

NILU : OR 11/94
REFERANSE : O-930103
DATO : JANUAR 1994
ISBN : 82-425-0550-0

Miljøindikatorer for atmosfærisk tilførsel av langtransporterte tungmetaller

Torunn Berg, Ulf Pedersen, Eiliv Steinnes

NILU : OR 11/94
REFERANSE : O-93103
DATO : JANUAR 1994
ISBN : 82-425-0550-0

Miljøindikatorer for atmosfærisk tilførsel av langtransporterte tungmetaller

Torunn Berg*, Ulf Pedersen*, Eiliv Steinnes**

* Norsk institutt for luftforskning (NILU), Postboks 64, N-2001 LILLESTRØM

**Kjemisk institutt, Universitetet i Trondheim, AVH, N-7055 DRAGVOLL

Innhold

	Side
Sammendrag	2
1. Innledning.....	3
2. Grunnlag.....	3
3. Valg av elementer	3
4. Databehandling.....	4
5. Valg av referanseverdier.....	5
6. Kostnader ved framtidige beregninger.....	6
7. Referanser	6

Sammendrag

Miljøindikatorer for atmosfærisk tilførsel av langtransporterte tungmetaller til Norge er utarbeidet. Miljøindikatorene bygger på data for bly (Pb) og kadmium (Cd) fra de nasjonale undersøkelsene av tungmetaller i moser som gjennomføres hvert 5. år. Interpolasjonsprogrammet "kriging" har vært brukt til å overføre dataene fra et irregulært prøvenett til et regulært prøvenett. Fra de interpolerte datasettene er det laget konturkart og utført arealberegninger for de konsentrasjonsnivåene som ligger over valgte bakgrunnsnivåer.

Miljøindikatorene kan brukes til å vise omfang og endringer i omfang av atmosfærisk nedfall av tungmetaller i terrestrisk miljø i Norge som følge av langtransport.

Miljøindikatorer for atmosfærisk tilførsel av langtransporterte tungmetaller

1. Innledning

Norsk Institutt for luftforskning (NILU) har i samarbeid med Kjemisk Institutt, Universitetet i Trondheim, AVH hatt i oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) å utvikle miljøindikatorer for atmosfærisk tilførsel av langtransporterte tungmetaller til Norge.

Miljøindikatorene skal bygge på data for tungmetaller i mose fra de nasjonale undersøkelsene som gjennomføres hvert 5. år. Indikatorene skal kunne brukes til å vise omfang og endringer i omfang av atmosfærisk nedfall av langtransporterte tungmetaller i terrestrisk miljø i Norge.

2. Grunnlag

Atmosfærisk nedfall av tungmetaller og andre sporelementer i Norge har vært kartlagt på geografisk basis i 1977, 1985 og 1990 ved analyse av prøver av etasjehusmose (*Hylocomium splendens*) (Steinnes et al., 1993). Undersøkelsene er et ledd i et internordisk program som gjennomføres hvert 5. år. Etasjehusmose mangler rotsystem og tar opp det meste av næringsstoffene via bladene. De har også stor evne til å binde sporelementer fra atmosfæren og akkumulere disse. Ved å analysere en moseprøve som representerer tilveksten over et visst tidsrom, kan en derfor få et relativt mål for det atmosfæriske nedfallet på prøvetakingsstedet. (Rühling et al., 1992). For antropogene sporelementer med atmosfærisk transport fra andre deler av Europa som hovedkilde (V, Cu, Zn, As, Mo, Cd, Sb, Pb, Bi) er det også mulig å overføre data for konsentrasjoner i moser til absolutte nedfallsrater. Dette er vist i ei norsk undersøkelse, hvor konsentrasjoner av 31 elementer i moser ble sammenliknet med våtavsetninga av de samme elementene ved 6 bakgrunnstasjoner. Bare langtransporterte elementer viste signifikante sammenhenger, og for disse elementene ble det beregnet faktorer som kan brukes til å overføre data for konsentrasjoner i moser til absolutte nedfallsrater (Berg, 1993). Ei videreføring av dette arbeidet er nå i gang (Berg og Steinnes, 1994), og denne undersøkelsen vil forhåpentligvis gi svar på hvor faglig forsvarlig det er å kvantifisere det atmosfæriske nedfallet ut fra data for konsentrasjoner i moser. På grunnlag av det som hittil er kjent bør imidlertid de nasjonale moseundersøkelsene være egnet som grunnlag for miljøindikatorer for langtransporterte tungmetaller til Norge.

