

NGU prosjekt nr. 1570
GEOBOTANISK STUDIUM PÅ
FORGIFTNINGSFELTER I RAITEVARRE,
KARASJOK

av

Per Arne Kjærnes og Jarle Noralf Kristiansen

FORORD

I denne preliminnære rapporten presenteres resultatene fra de botaniske og kvartærgeologiske undersøkelser i et naturlig tungmetallforgiftet område ved Raitevarre, Karasjok kommune. Feltarbeidet ble utført i tiden 30. 7. - 4. 8 1976 av vit. ass. Per Arne Kjærnes, NGU og NAVF-stipendiat Jarle Noralf Kristiansen, NGU/DKNVS.

Undersøkelsene ble utført som en innledning til det tverrvitenskapelige forskningsprosjektet "Vegetasjonsklassifisering, fjernanalyse og naturlig tungmetallforgiftning". Dette prosjektet blir støttet finansielt av Norges almenvitenskapelige forskningsråd (NAVF) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) i samarbeid med Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, Botanisk avdeling, Universitetet i Trondheim.

Det innledende feltarbeid i 1976 ble muliggjort ved finansiell støtte over statsbudsjettet 1975-76, kap. 1600 og Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd (NTNF).

Per Arne Kjærnes, NGU har skrevet kapittel 4 og 2.2.3. De andre avsnittene er forfattet av Jarle Noralf Kristiansen, som også har hatt hovedarbeidet med redigering, korrektur m. m.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
Forord	
1. INNLEDNING	1
2. UNDERSØKELSE SOMRÅDET	2
2.1 Beliggenhet og topografi	2
2.2 Klima	2
2.3 Berggrunn	4
2.4 Forgiftningsfeltene i Raitevarre	4
3. VEGETASJONS BESKRIVELSE	5
3.1 Innledning	5
3.2 Plantesosiologisk metodikk og terminologi	5
3.3 Vegetasjonen i normalområdet	6
3.4 Jordsmonnet i lyngrik bjørkeskog	10
3.5 Forgiftningsfeltene og vegetasjonen på disse	10
3.6 Vegetasjonstransecter på forgiftningsfeltene	13
3.7 Vurdering av utvalgte arter som indikatorer på tungmetallforgiftning av miljøet	15
4. KVARTÆRGEOLOGISK BESKRIVELSE	23
4.1 Innledning	23
4.2 Beskrivelse til det kvartærgeologiske kartet	24
4.3 Beskrivelse av løsmassene	25
4.4 Beskrivelse av utvalgte jordprofil	25
4.5 Tverrprofiler innen forgiftningsfeltene	26
4.6 Dreneringsforhold	26
4.7 Oppsummering om forholdet mellom kvartærgeologien og forgiftningsfeltene	27
5. LITTERATUR	35

1. INNLEDNING

Naturlig tungmetallforgiftning av jordsmonn og vegetasjon i Norge er beskrevet av Låg et al. (1969), Låg & Bølviken (1974), Bølviken & Låg (1976), Bølviken et al. (in press) og Bølviken & Låg (in prep.).

Blyforgiftede områder finnes i Vardal, Snertingdal, Nord-Aurdal, Galå, Nordre Osen, og ved Krokvann i Stabbursdalen, Alta. I Karasjok er det kjent et stort kopperforgiftet felt. Videre er det funnet nikkelforgiftning i Råna, Ballangen, sink (muligens også cadmium)-forgiftning i Sinklien, Ballangen, og kombinert sink, bly, kopper og cadmium-forgiftning i Mosbergvik, Balsfjord. Naturlig forgiftning p. g. a. forvittringsprodukter av kiskeforekomster er bl. a. funnet på Tverrfjellet, Hjerkin og i Gjersvik, Røyrvik. Videre forekommer det andre naturlig tungmetallforgiftede områder i Norge der andre elementer gir giftvirkning i miljøet. Naturlige forgiftningsfelter er også kjent fra utlandet (jfr. Bølviken & Låg, in prep.).

Forgiftningsfeltene har i det alt vesentlige et gras- og siv-dominert plantedekke ved siden av vegetasjonsløse partier. Lyngvekster og urter mangler nesten helt, mens moser og lav kan være vanlige. På blyforgifta områder mangler Sphagnum spp. som ellers forekommer i omkringliggende normalområder. Enkelte spesielle moser og lav må antas å være særlig tungmetalltolerante og/eller være gode indikatorarter for tungmetallholdig jord.

På de blyforgiftede områdene er smyle (Deschampsia flexuosa) vanlig og til dels dominerende. Blymineraliseringene dekker i de fleste tilfelle bare mindre arealer (10 m² eller mindre), men et større område på over 100 m² finnes ved Kastad i Vardal, Gjøvik.

De kopperforgiftede områdene i Karasjok har et plantedekke vesentlig bestående av rabbesiv, smyle, sauesvingel og fjelltjæreblom. Det største anomalifeltet dekker vel 5 - 6 ha.

Karakteristisk for forgiftningsfeltene er enten ekstremt høye gehalter av tungmetaller (opptil 10%) i jordsmonnet eller meget lav pH (< 3.1).

Bølviken et al. (in prep.) har forsøkt å påvise de kjente naturlige forgiftningsfeltene i Karasjok ved hjelp av fjernanalyse (satellittdata). Vegetasjonen på disse forgiftningsfeltene ser ut til å ha en særegen refleksjon i forhold til plantedekket i det omkringliggende normalområde. Forgiftningsfeltene dekker her så store arealer at de kan oppdages ved den oppløselighet som LANDSAT-1 bildene har (ca. 60 x 80 m). Noen felter er også synlig på vanlige pankromatiske flybilder.

Refleksjonsmålinger kan også gjøres ved multispektral flyfotografering eller scanneropptak. Oppløseligheten kan da bli så god som man måtte ønske. (NGU's årsmelding for 1975, side 38 - 40).

Hensikten med undersøkelsen er å gi en beskrivelse av vegetasjonen på forgiftningsfelter i Karasjok og i omkringliggende områder, samt en kvartær-geologisk vurdering av forholdene i områdene. Dessuten er sammenhengen mellom vegetasjonsanalytiske og geokjemiske data forsøkt belyst.

2. UNDERSØKELSESONOMRÅDET

2.1 Beliggenhet og topografi.

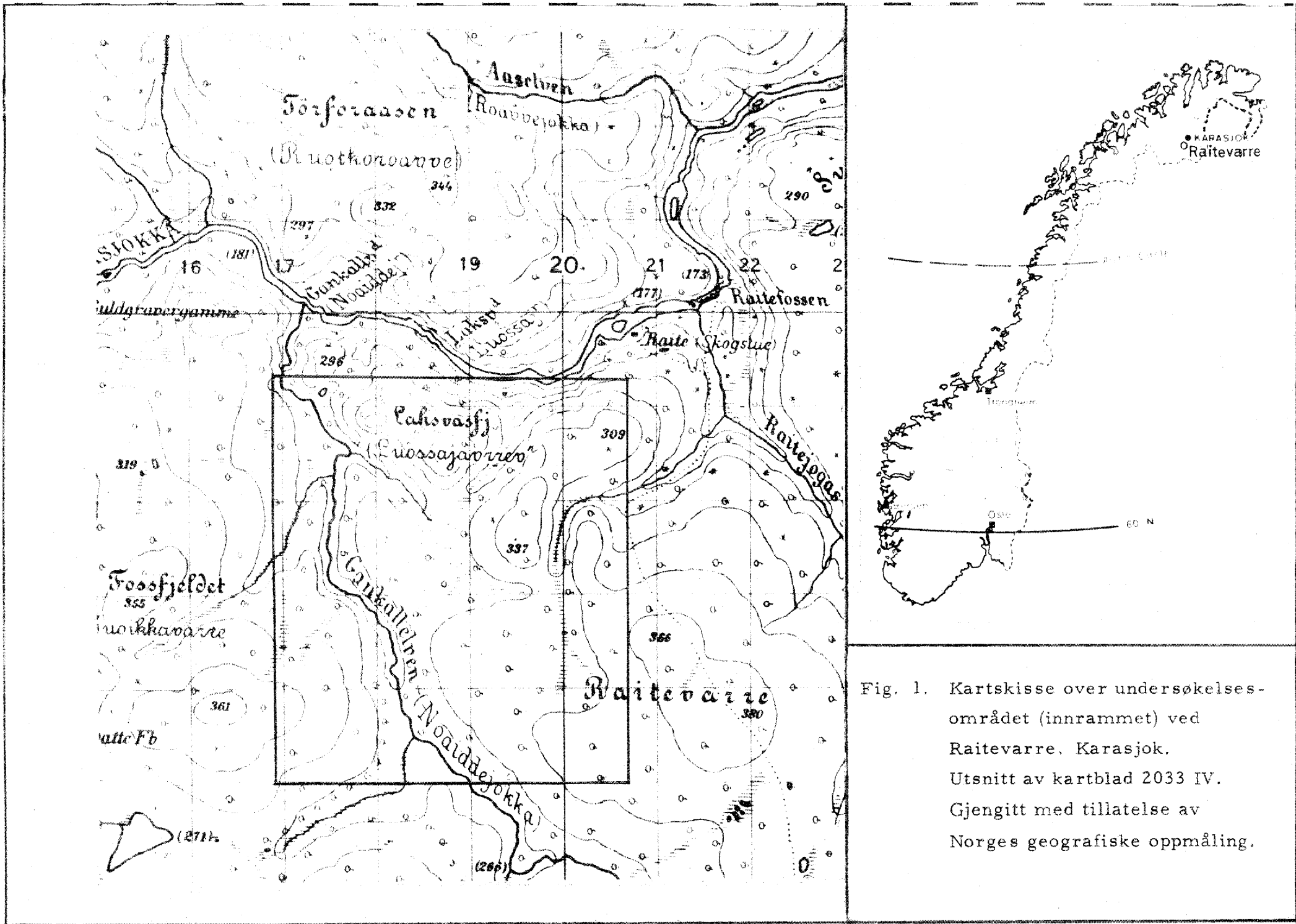
Undersøkellesområdet ligger i luftlinje ca. 30 km sørvest for Karasjok mellom Laksvassfjell (296 m.o.h.) og Raitevarre (380 m.o.h.) øst for elva Noaiddejokka. En jevn topografi med låge koller, tett bjørkeskog og noe myr karakteriserer området. I nord og vest avgrenses området naturlig av Karasjokka, i nordøst av Raitejogas (fig. 1).

2.2 Klima.

Klimaet i undersøkellesområdet er utpreget kontinentalt. Gjennomsnittlig årlig nedbør i normalperioden 1931 - 1960 er 340 mm og midlere årstemperatur ligger på -1.5°C . Jfr. tabell 1.

Tabell 1. Nedbørnormaler (mm) og temperaturnormaler ($^{\circ}\text{C}$) i normalperioden 1931 - 1960 for Karasjok.

	jan.	feb.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.	året
mm	17	14	13	15	21	45	56	55	41	23	21	19	340
$^{\circ}\text{C}$	-14.8	-14.6	-9.9	-2.9	-3.8	+10.1	+13.9	+11.5	+5.9	-1.2	-7.3	-11.9	-1.5



Ifølge Dahl (1950) utmerkes et kontinentalt klima ved at januar er kaldeste måned, samtidig som forskjellen mellom varmeste og kaldeste måned (amplituden) er stor.

Opplysningene i tabell 1 er gitt av Det Norske Meteorologiske Institutt (pers. medd. 1977).

2.3 Berggrunn.

Karasjok-området geologi er beskrevet bl. a. av Wennervirta (1969) og Skålvoll (1972). Koppermineraliseringen i Karasjok ble oppdaget i 1968 av geolog B. Røsholt, A/S Sydvaranger. Han har også gitt en nærmere beskrivelse av kvartær- og berggrunnsgeologiske forhold i området.

Nær flattliggende muskovitt og amfibolittførende gneiser dominerer området. Bergartene tilhører Karasjok-gruppen. Mineraliseringen består vesentlig av svovelkis og kopperkis dessemintert i gneis. Over gneisen ligger en svart karbonrik skifer som er rik på magnetkis. Både gneisen og skiferen er forvitret til 2 - 3 m dyp.

2.4 Forgiftningsfeltene i Raitevarre, Karasjok.

Beliggenheten av forgiftningsfeltene går fram av det kvartærgeologiske kart (fig. 7). Feltene er av varierende størrelse, opp til flere tusen m².

Forekomstene av naturlig forgiftning finnes som åpne områder uten trevekst med en gras- og sivdominert vegetasjon. "Nakne" områder uten høyere planter er relativt vanlig. På de to undersøkte feltene er plantedekket godt utviklet, men med atypiske plantesamfunn i forhold til omgivelsene.

Prøver av jord og vegetasjon fra feltene i Raitevarre har vist meget høye kopperinnhold. Podsoljordsmonn mangler på forgiftningsfeltene.

Om grunnvannets og løsmassenes betydning for den naturlige tungmetallforgiftning, henvises til pkt. 4.6.

Vegetasjonen på forgiftningsfeltene er beskrevet under pkt. 3.4 og 3.5.

Noen av forgiftningsfeltene trer tydelig fram på flyfotos som lyse striper og flekker (se fig. 7). De kan også oppdages på fargeinfra- og multispektrale flybilder.

Bruk av satellittdata har vist at forgiftningsfeltene skiller seg fra andre gras- (halvgras-) dominerte områder, som f.eks. grasmyrer, ved andre refleksjonsverdier.

3. VEGETASJONSBESKRIVELSE

3.1 Innledning.

Vegetasjonen i normalområdet er tidligere kort omtalt i Bølviken & Lågs publikasjoner. En nærmere beskrivelse av skogvegetasjonen er gitt i pkt. 3.2 og tabell 3.

På to undersøkte forgiftningsfelter beskrives utsnitt av vegetasjonen ved fire vegetasjonstransecter (profiler), se fig. 3, 4, 5 og 6. Moser og lav er tatt med i den utstrekning de har latt seg bestemme ute i felt. De andre er ført til slekt, eventuelt bare til gruppe.

