

# **Støvmonitoring ved Maarmorilik**

## **September 1990**

Teknisk Rapport

Udarbejdet af:  
Gert Asmund

Reference:

Asmund, G. 1991: Støvmonitoring ved Maarmorilik,  
september 1990, Grønlands Miljøundersøgelser, pp.

**Grønlands Miljøundersøgelser, februar 1991**

Tryk: Grønlands Miljøundersøgelser  
Tagensvej 135, 4. sal  
2200 København N.

Søgeord: Bly, Zink, Støv, *Cetraria nivalis*, Snekruslav, Minedrift, Grønland

**INDHOLDSFORTEGNELSE**

<b>RESUMÉ</b> .....	4
<b>SUMMARY</b> .....	5
<b>1. INDLEDNING</b> .....	6
<b>2. INDSAMLING OG ANALYSEMETODE</b> .....	7
2.1 Indsamling af lav .....	7
2.2 Analysemetode .....	7
<b>3. RESULTATER</b> .....	8
<b>4. VARIANSANALYSE</b> .....	10
<b>5. BEREGNING AF BLYNEDFALD</b> .....	11
<b>6. REFERENCER</b> .....	13
<b>BILAG 1. FIGURER</b> .....	14

**RESUMÉ**

Støvmonitoringen ved Maarmorilik ved lavmetoden har vist, at spredningen af blyholdigt støv ikke er steget nævneværdigt i 1990 trods de mange oprydning- og nedrivningsaktiviteter, der er foregået i løbet af sommeren.

**SUMMARY**

The spreading of lead as dust around the zinc and lead mine Maarmorilik in Greenland has been monitored by the lichen method since 1979. There has been a gradual decrease from 6 tons lead in 1979 to 2 tons in 1989. There is a slight increase in 1990 probably due to the close down and demolition of the mill and storage buildings and the removal of the Nort Face Waste Dump.

## 1. INDLEDNING

*Cetraria nivalis* (Sne-kruslav) er en lavart, der fortrinsvis vokser på dødt organisk materiale, og udelukkende optaget sin næring gennem nedfald på plantens overflade. Da *Cetraria nivalis* ikke kan optage metaller fra det substrat den lever på, stammer dens indhold af grundstoffer udelukkende fra pålejret nedfald.

Undersøgelser, udført af bl.a. Kim Pilegaard, har vist, at koncentrationen af et større antal metaller i *Cetraria nivalis* øges kraftigt med mindsket afstand til Maarmorilik efter formlen:

$$\ln(\text{koncentrationen}) = \ln A + \beta \cdot \ln(\text{afstand}).$$

Det væsentligste miljøtekniske problem ved Maarmorilik i forbindelse med udslip af støvpartikler til luften er bly.

Denne rapport beskriver resultater af bly- og zinkanalyser af lav. Lavprøver er blevet indsamlet ved Maarmorilik hvert efterår siden 1983. I denne rapport omtales resultatet af støvmonitoringen i 1990, og der sammenlignes med resultaterne fra hele perioden, hvor støvmonitoring har fundet sted (siden 1979).

## 2. INDSAMLING OG ANALYSEMETODE

### 2.1 Indsamling af lav

Lavprøverne indsamles ved standardstationer for tang og musling (stationskort over Maarmorilik figur 1 og 2). Det er kun friskt, levende lav, der vokser oven på dødt, organisk materiale, der indsamles, således at det indsamlede lav ikke har haft mulighed for at optage metaller fra de underliggende bjergarter.

Lavprøverne bliver indsamlet og transporteret i papirposer.

### 2.2 Analysemetode

1. Lavprøverne finsorteres i laboratoriet således, at alt dødt materiale og urenheder bliver fjernet.
2. Derefter tørres de rensede prøver ved 60°C i et døgn.
3. Af hver af de tørrede og rensede lavprøver afvejes to gange 0,5 gram i hver sin Berghoff teflonbombe.
4. Der opløses under tryk i 4 ml koncentreret suprapur salpetersyre ved temperaturen 120°C i 5 timer.
5. Opløsningerne fortyndes til 50 gram med destilleret vand.
6. Derefter bestemmes zink- og blyindholdet ved atomabsorption. Zink- og de høje bly-koncentrationer bestemmes ved flammemetoden, medens de lave blykoncentrationer bestemmes ved grafitovns-metoden.