3. Valg av elementer

Sporelementene bly (Pb) og kadmium (Cd) ble valgt til å inngå i miljøindikatorene pga at de har langtransport som dominerende kilde, det er mulig å overføre data for konsentrasjoner av Pb og Cd i moser til absolutte nedfallsrater, de er svært

giftige, mosene tar opp disse elementene relativt sterkt, og det naturlige bakgrunnsnivået av Pb og Cd i mose er meget lavt.

Pb og Cd har ulike antropogene hovedkilder. Pb blir hovedsaklig spredt i naturen ved forbrenning av blyholdig bensin, mens Cd kommer fra metallindustrien. For å redusere utslippene av Pb og Cd kreves ulik teknologi, noe som kan bety at igangsetting av tiltak for utslippsreduksjoner kan komme til forskjellig tid. Det er derfor ønskelig å følge elementene hver for seg. Det finnes imidlertid ingen protokoll for reduksjoner av disse tungmetallene ennå. En annen kilde for Pb er bl.a. metallindustri, mens forbrenning av fossilt brensel og bruk av kunstgjødsel i jordbruket er kilder for Cd (Nrigau og Pacyna, 1988).

4. Databehandling

Grunnlagsmaterialet bestod av omlag 500 måledata for Cd og Pb for hvert av årene 1977, 1980 og 1990. Prøver som var sterkt påvirket av lokale utslippskilder ble fjernet før videre bearbeiding for at datasettet i hovedsak skulle være dominert av langtransport.

For å kunne tegne konturkart ut fra irregulære romlige data vha en datamaskin basert teknikk, må dataene interpoleres til et tett regulært nett. I dette arbeidet har vi brukt den geostatistiske metoden "kriging".

"Kriging" er en analysemetode opprinnelig utviklet innen gruveindustrien (Journel og Huijbregts, 1978), men har også blitt brukt i forbindelse med miljøstudier, f.eks. langtransporterte luftforurensninger i Europa (Simpson og Olsen, 1990; Schaug et al. 1991; 1993).

Metoden bygger på en antakelse om at det eksisterer en romlig korrelasjon mellom de målte dataene, og gjør det derfor mulig å estimere dataverdier for steder der slike verdier ikke finnes. I vårt tilfelle bruker vi målte data fra et irregulært prøvenett og ut fra disse estimerer vi dataverdier i et regulært nett. Vi valgte å bruke en rutestørrelse på ca 17×17 km, som er en oppdeling av den såkalte EMEP-ruta (150×150 km) i 9 enheter i hver retning.

Verdiene som ble utrekna vha "kriging"programmet ble brukt til å lage konturkart (Fig). Fargene som er brukt for de forskjellige konsentrasjonsnivåene er de samme for alle åra for at det visuelt skal være enkelt å se endringer over tid.

Det ble gjort arealberegninger for de konsentrasjonsnivåene av Cd og Pb som er brukt for kartene (Tabell 1, 2). Disse er beregnet som areal (km^2) og prosent areal (%).

Tabell 1: Arealer i Norge (km² og %) med forskjellige konsentrasjons-nivåer av Pb i mose. Beregnede verdier for 1977, 1985 og 1990.

