

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder.

Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødning av ferskvann og kystområder
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. SFT er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.



Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Bestilling: <http://www.sft.no/skjema.html>



Nedfall av tungmetaller rundt utvalgte norske industrier

831
2001

Studert ved analyse av mose



Forord

I 1999 påla Statens forurensningstilsyn (SFT) 30 bedrifter innen metallurgisk industri å undersøke i hvilken grad bly, kadmium, krom, kobber, kvikksølv og arsen foreligger i råmaterialer og reduksjonsmaterialer den enkelte bedrift benytter og i hvilken grad innholdet av slike komponenter påvirker bedriftens utslipp. På grunn av de lave konsentrasjonene i utslippet, er det vanskelig og i noen tilfeller umulig å måle utslippsmengdene til luft og vann. Anslagene av utslippet må baseres på analyser av råstoff og massebalanse. SFT vurderte det derfor som hensiktsmessig med en egen undersøkelse av nedfall av tungmetaller rundt 15 av de 30 bedriftene. Utvalget av disse 15 bedriftene var begrunnet med rapporterte utslippsnivå. I noen bransjer er det gjort et representativt utvalg fordi det ikke ble ansett som nødvendig å inkludere alle bedriftene. Denne rapporten oppsummerer resultatene av undersøkelsen av nedfall av tungmetaller rundt de 15 bedriftene.

Undersøkelsen er gjennomført under ledelse av Eiliv Steinnes ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet på oppdrag av SFT. Undersøkelsen er finansiert av bedriftene og SFT.

SFT, Oslo, juli 2001

Janne Sollie
Direktør i Samfunnsavdelingen
SFT

Innhold

Forord	3
Innhold	4
Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Praktisk gjennomføring	6
3. Resultater	7
4. Diskusjon	8
4.1. Diskusjon etter lokalitet	8
4.2. Diskusjon etter element	10
4.3. Sammenfattende kommentarer	12
5. Litteratur	13
Tabell 1. Observerte overskridelser av bakgrunnsnivåer av sporelementer i mose	14
Figurer og vedlegg	15

Nedfall av tungmetaller rundt utvalgte norske industrier

Studert ved analyse av mose

Eiliv Steinnes¹, Torunn Berg², Torill Eidhammer Sjøbakk¹ og Marit Vadset²

1. Institutt for kjemi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim
2. Norsk institutt for luftforskning, 2027 Kjeller.

Sammendrag

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn ble det gjennomført en undersøkelse av atmosfærisk nedfall av tungmetaller i nærområdet til 15 industribedrifter i ulike deler av Norge. Bedriftene har deltatt frivillig og betalt sine andeler i prosjektet. Undersøkelsen er basert på analyse av moseprøver innsamlet lokalt rundt hver enkelt bedrift sommeren 2000, og omfatter 32 elementer. Resultatene viser at nedfall av tungmetaller i nærheten av disse bedriftene avhenger sterkt av hvilke prosesser bedriften arbeider med såvel som de lokale topografiske og meteorologiske forhold.

1. Innledning

Registrering av nedfall av tungmetaller ved analyse av moseprøver er en vel etablert teknikk som lenge har vært en del av det nasjonale overvåkingssystemet for langtransporterte forurensninger (1-3). Moser mangler et tilsvarende rotsystem som høyere planter har, og er derfor avhengig av tilførsel av næringsstoffer på annen måte. En stor del av tilførselen skjer fra luft og nedbør. Mosene har stor kapasitet for oppsamling av partikler såvel som ioner fra atmosfærisk nedfall, og representerer derfor en effektiv måte til å kartlegge det geografiske nedfallsmønsteret av tungmetaller og andre kjemiske stoffer fra atmosfæren.

De landsomfattende registreringene av tungmetaller som utføres hvert femte år, har hatt som hovedformål å kartlegge regionale nedfallsmønstre med særlig vekt på bidrag fra atmosfærisk langtransport fra kilder utenfor Norge. I mange tilfeller har det imidlertid også latt seg gjøre å identifisere bidrag fra lokale punktkilder til det regionale mønsteret. Metoden er dessuten i enkelte tilfeller tatt i bruk ved lokale undersøkelser, f.eks. i Mo i Rana (4), og har vist seg velegnet også for dette formål. I forbindelse med gjennomføringen av det landsomfattende overvåkingsprosjektet i 2000 ønsket derfor Statens forurensningstilsyn å få utført en tilleggsundersøkelse rundt 15 navngitte bedrifter der man var kjent med eller antok at det var et visst utslipp av tungmetaller. Etter avtale med bedriftene ble man enig om at det skulle tas 10 prøver rundt hver bedrift for å kartlegge situasjonen. Den foreliggende rapporten gir resultatene fra denne undersøkelsen, som omfatter følgende bedrifter:

Eramet Norway AS, Porsgrunn
 Norcem AS, Brevik
 Elkem Aluminium ANS, Lista
 Tinfos Jernverk AS, Øye Smelteverk, Kvinesdal
 Eramet Norway AS, Sauda
 Outokompo Norzink AS, Odda
 Odda Smelteverk AS, Odda
 Hydro Aluminium a.s., Høyanger Metallverk, Høyanger
 Hydro Aluminium a.s., Årdal Metallverk, Årdal
 Hydro Aluminium a.s., Sunndal Metallverk, Sunndalsøra
 Elkem Aluminium ANS, Mosjøen
 Elkem Rana AS, Mo i Rana
 Fundia Armeringsstål AS, Mo i Rana
 Norcem AS, Kjølpsvik
 Finnfjord Smelteverk AS, Finnfjordbotn

2. Praktisk gjennomføring

Prøver av etasjemose (*Hylocomium splendens*) ble innsamlet i perioden mai-august 2000 samtidig med den landsomfattende prøveinnsamlingen og så langt som mulig etter de samme praktiske retningslinjer. Prøvepunktene ble stort sett plassert i avstand 1-10 km fra den aktuelle bedrift, og ble valgt slik at de skulle gi et best mulig bilde av den lokale nedfallsfordelingen. Ved plasseringen av prøvepunktene ble det tatt hensyn til de lokale topografiske forhold og antatt dominerende vindretninger. I enkelte tilfeller ble prøvenettet utvidet til noe større avstand enn 10 km ut fra en vurdering av

kilden og de lokale forhold. Prøvetakingsnettene på hver enkelt lokalitet er vist på kart i figurene 1-12.

Prøvene ble tørket ved romtemperatur og uvedkommende materiale ble fjernet for hånd. De siste 3 års tilvekst av mosen ble tatt ut for analyse. Prøver på 0.5 gram ble oppsluttet med konsentrert salpetersyre i mikrobølgeovn under trykk. Etter passende fortynning ble prøvene analysert ved ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) ved Norsk institutt for luftforskning. Denne analyseteknikken gir data for over 40 elementer samtidig. I denne rapporten er 32 elementer valgt ut for rapportering og diskusjon. Dette er langt flere enn de som normalt overvåkes, og resultatene vil kunne bidra til ny kunnskap om utslipp av sporelementer til luft fra visse typer industrielle prosesser.

3. Resultater

Analyseresultatene for de 32 utvalgte elementene er gitt i Vedlegg I, og er sortert etter lokalitet. Konsentrasjoner av de enkelte elementene er gitt i ppm (mg/kg mose). For hver lokalitet er det også vist data for de samme elementene i tre prøver fra samme region i det landsomfattende prøvenettet, som er valgt slik at de best mulig skal representere de regionale bakgrunnsverdiene i mose for det aktuelle området. I en del tilfeller der nedfallet av et element er vurdert til å være betydelig eller illustrerer et spesielt spredningsmønster, er resultatene framstilt vist på kart (Fig. 4a-4b, 5a-5c, 6a, 7a-7e, 8a, 10a-10e).

For å illustrere graden av nedfall er konsentrasjonsverdiene i mose fra hver lokalitet dividert med de tilsvarende regionale bakgrunnsverdiene, og de beregnede verdiene for overskridelse av bakgrunnen er gruppert i Tabell 1 på følgende måte: 5-20 ganger, 20-100 ganger, 100-500 ganger og mer enn 500 ganger. Når man vurderer disse verdiene, må man ta høyde for følgende forhold:

- Regionale bakgrunnsverdier påvirkes av forurensning bl.a. fra atmosfærisk langtransport. Dette betyr bl.a. at bakgrunnsverdiene for Pb på de tre sørligste lokalitetene (Brevik/Porsgrunn, Lista, Kvinesdal) er ca. 5 ganger høyere enn på de to nordligste (Kjøpsvik, Finnfjordbotn), og dette kan i enkelte tilfeller føre til ”strengere” rangering på de nordlige lokalitetene.
- Enkelte elementer som f.eks. Mn og Zn finnes naturlig i betydelige konsentrasjoner i mosen. Dette fører til at de beregnede overskridelsene for disse elementene i mosen er klart mindre enn det de aktuelle utslipp skulle tilsvare.

