

NILU
TEKNISK RAPPORT NR: 3/83
REFERANSE: E-7947
DATO: APRIL 1983

METALLINNHOLD I LUFTA
I SULITJELMA

AV

B. SIVERTSEN OG J.E. HANSSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN-82-7247-389-5

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Concentrations of five metals in the atmosphere at different location in Sulitjelma were used together with SO₂ concentrations and known SO₂ release rates, to estimate release rates of the metals from a copper smelter. Annual average concentrations in the air were also estimated in the most polluted 30-degree sector as a function of the distance from the smelter.

The study showed:

- good correlation between the concentrations of SO₂ and the metals at different locations in Sulitjelma.
- levels of Pb and Cd in Sulitjelma considerably higher than those in Oslo.
- estimates of ground level annual average concentrations of the metals as a function of distance approach the background levels of southern Norway at a distance of about 10 km in the most polluted sector from the copper smelter.

INNHOOLD

	Side
SUMMARY AND CONCLUSIONS	3
1 INNLEDNING	7
2 MÅLINGER	7
3 METALLANALYSER	7
4 MÅLERESULTATER	7
4.1 Bly og svoveldioksyd	7
4.2 Sammenheng mellom SO ₂ og endel metaller	11
5 ESTIMAT AV METALLUTSLIPP FRA SMELTEVERKET	14
6 METALLKONSENTRASJONER PÅ FORSKJELLIGE AVSTANDER FRA SMELTEVERKET	15
7 KOMMENTARER	16
8 REFERANSER	17
VEDLEGG A: Stasjonsplasseringer i Sulitjelma	19
VEDLEGG B: Døgnmiddelkonsentrasjoner av bly og SO ₂ ...	23
VEDLEGG C: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO ₂ , Pb, Zn, Cd, Cu og As ved Lomi, Sulitjelma desember 1979	29

METALLINNHOLD I LUFTA I SULITJELMA

1 INNLEDNING

Det er gjennom årene foretatt flere analyser av tungmetaller i luften i Sulitjelma. Resultatene av disse er aldri rapportert samlet. Dette notatet gir en kortfattet oppsummering av endel av luftkvalitetsanalysene med hensyn på metaller.

2 MÅLINGER

For målestasjoner og måleprogram vises til tidligere rapporter om SO₂-nivå og meteorologi (1,2,3). Se også vedlegg A.

3 METALLANALYSER

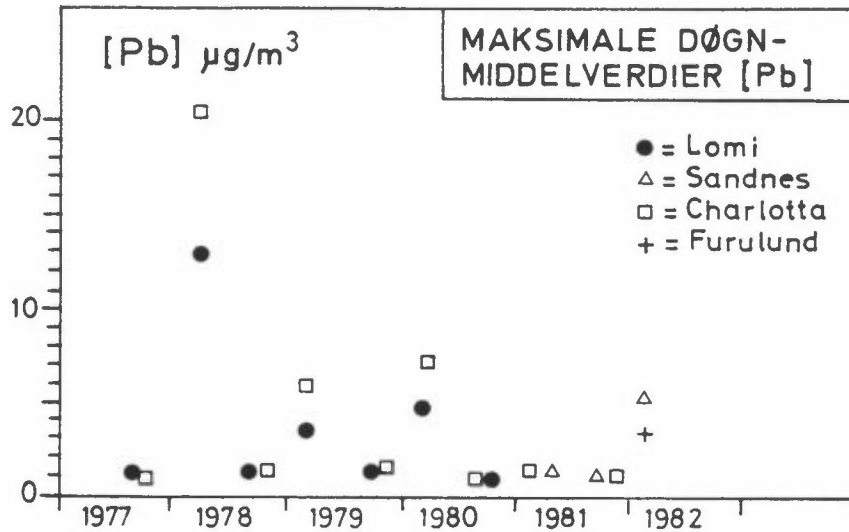
Det ble utført analyser av 5 elementer og sulfat på 5 utvalgte filtre fra perioder med høy SO₂-belastning i Sulitjelma i februar 1974. I perioden 1977-82 er det analysert døgnprøver på filtre fra NILUs automatiske døgnprøvetakere for bly og sot for månedene august og februar.

For februar og desember 1979 er filtrene dessuten analysert for Cd, As, Cu og Zn.

4 MÅLERESULTATER

4.1 Bly og svoveldioksyd

Det er foretatt analyser av bly på filtre fra februar og august måned i perioden 1977-1982 (4). Maksimale døgnmiddelverdier av bly er vist i figur 1.



Figur 1: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av bly på filtre samlet ved forskjellige stasjoner i Sulitjelma i februar og august måned i perioden 1977-1982.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av bly målt i Sulitjelma, $20.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble funnet i februar 1978 på et filter fra Charlotta.

For perioder utenom februar 1978 lå maksimalverdiene på $1.5-7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i februar og $0.5-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i august.