Pb i mose (ppm)	Areal (km ²)			Areal (%)		
	1977	1985	1990	1977	1985	1990
<5	17440	59720	92810	5.4	18.5	28.7
5- 10	95780	128190	112400	29.6	39.7	34.8
10- 20	101330	91200	75885	31.4	28.2	23.5
20- 40	69045	38140	41965	21.4	11.8	13.0
40- 80	25945	5810		8.0	1.8	
80-120	12490			3.9		
>120	1030			0.3		
Tot. areal	323060	323060	323060	100.0	100.0	100.0

Tabell 2: Arealer i Norge (km² og %) med forskjellige konsentrasjons-nivåer av Cd i mose. Beregnede verdier for 1977, 1985 og 1990.

Cd i mose (ppm)	Areal (km ²)			Areal (%)		
	1977	1985	1990	1977	1985	1990
<0.05			73830			22.9
0.05-0.1	*90890	*58320	111695	*28.1	*18.1	34.6
0.1-0.2	94285	168555	71450	29.2	52.2	22.1
0.2-0.4	98920	74405	62805	30.60	23.0	19.4
0.4-0.6	14715	21780	3280	4.6	6.7	1.0
0.6-0.8	11510			3.6		
0.8-1.0	7880			2.4		
>1.0	4860			1.5		
Tot. areal	323060	323060	323060	100.0	100.0	100.0

* Cd-kons.: <0.1 ppm

5. Valg av referanseverdier.

Å velge referanseverdier kan by på problemer. I og med at arealer for flere konsentrasjonsnivåer er beregnet, vil det imidlertid være en enkel sak å endre de valgte referanseverdiene ved senere oppdateringer hvis dette viser seg å være hensiktsmessig. I denne omgang ble det valgt å estimere bakgrunnsverdier for Cd og Pb i mose i lite forurensningsbelasta områder i Norge, og å se på hvor store deler av landet som har konsentrasjonsnivåer høyere enn disse verdiene (Tabell 3). Dette fører til at indikatorene ikke sier noe om endringer i nedfall i de mest belasta områdene av landet. Denne informasjonen er imidlertid lett å trekke ut av kart og tabeller.

For Pb ble 5 ppm valgt som referanseverdi. Konsentrasjoner av Pb i området 3-5 ppm er vanlig å måle i mose i lite forurensningsbelasta bakgrunnsområder i Norge. Dataene for Pb er gode på dette nivået, og en kan se en tydelig reduksjon av arealene som har konsentrasjoner mindre enn 5 ppm fra 1977, 1985 og til 1990 (Tabell 3).

For Cd ble 0.1 ppm valgt som referanseverdi. Denne verdien er noe høy for bakgrunnsområder, men for å få inkludert 1977 og 1985 dataene er dette nødvendig. For Cd er deteksjonsgrensa forbedret fra 0.1 til 0.05 ppm fra 1977 og 1985 til 1990. Dette skyldes overgangen fra analyser med atomabsorpsjon (AAS) til induktivt koblet plasma masse spektrometri (ICP-MS). Verdiene rundt deteksjonsgrensa er usikre for 1977 og 1985 dataene, noe som kommer tydelig fram ved at mindre arealer har høye verdier for Cd i 1977 enn i 1985. Denne tilsynelatende forverringa fra 1977 til 1985 er imidlertid bare et resultat av usikre verdier nær deteksjonsgrensa. En tydelig reduksjon av arealer med konsentrasjoner høyere enn 0.1 ppm kan imidlertid sees i 1990 datamaterialet sammenliknet med 1977 og 1985 (Tabell 3). For senere oppdateringer kan det vurderes å sette referanseverdien til 0.05 ppm.

Tabell 3: Arealer i Norge (km² og %) med konsentrasjoner over valgte bakgrunnsnivåer for Pb og Cd. Beregnede verdier for 1977, 1985 og 1990.

Indikator- element	Areal (km ²)			Areal (%)		
	1977	1985	1990	1977	1985	1990
Pb: <5ppm	305620	263340	230250	94.6	81.5	71.3
Cd <0.1ppm	232170	264740	137535	71.9	81.9	42.5

6. Kostnader ved framtidige beregninger

Kostnader ved framtidige beregninger estimeres til kr 20 000,-. Dette inkluderer formatering og statistisk behandling ("kriging") av data for Pb og Cd i mose fra neste nasjonale moseundersøkelse, framstilling av kart over disse dataene, samt en ren oppdatering av tabeller og rapport. Datainnsamlingskostnader er ikke med i dette estimatet.