### 3. RESULTATER

Resultaterne af bly- og zinkanalyserne er vist i tabel 1. Resultater af tidligere blyanalyser kan læses i rapporten "Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1972-1987" Grønlands Miljøundersøgelser, 1988 og i en teknisk rapport fra Grønlands Miljøundersøgelser "Støvmonitoring ved Maarmorilik, september 1989". Resultater for Ag, As, Cd, Cu, Hg, Fe, Pb, Sb og Zn er beskrevet af Pilegaard 1983.

I det følgende omtales kun blyanalyserne, da bly er årsagen til det væsentligste miljøproblem ved Maarmorilik.

I figur 3 ses en afbildning af lavplanternes blyindhold som funktion af afstanden til Maarmorilik. Man kan se, at der er en rimelig pæn retlinet afhængighed i den dobbelt logaritmiske afbildning i overensstemmelse med tidligere erfaringer.



Tabel 1. Bly og zink i Snekruslav fra Maarmorilik.

Station nr.	Afstand fra Maarmorilik km	Zn mg/kg		Pb mg/kg	
T2	0,65	74,6	78,3	111	102
T10	0,7	318,3	260,7	653	510
T22	1,0	180,8	155,1	369	278
T12V	0,9	261,7	364,7	721	587
T12E	1,05	113,2	99,4	261	226
T15	1,8	60,9	74,4	117	139
T17A	1,9	100,1	103,5	87,1	106
T3	2,0	57,9	56,4	75,0	80,0
T15A	2,1	78,5	60,5	131	118
T17	2,1	108,9	111,3	148	165
T17B	2,4	96,3	100,4	179	164
T17C	2,8	69,0	91,4	82,6	119
T6	3,0	47,6	44,3	39,8	34,8
T5	3,35	81,4	78,6	82,2	76,2
T30	3,45	53,7	60,7	79,9	64,1
T25	4,1	49,6	56,5	78,3	62,2
T29	5,35	69,1	74,1	52,7	49,2
T36	10,5	30,2	32,2	27,9	27,5
T34	12,9	17,5	17,3	2,5	2,5
T37	20,5	57,7	54,2	54,6	40,8
T38	20,5	16,8	20,3	3,7	3,3
T-L	35	17,7	15,6	5,4	3,3
T-F		14,5	15,0	1,7	1,3
T-G		19,4	18,8	1,7	1,6
T-V		13,9	15,0	2,4	1,8

#### 4. VARIANSANALYSE

En variansanalyse af data for blyindhold i lavplanten *Cetraria Nivalis* og afstand til Maarmorilik er udført efter modellen

$$\ln(\text{blykoncentration}) = \mu_0 + \beta \cdot \ln(\text{afstand}) + f_{\text{år}} + e,$$

hvor blykoncentration udtrykkes i mg/kg og afstand i km,  $f_{\text{år}}$  er en klassevariabel, som er et udtryk for det pågældende års bly-støv-belastning,  $\mu_0$  er en konstant og  $e$  er afvigelsen mellem måling og model.

Variansanalysen viste, at  $\beta$  ikke har været signifikant forskellig fra år til år. Når det forudsættes, at størrelsen  $\beta$  skal være den samme for alle år, giver lineær regression følgende værdier:

År	$\exp(f_{\text{år}})$	A <sub>mg/kg</sub>	$\beta$	$\exp(\mu_0)$
1983	1,9897	620,2	÷ 1.274	311.7
1984	1,4134	440,6	"	"
1985	1,1400	355,3	"	"
1986	1,3364	416,6	"	"
1987	0,6900	215,1	"	"
1988	0,9802	305,5	"	"
1989	0,9030	281,5	"	"
1990	1,0000	311,7	"	"

Størrelsen  $A = (\exp f_{\text{år}}) \cdot (\exp \mu_0)$  er lig med koncentrationen af bly i lavplanten *Cetraria nivalis* i afstanden 1 km fra Maarmorilik. Det skal bemærkes, at værdien af  $\beta$  ikke er nøjagtig den samme, som nævnt i tidligere rapporter, da den genberegnes hver gang, der indhøstes nye data.