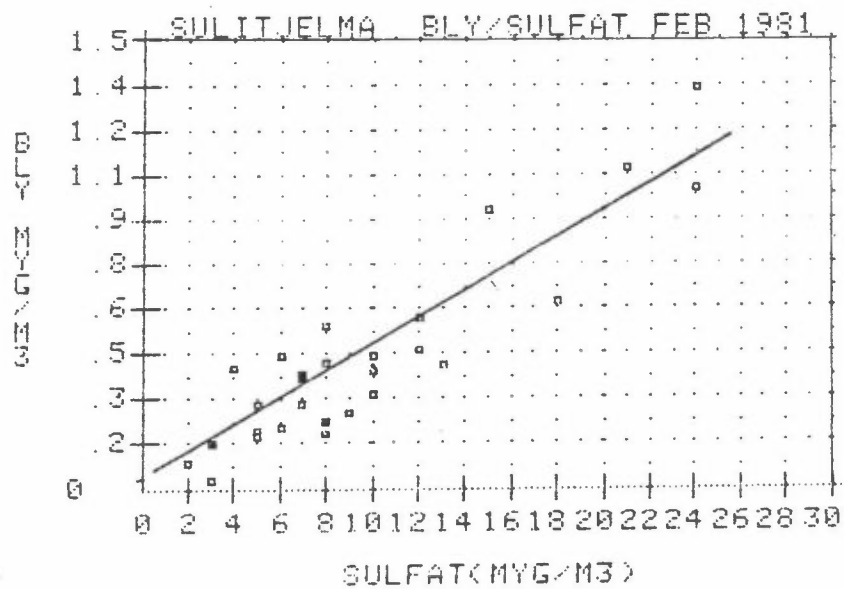
Tabell 1 viser månedsmiddelverdier av bly og svoveldioksyd (SO_2) basert på døgnmålinger ved NILUs automatiske prøvetakere i perioden 1977-1982.

Månedsmiddelkonsentrasjonene av bly varierte mellom 0.4 og $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i februar (med Charlotta 1978 som mest belastete måned), og mellom 0.1 og $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i august. Middelerdien for alle februar månedene på alle stasjonene var $(1.3 \pm 0.8) \mu\text{g}/\text{m}^3$.

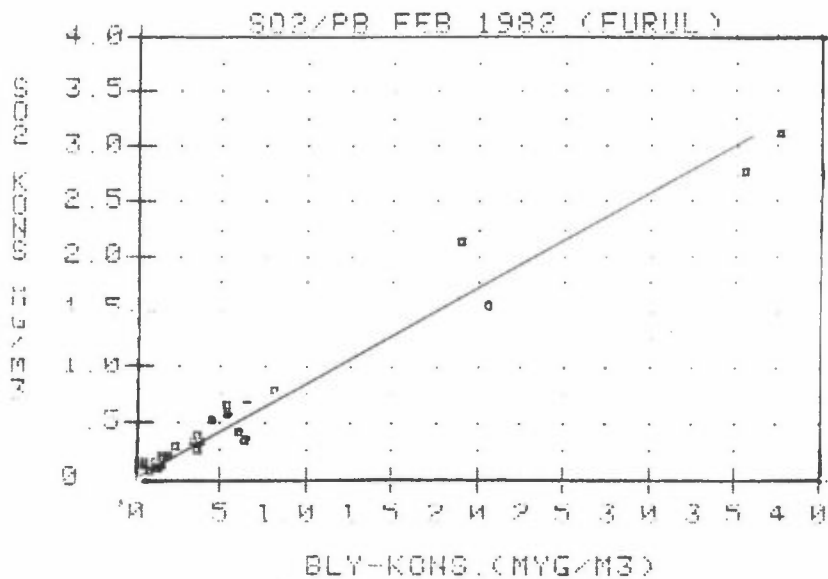
Det er god sammenheng mellom SO_2 og bly og mellom sulfat på filter og bly, som vist i figur 2 og 3, samt i vedlegg B.

Tabell 1: Månedsmiddelkonsentrasjoner av bly og SO₂ ved 4 målesteder i Sulitjelma i perioden 1977-1982.

Måleperiode	Månedsmiddelverdier (µg/m ³)							
	Lomi		Sandnes		Charlotta		Furulund	
	Pb	SO ₂	Pb	SO ₂	Pb	SO ₂	Pb	SO ₂
Feb. 1977	-	416	-	-	-	320	-	-
1978	1.86	-	-	-	3.46	-	-	-
1979	0.96	142	-	303	1.83	435	-	-
1980	1.12	749	-	-	1.39	998	-	-
1981	-	-	0.52	5.34	0.42	477	-	411
1982	-	-	0.83	674	-	663	0.66	591
Aug. 1977	0.15	113	-	-	0.11	154	-	-
1978	0.24	-	-	-	0.23	-	-	-
1979	0.27	-	-	-	0.41	-	-	-
1980	0.15	124	-	-	0.21	158	-	-
1981	-	-	0.09	52	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-	-	0.09	35



Figur 2: Blykonsentrasjonene som funksjon av sulfatkonsentrasjonen på filter for døgnerverdier i februar 1981 (µg/m³).



