelkonsentrasjonen i nedbøren forutsetter at metalltilførselen skjer som våtavsetning og ikke som tørravsetning. Beregninger for Jergul indikerer at våtavsetningen er ca. en faktor 10 større enn tørravsetningen for Cd og Pb (10).

Resultatene i tabell 7 stemmer rimelig godt overens med målinger foretatt i Jergul fra august 1978 til juli 1979 som et ledd i SNSF-prosjektet. For denne perioden var midlere konsentrasjon i nedbøren  $0.30 \mu\text{g}/\text{l}$  for Cd og  $7.2 \mu\text{g}/\text{l}$  for Pb. Et liknende svar er tidligere funnet i Birkenes i Aust-Agder (11). Hvis en antar konsentrasjonen i Karlebotn av de øvrige elementene (vedlegg B) er representativ for totalprøven, kan tilførsel av disse også beregnes. En må da kjenne retensjonsfaktorene for disse elementene.

## 5 KONKLUSJON

Målingene har vist en klar tendens til økt konsentrasjon av enkelte elementer i mose og lav i området Kirkenes-Pasvik sammenliknet med øvrige deler av Finnmark. De økte konsentrasjonene må antas å ha direkte sammenheng med utslippene i Nikel i Sovjetunionen. Av de 12 elementene som ble undersøkt, var det fem som viste klar systematisk geografisk variasjon, nemlig Cr, Ni, Cu, As og Se. Av de øvrige sju var det tre, Zn, Cd og Hg, der en viss geografisk variasjon ikke kunne utelukkes. De fire siste, V, Mn, Pb og Sb viste ingen systematisk variasjon.

Av de undersøkte artene var det høyest konsentrasjon i kvistlav (*Hypogymnia physodes*). Det var videre høyere konsentrasjon i etasjemose (*Hylocomium splendens*) enn i kvitkrull (*Cladonia alpestris*).

Konsentrasjonen i moltebær (*Rubus chamaemorus*) var mest i samsvar med konsentrasjonen i kvitkrull, men for de metallene der en fant systematisk variasjon, var variasjonen i moltebær mindre enn i kvitkrull. De høyeste konsentrasjonene av Cu og Zn som ble funnet i moltebær er lavere enn FAO/WHOs forslag til grenseverdi for fruktsafter.

Beregning av metallinnholdet i nedbøren på grunnlag av målte konsentrasjoner i etasjemose ga verdier som samsvarte rimelig bra med resultater fra nedbøranalyser.

En mer nøyaktig bestemmelse av hvilke områder i Finnmark som er påvirket av utslippene i Nikel, kan gjøres ved å ta prøver fra flere steder i området Kirkenes-Pasvik-Grense Jakobselv. Analyseprogrammet bør som et minimum omfatte de fem elementene der en har funnet klar geografisk variasjon, samt kobolt (Co) som ofte har de samme utslippskildene som Cu og Ni.

## 6 REFERANSELISTE

- (1) Rühling, Å.,  
Tyler, G., Nedfallet av tunge metaller över Skandinavien. Lunds universitet, Avdelingen för ekologisk botanik, 1972.
- (2) Rühling, Å.,  
Tyler, G., Heavy metal deposition in Scandinavia. *Water, air and soil poll.* 2, 445-455 (1973).
- (3) Rühling, Å.,  
Skärby, L., Landsomfattande kartering av regionala tungmetallhalter i mossor. Solna, Statens naturvårdsverk, 1979. (SNV PM 1191.)

- (4) Steinnes, E., Atmospheric deposition of trace elements in Norway studied by means of moss analysis. Kjeller, Institutt for atomenergi, 1977. (KR-154.)
- (5) Pakarinen, P., Tolonen, K., Regional survey of heavy metal in peat moss (*Sphagnum*). *AMBIO* 5, 38-40 (1976).
- (6) List of maximum levels recommended for contaminants by the joint FAO/WHO codex alimentarius commission. First and second series. Joint FAO/WHO food standards programme, Roma. (CAC/FAL-2-1973, CAC/FAL-3-1976.)
- (7) Tamm, C.O., Growth yield and nutrition in carpets of a forest moss (*Hylacomium splendens*). *Medd. Statens skogforskningsinstitut*, 4, 1-40 (1953).
- (8) Meteorologisk institutt Nedbørdata for Vesterelv, indre Varangerfjord 1972-1977.
- (9) Rühling, Å., Meddelelse 20.11.1979.
- (10) Schjoldager, J., Luftforurensninger fra et kullfyrt kraftverk i indre Varangerfjord. Lillestrøm 1979. (NILU OR 43/79.)
- (11) Semb, A., Deposition of trace elements from the atmosphere in Norway. Ås 1978. (SNSF FR 13/78.)



