

NGU Rapport 1790 C
NORDKALOTTPROSJEKTET
Geokjemi i Nordkalottprosjektet.
Forprosjektet 1980-81
Del 1



Rapport nr.	1790 C	Apen/Postboks
Tittel: NORDKALOTTPROSJEKTET Geokjemi i Nordkalottprosjektet. Forprosjektet 1980-81. Del 1.		
Oppdragsgiver: NGU, Nordisk Ministerråd	Forfatter: J. Bergström, A. Björklund, B. Bølviken, P. Lehmuspelto, J. Magnusson, R. T. Ottesen, A. Steinfeldt og H. Tanskanen	
Forekomstens navn og koordinater:	Kommune:	
Fylke: Troms, Finnmark (Norge) Lapin lääni (Finland) Norrbottens län (Sverige)	Kartbladnr. og -navn (1:50000):	
Utført: Feltarbeid: juli-august 1980 Analysering: okt.-80 - jan.-81 Rapportering: februar 1981	Sidetall: 66	Tekstbilag:
Kartbilag:		
Prosjektnummer og -navn: 1790 Geokjemi på Nordkalotten		
Prosjektleder: B. Bølviken		
Sammendrag: I forbindelse med Nordkalottprosjektet er det utført en begrenset geokjemisk prøvetaking i et 15 000 km² område omkring Treriks-røysa. Med en prøvetetthet på 1 prøve pr. 30 km² er det fra hver prøvestasjon samlet inn 6 forskjellige prøvetyper: bekkesedimenter, bekkemose, bekketorv, bekkevann, humus og morene. Denne lavtetthets geokjemiske prøvetakingen har avdekket regionale geokjemiske mønstre og lokale anomalier. Det anbefales derfor at hele Nordkalotten prøvetas med samme tetthet.		
Nøkkelord	Nordkalotten	
	Regional geokjemi	

NORDKALOTTPROJEKTET, GEOKEMI
Förprojektet 1980-1981
Del 1

J Bergström, SGU
A Björklund, GF
B Bölviken, NGU
P Lehmuspelto, GF
J Magnusson, SGU
R Ottesen, NGU
A Steenfelt, GGU
H Tanskanen, GF

Geologiska Forskningsanstalten (GF)
Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)
Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)
Grönlands Geologiske Undersøgelse (GGU)

FÖRORD

Denna rapport består av två delar:

-Del 1 Text

-Del 2 Tabeller och figurer

Del 2 innehåller kartor i skala 1:1.000.000. Kartor i skala 1:250.000 finns arkiverade vid:

GF, Otaniemi (A Björklund)

GGU, Köbenhavn (A Steenfelt)

NGU, Trondheim (B Bölviken)

SGU, Luleå (J Bergström)

SGU, Uppsala (G Kautsky)

Luleå den 9 april 1981

J Bergström

J Magnusson

A Björklund

R Ottesen

B Bölviken

A Steenfelt

P Lehmuspelto

H Tanskanen

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	3
2	BESKRIVNING AV OMRÅDET.....	6
2.1	Topografi.....	6
2.1.1	Sverige.....	6
2.1.2	Norge.....	6
2.1.3	Finland.....	7
2.2	Kvartärgeologi.....	8
2.2.1	Sverige.....	8
2.2.2	Norge.....	9
2.2.3	Finland.....	9
2.3	Berggrundsgeologi.....	11
2.3.1	Sverige.....	11
2.3.2	Norge.....	12
2.3.3	Finland.....	14
3	Geofysik.....	15
3.1	Aerogeofysik.....	15
3.2	Gravimetri.....	15
4	METODER.....	17
4.1	Fältmetoder.....	17
4.1.1	Morene.....	17
4.1.2	Bekkesedimenter.....	18
4.1.3	Bäckvatten.....	18
4.1.4	Bäckmossa.....	18
4.1.5	Bäcktorv.....	19
4.1.6	Humus.....	19
4.2	Laboratoriemetoder.....	19
4.2.1	Morän.....	19
4.2.2	Bäcksediment.....	20
4.2.3	Bäckvatten.....	20
4.2.4	Bäckmossa och bäcktorv.....	20
4.2.5	Guldanalyser.....	21
4.2.6	Urananalyser.....	21
4.3	Felanalys.....	22
5	DATABEHANDLING.....	24
5.1	Dataregister.....	24
5.2	Statistisk behandling av data.....	25
5.2.1	Genomsnitt, standardavvikelse, variationskoefficient.....	25
5.2.2	Regression.....	25
5.3	Framställning av geokemiska kartor.....	26
5.3.1	Rådatakartor.....	26
5.3.1.1	Kartor över filtrerat data.....	26
6	RESULTAT.....	28
6.1	Morän.....	28
6.1.1	Regionala mönster.....	28
6.1.2	Moränanomalier (fig 5-68, bilaga 2-11 till 2-82).....	29
6.2	Bäckvatten.....	32
6.2.1	Regionala mönster.....	32