Figur 3: SO_2 -konsentrasjonene (mg/m^3) som funksjon av blykonsentrasjonene ($\mu g/m^3$) på filter ved Furulund i februar 1982.

En lineær regresjonsanalyse viser at korrelasjonskoeffisienten mellom SO_2 og bly for februar data 1981 og 1982 var 0.97. Den lineære sammenhengen er meget god, og blyverdiene kan uttrykkes ved SO_2 gjennom likningen:

$$[Pb] = 1.2 \cdot 10^{-3} \cdot [SO_2] - 0.1$$

I august 1980 var sammenhengen noe dårligere ($r = 0.91$) og Pb-konsentrasjonen var ca $1.44 \cdot 10^{-3} \cdot [SO_2]$.

Tabell 2 viser forholdet mellom månedsmidlete verdier av bly og SO_2 for de månedene og de stasjonene der slike data finnes.

Tabell 2: Forholdet mellom månedsmidlet bly (Pb) og SO₂-konsentrasjon i ‰. (Forholdet mellom bly i µg/m³ og SO₂ i mg/m³).

	Forholdet ([Pb]/[SO ₂]) (‰)			
	Lomi	Sandnes	Charlotta	Furulund
Februar 1979	6.7	-	4.2	-
1980	1.5	-	1.4	-
1981	-	1.0	0.9	-
1982	-	1.2	-	1.1
August 1977	1.3	-	0.7	-
1980	-	-	1.3	-
1981	-	1.7	-	-
1982	1.2	-	-	2.6

Etter 1980 har forholdet [Pb]/[SO₂] variert mellom 0.7-1.7 ‰. Bare augustdataene 1982 avvek på dette området, da forholdet var 2.6 ‰. Midlere forhold i perioden 1980-82 var (1.3±0.4) ‰. I februar 1979 synes blybelastningen å ha vært mye større i forhold til SO₂-konsentrasjonene (4-7 ‰).

4.2 Sammenheng mellom SO₂ og endel metaller

Det er i kortere perioder også foretatt analyser av filtrene for andre metaller enn bly. De første analysene ble foretatt i 1974 av filtre fra 5 målesteder under særlig høye døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂, som vist i tabell 3.

Tabell 3: Luftkonsentrasjoner av 5 tungmetaller samt sulfat og SO₂ ved 5 målesteder i Sulitjelma i februar 1974. Konsentrasjonene representerer 24-h verdier gitt i µg/m³.

Stasjon	Dato	Element (µg/m ³)						
		SO ₄ (som S)	Fe	Pb	Zn	Cd	Cu	SO ₂
Furulund	7.-8.2.74	16	5.0	3.3	8.4	0.2	0.5	1470
Giken	"	14	1.4	5.3	17.4	0.25	0.8	2400
Lomi	"	17	9.2	3.3	8.6	0.2	0.7	1770
Charlotta	8.-9.2.74	13	3.9	3.3	8.6	0.2	0.5	1040
Sandnes	"	15	6.7	3.1	9.0	0.15	0.7	760

Senere er det foretatt slike analyser på filtre fra februar og desember 1979. Tabell 4 oppsummerer disse resultatene.

Tabell 4: Konsentrasjoner av tungmetaller i Sulitjelma på filtre fra februar og desember 1979 (se vedlegg C).

Stasjon: Charlotta						
Måned : Februar 1979						
		Pb	Cd	As	Cu	Zn
Middelverdi (µg/m ³) (aritmetisk)		1.83	0.176	0.107	0.47	-
Max-verdi		5.35	0.482	0.403	1.58	-
Min-verdi		0.05	<0.04	0.007	<0.07	-
<u>Desember 1979</u>						
Middelverdi (µg/m ³) (aritm.)		1.24	0.081	0.040 ⁺	0.34	4.10
Max-verdi		5.33	0.33	0.200	1.20	14.9
Min-verdi		0.03	<0.04	<0.010	<0.05	0.70
Stasjon: Lomi						
Måned : Februar 1979						
Middel		0.96	0.123	-	0.28	-
Max		3.85	0.322	-	1.05	-
Min		0.01	<0.03	-	<0.06	-
<u>Desember 1979</u>						
Middel		0.82	0.061	0.027 ⁺	0.32	2.44
Max		4.55	0.23	0.154	1.90	14.1
Min		0.01	<0.01	<0.02	0.05	0.10

+) 22 døgn <0.02

Døgnmiddelkonsentrasjonene for desember 1979 er presentert i vedlegg C. Det er foretatt en lineær regresjonsanalyse på disse dataene. Sammenhengen mellom SO₂-konsentrasjonene og konsentrasjonen av de forskjellige tungmetallene er gitt ved en rett linje på formelen:

$$[\text{Metall}] = a \cdot [\text{SO}_2] + b$$

med korrelasjonskoeffisient r. Verdiene av a, b og r er gitt i tabell 5 for forskjellige metaller.