VEDLEGG A  
ANALYSEMETODER

Atomabsorpsjons-spektroskopi (J.E. Hanssen, NILU)

Nøytronaktiveringsanalyse av mose og lav  
(J.P. Rambæk og E. Steinnes,  
Institutt for atomenergi)



## ATOMABSORPSJONS-SPEKTROSKOPI

J.E. Hanssen

Norsk institutt for luftforskning, Lillestrøm

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 Erlenmeyerkolber. 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 bly, sink, kopper og for de prøver som inneholdt mest nikkel. Grafittovnteknikk (flammeløs atomabsorpsjon) ble benyttet for 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).

NEUTRONAKTIVERINGSANALYSE AV MOSE OG LAV

J.P. Rambæk og E. Steinnes  
Institutt for atomenergi, Kjeller

Porsjoner a 0,2-0,3 g av hver prøve ble bestrålt i reaktoren JEEP II ved en termisk neutronfluks på  $1,5 \cdot 10^{13} \text{ ncm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Etter passende ventetider ble de bestrålte prøvene undersøkt ved  $\gamma$ -spektrometri. Det ble brukt en Ge(Li) halvlederdetektor koplet til en 4000-kanals pulshøydeanalysator. Standarder av de elementene som skulle bestemmes, ble bestrålt under samme betingelser som prøvene, og de kvantitative bestemmelsene ble basert på sammenligning av arealer av samsvarende fototopper i gammaspektrene av henholdsvis prøve og standard. To forskjellige fremgangsmåter ble brukt:

- A. Analyse basert på kortlivede nuklider etter følgende skjema: 30 sek. bestråling - 10 min. ventetid - 5 min. måling. Prøver og standarder ble bestrålt enkeltvis i gjensmeltede polyetylenampuller, idet neutronfluksen ble antatt å være konstant fra bestråling til bestråling. De elementene som ble bestemt på denne måten, var vanadium ( $^{52}\text{V}$ ,  $t_{\frac{1}{2}} = 3,8 \text{ min.}$ ) og mangan ( $^{56}\text{Mn}$ ,  $t_{\frac{1}{2}} = 2,58 \text{ t.}$ ).
- B. Bestemmelser på basis av mer langlivede nuklider ( $t_{\frac{1}{2}} > 12 \text{ t.}$ ). I dette tilfelle ble prøver og standarder bestrålt sammen i 20 t i gjensmeltede kvartsampuller. Prøvene ble overført til inaktive polyetylenampuller og målt henholdsvis etter 3 dager og 3 uker. Den første målingen ga resultater for arsen ( $^{76}\text{As}$ ,  $t_{\frac{1}{2}} = 26,4 \text{ t.}$ ), antimon ( $^{122}\text{Sb}$ ,  $t_{\frac{1}{2}} = 2,8 \text{ d.}$ ) og kvikksølv ( $^{197}\text{Hg}$ ,  $t_{\frac{1}{2}} = 2,8 \text{ d.}$ ), mens krom ( $^{51}\text{Cr}$ ,  $t_{\frac{1}{2}} = 28 \text{ d.}$ ) og selen ( $^{75}\text{Se}$ ,  $t_{\frac{1}{2}} = 120 \text{ d.}$ ) ble bestemt på basis av måling nr. 2.