6.2.2	Bäckvattenanomalier (fig 5-70, bilag 4-3 till 4-82).....	33
6.3	Bäcksediment.....	34
6.3.1	Regionala mönster.....	34
6.3.2	Bäcksedimentanomalier (fig 5-69, bilag 3-24 till 3-82).....	35
6.4	Bäcktorv.....	38
6.4.1	Regionala mönster.....	38
6.4.2	Bäcktorvanomalier (fig 5-72, bilaga 6-12 till 6-82).....	39
6.5	Bäckmossa.....	42
6.5.1	Regionala mönster.....	42
6.5.2	Bäckmosseanomalier (fig 5-71, bilaga 5-12 till 5-92).....	44
7	DISKUSSION.....	48
7.1	Tolkning av felanalysen.....	48
7.1.1	Morän.....	48
7.1.2	Bäcksediment.....	48
7.1.3	Bäckvatten.....	48
7.1.4	Bäckmossa.....	49
7.1.5	Bäcktorv.....	49
7.2	Tolkning av korrelations- och faktoranalys.....	49
7.2.1	Korrelationer och faktorer inom provtagningsmaterialen.....	49
7.2.2	Korrelationer och faktorer mellan provtagningsmaterialen.....	51
7.3	Korrelationer med stora geologiska strukturer.....	52
7.4	Anomalier av känt och okänt ursprung.....	53
7.4.1	Anomalier av känt ursprung.....	53
7.4.2	Anomalier av okänt ursprung.....	53
7.5	Korrelation av anomalimönstren mellan olika material....	54
8	SLUTSATSER.....	55
9	RESURSANVÄNDING I FÖRPROJEKTET.....	56
10	RESURSBEHÖV I 1981.....	57
11	REFERENSER.....	58
12	TABELLER.....	59
13	FIGURER.....	61
14	BILAGEFÖRTECKNING.....	65

1 INLEDNING

I "Nordisk råvare- og ressursutredning - en presisering av noen samarbeidsmuligheter" (NU A1977:14) foreslås det en del nordiske samarbeidsprosjekt innenfor fagfeltet geologisk forskning.

Etter behandling av forslagene i den nordiske embedsmannskomite' under Nordisk Ministerråd (6.10.1978), prioriterte representanter for forvaltningen i de nordiske land (16.3.1979) prosjektet:

"Definiering av malmförande formasjoner og strukturer på Nordkalotten ved hjelp av regionale geologiske, geofysiske, geokemiske og fotogeologiske undersøkelser".

(Nordkalotten defineres i denne sammenheng som Finland, Norge og Sverige nord for 66 N). Prosjektet ble etablert våren 1980 og ventes avsluttet i 1986. De geologiske undersøkelser i de tre land (Geologiska Forskningsanstalten (GF), Norges Geologiske undersøkelse (NGU) og Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)) utgjør prosjektets 3 like-verdige samarbeidspartner. Grönlands Geologiske Undersökelse (GGU) har status som observatör. Prosjektet er delt opp i 5 underprosjekter med hver sin prosjektgruppe bestående av representanter for de berörte institusjoner:

-Berggrunnsgeologi

-Dataregister

-Geokjemi

-Geofysikk

-Kvartärgeologi

Prosjektgruppen for geokjemi består av:

GF: Alf Björklund
P. Lehmuspelto
H. TANSKANEN

NGU: Björn Bölviken (formann)
Rolf Tore Ottesen

SGU: Jim Bergström
Jan Magnusson

GGU Agnete Steenfelt (observatör)

På møte i Uppsala den 18.03.1980 gjennomgikk prosjektgruppen for geokjemi de geokjemiske data som tidligere er samlet inn på Nordkalotten. Man kom til følgende resultat:

- 1) De data som eksisterer er meget uensartet idet de anvendte prøvetyper, prøvetakingsmetoder og analysemetoder er ulike i Finland, Norge og Sverige.
- 2) I alle tre land er de prøvetatte arealer små i forhold til Nordkalottens totale areal. (ca 100 000 km² i hvert land)