Tabellen illustrerer meget klart at det lokale nedfallet av metaller varierer sterkt fra sted til sted, avhengig av bedriftens karakter såvel som av de lokale naturforhold. Der en bedrift ligger i et trangt dalføre eller en fjordbotn vil en større del av utslippet medføre lokalt nedfall enn der de naturlige forhold gir grunnlag for større geografisk spredning, gitt samme utslippmengde til luft.

4. Diskusjon

Den følgende diskusjonen av de foreliggende resultatene er inndelt på to måter: etter lokalitet og etter element. Avslutningsvis presenteres noen generelle sammenfattende kommentarer.

4.1. Diskusjon etter lokalitet

4.1.1. Brevik/Porsgrunn (Norcem AS / Eramet Norway AS).

Sementfabrikken i Brevik og ferro-smelteverket i Porsgrunn ligger så nær hverandre at prøvetakingen er utført felles (20 lokaliteter) for disse bedriftene jfr. Fig.1. Resultatene tyder på at nedfallet av metaller i nærområdet til disse bedriftene er beskjedent. Forhøyede verdier av W i mosen i området Eidanger – Porsgrunn øst har neppe sammenheng med noen av de to bedriftene.

4.1.2. Lista (Elkem Aluminium ANS).

Topografi og vindforhold gjør at eventuelle utslipp her spres over større områder enn ved de øvrige Al-verkene. Det eneste elementet som skiller seg særlig ut er Ga, som er nær kjemisk beslektet med Al og forekommer i nedfallet rundt samtlige Al-verk.

4.1.3. Kvinesdal (Tinfos Jernverk AS, Øye Smelteverk).

Forurensninger fra dette verket vil hovedsakelig føres utover Feda-fjorden mot sørvest eller langs dalføret mot nordøst. Resultatene viser at nedfallet av de fleste elementene er beskjedent.

4.1.4. Sauda (Eramet Norway AS).

Her registreres markert nedfall av en rekke elementer, og det er grunn til å anta at den lokale topografien er en medvirkende årsak til den observerte fordelingen. Smelteverket er åpenbart hovedkilde til mange av disse elementene, og et typisk fordelingsmønster av nedfallet illustreres i Fig. 4a for hovedelementet Mn og i Fig. 4b for As.

4.1.5. Odda (Odda Smelteverk AS / Outokompo Norzink AS).

Odda ligger mellom høye fjell innerst i Sjørfjorden. I Odda ligger det to bedrifter som deltar i denne undersøkelsen, et karbidverk og et sink-smelteverk. Luftforurensninger fra disse bedriftene føres i alt vesentlig i nordlig retning langs fjorden og i sørlig retning oppover dalen. Nedfallsbildet preges i særlig grad av Zn (Fig. 5a), Cd (Fig. 5b) og Hg (Fig. 5c). Selv om det i utgangspunktet kan være vanskelig å skille mellom utslipp fra de to bedriftene, hersker det liten tvil om at sink-smelteverket er den dominerende kilden for Zn og Cd. Den store likheten i nedfallsmønsteret mellom Cd og Hg kan tyde på at denne bedriften også er ansvarlig for en stor del av det lokale Hg-utslippet. Verdiene for Cd og Hg er de klart høyeste som er registrert noe sted i den foreliggende undersøkelsen. I tillegg kommer at tettstedet Odda ligger innenfor det området som mottar størst nedfall fra bedriftene. Forholdene i Odda fortjener en nærmere vurdering.

4.1.6. Høyanger (Hydro Aluminium a.s.).

De topografiske forhold i Høyanger tilsvarer dem man har i Odda. Nedfallet fra bedriften omfatter åpenbart en rekke metaller, men de fleste i relativt beskjedne mengder. Mest markert er nedfallet for Ga (Fig. 6a), Også Ni og Bi later til å være karakteristiske metaller knyttet til nedfallet fra Al-verk.

4.1.7. Årdal (Hydro Aluminium a.s.).