## VEDLEGG B

Konsentrasjon (ppm) av

Vanadium	(V)
Krom	(Cr)
Kopper	(Cu)
Nikkel	(Ni)
Mangan	(Mn)
Sink	(Zn)
Kadmium	(Cd)
Kvikksølv	(Hg)
Bly	(Pb)
Arsen	(As)
Antimon	(Sb)
Selen	(Se)

Verdier merket med stjerne (\*) er ikke tatt med i beregningen av gjennomsnitt i vedlegg C og tabell 2



Element: VANADIUM (V)

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		1.2			
2	Urdfjellet		0.7			
3	Haukdalsvatn		1.0			2.4
4	Jarfjordbotn		1.7			1.0
5	Svanvik		1.5	2.2		2.3
6	Kobbfoss		0.3	2.5	< 0.2	1.7
7	Noatun		0.3	1.3	< 0.6	
8	Høybukt			1.7	1.3	
9	Bugøyfjord		1.6	2.6	0.7	
10	Hauksjøen		0.3			
11	Vestre Jakobselv			< 0.4	0.6	
12	Grasbakken		1.2		1.5	
13	Karlebotn		0.9	2.7	0.7	
14	Varangerbotn		0.8	3.1	1.1	
15	Skiipagurra		1.1	4.1	0.6	
16	Levsejåkka		0.6	2.5	0.7	
17	Bårjasnjarga		0.7	3.5	0.7	
18	Karasjok		0.8	2.4	< 0.4	
19	Skoganvarre		0.5	1.6	2.2	
20	Jergul		0.8	2.7	1.5	
21	Mållisjok		0.4		< 0.6	
22	Kautokeino		0.7	1.7	2.2	

Element: KROM (Cr)

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		5.2			
2	Urdfjellet		2.9			
3	Haukdalsvatn		2.2			3.0
4	Jarfjordbotn		4.6			3.0
5	Svanvik		2.6	8.3		3.2
6	Kobbfoss		0.91	2.1	0.95	1.4
7	Noatun		0.44	2.0	1.2	
8	Høybukt			2.1	1.2	
9	Bugøyfjord		1.1	2.5	3.1	
10	Hauksjøen		0.70			
11	Vestre Jakobselv			1.4	0.40	
12	Grasbakken		0.57		1.4	
13	Karlebotn		0.41	1.3	0.62	
14	Varangerbotn		0.31	1.1	0.60	
15	Skiipagurra		0.64	2.8	0.91	
16	Levsejåkka		0.46	2.0	0.34	
17	Bårjasnjarga		0.50	1.8	0.96	
18	Karasjok		0.60	1.2	1.3	
19	Skoganvarre		0.46	1.3	1.2	
20	Jergul		0.62	1.5	0.89	
21	Mållisjok		0.44		0.48	
22	Kautokeino		1.0	2.2	1.0	



Nr	Navn	Molte <i>Rubus chamae- morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium Schreberi</i>
1	Korpfjellet		24			
2	Urdfjellet		13			
3	Haukdalsvatn	107	23			240
4	Jarfjordbotn	36	11			165
5	Svanvik	73	19	230		575
6	Kobbfoss	28	36	130	92	330
7	Noatun		22	160	280	
8	Høybukt			180	160	
9	Bugøyfjord		23	170	220	
10	Hauksjøen		18			
11	Vestre Jakobselv			430	410	
12	Grasbakken		15		300	
13	Karlebotn	82	83	185	45	
14	Varangerbotn	41	16	260	220	
15	Skiipagurra		16	155	290	
16	Levsejåkka		42	275	410	
17	Bårjasnjarga		57	225	400	
18	Karasjok	147	41	330	365	
19	Skoganvarre		82	265	410	
20	Jergul	64	14	195	190	
21	Mållisjok	118	35		225	
22	Kautokeino	236	35	345	370	

Element: NIKKEL (Ni)