## 5. BEREGNING AF BLYNEDFALD

Det er vist (Pilegaard 1983), at blynedfaldet målt som kg/km<sup>2</sup> er lig med blykoncentrationen i *Cetraria nivalis* målt i mg/kg divideret med 2,7. Blynedfaldet kan derfor beregnes som integralet af bly i lav over det berørte areal divideret med 2,7.

$$\text{Blynedfald} = 1/2,7 \cdot \int (C \cdot 2\pi r \cdot dr) \cdot v/360$$

C = koncentration af bly i lav, mg/kg

r = afstand fra Maarmorilik, km

v = den vinkel spredningen antages at foregå over.

Indsættes udtrykket  $C = A \cdot r^\beta$ , kan integralet løses med resultatet:

$$\text{Blynedfald} = [2\pi \cdot A \cdot (\text{afstand})^{2+\beta} / (2,7 \cdot 360 \cdot (2+\beta))] \cdot v$$

En vurdering af hvilke områder, der er påvirket af støv fra minevirksomheden, er gengivet i kortet på figur 4. Området er sammensat af tre områder. Et nærområde mod syd med radius 1 km over 180°, et mellemområde over 140° mod nord med afstanden 2,5 km og et fjernområde over 40° mod vest med afstanden 23 km. Indsættes nu disse værdier for v og afstand sammen med  $\beta = \div 1,274$  fås:

Blynedfald nærområde	=	A · 1,6027
Blynedfald mellemområde	=	A · 2,4244
Blynedfald fjernområde	=	A · 3,4693
Blynedfald ialt	=	A · 7,4964

Blynedfaldet i perioden 1983-1990 kan nu beregnes. I tabel 2 vises beregningsværdierne sammen med de af Pilegaard beregnede værdier fra 1979 og 1980. Pilegaards resultater er forhøjet med faktoren 1,186, da han i sine beregninger ikke har medtaget mellemområdet, men ladet nærområdet dække vinklen 320°.

Tabel 2. Blynedfald ved Maarmorilik, kg/år.

År	Lavmetode	Greenex-metode
1979	6404	
1980	4732	
1983	4649	2168
1984	3303	4929
1985	2664	3037
1986	3123	3989
1987	1612	1170
1988	2290	2105
1989	2110	
1990	2336	

I ovenstående tabel 2 er også angivet, hvor meget blynedfaldet er i det valgte område beregnet ud fra direkte målinger af blynedfald udført af Greenex. Greenex har udsat vandfyldte spande og målt blynedfaldet i disse. Greenex-målingerne kunne tilpasses en formel, som er analog med formlen for lavplanter. Det er tydeligt, at de to helt forskellige målemetoder giver stort set de samme resultater (undtaget 1983).

Af tabel 2 ses, at der i perioden 1979 til 1990 har været et fald i den mængde bly, der spredes som støv i områderne omkring Maarmorilik. Tallene er afbildet i figur 5.

Der kendes ingen forklaring på, hvorfor der i 1987 spredtes mindre bly end i noget andet år Maarmorilik har været i produktion.