7. Referanser

Berg, T. (1993) *Atmospheric trace element deposition in Norway studied by ICP-MS*. Trondheim, Kjemisk Institutt, AVH, Universitetet i Trondheim (Dr.scient avhandling).

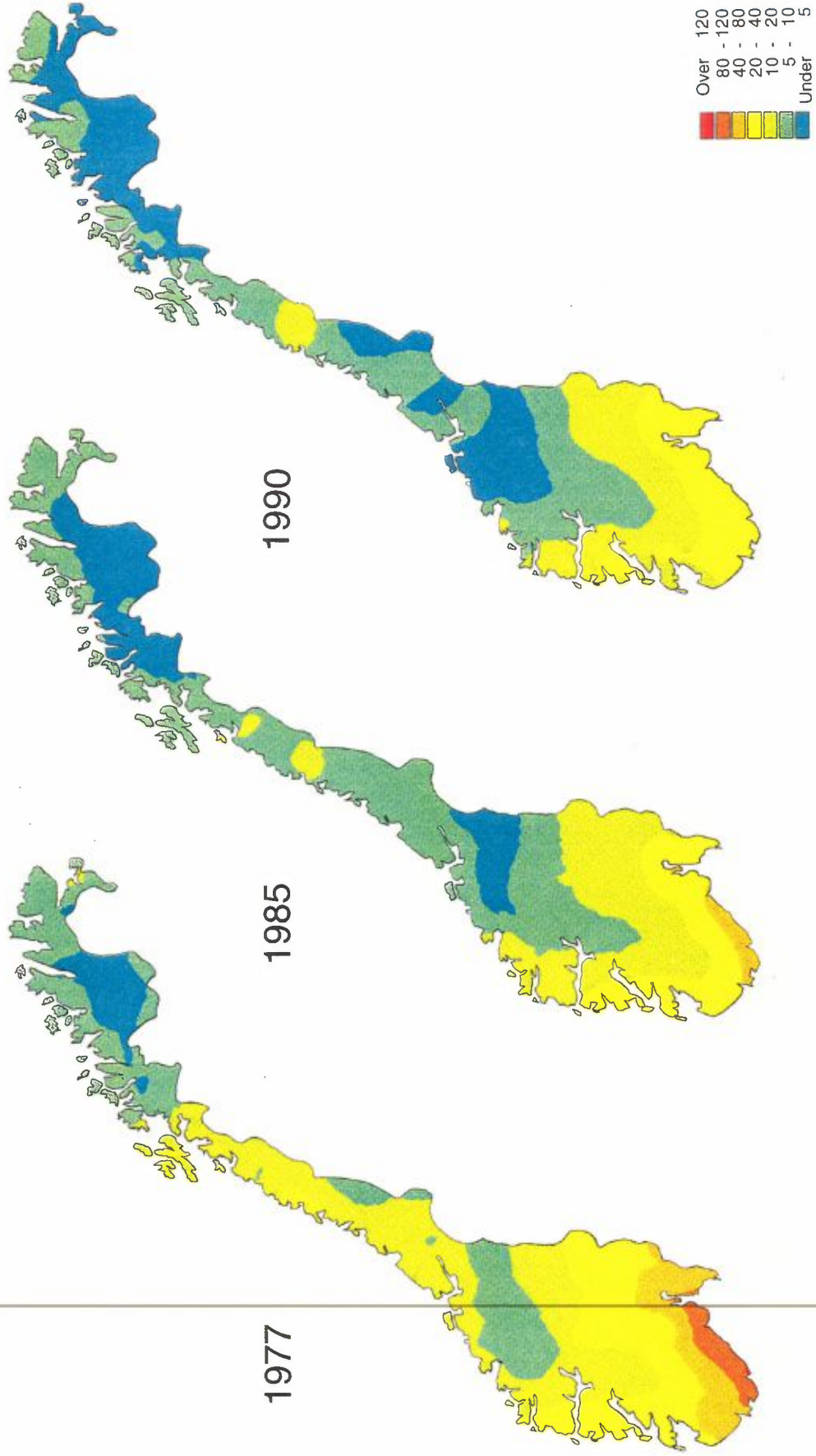
Berg, T. og Steinnes E. (1994) Moser som biomonitor for atmosfærisk nedfall av elementer. I: *Lufttransporterte forurensninger - Tilførsler, virkninger og tålegrenser*. Red.: I: Fløisand og T. Johannessen. Lillestrøm, NILU (OR 17/94) (Naturens Tålegrenser, Miljøverndepartementet, Fagrapport 50) s. 21-25.