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		79.3			
2	Urdfjellet		58.1			
3	Haukdalsvatn	7	36.8			88.4
4	Jarfjordbotn	< 5	46.0			48.6
5	Svanvik	9	41.9	111		94.4
6	Kobbfoss	< 5	9.2	25.0	22.7	24.0
7	Noatun		6.9	15.8	15.6	
8	Høybukt			12.3	14.3	
9	Bugøyfjord		5.4	7.6	4.7	
10	Hauksjøen		2.7			
11	Vestre Jakobselv			5.7	3.4	
12	Grasbakken		3.5		4.2	
13	Karlebotn	< 5	2.1	6.7	2.5	
14	Varangerbotn	< 5	1.7	5.7	3.9	
15	Skiipagurra		2.0	7.4	5.1	
16	Levsejåkka		3.0	4.4	2.4	
17	Bårjasnjarga		1.7	3.5	2.7	
18	Karasjok	< 5	1.1	3.3	2.8	
19	Skoganvarre		1.7	1.7	2.3	
20	Jergul	< 5	1.4	2.5	2.6	
21	Mållisjok	< 5	1.4		1.9	
22	Kautokeino	< 5	1.2	5.0	2.3	

Element: KOPPER (Cu)

Nr	Navn	Molte <i>Rubus chamae- morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium Schreberi</i>
1	Korpfjellet		56.9			
2	Urdfjellet		50.0			
3	Haukdalsvatn	14.2	28.7			70.4
4	Jarfjordbotn	6.3	39.0			39.3
5	Svanvik	4.7	40.3	128		73.1
6	Kobbfoss	5.0	6.1	27.5	18.9	18.0
7	Noatun		6.2	13.2	12.0	
8	Høybukt			17.2	12.6	
9	Bugøyfjord		5.1	12.4	7.9	
10	Hauksjøen		2.8			
11	Vestre Jakobselv			8.7	5.0	
12	Grasbakken		5.3		5.7	
13	Karlebotn	2.3	2.3	6.0	5.1	
14	Varangerbotn	3.1	2.1	10.2	5.5	
15	Skiipagurra		2.0	10.0	6.1	
16	Levsejåkka		4.1	7.0	3.3	
17	Bårjasnjarga		1.2	5.9	7.1	
18	Karasjok	5.6	1.0	8.8	5.0	
19	Skoganvarre		2.4	4.0	5.0	
20	Jergul	3.6	1.1	8.4	7.5	
21	Mållisjok	< 3.6	3.0		4.0	
22	Kautokeino	< 2.8	1.6	6.0	8.1	

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		28			
2	Urdfjellet		32			
3	Haukdalsvatn	28	22			22
4	Jarfjordbotn	21	21			24
5	Svanvik	19	19	20		26
6	Kobbfoss	21	16	36	29	25
7	Noatun		12	23	29	
8	Høybukt			28	30	
9	Bugøyfjord		14	20	25	
10	Hauksjøen		14			
11	Vestre Jakobselv			23	25	
12	Grasbakken		22		33	
13	Karlebotn	16	12	29	38	
14	Varangerbotn	20	17	20	21	
15	Skiipagurra		15	18	24	
16	Levsejåkka		14	24	26	
17	Bårjasnjarga		14	24	38	
18	Karasjok	15	13	168 *	39	
19	Skoganvarre		14	27	32	
20	Jergul	23	12	31	31	
21	Mållisjok	34	18		28	
22	Kautokeino	14	17	19	28	

Verdier merket med stjerne (\*) er ikke tatt med i beregningen av gjennomsnitt i vedlegg C og tabell 2

Nr	Navn	Molte <i>Rubus chamae- morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium Schreberi</i>
1	Korpfjellet		0.05			
2	Urdfjellet		0.07			
3	Haukdalsvatn	< 0.5	0.04			0.11
4	Jarfjordbotn	< 0.5	0.09			0.18
5	Svanvik	< 0.5	0.07	0.29		0.12
6	Kobbfoss	< 0.5	0.06	0.25	0.08	0.11
7	Noatun		0.11	0.21	0.06	
8	Høybukt			0.24	0.06	
9	Bugøyfjord		0.04	0.19	0.05	
10	Hauksjøen		0.06			
11	Vestre Jakobselv			0.39	0.30	
12	Grasbakken		0.01		0.08	
13	Karlebotn	< 0.5	0.02	0.23	0.17	
14	Varangerbotn	< 0.5	0.01	0.21	0.06	
15	Skiipagurra		0.04	0.15	0.06	
16	Levsejåkka		0.02	0.22	0.07	
17	Bårjasnjarga		0.08	0.27	0.21	
18	Karasjok	< 0.5	0.02	0.31	0.16	
19	Skoganvarre		0.03	0.17	0.11	
20	Jergul	< 0.5	0.04	0.29	0.37	
21	Mållisjok	< 0.5	0.04		0.07	
22	Kautokeino	< 0.5	0.05	0.22	0.14	