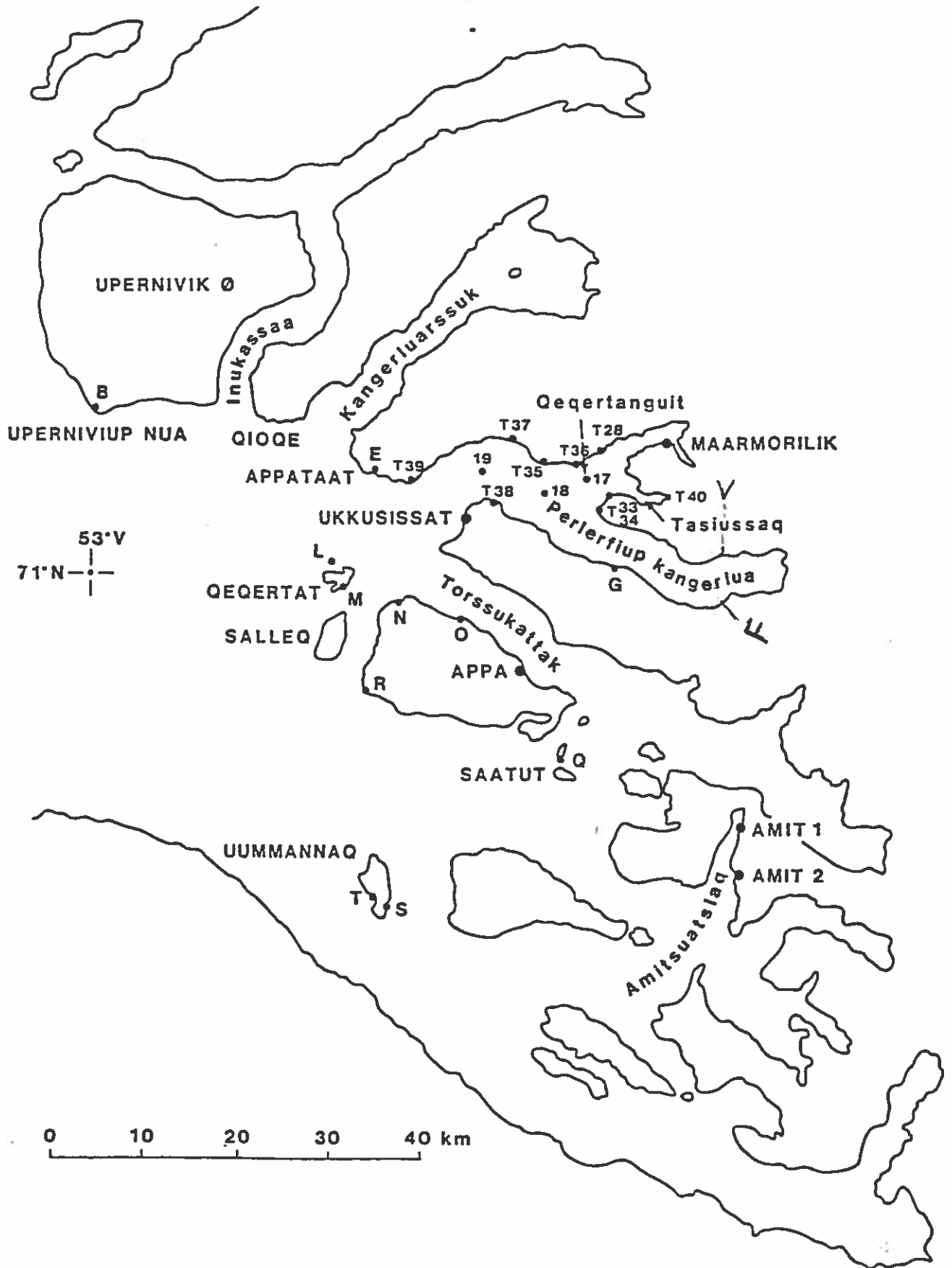
## 6. REFERENCER

Pilegaard, K. 1983: Biological monitoring of airborne metal pollution around a lead-zinc mine in Greenland. 1133-1136 in Proc.Int.Conf.: Heavy Metals in the Environment. Heidelberg sept. 1983.