Sammenstilling av de tidligere data syntes derfor uhensiktsmessig, og prosjektgruppen ble enig om å foreslå en ny geokjemisk prøvetaking med lav prøvetetthet over hele Nordkalotten. For en slik prøvetaking eventuelt settes igang, bør det gjennomføres ett forprosjekt. Forprosjektet skal:

- Vurdere anvendbarheten av denne type storregionale geokjemiske data.
- Vurdere prøvetyper og prøvetetthet, samt felt laboratorie- og bearbeidningsmetoder.
- Skaffe noenlunde pålitlige kostnadsoverlag

Etter at prosjektgruppens forslag var drøftet ved de berørte institusjoner, ble forprosjektet etablert våren 1980, etter de retningslinjer prosjektgruppen hadde foreslått. Et ca 13000 km² stort areal ved 3-riksrøysen ble valgt som undersøkelseområde. Feltarbeidet i hvert land ble utført i juli 1980 etter et forutgående felles arbeidsmøte i Kilpisjärvi. De innsamlede prøver ble analysert ved GF, NGU og SGU etter nærmere avtalt plan i løpet av høsten/vintern 1980/81. Denne rapport er en kortfattet fremstilling av forprosjektets resultater.

I rapporten inngår:

- En kort beskrivelse av forprosjektets areal og dets tilgjengelige bakgrunnsdata, herunder berggrunnens lithologi, kjente mineralforekomster, aeromagnetiske og gravimetriske data.
- Beskrivelse av anvendte felt-, laboratorie- og bearbeidingsmetoder.
- Presentasjon og drøfting av oppnådde data.
- Økonomiske kalkyler og vurdering av finansieringsmuligheter.
- Rekomendasjoner for videre undersøkelser.

2 BESKRIVNING AV OMRÅDET

2.1 Topografi

Forprosjektets område (fig 2-1) er ca 13000 km² og faller innenfor kartbladene (Serie 1501) Nr 33, 34-12 Enontekiö og Nr 33, 34-9 Nordreisa. Forprosjektet har laget et eget kartunderlag 1:250000 basert på disse kart.

2.1.1 Sverige

Inom den svenska delen av förprojektområdet är nivåskillnaderna måttliga och varierar från ca 450 meter över havet i Kilpisjärviområdet upp till 1450 meter inom Pältsamassivet. Nivådifferenserna mellan provstationerna är mellan 450 och 900 meter där flertalet ligger mellan 600 och 700 meter.

Den brutna topografin som følger kaledonidernas bergarter mot norske gränsen flackar ut mot söder och öster i ett peneplan med av inlandsisen avrundade berg och dalgångar.

Dräneringen av förprojektområdet sker mot sydost via Laino och Könkämä-älvarnas dräneringssystem.

2.1.2 Norge

Det norske området består av den vestlige del av Finnmarksvidda mellom riksgrensen Norge-Finland og riksveiene 92-93, samt distriktet mellom Skibotn-Kåfjord og riksgrensen.

Den sydlige del av Finnmarksvidda er ett typisk flatt viddelandskap med små relative høydeforskjeller. Vanlig høyde over havet er 400-500. Mot nord blir landskapet over til en kuppert fjellvidde med høyder for det meste mellom 500 og 800 m. Ved kysten rager toppene opp i vel 1200-1500 m. Der hvor dalene, f.eks. Skibotn- og Reisadalen, skjærer seg gjennom viddenivået, gir de et landskap med store relative høydeforskjeller.

2.1.3 Finland

Undersökningsområdet begränsas i öster av Lätäsenodalens. Topografin väst om denna dal är den högsta i Finland och där uppmäts också de största nivåskillnaderna. Området hör i sin helhet till Muonio älvs dräneringsområde, med undantag av översta grenarna av vissa älvar som rinner ut till Norra Ishavet. Lätäseno- och Kōnkämäenodalarna bildar sin egen topografiska zon, vars höjd är mellan 400 och 600 m över havsytan. Lätäsenodalens är bred och ställvis försumpad, medan Kōnkämäenodalens är smalare med branta sidor.