Tabell 5: Regresjonslinjen og korrelasjonskoeffisientene for sammenhengen mellom SO₂ og metaller på filtre fra målestedet Lomi for desember 1979.

Metall	a	b	r
Bly (Pb)	$1.13 \cdot 10^{-3}$	0.03	0.98
Kadmium (Cd)	$4.7 \cdot 10^{-5}$	0.03	0.86
Arsen (As)	$3.0 \cdot 10^{-5}$	0.01	0.95*
Kopper (Cu)	$2.9 \cdot 10^{-4}$	0.12	0.74
Sink (Zn)	$2.93 \cdot 10^{-3}$	0.37	0.97

* kun 9 datapkt.

Sammenhengen mellom konsentrasjonene av SO₂ og konsentrasjonene av henholdsvis bly, sink og arsen var meget god. Kadmium og kopper var noe dårligere korrelert til SO₂-nivået ved Lomi.

Beregner en forholdet mellom elementkonsentrasjonene basert på månedsmiddelverdier (tabell 4) blir disse resultatene konsistente med verdiene gitt i tabell 5.

Beregningene viser at:

- kadmiumkonsentrasjonene lå på 5 til 10% av blyverdiene (høyere i februar enn i desember)
- arsenkonsentrasjonene var 3 til 5% av blykonsentrasjonene
- kopperkonsentrasjonene var 25 til 35% av blykonsentrasjonene
- konsentrasjonene av sink var omtrent 3 ganger så høye som blykonsentrasjonene.

5 ESTIMAT AV METALLUTSLIPP FRA SMELTEVERKET

Hvis en antar at de forskjellige forurensningene fra smeltehytta i Sulitjelma slipper ut omtrent fra de samme punktene, og at de spres på samme måte i dalen, kan en foreta grove estimat av utslippene for de målte tungmetallene. Det er flere usikkerheter knyttet til slike estimat:

- utslippene varierer ulikt i tid
- enkelte utslipp kan være bundet til store partikler med en fallhastighet som bringer disse raskt til bakken
- det kan skje reaksjoner i atmosfæren.

Vi har sett at utslippene av bly i forhold til SO₂ kan ha variert gjennom årene bl.a. som resultat av malmens sammensetning. Dette gjelder alle metallene, slik at de estimatene som er foretatt strengt tatt gjelder kun for den perioden dataene foreligger.

Produksjonen av blisterkopper var i 1979 6400 tonn (konsesjon: 7500 tonn). I desember 1979 ble det produsert 688 tonn kopper. Dette førte til et totalt SO₂-utslipp til luft på omkring 16000 tonn for hele året 1979, eller ≈ 1700 tonn SO₂ i desember.

Basert på regresjonsanalysen (tabell 5), vil dette ha ført til utslippsmengder av metaller som gitt i tabell 6.

Tabell 6: *Estimat av metallutslipp til luft fra smelteverket i Sulitjelma i 1979.*

	Utslipp til luft		
	Året 1979 (tonn)	Desember 1979 (tonn/måned)	Midlere utsl.rate (kg/h)
SO ₂	≈16000	≈1700	≈ 2300
Pb	18.	1.9	2.6
Cd	.75	.08	0.12
As	.48	.05	.07
Cu	4.6	.5	.7
Zn	47.	5.	6.7

Dette er også i rimelig samsvar med analyser av kopperkonsentratet, som ble foretatt i 1979. Disse analysene ga følgende innhold:

Svovel (S)	: 35.2%
Kopper (Cu)	: 28.7%
Jern (Fe)	: 30.6%
Bly (Pb)	: 0.14%
Kadmium (Cd)	: 0.002%
Fluor (F)	: 0.013%

Cd-konsentrasjonene er noe større i lufta enn i konsentratet, sett i forhold til de andre komponentene.

6 METALLKONSENTRASJONER PÅ FORSKJELLIGE AVSTANDER FRA SMELTEVERKET

Med utslippsestimatene gitt i tabell 6, kan en grovt estimere årsmidlet metallkonsentrasjon i den mest belastete 30° sektor fra smelteverket.

Meteorologiske data fra Sulitjelma (1), (3) viser at det lokalt i dalen kan blåse inntil 25% av tiden i en og samme 30° sektor på årsbasis. Vindretningen målt 10 m over bakken nær smeltehytta er i disse tilfellene fra omkring nordøst, og middelvindhastigheten er 3-5 m/s. Belastningen innenfor de nærmeste 10 km vil sannsynligvis ligge i sørsiden av dalen mot vest.

Tabell 7 gir et grovt estimat for årsmiddelkonsentrasjoner i mest belastete 30° sektor.

Tabell 7: Estimerte årsmiddelkonsentrasjoner i mest belastet 30° sektor på forskjellige avstander fra smelteverket i Sulitjelma basert på data fra 1979.