3.2 Plantesosiologisk metodikk og terminologi.

Vegetasjonen er beskrevet ved tradisjonelle plantesosiologiske metoder. Med dekning (dekningsgrad = D) forstås her en arts vertikale projeksjon på overflata, dvs. hvor stor del en arts levende plantemasse dekker av en analyserute (se f.eks. Dahl 1957).

Under analysearbeidet i felt er den 5-graderte skalaen til Hult-Sernander-Du Rietz benyttet.

Jeg har funnet det nødvendig å dele opp D = 5 i to deler, nemlig 5 og 6 slik at dekningsgradskalaen ser slik ut :

Dekningsgrad	1	-	arten dekker	<1/16	av ruta (1 og 16 m ²)
"	2	-	" "	1/16 - 1/8	" "
"	3	-	" "	1/8 - 1/4	" "
"	4	-	" "	1/4 - 1/2	" "
"	5	-	" "	1/2 - 3/4	" "
"	6	-	" "	3/4 - 1/1	" "

Innen hver analyserute er hvert enkelt sjikt angitt som A, B, C og D (se f. eks. Dahl 1957).

- A - tresjikt (> 2 m)
- B - busksjikt (0.3 - 2 m : forvedete planter)
- C - feltsjikt (< 0.3 m : forvedete planter, urter, gras, halvgras og bregner uten høydeavgrensning).
- D - bunnsjikt (moser og lav)

Førne, stein og naken er også gitt dekningsgrader etter samme skala (tabell 2, fig. 3, 4, 5 og 6).

Med bestand er ment et homogent eller relativt homogent vegetasjonsdekket areal med uniformt utseende, der artene opptrer i en karakteristisk sammenslutning i ett eller flere massenivåer eller sjikt (jfr. Nordhagen 1943). Bestand med stor floristisk og strukturell likhet slås sammen i samfunn. Et plantesamfunn består vanligvis av flere forskjellige arter som vokser sammen og stort sett har de samme krav til miljøfaktorene. Med vegetasjonstype menes ett eller flere nærstående samfunn (se f. eks. Hesjedal 1973).

3.3 Vegetasjonen i normalområdet.

Vegetasjonen omkring forgiftningsfeltene består hovedsakelig av lyngrik bjørkeskog (Empetro - Betuletum Nordh. 1943). Et større myrområde finnes nord for anomaliområdene. Den sørligste utløperen av det som på kartblad Raite (2033 IV) er avmerket som myr, omfatter det største forgiftningsfeltet.

Tabell 2. EMPETRO-BETULETUM Nordh. -43. Noiaddejokka, Karasjok, Finnmark.

J. N. Kristiansen 1977

	Typicum (hovedtype)					Vaccinium uliginosum			Moserik-facies					Lavrik utforming Cladonia-facies							
Dato	30. 7. 76					31. 7. 76			31. 7. 76					31. 7. 76							
Høyde over havet (m)	ca. 300					ca. 300			ca. 300					ca. 300							
Helningsgrad	5	10	10	10	10	10	5	5	5	5	15	5	5	5	5	10	5	5	-		
Eksposisjon	S	SV	S	SØ	SØ	N	N	V	N	S	S	S	S	S	S	V	S	S	-		
Antall høyere arter	7	5	5	5	5	7	6	6	8	8	6	5	6	5	6	9	9	9			
Bestand nr.	I (4.4 m)					II (4.4 m)			III (9: 2 · 8, 10-13 : 4.4 m)					IV (2.8 m)							
Rute nr. (16 m ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	K%	D	
Betula pubescens	A	6	5	5	5	5	2	3	3	2	2	3	3	3	1	2	2	-	2	95	3 +
	B	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	39	1
Juniperus communis	B	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1
	C	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1
Pinus sylvestris	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	6	
Betula nana		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	1	1	22	1
Empetrum hermaphroditum		5	5	6	6	5	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	3+
Phyllodoce caerulea		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	17	1
Vaccinium myrtillus		1	-	-	-	-	1	1	1	+	1	1	1	1	-	-	-	-	-	50	1
V. uliginosum		-	-	-	-	-	4	4	5	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	39	2 +
V. vitis-idaea		2	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	100	1 +
Deschampsia flexuosa		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	89	1
Festuca ovina		1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	-	-	56	1
Juncus trifidus		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	11	1

Tabell 2 forts.

Bestand nr. Rute nr.	I					II			III					IV					K%	D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
<i>Equisetum sylvaticum</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1
<i>Linnaea borealis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	17	1
<i>Lycopodium alpinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	11	1
<i>Trientalis europaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	1	-	-	-	-	-	-	-	17	1
<i>Dicranum</i> spp.	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	2	2	1	-	1	83	1 +
<i>Hylocomium splendens</i>	2	1	1	1	1	1	5	4	4	1	4	4	5	-	-	-	-	-	72	3 +
<i>Pleurozium schreberi</i>	3	5	5	3	5	5	1	2	5	5	3	3	1	4	-	1	-	1	89	3 +
<i>Polytrichum</i> spp.	1	-	1	-	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	5	5	4	83	2 -
Bladmoser indet.	-	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	1
<i>Ptilidium ciliare</i>	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	22	1
Levermoser indet.	-	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	-	-	-	1	1	-	72	1 +
<i>Cetraria nivalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	22	1
<i>Cetraria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	11	1
<i>Cladonia alpestris</i>	1	-	-	-	1	1	1	1	1	-	1	-	-	2	1	2	2	1	67	1 +
<i>C. arbuscula</i> cf.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	4	4	4	5	5	95	2
<i>C. rangiferina</i> cf.	-	-	-	-	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	67	1 +
<i>Cladonia</i> sp. (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	-	1	2	1	2	-	89	1 +
<i>Cladonia</i> sp. (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	1	22	1 +
<i>Cladonia</i> sp. (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6	1
<i>Cladonia</i> sp. (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1
<i>Nephroma</i> sp.	-	1	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	39	1
<i>Ramalina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	17	1
<i>Stereocaulon</i> sp.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	33	1
Lichenes indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	39	1
Førne	5	5	5	6	5	1-2	1	2	3	2	2	3	2	5	5	3	2	3		

I bjørkeskogen danner fjellforma av vanlig bjørk (Betula pubescens coll.) et tett, homogent og relativt lavvokst tresjikt med noe innblanding av furu (Pinus sylvestris). Tresjiktets høyde er gjennomsnittlig 4 - 6 m. Spredte busker av vanlig bjørk og einer (Juniperus communis) forekommer. Den lyngrike bjørkeskogen er en artsfattig og lågproduktiv vegetasjonstype på grunnlendt morene og med godt utviklet, men næringsfattig podsoljordsmonn. Råhumuslaget er tynt.

Feltsjiktet (i den typiske utforming) preges av fjellkrekling (Empetrum hermaphroditum) over store områder med en total dekning på 75 - 100 % i analyserutene. Tyttebær (Vaccinium vitis-idaea) har en gjennomsnittlig dekning på ca. 9 %, mens blåbær (V. myrtillus) opptrer ytterst sparsomt i de undersøkte bestander. Den synes også å ha en lågfrekvent forekomst i nærliggende bjørkeskogsområder. Viktigste gras er smyle (Deschampsia flexuosa) og sauesvingel (Festuca ovina). Urter mangler i de undersøkte bestander. Husmoser (etasjemose, Hylocomium splendens og furumose, Pleurozium schreberi) preger bunnvegetasjonen. Lav spiller kvantitativ liten rolle i hovedtypen (se tabell 2, kol. I).

På steder med større fuktighet i jordsmonnet finnes et særlig godt utviklet mosedekke. Bedre fuktighetsforhold begunstiger det mesofile blåbærri-set, men dette ble aldri dominerende. Artens gjennomsnittlige arealdekning er mindre enn 3%. Eneste urt er skogstjerne (Trientalis europaea). Fjellkrekling har en frekvensprosent (F%) på 100, men bare 1 i midlere dekning. Tre settingen i den morenerike utformingen er glissen.

Mindre arealer (15 - 20 m²) dominert av reinlav (Cladonia spp.) har et glissent eller manglende tresjikt med låg dekning (ca. 10%). Her er lysforholdene bedre enn i den tette skogen og rabbeskiv (Juncus trifidus) forekommer sparsomt. Lyngvekster er av liten betydning. Det organiske materiale over mineraljorda er knapt 1 cm tykt. Jfr. tabell 3, kol. IV.

En utforming med skinntryte (Vaccinium uliginosum) opptrer relativt hyppig i svakt hellende terreng med god vanntilgang. Feltsjiktet domineres av skinntryte og fjellkrekling, mens de øvrige lyngvekster har låg midlere dekning (D = 1). Smyle forekommer konstant. Urter mangler, med unntak av sporadisk opptreden av skogsnelle (Equisetum sylvaticum). Denne typen er særlig vanlig på vestsiden av Noaiddejokka. Her forekommer også en urterik bjørkeskogsutforming (gras/urterik bjørkeskog) med gullris (Solidago virgaurea) som høgfrekvent art.

Sammenfattet har fjellbjørkeskogen følgende konstanter (K% 80 - 100): vanlig bjørk (Betula pubescens), fjellkrekling (Empetrum hermaphroditum), tyttebær (Vaccinium vitis-idea), smyle (Deschampsia flexuosa), sauesvingel (Festuca ovina), moser og lav.

3.4 Jordsmonnet i lyngrik bjørkeskog.

Vegetasjonstypen har vanligvis et velutviklet podsolprofil med bleikjord og et rustfarget utfellingslag. Tykkelsen av råhumuslaget (A_{O1}/A_{O2}) varierer fra ca. 1 cm (i lavrik utforming) til ca. 15 cm i Vaccinium uliginosum - typen. Råhumuslagets gjennomsnittlige mektighet ligger på om lag 5 cm. Bleikjordlaget synes å være dårligst utviklet i V. uliginosum-utformingen, hvor det er svakt eller manglende. I hovedtypen har det normalt en mektighet på 2 - 5 cm. Totalt i de undersøkte bestander ligger den gjennomsnittlige tykkelse av bleikjordlaget på omkring 3 cm. Utfellingslagets mektighet er ikke målt med unntak i V. uliginosum - utformingen hvor en tykkelse på over 40 cm ble observert. Podsoljordsmonnet er gjennomgående fattig og grunt.

3.5 Forgiftningsfeltene og vegetasjonen på disse.

En kort beskrivelse av vegetasjonen på noen av forgiftningsfeltene er gitt av Låg & Bølviken (1974), Bølviken & Låg (1976) og Bølviken & Låg (in prep.).

De antatt naturlige forgiftningsfenomenene i dette området er blitt bekreftet ved et høyt tungmetallinnhold i jord- og planteprøver.

Undersøkelser av aske- og tungmetallinnholdet i tørrstoff av jordsmonn og vegetasjon (Betula pubescens, Deschampsia flexuosa, Festuca ovina, Juncus trifidus og Viscaria alpina) har vist et særlig høyt innhold av kopper (ppm Cu) i V. alpina (895), F. ovina (334) og D. flexuosa (271).

På de to undersøkte feltene i 1976 var J. trifidus kvantitativt meget viktig. Låg & Bølviken (1974) fant 69 ppm Cu i denne planten, som er en relativt høy verdi. Det laveste Cu-innhold hadde blad og kvister av vanlig bjørk, som ikke vokser på selve forgiftningsfeltene.

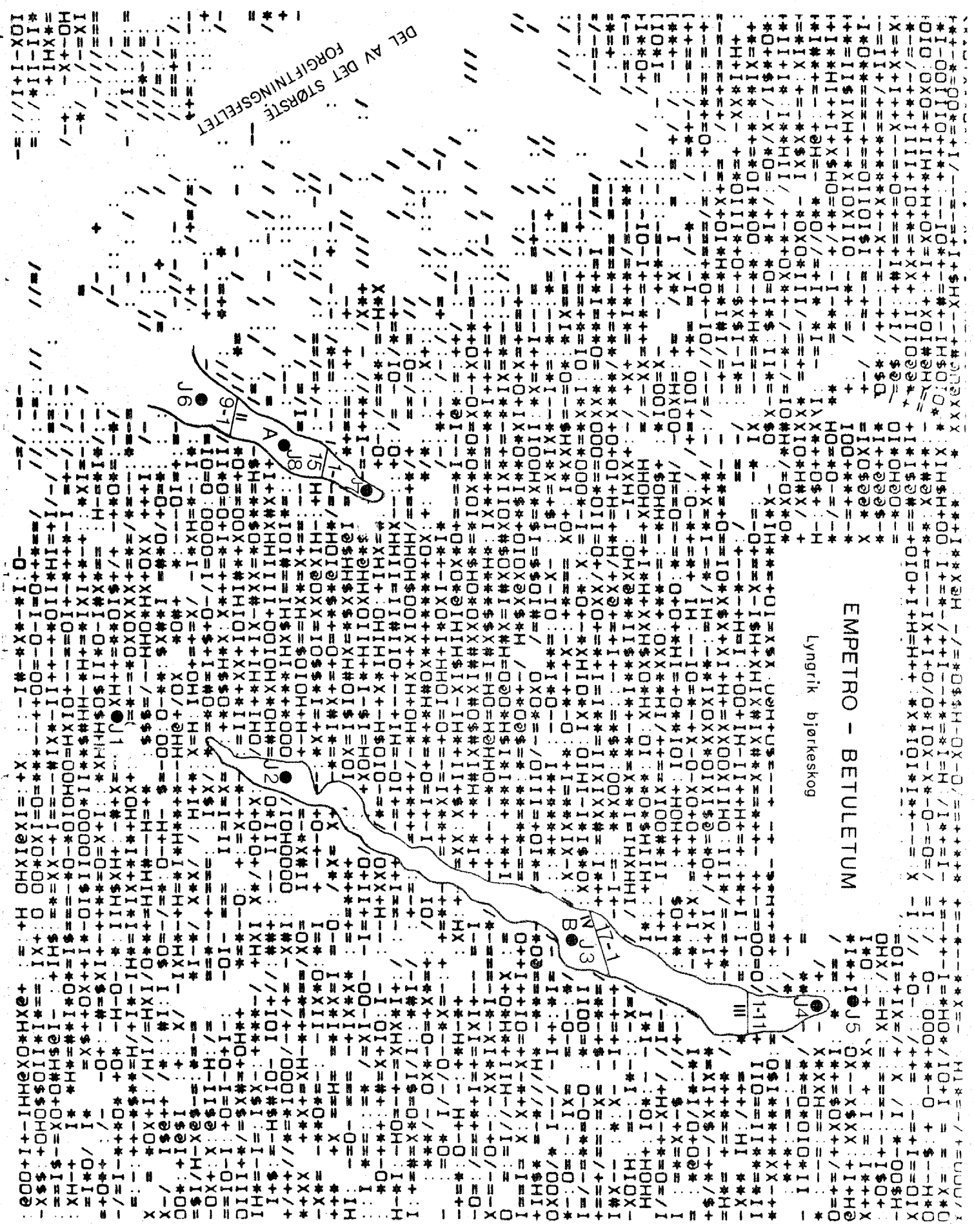


Fig. 2. Utsnitt av computerdigitalisert kart over Noaiddejokka-området. Forgiftningsfelt A ("small anomaly") med profil I (analyser 1-15) og II (1-9). Forgiftningsfelt B ("large anomaly") med profil III (1-11) og IV (1-17). ● J 1-8: jordprofiler nr. 1-8. Spektralsignaturen for lyngrik bjørkeskog (Empetro-Betuletum) omgir feltene. Til venstre i bildet: utsnitt av det største forgiftningsfeltet.