Mellan älvdalarna och Suppivuomas låglänta ablationsmoränområde innesluts ett fjällområde vars högsta topp är Ropi, 945 m över havet. Fjällområdets relativa nivåskillnader ligger mellan 200 och 300 m. Suppivuomas ablationsmoränområde utgör den bredaste delen av en dal i öst-västlig riktning, vilken sträcker sig varken till den svenska eller den norska sidan. Undersökningsområde utgörs norr om Suppivuoma av ett fjällområde

Tierbmesjärvi-Rommaeno-och Porojärvi-Poroenodalarna delar område i spalter i öst-västlig riktning. Den högsta punkten i den sydligaste spalten är Tierbmesvarri, 1024 m över havet. De relativa nivåskillnaderna ligger mellan 300-400 m. Den mellersta spalten har relativa nivåskillnader på 400-500 m och den högsta punkten är Kahperusvaarat, 1144 m över havet. Den nordligaste spaltens högsta punkt, Halti, är samtidigt Finlands högsta fjäll, 1328 m över havet. Områdets relativa höjdskillnader ligger mellan 400 och 500 m.

2.2 Kvartärgeologi

2.2.1 Sverige

Inledningsvis kan konstateras att områdets kvartära geologi är mycket dåligt känd. Några heltäckande karteringsarbeten har inte utförts utan den befintliga kunskapen grundas på mer sporadiska undersökningar. Vissa slutsatser om framförallt isrörelserna kan dras från intilliggande bättre kända områden.

De lösa jordlagren och spåren efter isens smältvatten präglas av att isavsmältningen till stor del skett i medlut. Det har därför funnits goda förutsättningar för issjödämningar och helt följdriktigt upptar mäktiga issjösediment och finkorniga isälvsavlagringar stora arealer. De finkorniga sedimenten har också utsatts för en omfattande vindpåverkan och stora mängder sand och mo har spridits över ursprunglig moränterräng.

Moräntäckets tjocklek varierar sannolikt inom vida gränser men små mäktigheter torde dominera. På främst de högre bergen är moränen mestadels mycket tunn och kalt berg upptar relativt stora arealer. Moränens ytformer är mestadels mycket mjuka och följer i stort sett den underliggande berggrundsytan. Moränformer av dödiskaraktär förekommer knappast inom området och isen torde i stort sett ha varit aktiv under avsmältningsskedet.

Beträffande isrörelserna kan man rätt väl rekonstruera förhållandena under isavsmältningsskedet. Äldre isrörelser är däremot mycket dåligt kända. Den sista isrörelsen har inom större delen av området varit från söder mot norr, inom de östra delarna från svagt sydvästligt håll. Längst i norr, uppemot treriksröset och gränsen mot Finland tycks isrörelsen under ett sannolikt relativt sent skede ha svängt mot väster, dvs den sista isrörelsen var från sydost.

Äldre isrörelser är som nämnts mycket dåligt kända och deras betydelse för materialtransporten helt okänd. Ett omfattande äldre räffelsystem från nordväst är känt från trakten strax norr om Kiruna-Vittangi men några belägg för detta system längre norrut finns inte inom svenskt område.

Berggrundsskulpturen ger i många fall vägledning vid bedömningen av de dominerande isrörelserna. Bergen är mjukt avrundade men glacial påverkan i någon dominerande riktning tycks inte föreligga.

Torvmarkerna upptar relativt begränsade arealer och torde mestadels vara tämligen grunda. Karaktäristiskt för området är den rikliga förekomsten av permafrost i myrarna. En mycket stor andel av torvmarkerna är utbildade som palsmyrar. Huvudförutsättningen för detta är naturligtvis det stränga klimatet men palsbildningen gynnas sannolikt också i hög grad av de finkorniga issjösedimenten.

2.2.2 Norge

Områdets kvartärgeologi er lite kjent. De karakteristiske overflateformene (drumliner, drumlinlignende former, rillet moreneoverflate o.l.) som idag dominerer viddennivåets utseende, er trolig av relativt ung alder. Innen de sydlige deler av området angir disse overveiende nordlig rettet brebevegelse. Lengst i nord har fjord og dalgagenes generelle dirigering av isstrømmene sammen med sine stagnasjonstrinn gitt avvikende isbevegelseeretninger.

Morene er den dominerende løsmasstype på viddennivået. I dalene spiller glacifluviale og fluviale avsetninger en viktig rolle. Store myrområder karakteriserer den sydligste del av Finnmarksvidda (Follestad 1978).