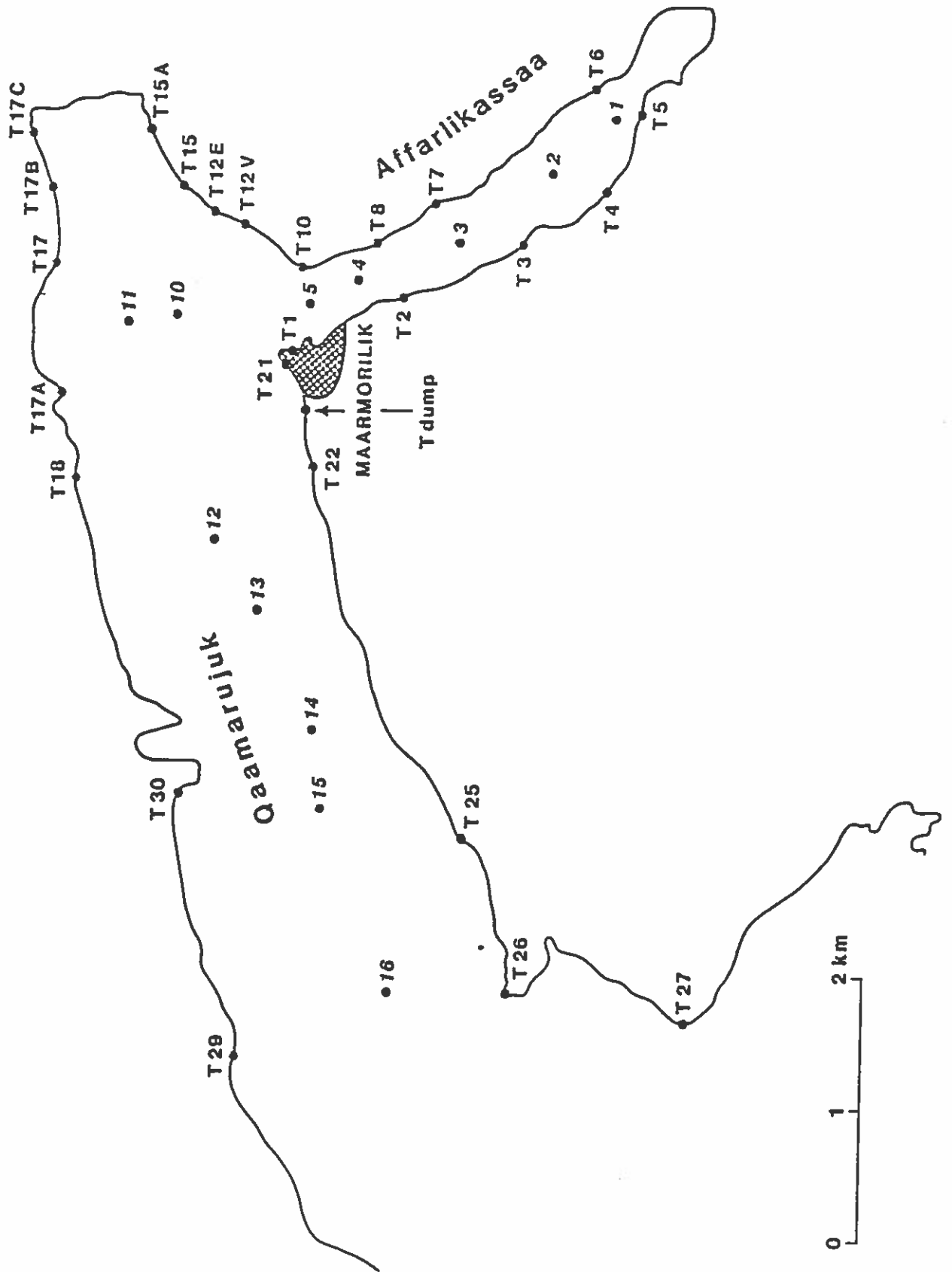
Grønlands Miljøundersøgelser og Grønlands Geologiske Undersøgelser 1988: "Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1972-1987". pp 207.

**BILAG 1. FIGURER**

Figur 1. Stationskort over Maarmorilik . . . . .	15
Figur 2. Stationskort over Maarmorilik . . . . .	16
Figur 3. Bly i lav afhængig af afstand . . . . .	17
Figur 4. Områder over hvilke blynedfald beregnes . . . . .	18
Figur 5. Blynedfald 1978-1990 . . . . .	19