Det er funnet et kopperinnhold på opptil 50 000 ppm Cu (5%) i tørrvekt jord, med et gjennomsnitt på 7400 ppm Cu i 9 prøver.

Ved undersøkelsene i 1976 ble det registrert ett større og flere mindre naturlig tungmetallforgifta områder. Det største området er utfigurert som myr på kartblad Raite, 2033 IV (fig. 1). Dette kan bare sies å gjelde for den nordligste delen av figuren. Den sørlige del av feltet har et helt annet preg og domineres stedvis av arter som ikke tilhører myrvegetasjonen, f. eks. rabbesiv (Juncus trifidus), smyle (Deschampsia flexuosa) og sauesvingel (Festuca ovina). Fjelltjæreblom (Viscaria alpina) har høy frekvens og forekommer på alle feltene. Større flekker med moser og lav, samt arealer med sterkt "forgiftet" vegetasjon i form av svarte, døde og fastsittende plantedeler og felter uten vegetasjon forekommer. Det største feltet og flere mindre er foreløpig ikke nærmere undersøkt med henblikk på vegetasjonen.

Vegetasjonen på de to undersøkte feltene (fig. 2) med naturlig tungmetallforgiftning avviker kvantitativt og kvalitativt sterkt fra den omkringliggende normalvegetasjon. Forgiftningsfeltene mangler tre- og busksjikt, dvs. forvedete planter over 0.3 m, mens felt- og bunnsjikt normalt er velutviklet. Vegetasjonsløse partier av betydning forekommer ikke på de to undersøkte feltene (fig. 2). Vegetasjonsmessig kan de gis betegnelsen "grashei", men det må antas at mangel på trevekst skyldes det høye Cu-innholdet i jordsmonnet. Låg & Bølviken (1974) har vist at Cu-innholdet i tørstoff av blad og ettårige og toårige kvister av vanlig bjørk er meget lavt med henholdsvis 7.5 og 12 ppm Cu. Den mest naturlige konklusjon må være at bjørk skyr et sterkt kopperforgifta miljø. I de profiler hvor bjørk kommer med, er dette randsonen for feltene med lauvverk som henger utover analyseruter. Einer, furu, dvergbjørk og lyngvekster mangler på forgiftningsfeltene, men spredte individer kan forekomme i randsonen.

Lyngvegetasjonen i skogens feltsjikt "erstattes" på forgiftningsfeltene av en grasdominert vegetasjon (se foran). Dette forhold er allerede påpekt av Låg & Bølviken (1974). Fjellbjørkeskogen er meget fattig på urter, men av de som forekommer der, bl. a. skogsnelle (Equisetum sylvaticum), linnea (Linnaea borealis), fjelljamne (Lycopodium alpinum) og skogstjerne (Trientalis europaea), er ingen funnet på de to undersøkte forgiftningsfeltene.

Bunnsjiktets artsinventar på forgiftningsfeltene er ikke endelig bearbeidet. Generelt kan en si at saltlav (Stereocaulon sp.) viser en tydelig konsentrasjon på forgiftningsfeltene. Vanligste bladmose synes å være en Pohlia sp. Den ekstreme snøleiemosen Anthelia juratzkana er funnet i noen av analyse-rutene på felt B (fig. 17). En trådaktig, skittengrønn alge med korte forgreininger forekommer i store mengder sammen med levermoser av slekten Lophozia. Av husmoser finnes furumose (Pleurozium schreberi), mens etasjemose (Hylocomium splendens) holder seg til randsonen. En rekke lav av slekten Cladonia (begerlav, inkl. reinlav) fordeler seg mer eller mindre jevnt over profilene.

3.6 Vegetasjonstransecter og jordprøver på forgiftningsfeltene.

Transectmetoden gir et bilde av vegetasjonens forandring langs vegetasjonsgradienter og brukes normalt for å vise overganger mellom floristisk ulike bestand og disses struktur, men kan ikke anvendes alene ved utskillelse av plantesamfunn. Den er imidlertid av stor betydning i områder hvor vegetasjonen skiller seg spesielt ut på grunn av ekstreme økologiske faktorer eller der overgangen mellom plantesamfunn skifter brått.

Vegetasjonsbildet som en får ved å studere profilene (fig. 3-6) gir bare delvis informasjon om hvilke plantesamfunn disse feltene har. Ved en tradisjonell plantesosiologisk analyseserie ville dette ha kommet tydeligere fram. Informasjon om fragmenter av eksisterende plantesamfunn kan en få fram ved å stille sammen ruter i de enkelte profil hvor en eller flere gitte arter dominerer.

Ved de preliminnære feltundersøkelser i august 1976 ble to mindre grasdominerte forgiftningsområder valgt ut for et nærmere studium. Disse danner utløpere fra det største forgiftningsfeltet og vises som smale striper i bjørkeskogen på flyfoto C 23/688. Felt A (fig. 2) er ca. 45 m langt og 4 - 7 m bredt med hovedretning ca. 70° V for N. Feltets hellingsgrad ligger mellom $0 - 5^{\circ}$. To profiler (I, II) med fortløpende 1 m^2 -ruter ble lagt tilnærmet vertikalt på feltets fallretning henholdsvis 35° Ø/N og 40° Ø/N. Felt B har en lengde på ca. 90 m og en bredde på 9 - 10 m med eksponisjon 75° V/N. Feltets hellingsgrad er rundt 5° . Profil III ligger 20° Ø/N og nr. IV 30° V/N.

Vegetasjonstransectene er framstilt i figur 3, 4, 5 og 6.

Innen hver analyserute i profilene ble det tatt én jordprøve a ti subsamples i en dybde av 0 - 10 cm. Prøvene ble imidlertid tatt uten å notere til hvilken plantearts rotsone de tilhørte. Jordprøvene representerer derfor et tverrsnitt av kopperinnholdet i jordsmonnet innen hver analyserute.

Jordprøvene (fig. 8-9, 13-14, tabell 4) kan av den grunn ikke settes i direkte relasjon til en bestemt plantearts rhizosfære (rotsone). Det er derfor på grunnlag av denne metodikken ikke mulig å finne en direkte sammenheng mellom høyt kopperinnhold i jordsmonnet og hvilke arter som tolererer eller skyr høye tungmetallkonsentrasjoner. Her må utvilsomt innholdet av tungmetaller i den enkelte planteart og dens rotsone undersøkes spesielt for å gi resultater på dette punkt.

En relativ sammenheng mellom plantedekket og tungmetallinnholdet i jord kan belyses ved en sammenligning mellom kopperinnholdet i jordprøvene fra profilrutene og vegetasjonen på disse. Forholdet mellom kopperinnholdet i jorda og utvalgte arters relative arealdekning (med gjennomsnittlig dekning 3 - 5) er framstilt i tabell 3. Viscaria alpina oppnår ikke høyere D-grad enn 1, men er tatt med for å vise "kopperinnhold-amplituden" i jordsmonnet og dermed til en viss grad artens "toleranse".

Kopperinnholdet i jordsmonnet viser en økning mot sentrum av forgiftningsfeltene (jfr. fig. 8, 9, 13 og 14). Dette synes til en viss grad å samsvare med økende arealdekning til Juncus trifidus, Deschampsia flexuosa og Festuca ovina. Viscaria alpina oppnår høy frekvensprosent (f. eks. 100% i profil IV), men lav midlere D-grad (1).

Tabell 3 viser "koppertoleransen" for de viktigste dominerende artene på de to undersøkte forgiftningsfeltene (A og B, fig. 2). På grunn av analysemetodikken er arter med lav D-grad (1 og 2) utelatt fra tabellen, med unntak av Viscaria alpina. Tabell 3 viser at Festuca ovina og Deschampsia flexuosa dominerer vegetasjonsdekket der Cu-innholdet i tørrvekt jord er høyest. F. ovina dominerer innen en amplitude på 1100 - 9300 ppm Cu, men forekommer også på mindre sterkt "forgiftet" jordsmonn (ned til 68 ppm, se fig. 3). Juncus trifidus, Viscaria alpina og Stereocaulon sp. dominerer (unntatt V. alpina) innen en amplitude på 300 - 5100 ppm Cu: J. trifidus (400 - 5100), V. alpina (300 - 5100), Stereocaulon sp. (300 - 4800).

Disse artene synes å være meget tungmetalltolerante. Analyseresultatene sier imidlertid ingenting om innholdet av tungmetaller i vegetasjonen.

Indikasjoner på tungmetalltoleranse er påvist av Låg & Bølviken (1974). I én planteprøve av Viscaria alpina fant de 895 ppm Cu i gjennomsnitt av tørrvekt. Tre prøver av Festuca ovina viste 334 ppm Cu, mens to prøver av Deschampsia flexuosa hadde 271 ppm Cu og en prøve av Juncus trifidus viste 69 ppm Cu. Disse tallene synes til en viss grad å samsvare med "kopperamplituden" i jordsmonnet med størst amplitude og høyest verdi (ppm Cu/tørrvekt) for F. ovina, dernest D. flexuosa og J. trifidus, som har en tilsynelatende "snever" amplitude og et betydelig lavere, men fremdeles høyt Cu-innhold. I en særstilling står V. alpina. Arten har en snevrere amplitude enn F. ovina, men har samtidig det høyeste Cu-innhold av de tre artene. Alle disse forhold henger trolig sammen med den enkelte arts toleransegrense og forsvarsmekanismer mot tungmetaller.

Av dette går det fram at det ikke er en direkte sammenheng mellom høyt Cu-innhold i en plante og høyt tungmetallinnhold i jordsmonnet.

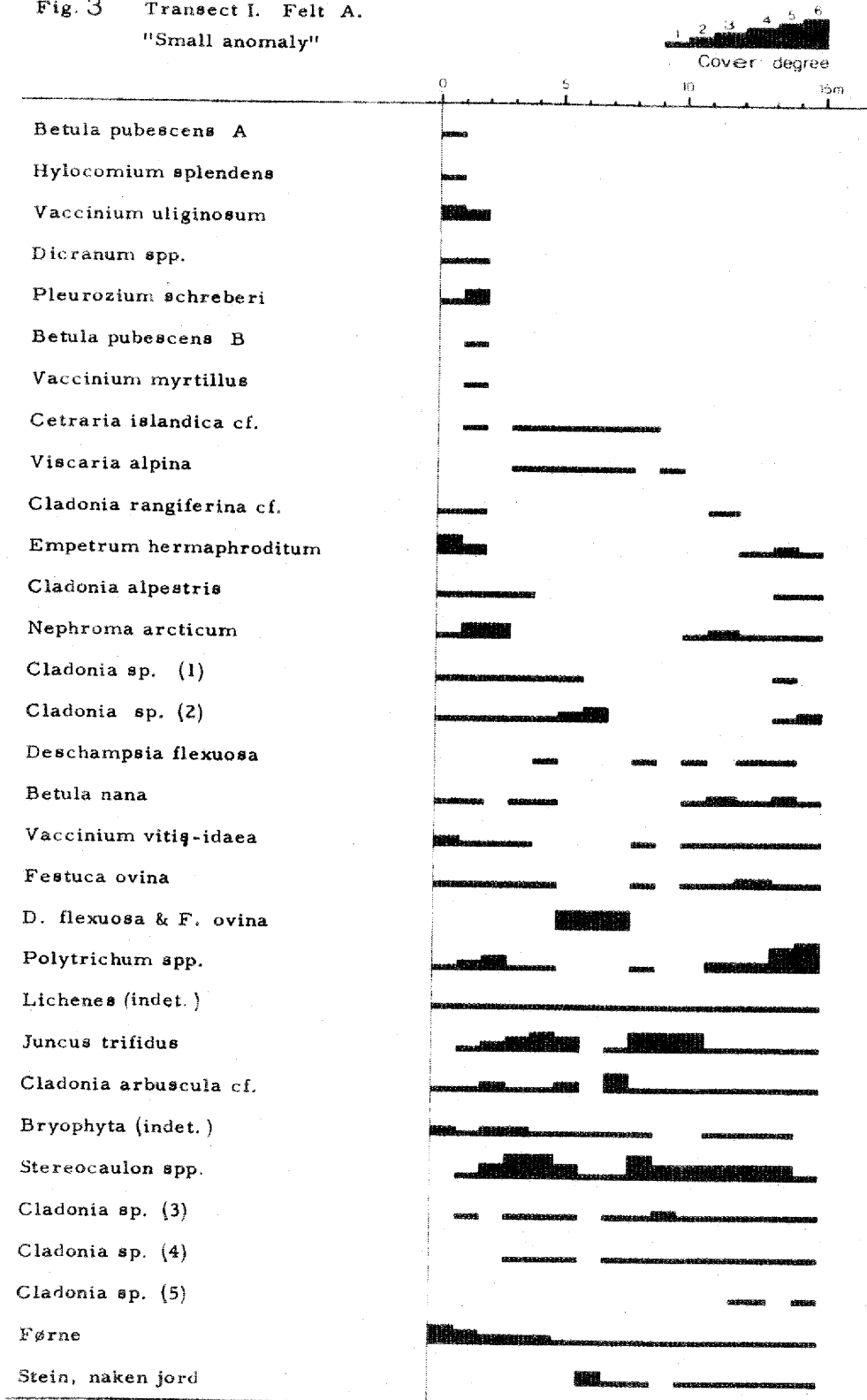
Forholdet mellom tungmetallinnhold i jordsmonn og opptak av tungmetaller i planter er nok mer komplisert enn det som er skissert ovenfor. Omfattende kjemiske analyser av vegetasjon og jordsmonn er nødvendig for å finne svar på dette spørsmålet. Dyrkingsforsøk av tungmetallraser og normale planter synes også å være en mulig vei å gå.