Nr	Navn	Molte <i>Rubus chamae- morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium Schreberi</i>
1	Korpfjellet		0.16			
2	Urdfjellet		0.18			
3	Haukdalsvatn		0.14			0.18
4	Jarfjordbotn		0.23			0.17
5	Svanvik		0.18	0.54		0.15
6	Kobbfoss		0.09	0.52	0.16	0.13
7	Noatun		0.06	0.36	0.15	
8	Høybukt			0.28	0.14	
9	Bugøyfjord		0.11	0.40	0.12	
10	Hauksjøen		0.08			
11	Vestre Jakobselv			0.43	0.11	
12	Grasbakken		0.04		0.06	
13	Karlebotn		0.12	0.30	0.11	
14	Varangerbotn		< 0.05	0.50	0.13	
15	Skiipagurra		0.12	0.47	0.11	
16	Levsejåkka		< 0.1	0.20	0.10	
17	Bårjasnjarga		0.05	0.23	0.11	
18	Karasjok		< 0.1	0.23	0.10	
19	Skoganvarre		0.54 *	0.33	0.15	
20	Jergul		0.09	0.38	0.17	
21	Mållisjok		0.11		0.11	
22	Kautokeino		0.07	0.23	< 0.1	

Verdier merket med stjerne (\*) er ikke tatt med i beregningen av gjennomsnitt i vedlegg C og tabell 2

Element: BLY (Pb)

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		10.3			
2	Urdfjellet		5.4			
3	Haukdalsvatn	< 5	3.4			13.1
4	Jarfjordbotn	< 5	9.0			7.1
5	Svanvik	< 5	5.4	19.3		7.1
6	Kobbfoss	< 5	4.1	18.8	7.6	9.3
7	Noatun		5.1	12.6	6.3	
8	Høybukt			22.5	11.0	
9	Bugøyfjord		7.7	20.6	6.3	
10	Hauksjøen		3.4			
11	Vestre Jakobselv			20.5	5.0	
12	Grasbakken		8.2		6.2	
13	Karlebotn	< 5	5.6	19.0	6.1	
14	Varangerbotn	< 5	4.1	20.4	5.5	
15	Skiipagurra		5.0	24.2	9.2	
16	Levsejåkka		62.4 *	18.0	3.3	
17	Bårjasnjarga		3.5	19.3	9.1	
18	Karasjok	< 5	6.2	34.3	7.5	
19	Skoganvarre		2.9	13.0	7.7	
20	Jergul	< 5	4.4	21.0	6.9	
21	Mållisjok	< 5	6.0		6.6	
22	Kautokeino	< 5	5.4	17.0	11.8	

Verdier merket med stjerne (\*) er ikke tatt med i beregningen av gjennomsnitt i vedlegg C og tabell 2

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		1.1			
2	Urdfjellet		0.83			
3	Haukdalsvatn		0.87			0.54
4	Jarfjordbotn		0.99			0.28
5	Svanvik		1.6	1.0		0.53
6	Kobbfoss		0.38	1.5	0.097	0.19
7	Noatun		0.38	0.48	0.13	
8	Høybukt			0.74	0.11	
9	Bugøyfjord		0.33	< 0.2	0.017	
10	Hauksjøen		2.28 *			
11	Vestre Jakobselv			0.72	0.068	
12	Grasbakken		0.14		0.073	
13	Karlebotn		0.29	0.14	0.029	
14	Varangerbotn		0.12	1.0	< 0.08	
15	Skiipagurra		0.16	< 0.2	0.019	
16	Levsejåkka		0.17	0.56	< 0.08	
17	Bårjasnjarga		0.16	< 0.1	0.008	
18	Karasjok		0.17	0.59	0.089	
19	Skoganvarre		0.21	< 0.2	0.021	
20	Jergul		0.57	0.77	0.082	
21	Mållisjok		0.15		0.035	
22	Kautokeino		0.10	< 0.2	0.097	