Avstand km	Årsmiddelkonsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	SO ₂	Pb	Cd	As	Cu	Zn
1	≈680	0.8	0.03	0.02	0.2	2.0
2	≈280	0.3	0.013	0.008	0.08	0.8
5	≈100	0.1	0.005	0.003	0.03	0.3
10	≈ 35	0.04	0.002	0.001	0.01	0.1

Til sammenlikning er konsentrasjonene av metaller på en bakgrunnsstasjon i Sør-Norge og i Oslo gjengitt i tabell 8.

Tabell 8: Metallkonsentrasjoner målt på filter ved Birkenes i perioden august 1978-juni 1979 (annen hverdag, og ved St.Olavs plass i Oslo i februar 1979 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)).

Sted	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb	Cd	As	Cu
Birkenes	Middel	0.019	0.00028	0.0010	0.007
	Maksimum	0.097	0.0028	0.0082	0.159
Oslo	Middel	0.88	0.07	0.004	<0.1
	Maksimum	1.6	0.10	0.032	-

Sammenlignet med Oslo ligger konsentrasjonene av Pb og Cd omtrent på samme nivå som i Sulitjelma, mens nivået av As og Cu ligger høyere i Sulitjelma. Konsentrasjonene i Sulitjelma ligger langt over det som måles ved bakgrunnsstasjoner i Sør-Norge. På avstander mer enn 10 km fra smelteverket synes konsentrasjonene å nærme seg de som måles på bakgrunnsstasjoner i Sør-Norge.

7 KOMMENTARER

Sammenstillingen av metallinnholdet på filtre fra Sulitjelma har vist at det er god sammenheng mellom SO_2 -konsentrasjonene og metallkonsentrasjonene. Dette er brukt til å estimere utslipp av metaller fra smelteverket, basert på data fra 1979.

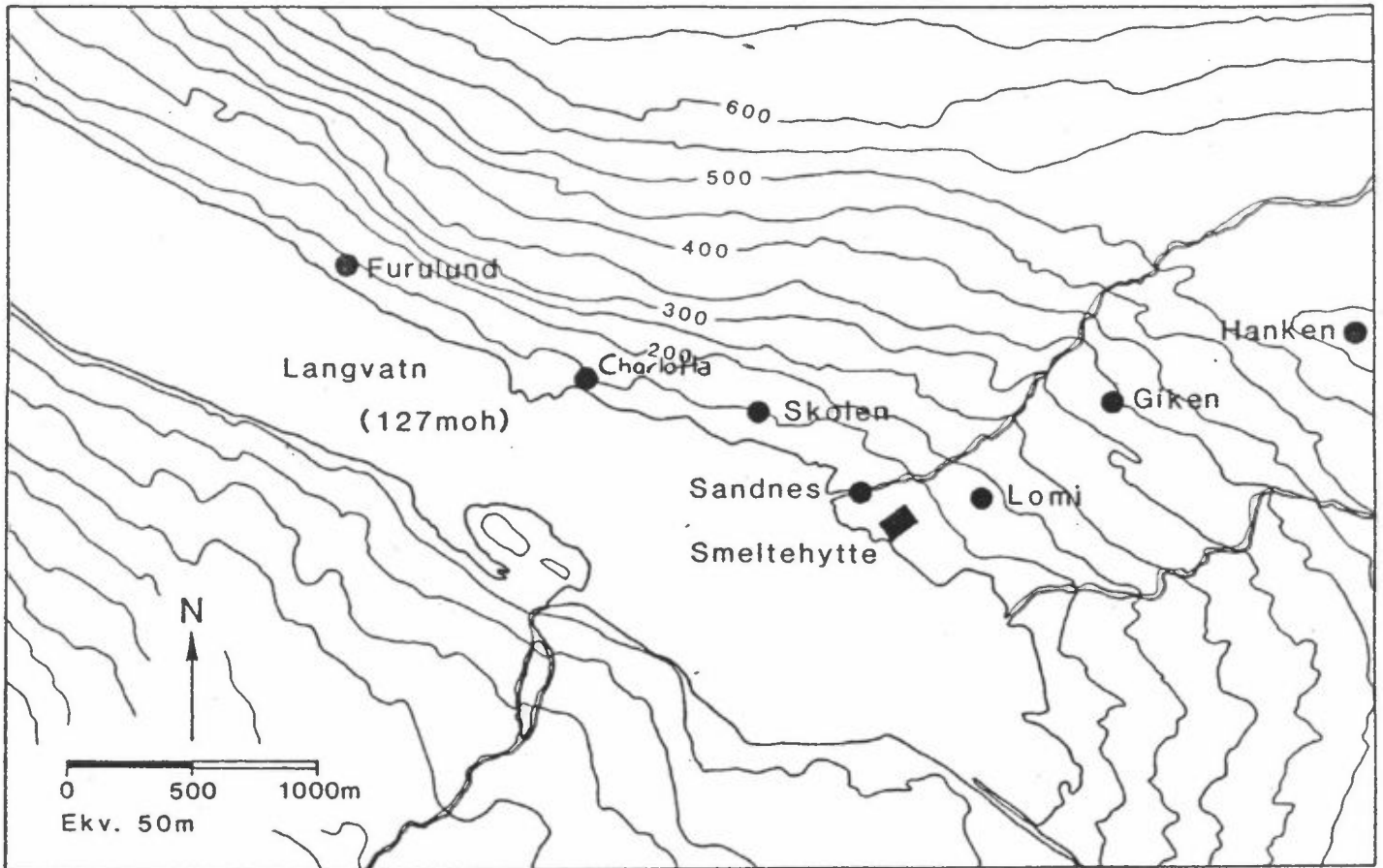
Forholdet mellom bly og SO_2 ($[\text{Pb}]/[\text{SO}_2]$) (tabell 4) var noe større i februar 1979 enn det har vært etter 1980. Dette gjelder ikke for hele 1979, da forholdet i desember 1979 var nær middelveiden for perioden 1980-82. Om forholdet til de andre metallene har variert, har det ikke vært mulig å kontrollere. I august 1977 var imidlertid forholdet omtrent som i 1980-82.