3.7 Vurdering av utvalgte arter som indikatorer på tungmetallforgiftning av miljøet.

Kryptogramvegetasjonen (moser og lav) gir på det nåværende tidspunkt ingen informasjon om vegetasjonens eventuelle tungmetalltoleranse. Jeg har foreløpig funnet det lite hensiktsmessig å bruke mye tid til artsbestemmelse av kryptogram-materialet.

Generelt kan en si at de to undersøkte forgiftningsfeltene har masseforekomst av noen få arter: Juncus trifidus, Deschampsia flexuosa, Festuca ovina, Cladonia spp. og Stereocaulon spp.

Fig. 3 Transect I. Felt A.
"Small anomaly"



Forklaringer:

Profilens eksposisjon : 35° Ø/N

Profilens hellingsgrad : 0°

Antall ruter : 15 a 1 m²

Dato : 31/7 - 1/8 1976

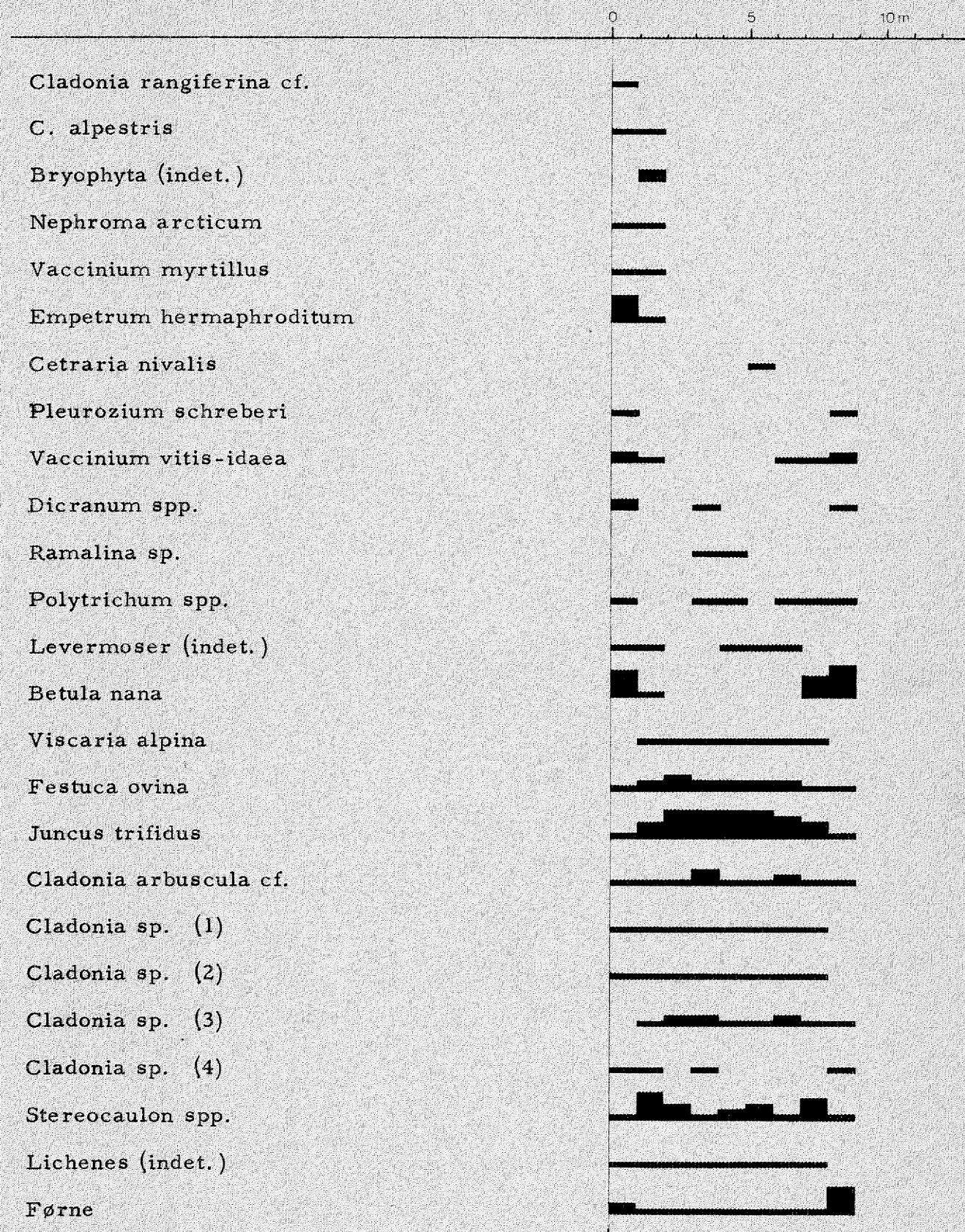
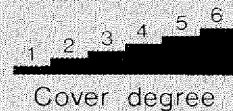
Lokalitet : Noaiddejokka, Karasjok, Finnmark

Kartref. : Soneområde 35-W, kartblad Raite 2033 IV, UTM: MS 1987

H.o.h. : Ca. 300 m

860 910 1180 1700 3300 3000 4800 2200 1840 2570 2600 300 560 560 ppm Cu i jordprøve

Fig. 4 Transect II. Felt A.
"Small anomaly"



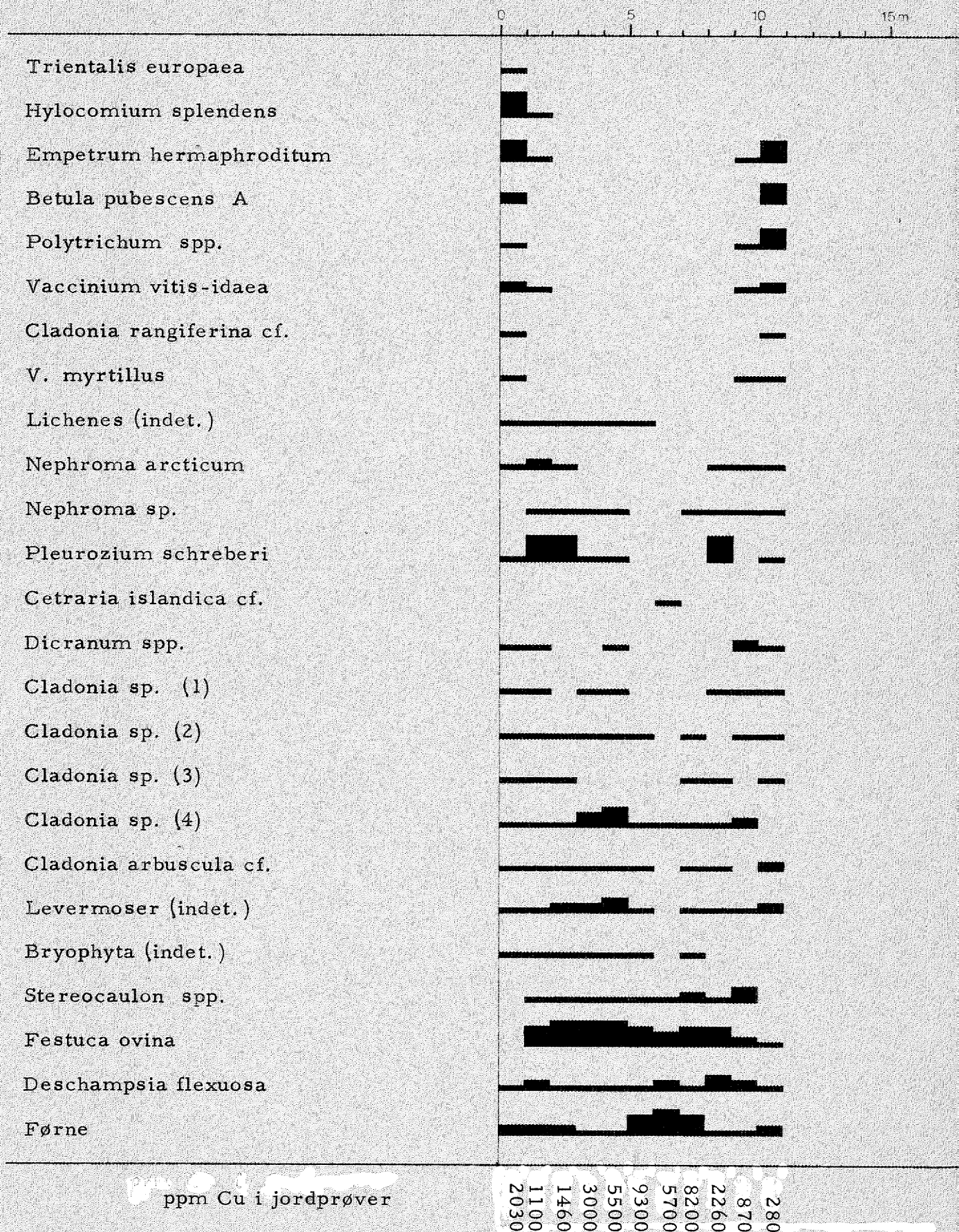
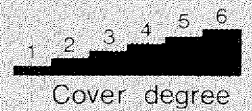
Forklaringer: ppm Cu i jordprøver

Profilens eksposisjon : 40° Ø/N
 Profilens hellingsgrad : 0°
 Antall ruter : 9 á 1 m²
 Dato : 2/8

Lokalitet, kartref. og h. o. h. som fig. 3, 5, 6.

163
400
1650
1760
1970
3000
1680
1590
1320

Fig. 5 Transect III. Felt B.
"Large anomaly"



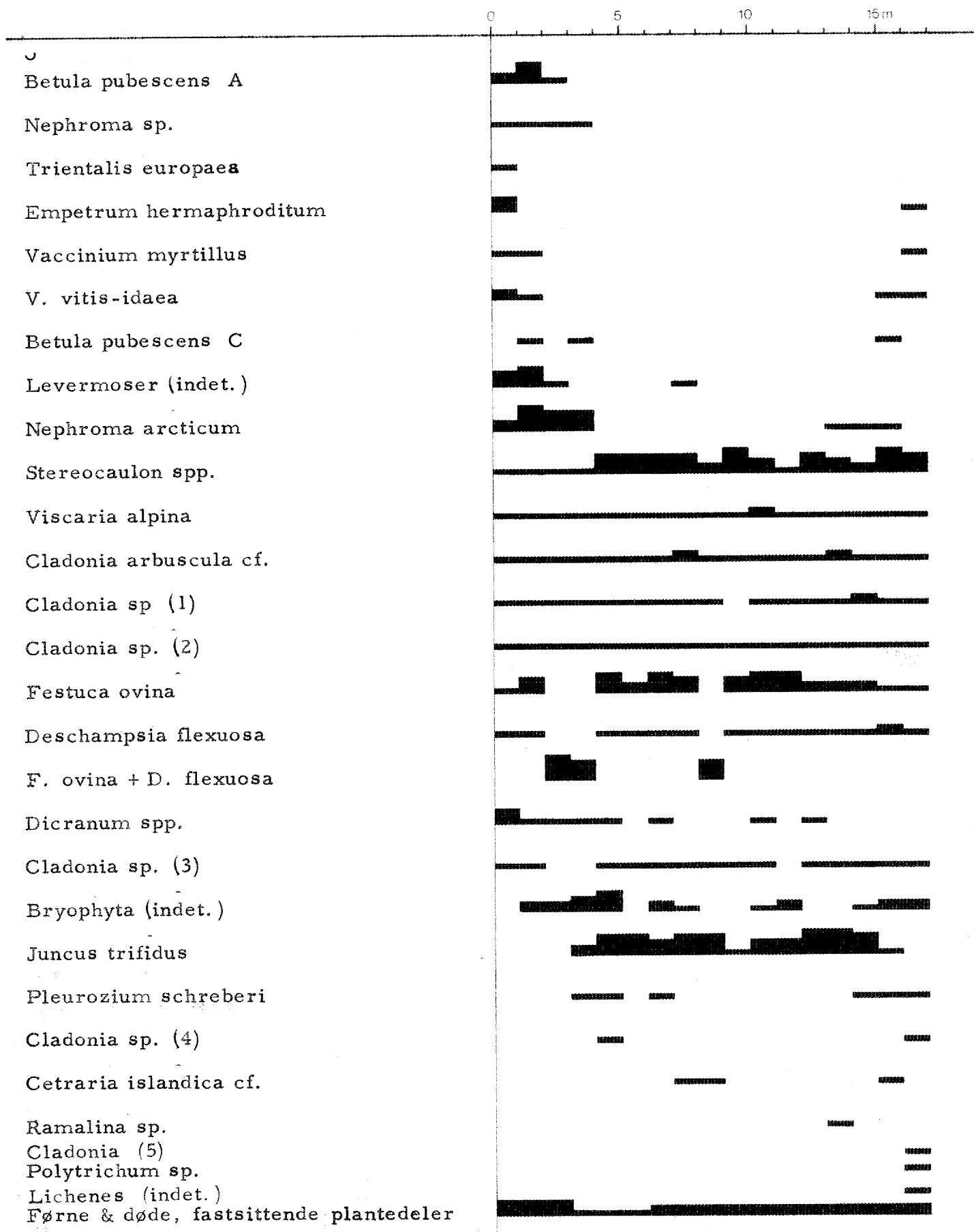
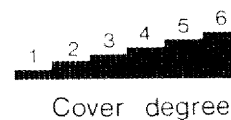
Forklaringer:

Profilens eksposisjon : 20° Ø/N

Antall ruter : 11 a 1 m²

Dato, lokalitet, kartref. og h. o. h. som for fig. 3, 4, 6.