2.2.3 Finland

Uppgifterne om områdets kvartärgeologi grunder sig främst på Kujansuus (1966,1967), Hirvas (1977) och Hirvas et al.(1977) undersökningar. åtminstone under den senaste istiden låg isdelaren relativt nära området. Morän transporterades i olika riktningar och transportavstånden är sannolikt korta. Observationer av transportriktning och -avstånd är tillsvidare begränsade. I fjällen var glaciärens rörelseriktning beroende av topografin. Man antar att glaciären smälte relativt snabbt in situ utan betydande reaktivering.

På grund av den markanta topografin är en stor del av ytan blottad eller täckt av block. Detta drag dominerar i nordväst kring Saana och Halti. Moränen är rik på block inom det undersökta området. Noggranna ugifter om moränens tjocklek finns inte, men medeltjockleken torde vara liten, kanske runt 2-3 m. Bergrundens stora höjdskillnader antyder, att i vissa dalar har morän av betydande tjocklek avlagrats. Ablationsmoränens utbredning är anmärkningsvärd. De största enhetliga områdena med ablationsmorän påträffas i Supivuoma och Poroenodalarna.

Av de mest betydande glacifluviala formationerna kan nämnas ett bälte av åsar från Siikavuopio till Poroeno. åsarna innehåller rikligt med sorterat material. Ett mindre bälte sträcker sig från Raittijärvi till Somasjärvi, samt ett antal små och osammanhängande formationer ligger längs Lätäseno och Könkämäeno.

Myrarna är mestadels små med tunt torvlager med undantag av de, som ligger i Lätäsenodalen. Permafrost-formationerna är typiska i myrarna.

Moränstratigrafin har undersökts närmast i närheten av landsvägen längs Könkämäeno. Undersökningarna antyder att en gammal morän som transporterats i sydostlig riktning möjligen existerar i begränsad omfattning. En yngre morän, som förekommer allmänt, har transporterats i varierande men huvudsakligen nordlig riktning. Under sista skedet av senaste

deglaciation har isens transportriktning i stor utsträckning bestämts av topografin och oftast följt dalgångarna i nordvästlig riktning.

2.3 Berggrundsgeologi

Statsgeologene H. Skålvall og B. Zwaan, NGU har sammenstilt et geologisk kart i M=1:250000 for forprosjektet, se figur 2-2 og bilag 1-1. Kartet er basert på publiserte og opubliserte data fra GF, NGU og SGU. De kjente mineraliseringer tatt fra GF, NGU og SGU:s arkiver er markert på figur 2-3. Neden følger en kort beskrivelse av geologiske hovedtrekk.

2.3.1 Sverige

Geologin i den allra nordligaste delen av Sverige, omfattande de topografiske bladen 32J-K samt 31J-L dvs triangeln Treriksröset-Råstojaure-Karesuando, kan i korthet beskrivas enligt följande.

Stora delar av kartområdet täcks av ett i ungefär N-S gående gnejsbälte med fortsättning såväl norrut som söderut. Gnejserna utgöres av amfibolitgnejser, granatsillimanitgnejser, kvartsit och kvartsitiska gnejser, ådergnejser och biotitgnejser. Bergarterna är kraftigt metamorfoserade i övre amfibolit-facies och skiffrighet och foliation är påtaglig. Dessa gnejser har tolkats som basment dvs underlag till de proterozoiska grönstensbältena (Kiruna grönstensgrupp). De stratigrafiska och tektoniska tolkningarna, delvis stödda på geofysiska undersökningar bl a gravimetriska modellberäkningar, överensstämmer med nyligen utförda radiometriska dateringar på zirkon. Gnejser och granitoida bergarter av denna typ är sålunda äldre än 2600 milj år, mao arkeiska. Den hittills äldsta åldern på basment-gnejs gäller ett prov på kartbladet Soppero 30K där primärzirkonernas ålder är drygt 2 800 milj år. Gnejsbältena karaktäriseras geofysiskt av kraftiga tyngdanomalier, och detta gäller alla de 4-5 gnejsstrukturer i Norrbotten som är eller som förmodats vara arkeiskt basement.

Inom gnejsstråket finns en mängd basiska gångbergarter, dels diabaser och dels ultrabasiska kroppar.