Verdier merket med stjerne (\*) er ikke tatt med i beregningen av gjennomsnitt i vedlegg C og tabell 2



Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		0.036			
2	Urdfjellet		0.034			
3	Haukdalsvatn		0.027			0.14
4	Jarfjordbotn		0.066			0.097
5	Svanvik		0.063	0.083		0.085
6	Kobbfoss		0.036	0.18	0.064	0.16
7	Noatun		0.019	0.064	0.058	
8	Høybukt			0.16	0.074	
9	Bugøyfjord		0.060	0.098	0.037	
10	Hauksjøen		0.042			
11	Vestre Jakobselv			0.14	0.064	
12	Grasbakken		0.037		0.075	
13	Karlebotn		0.041	0.070	0.065	
14	Varangerbotn		0.042	0.14	0.10	
15	Skiipagurra		0.050	0.10	0.086	
16	Levsejåkka		0.050	0.079	0.051	
17	Bårjasnjarga		0.040	0.073	0.079	
18	Karasjok		0.055	0.074	0.11	
19	Skoganvarre		0.040	0.12	0.10	
20	Jergul		0.044	0.12	0.10	
21	Mällisjok		0.031		0.081	
22	Kautokeino		0.059	0.39	0.098	

Element: SELEN (Se)

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>
1	Korpfjellet		0.82			
2	Urdfjellet		0.70			
3	Haukdalsvatn		0.54			0.35
4	Jarfjordbotn		0.69			0.41
5	Svanvik		0.65	1.1		0.36
6	Kobbfoss		0.23	0.78	0.31	0.20
7	Noatun		0.15	0.44	0.20	
8	Høybukt			0.34	0.28	
9	Bugøyfjord		0.15	0.50	0.12	
10	Hauksjøen		0.11			
11	Vestre Jakobselv			0.33	0.12	
12	Grasbakken		0.16		0.20	
13	Karlebotn		0.24	0.44	0.15	
14	Varangerbotn		0.10	0.71	0.23	
15	Skiipagurra		<0.1	0.55	<0.2	
16	Levsejåkka		<0.1	0.30	<0.2	
17	Bårjasnjarga		<0.1	0.42	0.07	
18	Karasjok		<0.1	0.23	0.17	
19	Skoganvarre		0.14	0.18	<0.2	
20	Jergul		0.10	0.37	0.31	
21	Mållisjok		0.12		0.21	
22	Kautokeino		<0.1	<0.3	0.19	

## VEDLEGG C

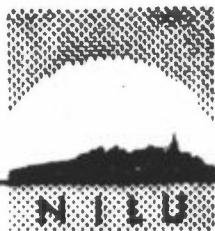
### Middelkonsentrasjoner for

Kirkenes-Pasvik	- prøvetakingssted	1-8
Indre Varangerfjord	- "	9-15
Finnmarksvidda	- "	16-22



Nr	Navn	Molte <i>Rubus chamae- morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium Schreberi</i>	Ele- ment
1-8	Kirkenes - Pasvik		1.0	1.9	0.6	1.9	V
9-15	Indre Varangerfjord		1.0	2.5	0.9		
16-22	Finnmarksvidda		0.6	2.4	1.1		
1-8	Kirkenes - Pasvik		2.7	3.6	1.1	2.7	Cr
9-15	Indre Varangerfjord		0.6	1.8	1.2		
16-22	Finnmarksvidda		0.6	1.7	0.9		
1-8	Kirknes - Pasvik	61	21	175	177	328	Mn
9-15	Indre Varangerfjord	61	29	240	248		
16-22	Finnmarksvidda	141	44	273	339		
1-8	Kirkenes - Pasvik	~ 5	39.7	41.0	17.5	63.9	Ni
9-15	Indre Varangerfjord	< 5	2.9	6.6	4.0		
16-22	Finnmarksvidda	< 5	1.6	3.4	2.4		
1-8	Kirkenes - Pasvik	7.6	32.5	46.5	14.5	50.2	Cu
9-15	Indre Varangerfjord	2.7	3.3	9.5	5.9		
16-22	Finnmarksvidda	~ 3	2.1	6.7	5.7		
1-8	Kirkenes - Pasvik	22	21	27	29	24	Zn
9-15	Indre Varangerfjord	18	16	22	26		
16-22	Finnmarksvidda	22	15	25	32		
1-8	Kirkenes - Pasvik	< 0.5	0.07	0.24	0.06	0.13	Cd
9-15	Indre Varangerfjord	< 0.5	0.03	0.23	0.12		
16-22	Finnmarksvidda	< 0.5	0.04	0.24	0.16		