Fig. 6 Transect IV. Felt B.
"Large anomaly"



Forklaringer: ppm Cu i jordprøver

Profilens eksposisjon : 30° V/N

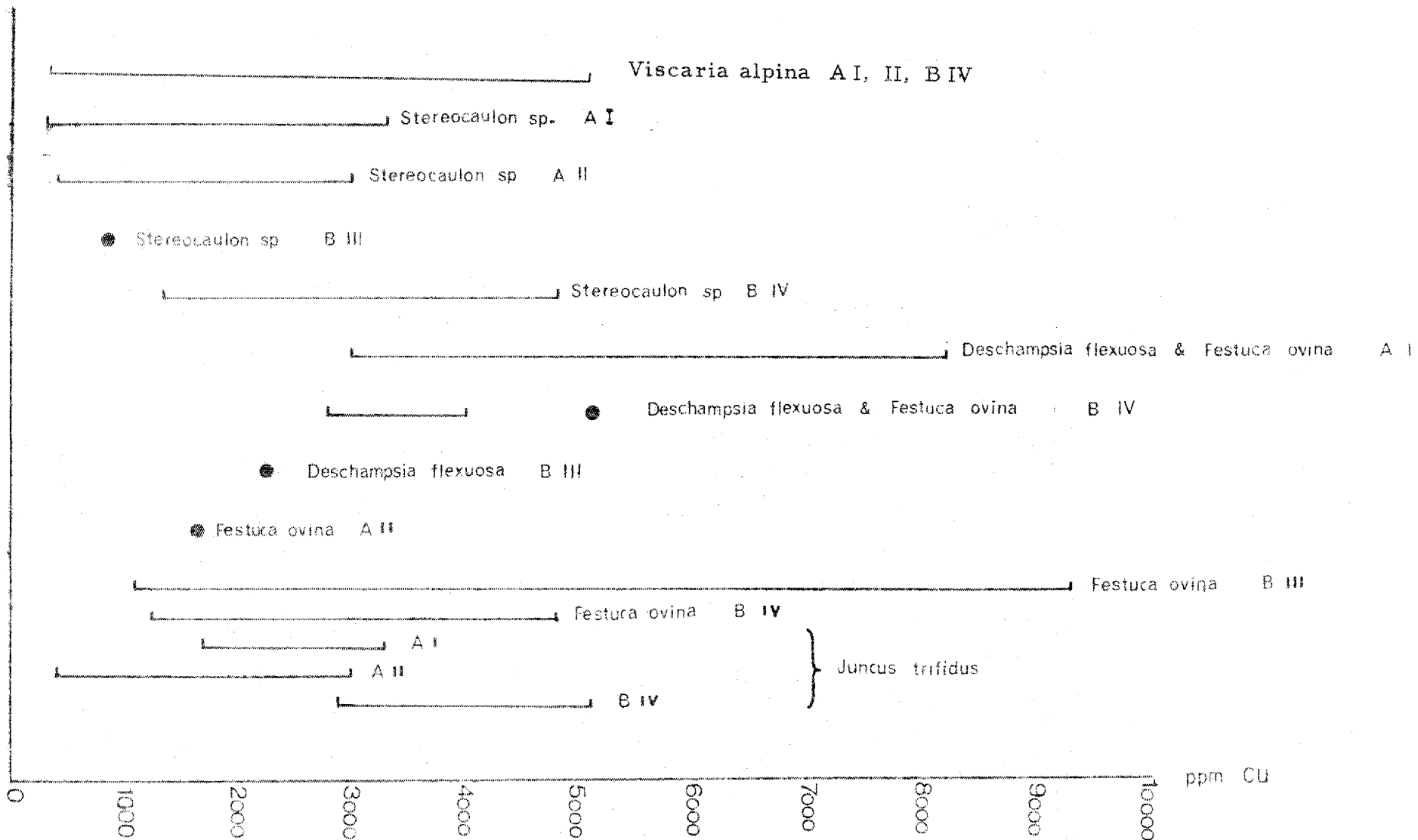
Profilens hellingsgrad : Ca. 5°

Antall ruter : 17 a 1 m²

Dato, lokalitet, kartref. og h. o. h. som for fig. 3, 4, 5.

1300
2900
4300
4300
2900
3600
3400
4800
5100
4800
3100
3600
3500
4000
2800
1280
300

Tabell 3. "Koppertoleranse" for noen utvalgte arter. Kopperinnhold (ppm Cu) i jord i relasjon til artenes relative arealdekning (gjennomsnittlig dekningsgrad 3 - 5). Forgiftningsfeltene A og B (jfr. fig. 2 - 6 og tabell 4). Viscaria alpina D 1 - 2.



Rabbesiv (*Juncus trifidus* L.) og fjelltjæreblom (*Viscaria alpina* (L.) G. Don.

Vegetasjonen på de to undersøkte forgiftningsfeltene har meget stor floristisk likhet med våre fjelltrakters rabbesivheier (*Juncetum trifidi scandinavicum* Nordh.). Her fremstår bl. a. *Juncus trifidus*, *Festuca ovina*, *Cladonia sylvatica* coll. og *Stereocaulon paschale* som kvantitativt meget viktige arter. En rekke andre lav og moser er utvilsomt felles. Det største skillet ligger imidlertid i forekomsten av lyngveksten som på forgiftningsfeltene bare forekommer meget spredt og sparsomt. Kvalitativt er skillet lite. Videre skiller rabbesivheiene seg ut ved høgfrekvent forekomst av *Carex bigelowii*, og *Hieracium alpinum* samt noen få urter og andre halvgras. Ved en eventuell inngående floristisk analyse, ville utvilsomt *Juncus trifidus*-bestandene på de to forgiftningsfeltene kunne klassifiseres sosiologisk sammen med rabbesivheiene. Likheten er også stor med alpine sauesvingelheier (*Festucetum ovinae alpicolum* Nordh.). Det mest interessante forhold er imidlertid at *Viscaria alpina* forekommer med samme dekningsgrad på forgiftningsfeltene som i rabbesivheier fra Sikilsdalen, Sylene og Hardangervidda - likeså i alpine sauesvingelheier (sekundære og naturlige) fra Sikilsdalen (cf. Nordhagen 1943). Arten forekommer dessuten i skinntrytteheier i fjellet, alpine smyle-snøleier, subalpin engkvein-eng, klippesamfunn i fjellet, bergstarrheier, elveøyrrer osv.

Av dette skulle det gå fram at vegetasjonen på de undersøkte forgiftningsfeltene i grove trekk ikke skiller seg vesentlig fra sauesvingel- og rabbesivheiene i fjellet. Det er således av interesse å undersøke om satellitt- og flydata skiller Cu-forgiftning fra sauesvingel- og rabbesivheiene i fjellet. Det er nærliggende å anta at generelle økologiske trekk er felles for disse feltene og heiene i fjellet, nemlig manglende tresjikt, godt lysklima, tørt jordsmonn og manglende podsolprofil, snødekkets varighet og dermed vegetasjonsperiodens lengde og endelig konkurransen mellom artene. Selv om feltet ligger i den subalpine region, vil det på grunn av beliggenheten langt mot nord trolig ha lignende temperaturforhold som i den mellomalpine sone i høgfjellet i Sør-Norge. Videre skulle en på grunnlag av forekomsten av *Viscaria alpina* i de ovenfor nevnte vegetasjonstyper kunne anta at arten ikke utelukkende er bundet til et kopperholdig substrat.

Smyle (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin).

Denne grasarten forekommer i skog-, hei- og engsamfunn over hele landet. Låg & Bølviken (1974) fant 271 ppm Cu i tørrvekten av smyle. Fra Nøssmarka i Snertingdal er verdier på 3450 ppm Pb i rot funnet (Husum Borren 1975). Av disse og andre målinger kan en trekke den slutning at arten er meget tolerant overfor giftvirkningen av tungmetall. Hvis en antar at høgt tungmetallinnhold i jordsmonnet hemmer treveksten, vil dette begunstige en art som smyle p. g. a. langt bedre lysforhold ved manglende tresjikt. En hogstflate i skog f. eks. vil snart føre til oppblomstring av smyle. Sett på denne bakgrunn er det rimelig å anta at høgt tungmetallinnhold i jordsmonnet, bedre lysforhold og mindre konkurranse fra andre arter som ikke tåler giftvirkningen, begunstiger smyle på bekostning av mindre tolerante arter. Forekomsten av smyle på forgiftningsfeltene må også sees i sammenheng med normalvegetasjonen i området. Arten opptrer konstant (dvs. forekommer i 80 - 100 % av analyseresultatene) i Empetro-Betuletum som er dominerende vegetasjonstype i undersøkelsesområdet. Ut fra en vurdering av de generelle vegetasjonstrekk som er kjent fra vegetasjonen på TM-anrikt jord i Norge, synes smyle å være betydelig mer tolerante enn lyngvekster og de fleste urter. Imidlertid kan smyle bare antas å indikere TM-forgiftning når den opptrer på steder med synlige tegn på TM-anrikning i jordsmonn og vegetasjon (steiner i overflata, unormal, døende eller manglende vegetasjon, manglende bleikjordlag i podsolområder, manglende tresjikt i normale skogsområder). På blyforgiftede felt i Sør-Norge forekommer smyle i relativt tett granskog (Bølviken & Låg 1969, Låg & Bølviken 1974). Det samme resonnement kan også anvendes her.

Sauesvingel (*Festuca ovina* L.)

Sauesvingelen tilhører ett av de mest tørketålende grassamfunn i fjellet. Den er vanligst i kontinentale fjelltrakter på tidlig snøbar mark. Mot kysten avtar de alpine sauesvingelheiene gradvis for til slutt å forsvinne. Vegetasjonsperioden er lenger enn for rabbesivheiene, men denne forskjell utjevnes i mindre kontinentale strøk.

Ifølge Nordhagen (1943) har sauesvingelheier i den supalpine region oppstått sekundært ved degradasjon av bl. a. bjørkeskoger. Det høye kopperinnholdet i jordsmonnet fortrenger bjørka og skaper dermed en økologisk nisje for den sterkt lyskrevende sauesvingelen. Mangel på tresjikt kan vi si er en degradasjon av bjørkeskogen som en følge av det høye tungmetallinnholdet i jordsmonnet.

I en normalvegetasjon vokser sauesvingelen på sterkt sandholdig humus. Dette stemmer også helt overens med forholdene på de undersøkte forgiftningsfeltene. I den omkringliggende normalvegetasjonen forekommer sauesvingel konstant i hovedtypen av Empetro-Betuletum. Den finnes ellers i en rekke plantesamfunn med og uten tre- eller busksjikt fra lavlandet til høyfjellet.

Som konklusjon kan en da si at de høyere plantene (urter, gras, halvgras) på de undersøkte forgiftningsfeltene ikke uten videre indikerer en forgiftning. Men konstellasjonen av de forekommende arter med bestandsmosaikk av Festuca ovina og Juncus trifidus på treløse partier med omkringliggende tett bjørkeskog, peker i retning av ekstreme økologiske forhold. Bunnkryptogamene vil utvilsomt vise seg å ha stor diagnostisk verdi.

Med tanke på målinger av vegetasjonens refleksjon, vil bunnkryptogamer i et tett grasdekke sannsynligvis ha liten eller ingen betydning for refleksjonsverdiene.

4. KVARTÆRGEOLOGISK BESKRIVELSE

4.1 Innledning.

De kvartærgeologiske forhold er kartlagt på forgiftningsfeltene og omkringliggende områder. På innsamlede prøver er det gjort sikteanalyse, petrografisk undersøkelse av fraksjonen 4 - 8 mm og geokjemisk analyse av materiale mindre enn 0.074 mm.

På forgiftningsfeltene er det tatt jordprøver i overflaten langs tverrgående profiler. Hver prøve representerer en rute på 1 m², hvor det også er gjort vegetasjonsanalyse. På disse jordprøvene er det utført geokjemisk analyse.

På de to forgiftningsfeltene ble åtte jordprofiler undersøkt. I tillegg er det gravd ni jordprofiler på og omkring andre forgiftningsfelter (se tabell 4).

4.2 Beskrivelse til det kvartærgeologiske kartet (fig. 7).

Isbevegelsen i området synes å ha vært mot nordvest, men skurings-observasjonene er usikre.

Et sammenhengende dekke av morenemateriale dominerer innen det kartlagte området. Fjellgrunnens småformer er skjult, og overflaten som oftest jevn og ensformig. Det er vanskelig å bedømme morenematerialets mektighet, men det antas som oftest å være større enn 1 m (Låg & Bølviken 1974). Mektigheten synes å være størst i de sentrale deler av det kartlagte området, og avta mot de omkringliggende terrengdepresjonene, dvs. mot Noaiddejokka og myrene.