Yngre än gnejserna är de suprakristalbergarter som vanligen benämns Grönstenar och som uppbyggs av dels basaltiska lavar och tuffer och dels leriga och kalkiga sediment (skiffrar osv) samt överst en mäktig sedimentformation med dominans av sandstenar och kvartsiter. Gruppen benäms Kiruna grönstensgrupp: Den undre formationen vanligen Kiruna grönstenar, grönstensformationen m fl beteckningar och den övre Pahakurkio gruppen, sedimentformationen mm. Allra underst finns en tunnare sedimentär enhet Tjärroformationen med kvartsiter och glimmerskiffrar. Detta grönstensbälte vars totala mäktighet är flera km tjockt, finns i ett brett sammanhängande stråk från Karesuando och mot SV ner mot Vittangi. Gruppen är kraftigt hopveckad men bergarterna är välbevarade varvid sk primärstrukturer kunnat användas vid stratigrafiska uppåtbestämningar. Inom grönstensgruppen finns även gångbergarter dels diabas och gabbrodiabas, dels ultrabasit. I NV delen av beskrivna område finns dels amfiboliska grönstenar och dels glimmerskiffrar som bildar ett mera oregelbundet stråk och som tolkningsmässigt kan jämföras med Karesuando-stråkets

grönstensbälte.

Grönstensbältenas veckning liksom den därpå följande intrusionen av en del djupbergarter tolkas numera i relation till omfattande tektoniska rörelser i basementplattorna. Dedjupbergarter som därvid bildas, vanligen i zoner mellan basement och grönstenarna, uppträder som mer eller mindre rundade sk diapiiriska massiv av diorit granodiorit gabbro association. Nyare isotopundersökningar av dessa sk Haparandaseriens djupbergarter visar dels att en del är av mantelursprung och en del av sk S-typs Granitoider dvs remobiliserat basementmaterial, samt dels att intrusionerna skett samtidigt över ett större område. De radiometriska åldrarna är ca 1850-1890 milj år. Dessa bergarter har en större utbredning söderut mot Vittangi-fältet. Vissa migmatiserande graniter samt syenit och monzonitmassiv har även denna ålder (graniterna benämndes av Ödman som migmatitgranit eller "äldre linagranit").

De yngre djupbergarterna utgörs av röda kalifältspatgraniter och pegmatiter. De benämns vanligen som linagraniter. De uppträder i många olika skepnader, dels infingrande i såväl basement som i grönstensbältena, och dels som ovala-runda massiv. Desenare är vanliga inom grönstensbältena och tolkas numera som domer. Dombildningen är den sista mera omfattande tektoniska fas. Graniternas ålder är från ca 1550-1650 milj år.

Av Lina-ålder eller Yngre finns även en del cirkulära gångformiga gabbro-intrusioner. De uppbygger ringformade strukturer. I Lannavaara- Muonio området är dessa av alkalin sammansättning. Intrusiven är av typen cone-sheets eller sills. Karbonatitiska led har för närvarande ej upptäckts inom dessa ringstrukturer.

I samband med post-granitiska tektoniska rörelser resulterande i kraftiga kross och sprickzoner i ett slags storrombiskt mönster av hela denna berggrund, varvid de så karaktäristiska kursurna bildades, förekommer även smärre gångintrusioner. Efter denna epok har denna del av prekambrium varit i stort tektoniskt stabil.

2.3.2 Norge

Området har en tektonostratigrafisk tredelning: Prekambriske grunnfjellsbergarter, diskordant overlagret av senprekambrisk til kambriske sedimentära bergarter, Dividal-gruppen, som igjen er dekket av overskjövne kaledonske dekkebergarter.

De prekambriske grunnfjellsbergartene består av et NNV-gående gneisbelte langs grensen mot Finland og øst for dette, et grønnsteinsbelte. Granittiske og gabbroide intrusiver er de yngste bergartene i grunnfjellet. Gneisbeltet består av røde eller grå massive eller folierte bergarter av granittisk sammansetning. Kvartsittsonen er vanlig, enkelte steder med fueksitt, sillimanitt og også med konglomerathorisonter. Amfibolitter finnes også. Disse bergartene (gneisbeltet) er tolket som underlag for de antatt svekokarelske metavulkanitter og metasedimenter. Alderen er usikker da det ikke er gjort dateringer.

Grønnsteinsbeltene består hovedsakelig av amfibolitt og grønnstein som varierer i sammensetning og tekstur. Glimmerskifer, grafittskifer, albittfels og karbonater finnes også. Det opptrer soner med albittkarbonat- bergarter hvis dannelse stadig diskuteres.

Midt i det store grønnsteinsområdet i Nö, finnes en NNV-gående sone med lavmetamorfe argillitter og sandsteiner. Dannelsen av disse er foreslått ved en aulakogen rift-modell. Grønnsteinsbeltens alder er ikke kjent, men er hittil tolket som svecokarelske.