Øvre Årdal opptrer som ett av de mest forurensede stedene i denne undersøkelsen, noe som har delvis sammenheng med at stedet ligger omgitt av høye fjell. Blant de mange metallene som sannsynligvis skyldes utslipp fra Al-verket er resultatene framstilt i figurform for Be (Fig. 7a), Al (Fig. 7b), V (Fig. 7c), Ni (Fig. 7d) og Bi (Fig. 7e), der verdiene i moseprøvene er høyere enn ved de andre Al-verkene. Spredningsmønsteret er ikke helt det samme for alle elementene, noe som kan tyde på at de stammer fra forskjellige delprosesser i bedriften eller at de er bundet til partikler av forskjellig størrelse.

4.1.8. Sunndalsøra (Hydro Aluminium a.s.).

Dette er også et eksempel på et verk som ligger mellom høye fjell innerst i en fjord. Forurensningene fra verket transporteres hovedsakelig utover langs nordsiden av fjorden og innover dalen, som illustrert i nedfallsmønsteret for Ga (Fig. 8a). For øvrig registreres stort sett nedfall av de samme elementene som i Høyanger og Årdal.

4.1.9. Mosjøen (Elkem Aluminium ANS).

De topografiske forhold i Mosjøen likner dem som er beskrevet for de foregående industristedene, men landskapet er noe mer åpent. Dette har sannsynligvis medvirket til de relativt lave metallnivåene i mosen her i forhold til det som registreres ved de fleste andre Al-verk.

4.1.10. Mo i Rana (Elkem Rana AS / Fundia Armeringsstål AS).

To smelteverk som ligger nær hverandre på Mo deltar i denne undersøkelsen: et ferrokrom-verk og en bedrift som bl.a. bearbeider metallskrap. I nærområdet til disse bedriftene registreres forhøyede innhold i mosen av omtrent samtlige elementer som rapporteres i denne undersøkelsen. Noe av dette kan skyldes støv fra prosesser relatert til behandling av råvarer og avfall, men en meget betydelig del er sannsynligvis et resultat av utslipp fra prosessene. Særlig iøynefallende er bidraget av Cr fra ferrokrom-bedriften (Fig. 10a), som gir spesielt stort nedfall på lokalitetene 8 og 9 like sør og sørøst fra industriområdet, mens f.eks. lokalitet 10 mot nordøst har lite nedfall av Cr. Øvrige typiske tungmetaller som viser tilsvarende nedfallsmønster som peker mot denne bedriften er Be, Co, Ni (Fig. 10b), As og Tl. Andre metaller som Zn (Fig. 10d), Sb, W (Fig. 10e) og Hg har størst nedfall på lokalitet 10 og stammer derfor sannsynligvis i hovedsak fra den andre bedriften. Elementer som V, Mn, Fe (Fig. 10c), Cu, Cd og Pb befinner seg i en mellomstilling og skyldes sannsynligvis utslipp fra begge bedrifter. Spredning av forurensningene fra industrien på Mo skjer i hovedsak vestover langs Ranafjorden og innover i landet mot øst.

4.1.11. Kjøpsvik (Norcem AS).

De beskjedne overskridelsene som registreres i mosen i Kjøpsvik opptrer stort sett på lokalitet 7, og skyldes sannsynligvis støv fra et steinbrudd snarere enn utslipp fra sementindustrien.

4.1.12. Finnfjordbotn (Finnfjord Smelteverk AS).

Nedfallet av metaller på dette stedet er mindre enn på noen av de andre stedene som er med i denne undersøkelsen.

4.2. Diskusjon etter element

I det følgende er en kort oversikt over nedfall av noen utvalgte metaller.

4.2.1. Beryllium

Nedfall av Be registreres fra Al-industrien i Høyanger, Årdal og Sunndalsøra og smelteverkene i Sauda og Mo. Selv om bakgrunnsnivåene i mose overskrides vesentlig, er verdiene fremdeles lave.

4.2.2. Aluminium

Forekomst av Al i mose er gjerne et mål på at prøven inneholder partikler tilført ved vinderosjon av jord eller andre materialer av geologisk opprinnelse. I denne undersøkelsen er det imidlertid prøver fra de stedene der det ligger Al-verk som viser de største verdiene, noe som tyder på et visst utslipp til luft fra bedriftene.

4.2.3. Vanadium

I likhet med Al kan forekomst av V i mose skyldes partikler fra det lokale naturlige miljø. Mye tyder imidlertid på at V er karakteristisk for utslipp fra Al-verk og enkelte andre smelteverk.