Journel, A.G. and Huijbregts, C.J. (1978) *Mining Geostatistics*. London. Academic Press.

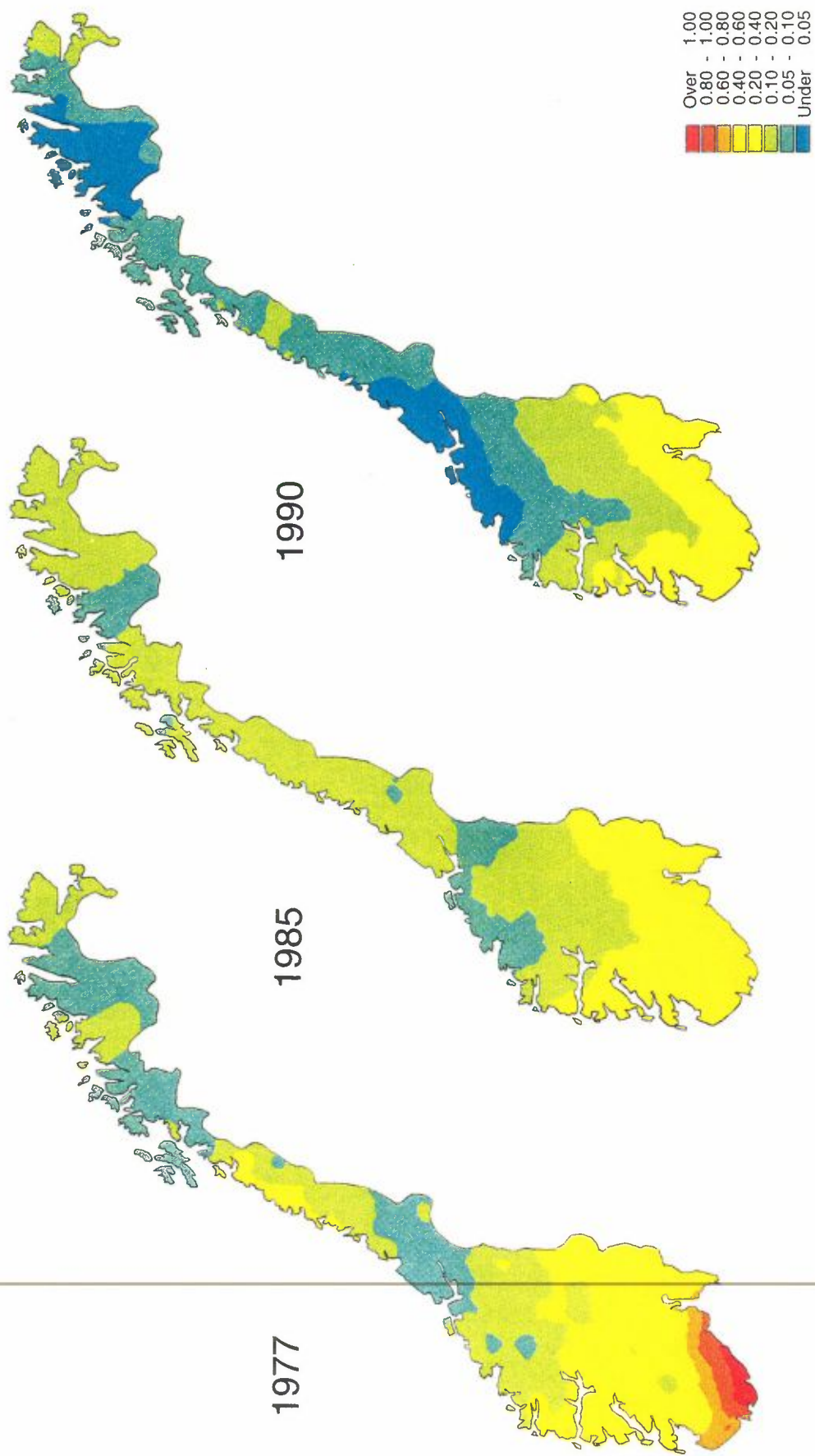
Nriagu, J.O. and Pacyna, J.M. (1988) Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace elements. *Nature* 333, 134-139.