Den autoktone Dividal-gruppen ligger diskordant på det prekambriske underlaget og består av svakt metamorfe sedimentære bergarter - sandstein, konglomerat og skifer. Mektigheten er mellom 80 og 180 m.

Både sedimentbergarter fra senprekambrisk til silurisk alder og fragmenter av det prekambriske underlaget ble ved den Kaledonske fjellkjededannelse skjøvet oppå hverandre til et dekkekompleks (Reisadekkekomplekset) ved et trykk som virket fra NV mot Sö. Bergartene ble samtidig sterkt omvandlet til lavere grønnskiferfacies i den nederste delen av komplekset og til granat-amfibolittfacies høyest oppe. Sedimentene som danner den nederste delen er hovedsakelig metaarkoser og er av senprekambrisk alder. De midtre delene består av kambro-siluriske sedimenter avsatt i et grundthav (kalk, kvartssand og karbonholdig leire). Den øverste delen består av kambrosiluriske sedimenter avsatt i havet som slamstrømmer (gråvacker angitt med grønn og gul). Ekstrusiv vulkanisme er underordnet; noen tynne lavalag er strømmet ut mellom grundthavavsetningene. Av vesentlig betydning er intrusiv vulkanisme samtidig med dannelse av komplekset. Den er opphav til store gabbro-kropper.

De innskjøvede grunnfjellsfragmenter kan deles i to grupper. Gneiser og amfibolitter representerer det eldre gneisunderlag. Den andre gruppen er grønnsteiner, kalkglimmerskifer, marmor og ultrabasitter som stammer fra den yngre svecokarelske prekambrium.

Ingen gruver er i drift innenfor forprosjektets område, men det har tidligere vært drift i Birtavarre og Bieddjovagge kopperforekomster. Nedenfor følger en kort omtale av de viktigste forekomster i området.

Prekambrium

- A. Koppersulfidforekomster opptrer flere steder i metavulkanitt (grønnstein) beltet som strekker seg fra syd for Kautokeino til Bieddjovagge. Mest kjent er forekomstene ved Bieddjovagge, Adjet og Suovrarappat.
- B. Uran er kjent fra Njallaavzi på den nordvestra delen av Finnmarksvidda. Uranet opptrer som uraninit, hovedsakelig i en breksjert albitt-diabas.

Reisadekkekomplekset (allokton)

- A. Stratiforme kisforekomster oppttrer innenfor forprosjektets område. Den kopperførende Birtavarreforekomsten er mest kjent.
- B. Stratiforme jern- og manganforekomster er kjent øverst i Reisdalen. Manganmineralene er vesentlig silikater og karbonater.

2.3.3 Finland

Undersøkningsområdet kan grovt indelas i en prekambrisk urbergsformation og en betydeligt yngre kambro-silurformation (Matisto 1959, 1969), (Jorma Isomaa 1981, personlig information). Urbergsformationen kan videre indelas i det østra skifferområdet med växlande bergartskombination samt de västra delarnas rätt enhetliga kvarts- och granodioritformationer. Kambro-silurformationen ligger i det yttersta nordvästra hörnet.

Till skifferformationen hör bergarter av sedimentärt ursprung: kvartsiter, glimmerskiffrar, tuffiter. Amfiboliterna och grönstenarna är av vulkaniskt ursprung. Till området ansluter sig hela serien plutoniska bergarter från kaligranit till peridotit. Albiter och albitdiabasgångar har påträffats.

Smärre skifferformationer finns ställvis inom kvarts- och granodioritområdet. Diabasgångar är vanliga.

De mest betydande mineralisationerna som hittills har påträffats är granitens Mo-mineralisation i anslutning till skifferområdet.

Malmblock och mineraliseringar: Inom Finska delen av förprojektområdet känner man ingen mineralisering av ekonomiskt intresse. Däremot har man påträffat malmblock och svaga mineraliseringar i fast klyft av djupbergarter företrädesvis inom skifferstråket i SE-delen av området (motsvarande Tjärrostråket på svenska sidan). En Ni-Cr mineralisering i ultramafit i Sarvisoaivi (Nr 7) borrar för närvarande upp. Inom samma område känner man Mo-mineraliseringar i granit i både block och fast klyft (Nr 6). Undersökningen av Mo uppslaget pågår.

I trakten av Kilpisjärvi finns ett antal Cu-Au mineraliserade kvartsblock (Nr 9) som antas härstamma från gångar i grönsten.