Dette har sammenheng med smeltevannsdrenering og avspyling av morenemateriale langs disse depresjonene under isavsmeltingen. Dette er særlig tydelig langs vestsida av Noaiddejokkas nåværende løp. Her dominerer et usammenhengende dekke av morenemateriale til høyt opp i lia. Fjellgrunnens strukturer trer tydelig fram som benker nedover skråningen. Helt syd i det kartlagte området er et felt hvor grov blokk ligger spredt utover renspylt fjell.

Videre sees nedskjæringer og løp etter breelver på begge sider av elva. Enkelte mindre terrasser finnes nederst i skråningen på elvas vestside.

Karakteristiske rygg- og haugformer er avmerket på kartet. Disse er lokalisert i området med sammenhengende dekke av morenemateriale. Særlig markert er tre rygger noe syd for sentrum av kartleggingsområdet. Det kan enkeltvis følges sammenhengende i flere hundre meters lengde. Høyden er vanligvis ca. 2 m, men enkelte deler er opptil 3 - 5 m høyde. Det er morenemateriale i overflaten av ryggene, og dypere snitt er ikke undersøkt. Ryggen i syd er kuttet av smeltevannsdreneringen langs Noaiddejokka. Rygg- og haugformene antas å være akkumulasjoner dannet under siste fase av isavsmeltingen i området.

En del frostfenomener er observert i depresjonene rundt kartleggingsområdet. Det dreier seg om palsmyren i vest, og svakt utviklet strukturmark langs vestsiden av Noaiddejokka.

Bergartene i området er til dels sterkt forvitret (Låg & Bølviken 1974). Forvittringsdypet er flere steder 2 - 3 m. I blotninger er forvitringen ledsaget av kraftig rustfarge. Det utelukkes ikke at forvittringsprodukter fra før siste istid er bevart fra senere iserosjon i dette området. Det betydelige forvittringsdypet kan imidlertid også forklares ved det høye innholdet av magnetkis i en overliggende svartskifer.

4.3 Beskrivelse av løsmassene.

Det henvises til tabell 4.

Morenematerialets korngradering er meget homogen i området. Sandig morenemateriale med gjennomsnittlig midlere kornstørrelse ca. 0.3 mm dominerer. Finsilt-/leirinnholdet er oftest ubetydelig. Den petrografiske sammensetningen av morenematerialet domineres av stedets gneisbergarter (50 - 75%). Kornformen er kantet. Frikorn av kvarts og feltspat er den nest største gruppen. Morenematerialet får grusig sammensetning ved høyt innhold av forvittringsmateriale.

Forvittringsmaterialet inneholder mer enn 90% av stedets bergarter. Grusfraksjonen domineres i dette materialet.

I enkelte av profilene er det prøvetatt lag av vannbehandlet materiale. Dette er bedre sortert, men den petrografiske sammensetningen er ikke vesentlig forskjellig fra morenematerialet.

4.4 Beskrivelse av utvalgte jordprofiler.

Det henvises til fig. 13 - 18 og 10 - 12, fig. 2 og tabell 4.

Jordprofilene som er undersøkt innen normalområdene viser alle et typisk podsolprofil med humuslag, bleikjordslag og utfellingslag. Innholdet av kopper varierer mellom 46 - 380 ppm, gjennomsnittlig 120 ppm (fig. 13 og 14). Det synes ikke å være anrikning i noen horisont.

Bleikjordslag og utfellingslag er ikke observert i jordsprofilene på forgiftningsfeltene (fig. 14 - 16, 18 og 10 - 12). Humuslaget er meget tynt, enkelte steder er det helt borte. Noen centimetertykke lag med en karakteristisk sjokoladebrun til sort farge er vanlig forekommende i forgiftningsprofilene til ca. 30 cm dybde. Mangan-gehalten er særlig høy i disse lagene, men også kopper viser høyere verdier enn ellers i jordprofilen. Glødetapet er også høyt i disse brune lagene, noe som kan tyde på betydelig humusinnhold. Kopperinnholdet dypere enn 1 - 10 cm varierer mellom 5000 og 1000 ppm i profilene på forgiftningsfeltene, gjennomsnittlig 2000 - 3000 ppm.

4.5 Tverrprofilen innen forgiftningsfeltene A og B.

Det henvises til fig. 19 - 21, fig 8 - 9 og kap. 3.5.

Som det framgår av tverrprofilene er det et økende kopperinnhold mot sentrum av forgiftningsfeltene, opptil 0,9%. Generelt er kopperinnholdet og glødetapet høyere i jordprøvene (0 - 0,1 m) enn i prøver tatt dypere. Dette kan forklares ved at kopper bindes til organisk materiale, som er høyest i jordprøvene og avtar mot dypet (Låg & Bølviken 1974).

4.6 Dreneringsforhold.

Det synes å være en nøye sammenheng mellom grunnvannsstrømmene og forgiftningsfeltene. Grunnvann som sirkulerer i forvitrede og kopper-mineraliserte soner i berggrunnen får et høyt tungmetallinnhold. Vegetasjon som nyttiggjør seg dette grunnvannet vil gradvis få forgiftnings-symptomer og til slutt dø.

Løsmassedekket mektighet avgjør om grunnvannsstrømmene når opp til plantenes rotsystemer. Forgiftningsfeltene finnes fortrinnsvis i områder hvor løsmassemektigheten er mindre enn 1 m. Flere felter (f. eks. felt A og B) starter i overgangen mellom tykt og tynt dekke av morenemateriale. Kraftige grunnvannsstrømmer er påtruffet i flere av jordprofilene (J-6, J-12, J-15).

I skråningen mot Noaiddejokka er det kildeutslag i foten av fjellhyllene.

4.7 Oppsummering om forholdet mellom kvartærgeologien og forgifningsfeltene.

Den petrografiske sammensetning og korngraderingen av løsmassene på og utenom forgifningsfeltene er svært like, og kan derfor ikke forklare tungmetallforgiftningene av vegetasjonen. Den antas å ha sammenheng med plantenes opptak av tungmetallholdig grunnvann fra mineralisert berggrunn. I områder med stor løsmassemekthet (mer enn ca. 1 m) vil dette grunnvannet gå for dypt til å nyttiggjøres av plantene. Løsmasse-dekkets mektighet er derfor særlig avgjørende for hvor tungmetallholdig grunnvann vil gi forgiftning av vegetasjonen.

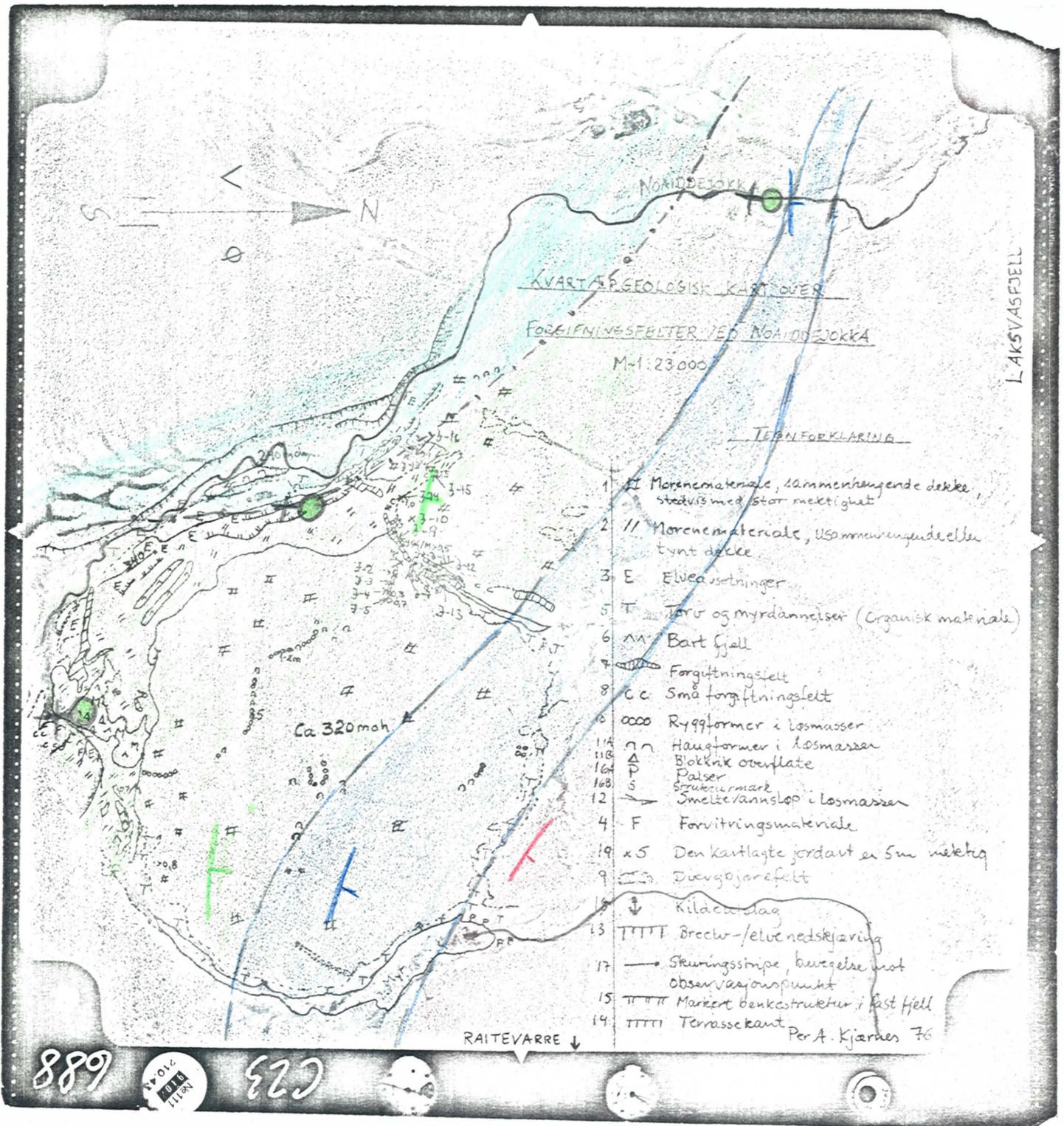


Fig. 7. Kvartærgeologisk kart over forgiftningsfelter ved Raitevarre. M ~ 1:23 000. Tegnet på flyfoto. Gjengitt med tillatelse fra Fjellanger Widerøe A/S.

- Amphibolitt-gneis
- Svart-skifer
- Biotitt-gneis med kopper
- " — uten kopper
- + Blotning av kopperførende dioritt-gneis

Berggrunn etter B. Røssholt 1977

FORGIFTNINGSFELT A (se fig. 2, 7).

Raitevarre, Karasjok, Finnmark.

Profiler fig. 8 - 12.

Fig. 8 - 9. Kopperinnhold (ppm Cu) i jordprøver.

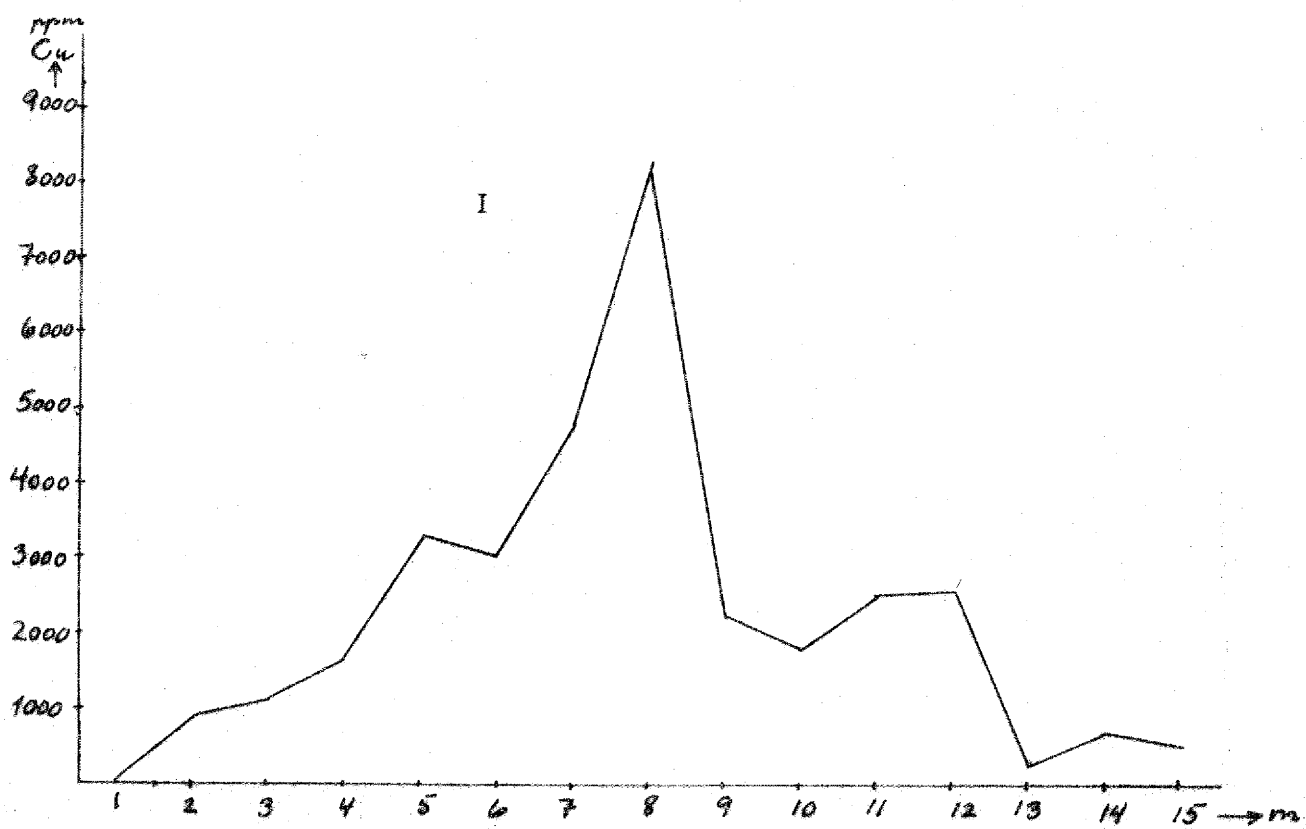


Fig. 8. Tverrprofil (transect) I, analyseruteserie 1 - 15.