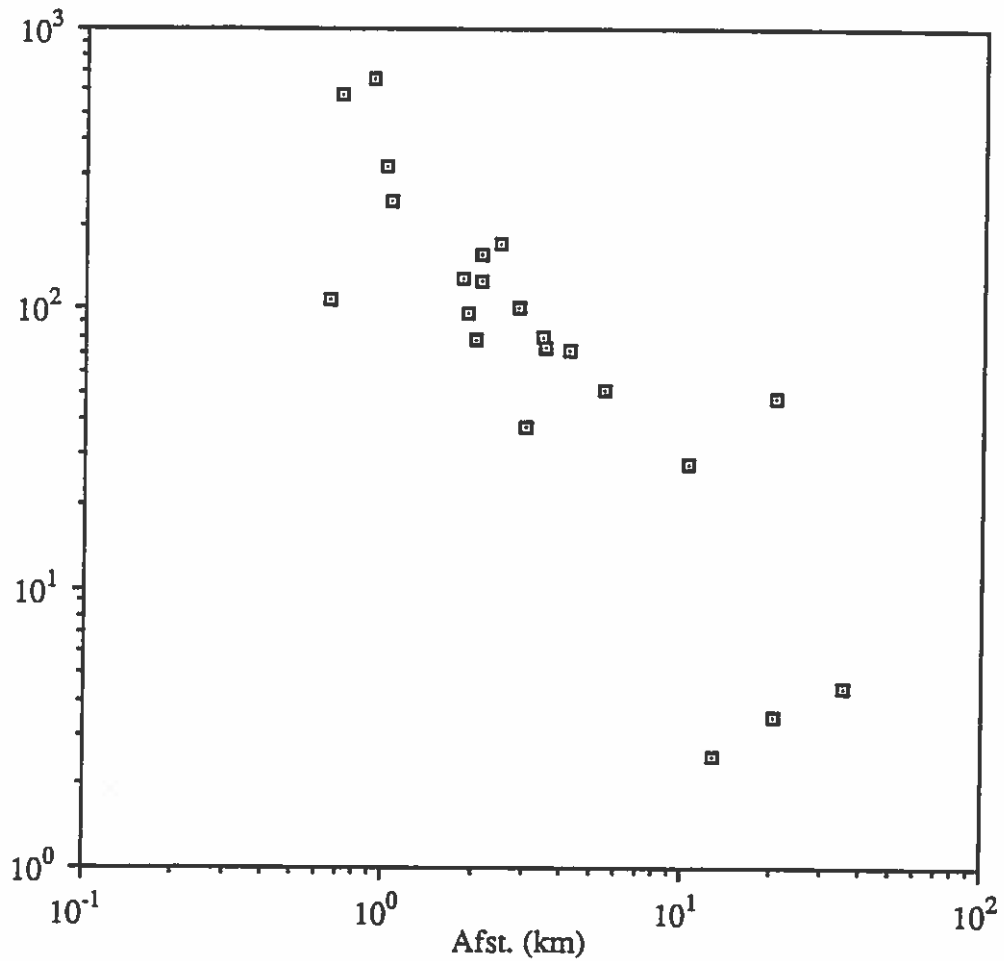
Figur 1. Stationskort over Maarmorilik



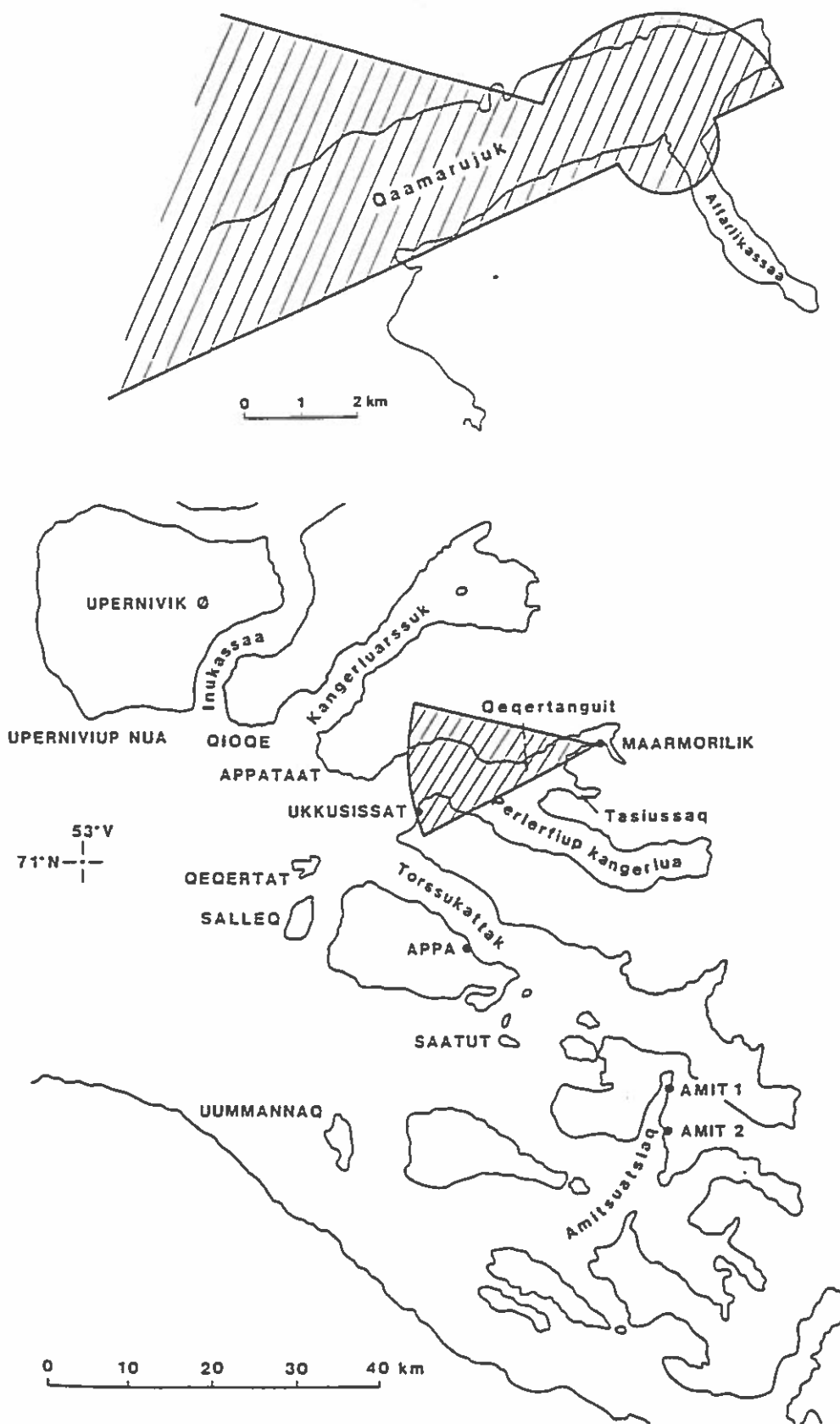
Figur 2. Stationskort over Maarmorilik



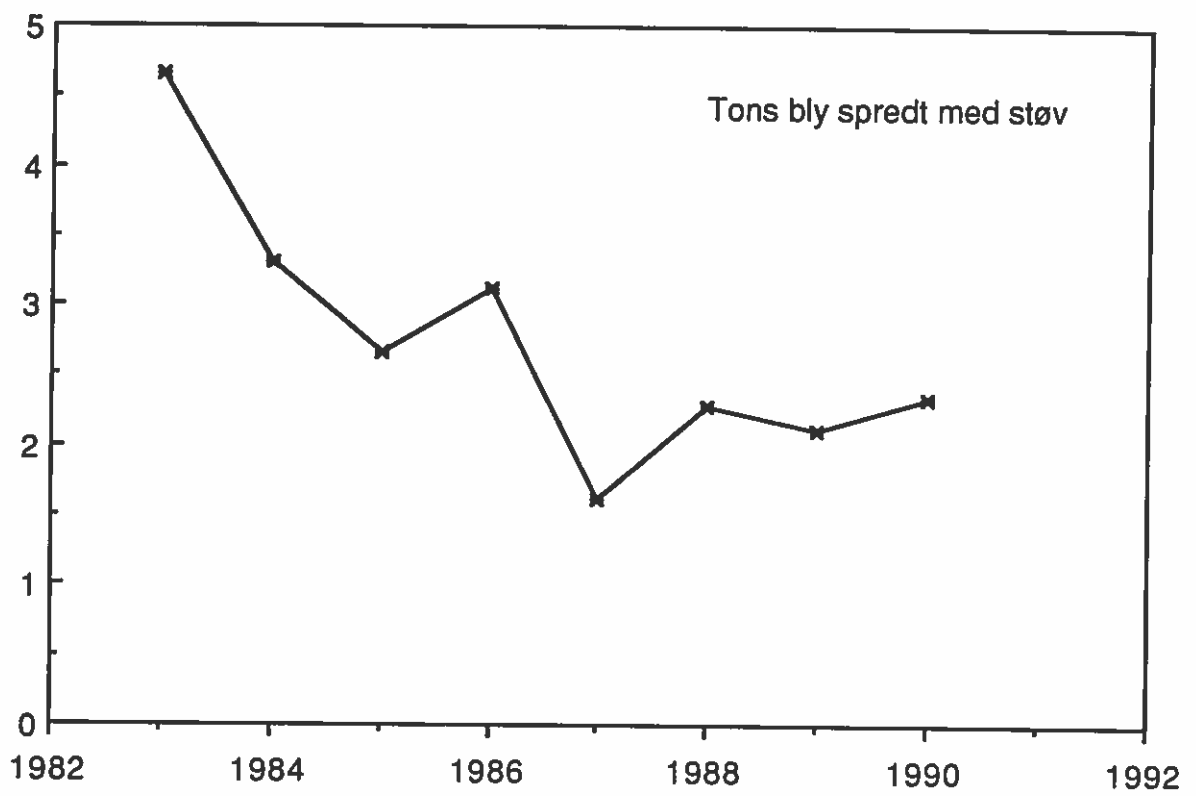
Bly (mg/kg) i snekruslav (*Cetraria nivalis*)



Figur 3. Bly i lav afhængig af afstand



Figur 4. Områder over hvilke blynedfald beregnes



Figur 5. Blynedfald 1978-1990