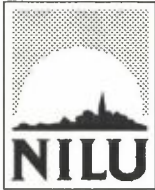
- Rühling, Å., Brumelis, G., Goltsova, N., Kvietkus, K., Kubin, E., Liiv, S., Magnusson, S., Mäkinen, A., Pilegaard, K., Rasmussen, L., Sander E. and Steinnes, E. (1992). *Atmospheric heavy metal deposition in Northern Europe 1990*. København, Nordisk Ministerråd (NORD 1992:12).
- Schaug, J., Pedersen, U. and Skjelmoen, J.E. (1991) Data report 1989. Part I: Annual summaries. Lillestrøm, NILU: EMEP Chemical Coordinating Centre (EMEP/CCC Report 2/91).
- Schaug, J., Iversen, T., Pedersen, U. (1993). Comparison of measurements and model results for airborne sulphur and nitrogen components with kriging. *Atmos. Environ.* 27A, 831-844.
- Simpson, J.S. and Olsen, A.R. (1990) 1987 wet deposition, temporal and spatial patterns in North America. PNL-7208, Battelle, Columbus, OH.
- Steinnes E., Røyset O., Vadset M. and Johansen O. (1993) *Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1990*. Oslo, Statens forurensningstilsyn, (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 523/93).

Bly (Pb) i mose (ppm)



Kadmium (Cd) i mose (ppm)





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

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORT NR. OR 11/94	ISBN-82-425-0550-0	
DATO 1973-94	ANSV. SIGN. P. Berg	ANT. SIDER 9	PRIS NOK 35,-
TITTEL Miljøindikatorer for atmosfærisk tilførsel av langtransporterte tungmetaller		PROSJEKTLEDER Torunn Berg	
		NILU PROSJEKT NR. O-93103	
FORFATTER(E) Torunn Berg, Ulf Pedersen, Eiliv Steinnes		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. SFT-prosjekt 93599	
OPPDRAKSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			
STIKKORD miljøindikatorer	tungmetaller	moser	
REFERAT Miljøindikatorer for atmosfærisk tilførsel av langtransporterte tungmetaller til Norge er utviklet. Miljøindikatorerne bygger på data for bly (Pb) og kadmium (Cd) fra de nasjonale undersøkelsene av tungmetaller i moser som gjennomføres hvert 5. år. Interpolasjonsprogrammet kriging har vært brukt til å overføre dataene fra et irregulært prøvenett til et regulært prøvenett. Fra de interpolerte datasettene er det laget konturkart, og utført arealberegninger for de konsentrasjonsnivåene som ligger under valgte bakgrunnsnivåer. Miljøindikatorerne kan brukes til å vise omfang og endringer i omfang av nedfall av tungmetaller i terrestrisk miljø i Norge som følge av langtransport.			
TITLE Environmental indicators for long-range atmospheric transported heavy metals			
ABSTRACT Environmental indicators for long-range atmospheric transported heavy metals have been developed. The indicators are based on data for Pb and Cd from national moss surveys which are performed regularly in Norway. Background levels for Pb and Cd in mosses are estimated, and areas with levels below these are calculated.			

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