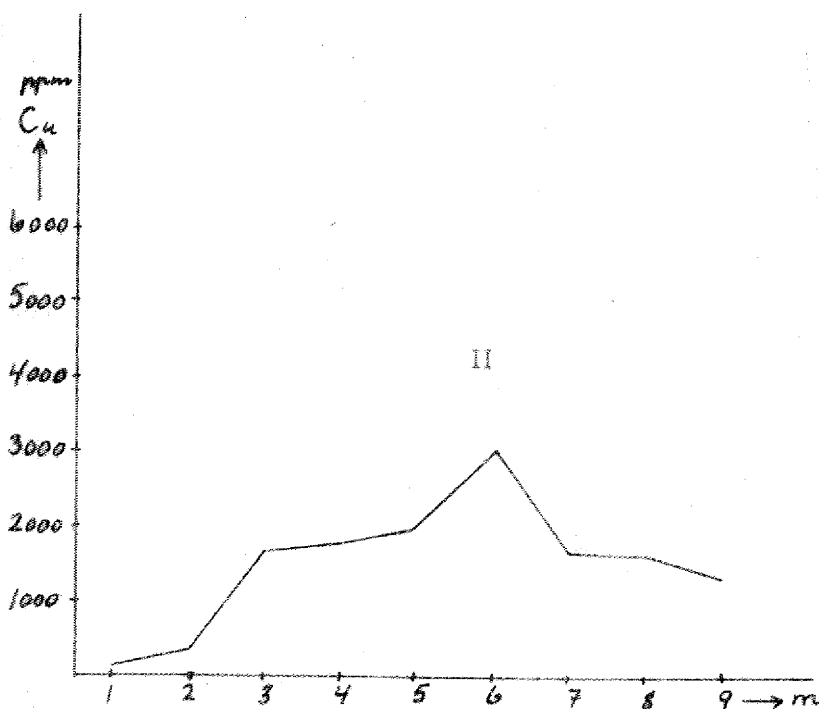


Fig. 9. Tverrprofil (transect) II, analyseruteserie 1 - 9.

Fig. 10 - 12. Kopperinnhold (ppm Cu) i jordprofilene 6 - 8 (J 6 - 8).

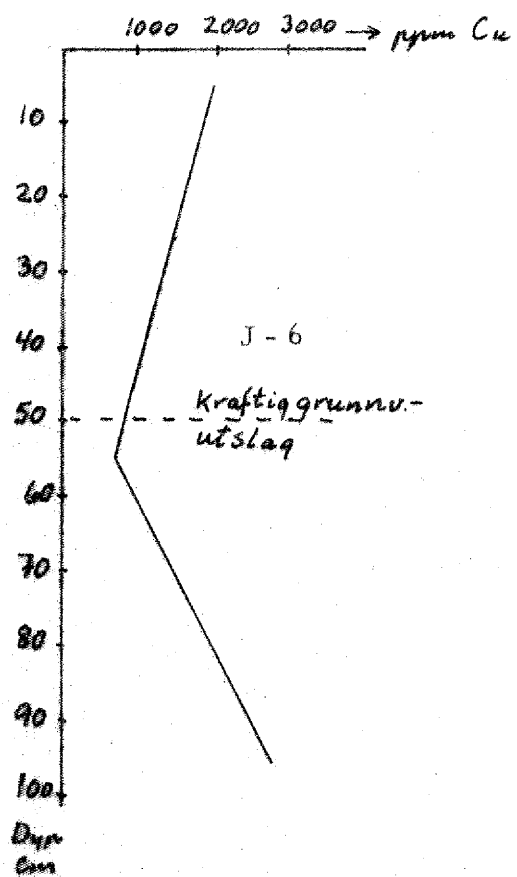


Fig. 10. J-6.

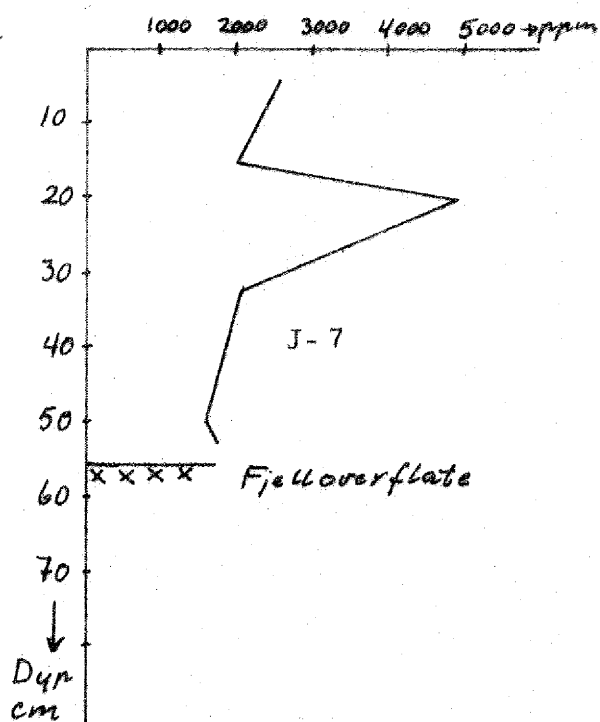


Fig. 11. J-7.

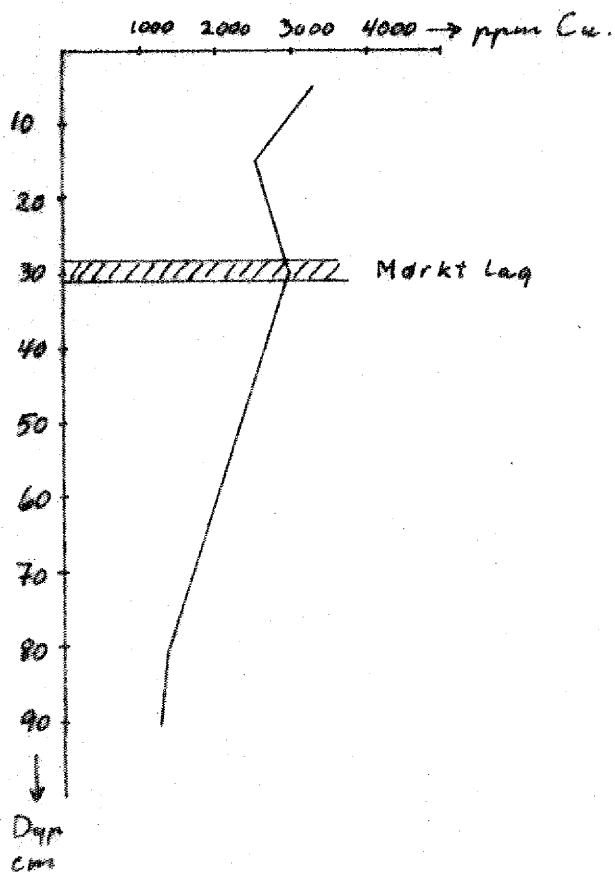


Fig. 12. J-8.

FORGIFTNINGSFELT B (se fig. 2, 7).

Raitevarre, Karasjok, Finnmark.

Profiler fig. 13 - 14, 16 - 20.

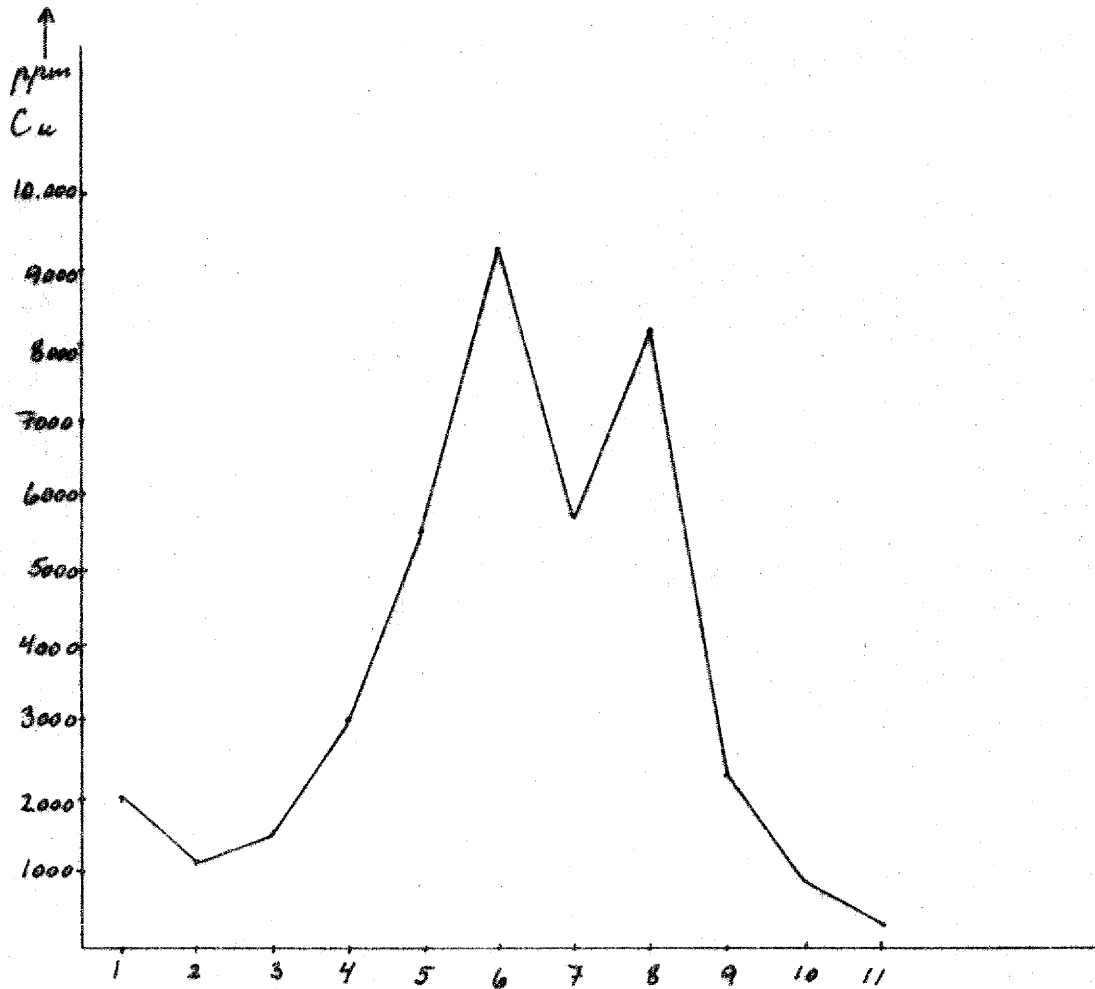
Fig. 13 - 14. Kopperinnhold (ppm Cu) i jordprøver.

Fig. 13. Tverrprofil (transect) III, analyseruteserie 1 - 11.

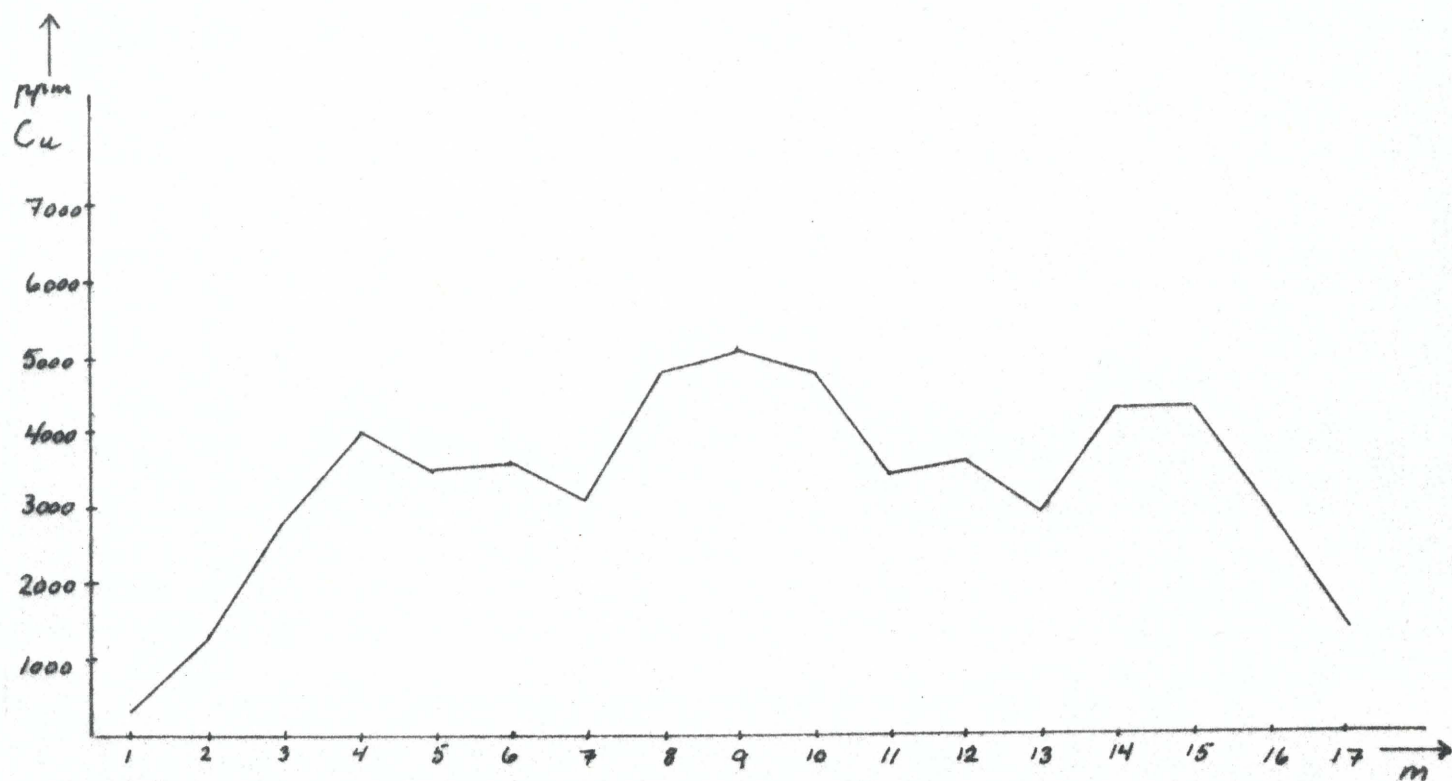


Fig. 14. Tverrprofil (transect) IV, analyseruteserie 1 - 17.