Med usikkerheter i sammensetning av utslippene pga. malmens sammensetning, variasjon av utslippene med tiden pga. driftsforholdene og forskjeller i sprednings- og avsetningsmekanismer, kan de estimerte luftkonsentrasjonene av forskjellige metaller bare bli grove estimat.

8 REFERANSER

- (1) Sivertsen, B. Meteorologi og luftkvalitet i Sulitjelma 1976-77. Lillestrøm 1982. (NILU OR 7/82.)
- (2) Sivertsen, B. Luftkvalitetsmålinger i Sulitjelma, høsten 1981. Lillestrøm 1982. (NILU TR 4/82.)
- (3) Sivertsen, B. Luftkvalitet i Sulitjelma 1982. Lillestrøm 1983. (NILU OR 13/83.)
- (4) Hagen, L.O. Overvåking av luftforurensningstilstanden i Norge 1979-82. Lillestrøm (NILU OR 79/79.) (NILU OR 34/80.) (NILU OR 13/82.)

VEDLEGG A
STASJONSPASSERINGER I SULITJELMA
(FRA NILU OR 13/83.)



Måleprogram for luftkvalitet i Sulitjelma, 1982.

- Sandnes : Vind, temperatur (130 m o.h.)
- Lomi : SO₂ kontinuerlig (Sieger)
- Skolen : SO₂ kontinuerlig (Sieger) og døgn (NILU)
- Furulund : SO₂ kontinuerlig (Sieger) og døgn (NILU)
- Giken : Temperatur (330 m o.h.)
- Hanken : Temperatur (580 m o.h.)

VEDLEGG B
DØGNMIDDELKONSENTRASJONER AV BLY
OG SO₂ FOR:

- a) Charlotta, august 1980
- b) Charlotta, februar 1981
Furulund, februar 1982
- c) Furulund, februar 1982 (figurer)

b)

Konsentr. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CHARLOTTA FEB. 1981		FURULUND. FEB. 1982	
[Pb]	[SO ₂]	[Pb]	[SO ₂]
.04	56	.34	336
.19	200	.02	120
.28	146	.05	146
.02	24	.38	330
.44	482	.12	142
.17	168	.15	114
.15	160	.07	59
.57	660	.12	88
.2	328	.63	336
.54	540	.53	572
.03	1044	.18	192
.42	450	.53	650
.08	42	.36	246
.44	424	.65	696
.25	488	.12	90
1	1460	2.05	1540
1.34	1218	1.89	2133
.07	426	3.56	2775
.38	424	3.77	3100
.39	516	.13	103
.22	243	.8	780
1.07	1250	.15	201
.46	772	.24	287
.28	246	.45	524
.02	658	.39	410
.41	424	.17	190
.31	314	.35	386
.18	170	0	80

$$[SO_2] = 829 \cdot [Pb] + 89$$

$$r = 0.97$$

$$\overline{[SO_2]} = (535 \pm 619) \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$\overline{[Pb]} = (0.53 \pm 0.72) \mu\text{g}/\text{m}^3$$

a)

CHARLOTTA AUG. 1980

[Pb]	[SO ₂]	(µg/m ³)
.07	2	
.01	1	
.01	2	
.01	2	
.02	4	
.01	3	
.01	1	
.01	4	
.04	38	
.51	290	
.02	16	
.17	76	
.52	353	
.43	425	
.4	274	
.08	26	
.28	278	
.64	306	
.31	318	
.23	331	
.57	381	
.44	451	
.04	65	