4.2.4. Krom

I tillegg til et vesentlig utslipp fra ferrokrom-verket på Mo registreres det et bidrag av Cr også fra en del andre bedrifter, men stort sett i beskjedne mengder.

4.2.5. Mangan

Bortsett fra et markert nedfall fra smelteverket i Sauda og mindre bidrag fra verkene i Kvinesdal og Mo indikerer denne undersøkelsen at nedfall av Mn er et relativt ubetydelig problem.

4.2.6. Jern

I likhet med Al er Fe et hovedelement i jordskorpa og derfor ofte et mål for innholdet av jordpartikler m.m. i mosen. Den foreliggende undersøkelsen tyder imidlertid på industrielle utslipp til luft flere steder (Odda, Årdal, Mo). I Odda antyder fordelingen av Fe at en bedrift i Tyssedal er den største bidragsyteren snarere enn de to bedriftene i Odda som er med i denne undersøkelsen.

4.2.7. Kobolt

Nedfall av kobolt registreres på en rekke steder, mest i Årdal og Mo, men nivåene er ikke i noe tilfelle av vesentlig betydning.

4.2.8. Nikkel

Et merkbart nedfall av Ni registreres på en rekke steder. Størst er nedfallet på Mo, fulgt av Årdal og Høyanger.

4.2.9. Kopper

Nedfall av Cu registreres på enkelte steder, men i beskjedne skala.

4.2.10. Sink

Sink-smelteverket i Odda og industrien på Mo gir et betydelig nedfall av dette metallet i nærområdet.

4.2.11. Gallium

Dette er et metall som sjelden nevnes i forbindelse med luftforurensning. Denne undersøkelsen viser imidlertid at Ga er en typisk utslippskomponent fra Al-verk.

4.2.12. Arsen

Dette elementet forbindes ofte med luftforurensning, og er bl.a. en typisk representant for langtransportert. Lokale utslipp forekommer på en rekke steder, mest markert i Sauda og Mo.

4.2.13. Kadmium

Betydelig nedfall av dette elementet forekommer i Odda. Klare, men vesentlig mindre bidrag registreres i Mo, Sauda og Årdal.

4.2.14. Antimon

Dette er også et element som er typisk for luftforurensning, men vanligvis er nivåene relativt beskjedne. Lokale utslipp registreres særlig i Årdal.

4.2.15. Wolfram

Forekomst av W i mose nær bedrifter kan i første rekke antyde at dette elementet forekommer i råmaterialer for prosessen. I den foreliggende undersøkelsen er forekomsten av W særlig markert på Mo.

4.2.16. Kvikksølv

Nedfallet av Hg er størst i Odda, fulgt av Mo. Rundt bedriftene i Sauda og Kvinesdal, som begge har vært i søkelyset på grunn av Hg-utslipp til luft, er nedfallet en del mindre.

4.2.17. Thallium

Nedfall av thallium forekommer rundt mange av bedriftene, men ikke i stort omfang.

4.2.18. Bly

Nedfall av bly i tettsteder kan ofte tilskrives blytilsetning i bensin. I dette arbeidet virker det imidlertid klart at nedfallet av Pb i Sauda, Odda og Mo er større enn det som kan forklares ut fra bruk av blyholdig bensin.

4.2.19. Yttrium, zirkonium, niob, lantan, cerium, hafnium, thorium,

Disse elementene, i likhet med Al og Fe, opptrer som regel i mose på grunn av silikat-holdige partikler i mosen. Denne gruppen av elementer er mer markert i resultatene fra Mo enn fra de øvrige stedene.

4.3. Sammenfattende kommentarer

Når resultatene fra denne undersøkelsen skal vurderes, må man ta hensyn til følgende forhold:

- Mose-metoden skiller ikke mellom bidrag fra våtdeposisjon og tørrdeposisjon, og kan heller ikke si noe om hvorvidt et element hovedsakelig er bundet til små eller større partikler. For å kunne vurdere f.eks. en eventuell helserisiko ved et utslipp er det derfor nødvendig å gå inn med detaljerte undersøkelser der man bl.a. ser på hvordan elementet er fordelt mellom ulike størrelsesfraksjoner av partikler i utslippet.
- Konsentrasjoner i mosen gir en relativ fordeling av nedfallet på et sted. Det er vist ut fra regionale data i Norge at konsentrasjoner i mose kan omregnes til nedfall pr. areal og tidsenhet (5). Disse omregningsfaktorene gjelder sannsynligvis best i tilfeller der nedfallet i hovedsak skjer som våtdeposisjon. Under lokale forhold der nedfallet i hovedsak kommer som partikler er det mer tvilsomt om de samme omregningsfaktorene fra mose til nedfall kan brukes.
- Eventuelle miljøkonsekvenser av et nedfall avhenger i stor grad av hvilken kjemisk og fysisk form elementene foreligger i. Opptak i organismer er avhengig

av at metallet er biotilgjengelig, noe som i de fleste tilfeller betyr at det forekommer i lettløselige former. Oppløseligheten av metallholdige partikler fra et utslipp avhenger sterkt av partikkelstørrelsesfordeling, såvel som i hvilken kjemisk og mineralogisk form elementet finnes.

Undersøkelser som den foreliggende kan derfor ikke uten videre si i hvilken grad et påvist nedfall av ett eller flere elementer representerer en risiko for helse og miljø. I den grad at nedfallet av et element er vist å være beskjedent, kan man imidlertid med stor grad av sannsynlighet utelukke problemer av betydning.

5. Litteratur

1. E. Steinnes, F. Frantzen, O. Johansen, J.P. Rambæk og J.E. Hanssen (1988). Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1985. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 334/88.
2. E. Steinnes, O. Røyset, M. Vadset og O. Johansen (1993). Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 523/93.
3. E. Steinnes, T. Berg, M. Vadset og O. Røyset (1997). Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. landsomfattende undersøkelse i 1995. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 691/97.
4. E. Steinnes (1995). Miljøovervåking i Rana. Forandring i nedfall av tungmetaller i perioden 1989-1993, studert ved analyse av mose. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 614/95.
5. T. Berg and E. Steinnes (1997). Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: From relative to absolute values. Environ. Pollut. 98, 61-71.

Tabell 1. Observerte overskridelser av bakgrunnsnivåer av sporelementer i mose

X 5-20 ganger
 XX 20-100 ganger
 XXX 100-500 ganger
 XXXX > 500 ganger

Lokalitet	PB	LI	KV	SA	OD	HØ	ÅR	SU	MS	MO	KJ	FI
Element												
Be				X		X	XX	X		XX		
Mg										X		
Al		X				X	XX	XX	X	X		
Ca										X	X	
Ti					X		X	X	X	X	X	
V				X		X	XX	X		XX	X	
Cr	X		X	X		X	XX			XXXX		
Mn			X	XX						X		
Fe					X		XX	X		XX	X	
Co				XX	X		X	X	X	XX	X	
Ni				X	X	XX	XX	XX		XXX		
Cu					X	X	X			X		
Zn				X	XX					X		
Ga		XX			X	XXX	XXX	XX	X	X		
As				XX	X	X	XX	X		XX	X	
Sr											X	
Y			X	X		X	X	X	X	XX		
Zr			X	XX	X		X		X	XX		
Nb				X	X	X	X		X	XX	X	
Mo		X		X		X	X	X		X	X	
Cd				X	XX		X			X		
Sb					X	X	XX	X		X		X
Ba				XX								
La				X	X	X	X	X		XX	X	
Ce				X	X	X	X	X		XX	X	
Hf				X		X	X		X	X	X	
W	X		X				XX	X	X	XX	X	
Hg					X					X		
Tl				X	X		X			X	X	X
Pb				XX	XX					XX		
Bi	X	X		X	X	XX	XXX	XX	X	XX	X	
Th				X	X		X			X	X	

i = Porsgrunn/Brevik; LI = Lista; KV = Kvinesdal; SA = Sauda; OD = Odda; HØ = Høyanger; ÅR = Ård
 SU = Sunndalsøra; MS = Mosjøen; MO = Mo i Rana; KJ = Kjølpsvik; FI = Finnfjordbotn

Vedlegg I. Konsentrasjonsverdier for 32 elementer i mose (ppm)