Fig. 15. Anomalien er 9 - 10 m bred og 90 - 95 m lang.
Foto P. A. Kjærnes, 1976.

Fig. 16-20. Kopperinnhold (ppm Cu)
i jordprofilene 1-5 (J 1-5).

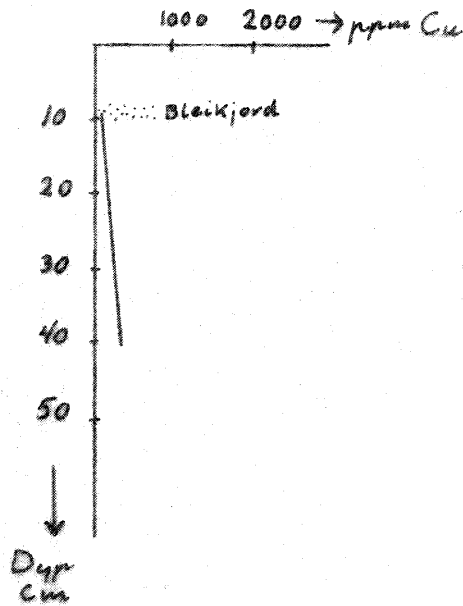


Fig. 16. J - 1.

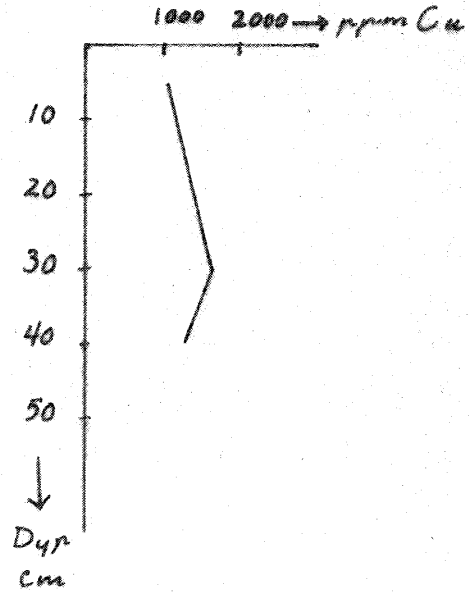


Fig. 17. J - 2.

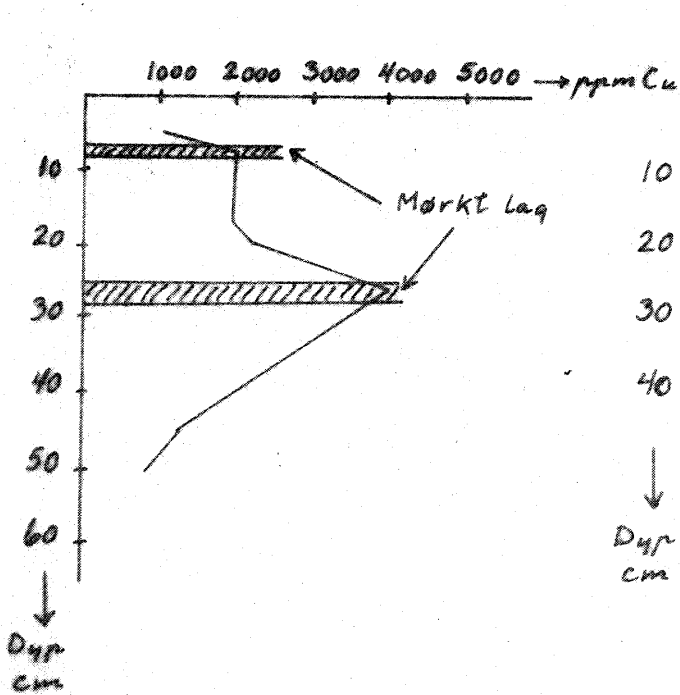


Fig. 18. J - 3.

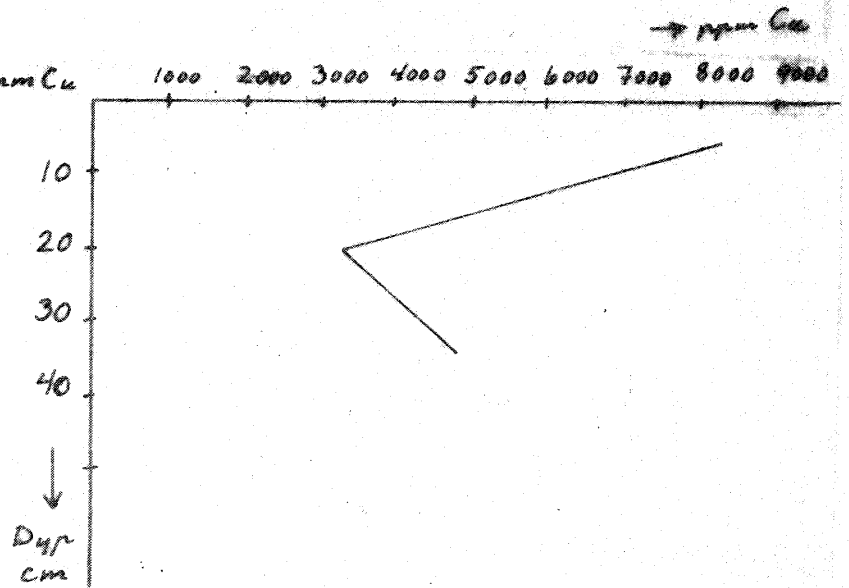


Fig. 19. J - 4.

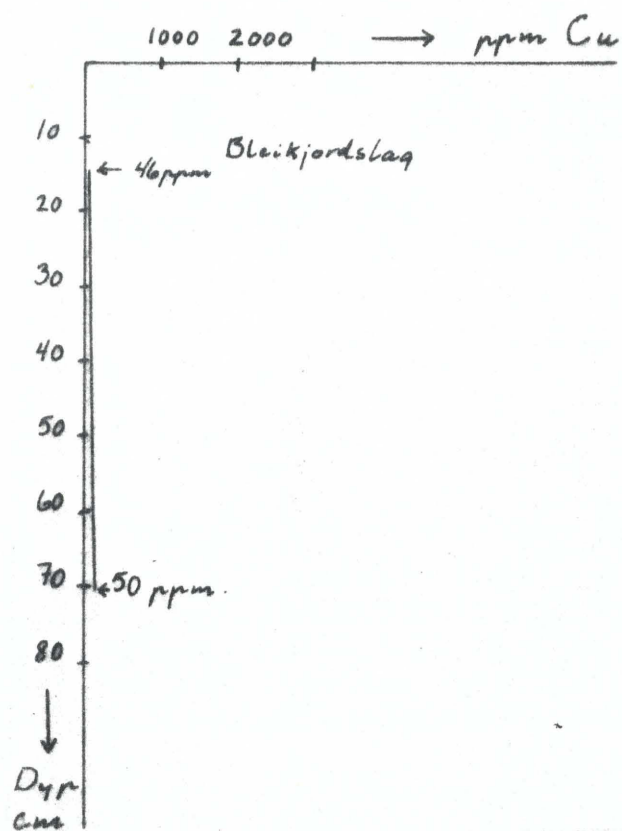


Fig. 20. J - 5.



Fig. 21. J - 3. Bleikjordlag og utfellingslag mangler.
Foto P. A. Kjærnes, 1976.

5. LITTERATUR

- Bølviken, B. & Låg, J. 1976. Naturlig tungmetallforgiftning av jordsmonn. Naturen 1 : 12 - 16.
- Bølviken, B. & Låg, J. (in prep.). Natural heavy metal poisoning of soils and vegetation, an exploration tool in glaciated terrain.
- Bølviken, B., Honey, F., Levine, S.R., Lyon, R.J.P. & Prelat, A. (in press). Detection of naturally heavy-metal poisoned areas by LANDSAT-1 digital data.
- Dahl, E. 1950. Forelesninger over norsk plantegeografi. Universitetsforlaget. Oslo/Ås/Bergen. 114 s. (stensilert).
- Dahl, E. 1957. Rondane. Mountain vegetation in south Norway and its relation to the environment. Skr. norske Vidensk.-Akad. Mat.-naturv. Kl. 1956 (3), 1 - 374.
- Hesjedal, O. 1973. Vegetasjonskartlegging. Ås - NLH. 118 s. (stensiltrykk).
- Husum, Borren, K. 1975. Atomabsorpsjonsanalyse og elektronmikroskopisk lokalisering av bly i planter fra et naturlig blyforurenset område i Nøssmarka, Snertingdal. Thesis, cand. real. Universitetet i Trondheim, 85 s. (upublisert).
- Låg, J. & Bølviken, B. 1974. Some naturally heavy-metal poisoned areas of interest in prospecting, soil chemistry, and geomedicine. Norges geol. Unders. 304 : 73 - 96.
- Låg, J. et al (1969). An occurrence of naturally lead-poisoned soil at Kastad near Gjøvik, Norway. Norges geol. Unders. 266 : 141 - 159.
- NGU. Årsmelding 1975. Universitetsforlaget Trondheim - Oslo - Bergen - Tromsø. 70 s. Trondheim 1976.
- Nordhagen, R. 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. Bergens Mus. Skr. 22, 1 - 607.
- Skålvoll, H. 1972. Geologisk kart over Norge, berggrunnskart KARASJOK 1:250 000. Norges geol. Unders.
- Wennervirta, H. 1969. Karasjokområdets geologi. Norges geol. Unders. 258, 131 - 184.

Profil nr.	Prove nr.	Dyp (m)	Jordart	SIKTEANALYSE:				PETROGRAFISK ANALYSE:			GEOKJEMISK ANALYSE:														KOMMENTAR:
				Vektprosent av matr. mindre enn 19,0 mm				Sammensetning (%) av matr. fra 4-5 mm			Cu ppm	Ni ppm	Zn ppm	Pb ppm	Co ppm	Ag ppm	V ppm	Ca ppm	Fe %	Mn ppm	Cl.t. %	PH			
				Gruus 19,0-2 mm	Sand 0,063-0,002 mm	Silt 0,002-0,002 mm	Leir < 0,002 mm	Gneis	Kvart/feltop.	Div. merke b.a.															
3-1	1	0,1	Jordproce	30	52	17	1	75	15	1	10	5	12	6	7	0,3	55	0,3	1,42	67	1,34	4,35	7-1 rødsejprøstet grunn		
3-2	2	0,1	Sandig mar	12	56	32		72	28		10	14	24	7	10	0,1	35	0,2	2,72	167	3,72	5,40	7-2 inner B-felt		
3-3	3	0,07	Sandig mar	10	67	23	1	76	15	11	10	25	21	8	14	0,1	45	0,4	2,91	164	3,67	5,28	7-3 inner B-felt		
3-4	4	0,16	Sandig mar	14	65	18		56	24	20	10	37	21	11	15	0,1	48	0,2	1,52	285	1,40	5,70	7-4 inner B-felt		
3-5	16	0,15	Sandig mar	34	51	15		75	8	17	10	26	17	6	15	0,1	35	0,3	1,86	175	4,41	5,16	7-5 Podsolprofil		
3-6	17	0,1	Sandig mar	33	50	15		75	25		10	22	16	7	13	0,1	38	0,4	2,15	151	5,25	5,51	7-6 inner A-felt		
3-7	21	1,0	Sandig mar	16	58	22	4	84	7	3	10	26	20	9	15	0,2	68	0,6	3,09	180	2,30	5,12	7-7 inner A-felt		
3-8	25	0,5	Maccauli	30	66	4		81	11	8	10	24	20	9	13	0,1	48	0,2	2,67	144	4,76	5,77	7-8 inner A-felt		
3-9	30	0,3	Sandig mar	11	72	18		77	5	6	10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-9 inner A-felt		
3-10	40	0,3	Sandig mar	22	57	20		87	10	12	10	33	25	8	15	0,2	52	0,5	1,83	224	3,25	5,77	7-10 inner A-felt		
3-11	44	0,3	Sandig mar	10	59	25	3	83	7	10	10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-11 inner A-felt		
3-12	44	0,03	Sandig mar	30	54	18	2	150			10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-12 inner A-felt		
3-13	44	0,03	Sandig mar	30	54	18	2	150			10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-13 inner A-felt		
3-14	51	0,1	Sandig mar	24	49	6		82	8	10	10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-14 inner A-felt		
3-15	53	0,1	Sandig mar	24	49	6		82	8	10	10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-15 inner A-felt		
3-16	53	0,1	Sandig mar	24	49	6		82	8	10	10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-16 inner A-felt		
3-17	60	0,1	Sandig mar	31	47	21		86	22	22	10	24	20	9	15	0,1	48	0,2	2,54	175	2,49	5,47	7-17 inner A-felt		
Temp. (C/F)																									
A-I	65																								
A-II	77																								
B-III	88																								
B-IV	100																								
	104																								
	105																								
	106																								
	107																								
	108																								
	109																								
	110																								
	111																								
	112																								
	113																								
	114																								
	115																								
	116																								

ANALYSELABORATORIET FOR JORDPROVER
 KONTAKT: 1900 TEL. 22 22 22
 AVDELINGEN FOR JORDPROVER
 1900 TEL. 22 22 22