LINEAR LEAST SQUARE FIT
LINE :

$$Y = 690.886531 * X + 13.2102516$$

KORRELASJON : $R_{XY} = .906185503$

MIDDEL X = .209130435

MIDDEL Y = 157.895652

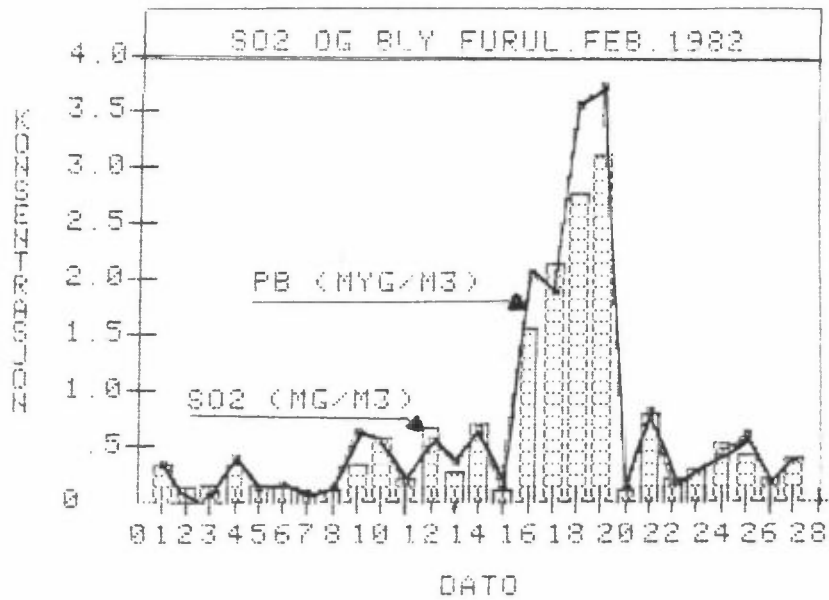
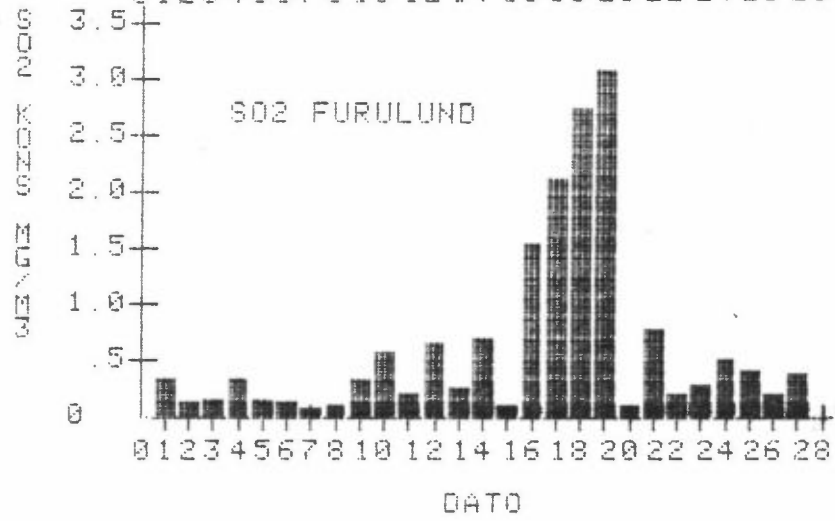
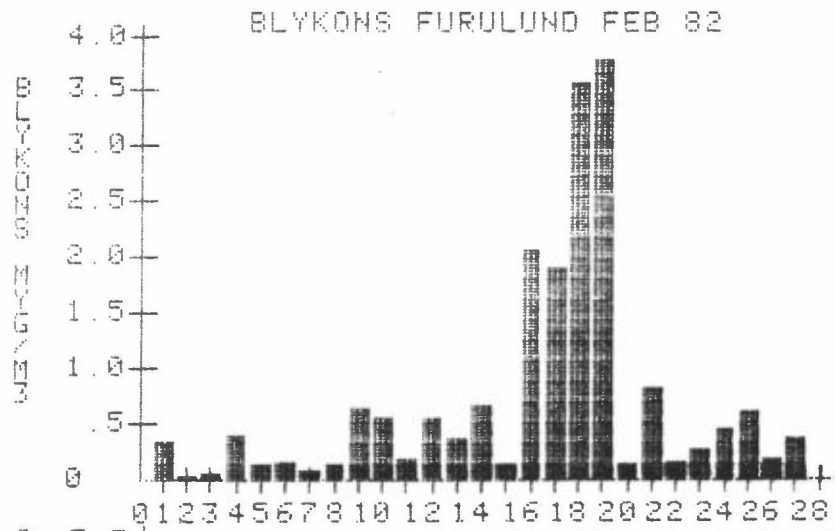
ST. AUV. X = .215384652

ST. AUV. Y = 164.211803

$$[SO_2] = 690 \cdot [Pb] + 13$$

$r = 0.91$

c)



VEDLEGG C
DØGNMIDDELKONSENTRAJONER AV
SO₂, Pb, Zn, Cd, Cu og As
VED LOMI, SULTIJELMA.
DESEMBER 1979.