Brevik/ Porsgrunn													Brevik/ Porsgrunn			
	m.o.h.	Be	Mg	Al	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni		Cu	Zn	Ga
BP-1	100	0,00	977	258	3328	26,5	1,76	0,70	518	416	0,13	1,14	BP-1	6,0	56	0,13
BP-2	90	0,00	1222	241	3376	25,6	1,94	1,01	715	420	0,24	1,97	BP-2	6,4	64	0,10
BP-3	90	0,09	1073	321	2763	23,1	1,67	0,74	1511	368	0,14	1,14	BP-3	4,2	27	0,12
BP-4	100	0,04	1264	270	2553	21,0	1,52	0,67	916	318	0,26	0,96	BP-4	4,0	35	0,08
BP-5	90	0,00	1487	821	4000	63,1	3,77	3,04	413	816	0,46	3,26	BP-5	7,0	70	0,31
PB-6	100	0,02	1474	495	2598	36,3	2,34	1,11	326	596	0,27	1,11	PB-6	4,0	32	0,19
BP-7	20	0,03	1192	315	3701	29,6	2,16	1,01	480	431	0,15	1,42	BP-7	6,0	34	0,19
BP-8	60	0,01	1674	721	3307	67,2	2,73	1,11	207	912	0,34	1,38	BP-8	4,2	39	0,26
BP-9	30	0,03	1147	310	2963	23,8	1,78	0,68	485	320	0,11	0,86	BP-9	3,6	31	0,12
BP-10	20	0,03	1225	249	3821	29,8	1,74	0,86	184	348	0,13	1,17	BP-10	5,5	48	0,10
BP-11	70	0,02	1776	721	4030	58,5	4,06	7,71	981	922	0,55	3,16	BP-11	8,7	66	0,19
BP-12	30	0,00	1693	403	8663	54,8	2,45	1,52	251	888	0,27	2,00	BP-12	7,4	50	0,19
BP-13	50	0,06	1893	825	7242	80,5	3,39	2,90	596	1043	0,57	3,73	BP-13	8,1	40	0,25
BP-14	80	0,02	1100	663	4212	60,5	3,40	2,51	402	821	0,38	3,09	BP-14	8,3	60	0,24
BP-15	100	0,06	1374	777	7377	67,1	3,91	2,48	544	1161	0,58	2,35	BP-15	11,2	39	0,29
BP-16	60	0,00	1299	285	2930	26,0	1,74	1,70	1242	432	0,41	2,12	BP-16	6,0	70	0,10
BP-17	40	0,00	1567	388	3098	29,0	2,39	0,87	415	433	0,14	0,99	BP-17	5,6	36	0,11
BP-18	80	0,02	1671	381	4845	43,7	2,59	1,22	990	637	0,31	1,80	BP-18	6,9	52	0,17
BP-19	110	0,00	1440	746	5628	68,4	3,13	2,14	771	947	0,58	2,61	BP-19	7,9	44	0,28
BP-20	80	0,00	1319	590	4086	56,1	2,01	1,27	1092	895	0,40	2,01	BP-20	9,8	146	0,26
105-00		0,05	2597	866	3749	71,3	2,72	1,37	913	963	0,23	1,53	105-00	7,3	51	0,28
107-00		0,00	2233	284	5250	26,3	2,16	0,70	114	320	0,13	0,94	107-00	5,9	75	0,14
117-00		0,00	1052	262	3220	21,7	1,79	0,66	1239	229	0,10	1,07	117-00	5,0	30	0,17
Lista													Lista			
	m.o.h.	Be	Mg	Al	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni		Cu	Zn	Ga
LI-1	90	0,01	2087	355	3272	28,2	1,81	0,63	259	415	0,53	1,59	LI-1	6,9	111	0,19
LI-2	30	0,00	1512	361	2202	30,5	2,43	0,78	116	713	0,23	1,77	LI-2	6,1	31	0,24
LI-3	80	0,00	1351	237	1777	18,2	1,75	0,41	277	295	0,12	1,08	LI-3	4,5	27	0,20
LI-4	40	0,01	3105	892	4992	49,4	2,65	1,35	358	822	0,45	1,59	LI-4	6,3	45	0,46
LI-5	10	0,00	4117	1140	4919	53,4	2,78	1,16	271	588	0,19	1,26	LI-5	5,1	68	0,54
LI-6	70	0,00	3023	3381	4002	44,0	4,07	1,82	147	586	0,30	3,19	LI-6	6,4	58	2,71
LI-7	60	0,00	3450	3415	3642	38,3	7,59	3,46	232	956	0,53	6,06	LI-7	8,7	61	6,90
LI-8	30	0,00	3608	727	4644	43,4	2,49	1,14	183	578	0,25	1,71	LI-8	6,7	61	0,30