Nr	Navn	Molte <i>Rubus</i> <i>chamae-</i> <i>morus</i>	Kvitkrull <i>Cladonia</i> <i>alpestris</i>	Kvistlav <i>Hypogymnia</i> <i>physodes</i>	Etasje- mose <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>	Furu- mose <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i>	Ele- ment
1-8	Kirkenes - Pasvik		0.14	0.42	0.15	0.15	Hg
9-15	Indre Varangerfjord		0.08	0.42	0.10		
16-22	Finnmarksvidda		0.07	0.26	0.11		
1-8	Kirkenes - Pasvik	< 5	6.1	18.3	8.3	9.2	Pb
9-15	Indre Varangerfjord	< 5	5.7	20.9	6.4		
16-22	Finnmarksvidda	< 5	5.7	20.4	7.6		
1-8	Kirkenes - Pasvik		0.87	0.93	0.11	0.39	As
9-15	Indre Varangerfjord		0.21	0.41	0.04		
16-22	Finnmarksvidda		0.21	0.36	0.05		
1-8	Kirkenes - Pasvik		0.04	0.12	0.07	0.12	Sb
9-15	Indre Varangerfjord		0.05	0.11	0.07		
16-22	Finnmarksvidda		0.05	0.14	0.09		
1-8	Kirkenes - Pasvik		0.54	0.66	0.26	0.33	Se
9-15	Indre Varangerfjord		0.13	0.50	0.15		
16-22	Finnmarksvidda		0.08	0.27	0.16		



# NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

TLF. (02) 71 41 70

<b>RAPPORTTYPE</b> Oppdragsrapport	<b>RAPPORTNR.</b> OR 39/79	ISBN--82-7247-138-8
<b>DATO</b> DESEMBER 1979	<b>ANSV.SIGN.</b> O.F. Skogvold	<b>ANT.SIDER OG BILAG</b> 46                      3
<b>TITTEL</b> Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978		<b>PROSJEKTLEDER</b> J. Schjoldager
<b>FORFATTER(E)</b> Jørgen Schjoldager		<b>NILU PROSJEKT NR</b> 23673; 24078
		<b>TILGJENGELIGHET **</b> A
<b>OPPDRAUGSGIVER</b> Miljøverndepartementet og Norges vassdrags- og elektrisitetvesen		
<b>3 STIKKORD</b> (å maks.20 anslag) Elementer	Vegetasjon	Finnmark
<b>REFERAT</b> (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Inntil 12 elementer er bestemt i prøver av moltebær, kvitkrull, etasjemose, furumose og kvistlav fra i alt 22 steder i Finnmark. For fem elementer, Cr, Cu, Ni, As og Se, var konsentrasjonen klart høyere i Kirkenes-Pasvik enn i resten av fylket. Dette kan settes i sammenheng med utslippene fra Nikel i Sovjetunionen. For V, Mn, Zn, Cd, Hg, Pb og Sb var det liten eller ingen systematisk variasjon.		
<b>TITTEL</b> The content of elements in cloudberry, moss and lichen, Finnmark, 1978.		
<b>ABSTRACT</b> (max. 300 characters, 5-10 lines) Samples of moss and lichen ( <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Pleurozium Schreberi</i> , <i>Cladonia alpestris</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> ) and cloudberry ( <i>Rubus chamaemorus</i> ) has been analysed for up to 12 elements. For Cr, Cu, Ni, As and Se, there was a systematic variation in concentration, with the highest values in eastern Finnmark. These high concentrations are linked to emissions from Nikel in the Soviet Union. For V, Mn, Zn, Cd, Hg, Pb and Sb there was no clear variation in concentration.		

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