LOMI des. 1979

Konsentr ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

[SO₂] [Pb]

X	Y
162	.2
151	.18
202	.34
95	.07
351	.33
338	.28
303	.19
3020	3.88
769	.67
1558	1.94
1029	1.03
3161	4.08
485	.39
6	.01
14	.02
51	.03
90	.19
99	.12
2143	2.79
4670	4.55
1215	1.35
551	.9
80	.07
10	.03
6	.03
33	.07
117	.11
203	.12
382	.81
548	.71
13	.04

LINEAR LEAST SQUARE FIT

LINE :

$$Y = 1.12887093E-03 * X + .0276943857$$

KORRELASJON : RXY = .984142464

MIDDEL X = 705
MIDDEL Y = .823548388
ST.AVV.X = 1094.80141
ST.AVV.Y = 1.25580343

[SO₂] [Zn]

X	Y
162	.55
151	1.1
202	1.6
95	.25
351	.7
338	.75
303	1.1
3020	7.4
769	1.35
1558	6.45
1029	2.8
3161	10.9
485	1.55
6	.1
14	.2
51	.15
90	1.2
99	.35
2143	7
4670	14.1
1215	3.3
551	1.95
80	.35
10	.3
6	.25
33	2.05
117	.2
203	.85
382	3.35
548	2.75
13	.6

LINEAR LEAST SQUARE FIT

LINE :

$$Y = 2.93008905E-03 * X + .371383996$$

KORRELASJON : RXY = .971440673

MIDDEL X = 705
MIDDEL Y = 2.43709677
ST.AVV.X = 1094.80141
ST.AVV.Y = 3.30217347

[SO₂]

X Y

162
151
202
95
351
338
303
3020
769
1558
1029
3161
485
6
14
51
90
99
2143
4670
1215
551
80
10
6
33
117
203
382
548
13

[Cd]

.045
.01
.045
3E-03
.018
.073
.013
.205
.072
.105
.065
.23
.052
2E-03
1E-03
.045
5E-03
.042
.122
.18
.105
.097
.054
1E-03
.011
3E-03
.011
.057
.067
.063
.089

LINEAR LEAST SQUARE FIT

LINE :

$$Y = 4.69844758E-05 *X + .0278759445$$

KORRELASJON : RXY = .875439089

MIDDEL X = 705
MIDDEL Y = .061
ST.AVV.X = 1094.80141
ST.AVV.Y = .0587575664

Lomi des.1979

Konsentrasjoner (µg/m³)

- 32 -

[SO₂]

X Y

162
151
202
95
351
338
303
3020
769
1558
1029
3161
485
6
14
51
90
99
2143
4670
1215
551
80
10
6
33
117
203
382
548
13

[Cu]

.1
.1
.1
.1
.1
.1
.1
.6
.2
.75
.3
.65
.2
.05
.1
.05
1.5
.05
.5
1.9
.4
.2
.25
.05
.05
.1
.05
.15
.2
.55
.1

LINEAR LEAST SQUARE FIT

LINE :

$$Y = 2.9100857E-04 *X + .1158067$$

KORRELASJON : RXY = .746017521

MIDDEL X = 705
MIDDEL Y = .320967742
ST.AVV.X = 1094.80141
ST.AVV.Y = .427063151

X Y [SO₂] [As]

3020 .08
1558 .05
1029 .038
3161 .136
2142 .069
4670 .154
1215 .044
551 .035
382 .033

LINEAR LEAST SQUARE FIT

LINE :

$$Y = 3.02491681E-05 *X + .0111936387$$

KORRELASJON : RXY = .946778209

MIDDEL X = 1969.77778
MIDDEL Y = .0707777778
ST.AVV.X = 1333.37998
ST.AVV.Y = .0426009332



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE TEKNISK RAPPORT	RAPPORT NR. TR 3/83	ISBN--82-7247- 389-5
DATO APRIL 1983	ANSV.SIGN. B.Ottar	ANT. SIDER 32
TITTEL Metallinnhold i lufta i Sulitjelma		PROSJEKTLEDER B.Sivertsen
		NILU PROSJEKT NR. E-7947
FORFATTER(E) Bjarne Sivertsen Jan Erik Hanssen		TILGJENGELIGHET** A
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER		
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Metaller Smelteverk		Utslipp
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Det er god sammenheng mellom metallinnholdet og SO ₂ -konsentrasjoner i lufta i Sulitjelma. Konsentrasjonene av bly og kadmium ligger på de nivå som måles i Oslo, mens arsen- og kobberkonsentrasjonene er høyere i Sulitjelma. Konsentrasjonsforholdene er brukt til å estimere utslippene av 5 metaller fra smelteverket, samt å estimere årsmiddelkonsentrasjoner i mest belastete sektor fra smelteverket.		
TITLE Toxic metals in the Sulitjelma atmosphere.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines. This study show a good correlation between SO ₂ -concentrations and the concentrations of metals from filter samples at different locations in Sulitjelma. The levels of Pb and Cd were similar to those measured in Oslo, while As and Cu were higher in Sulitjelma. The concentration ratios were used to estimate release rates of metals from the smelter and to estimate annual average ground level concentrations in most polluted sector.		

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