Nyligen påträffades ett Cu-haltigt albitblock (Nr 10) i norra delen av finska armen. Mineraliseringar i albitit har också påträffats inom skifferstråket i SE-delen av området, (Mo, Nr 2 och U, Ti, V, Nr 3) samt NW om Munnikurkkio nära den norska gränsen (U, Nr11). Skifferstråket i SW har svartskifferhorisont där kiser påträffats (Zn, Nr 4) samt även gabbro som är svagt mineraliserade (Cu, Ni, Nr1 och 5).

Block av svagt mineraliserat skarn är kända (Cu, Nr 8 norr om Karesuando vid norska gränsen samt mittimellan Karesuando och Kilpisjärvi vid svenska gränsen. Dessa uppslag har inte närmare undersökts. I peridotiten förekommer Ni-Cr mineralisation.

3 Geofysik

Forprosjektet har samkopierat et aeromagnetisk kart i M=1:250000 og et gravimetrisk kart i 1:1000000. Kartene er basert på publiserte og upubliserte data fra GF, NGU og SGU. Det aeromagnetiske kartet dekker hele undersøkelseområdet, det gravimetriske kartet dekker forprosjektets område i Finland og Norge.

3.1 Aerogeofysik

De magnetiske strukturer går hovedsakelig N-S eller NV-Sö. Strukturene er mest markerte i det prekambriske området, men de kan også følges inn under Reisadekket-kompleksets bergarter. En markert magnetisk anomali går i nordlig retning fra Tjärrostråket (I 1) til Njallav'ze (H 10). En ca 60 km bred zone med høy magnetisk feltstyrke faller sammen med grönstensbeltet mellom L5 og J2.

3.2 Gravimetri

Gravimetriska anomalier är direkt proportionella till bergartens densitet och volym. Det gravimetriska fältet avtar med 2:potensen på avståndet till anomaliorsaken medan det magnetiska avtar med 3:e potensen på avståndet. Djupare strukturer uppfångas därför lättare med gravimetermätningar och ytnära strukturer med magnetometermätningar. Gränsen för hur små berartsenheter som kan upptäckas beror på mätpunktsavståndet.

Den regionalgravimetriska kartan över testområdet visar stora tyngdkraftsvariationer. Max och minvärde är +10 mgal resp -80 mgal (fjällkedjan). Isostatiska effekten (fjällkedjan) ger ett negativt regionalfält från SSE-NNW på gravimeterkartan, motsvarande ca -40 mgal.

Nedan diskuteras kvalitativt några av testområdets gravimeteranomalier.

Anomali 1

Positiv och är en fortsättning av Muonionalusta anomalin (Lindroos och Henkel 1978) tolkad som en basement kulmination bestående av basiska-intermediära gneisiga bergarter omgivna av lättare granitiska bergarter.

Anomali 2

Negativ relativt omgivningen, sammanfaller med bergartsstråket bestående av, kvartsit, glimmerskiffer, granit samt längst norrut mot fjällranden bandad granitisk gnejs.

Anomali 3

positiv, sammanfaller väl med områdets kvarts och granodioriter.

Anomali 4

Positiv, sammanfaller med områdets grönstenar. Anomalin och därmed grönstenarna fortsätter under fjällbergarterna.

Anomali 5

Högsta negativa, orsakad av fjällbergarterna.

För en bättre kvalitativ bedömning av anomalierna krävs uppgifter om bergarternas densitet samt regional-residual separation.

4 METODER

4.1 Fältmetoder

Det ble samlet prøver fra 368 lokaliteter. Prøvestasjonene ble plottet på topografiske kart før feltarbeidet startet. Det ble tilstrebt å prøveta dreneringsfelt av noenlunde lik størrelse (ca 10 km²) og ca 1 prøvestasjon per 30 km².

Feltarbeidet ble utført i tidsrommet juli-august 1980.

Prøvetakerne ble transportert mellom prøvelokalitetene ved hjelp av moped, bil eller helikopter.

Før feltarbeidet startet, ble det arrangert en ekskursjon til typelokaliteter på norsk og finsk side av grensen ved Kilpisjärvi med utprøving av teknikker for filtrering av vann og demonstrasjon av prøvetakingsmetoder for de forskjellige prøvemedia.

Fra hvert prøvestasjon ble det om mulig innsamlet følgende prøvetyper.

- 1 Morene
- 2 Bekkesedimenter
- 3 Bekkevatn
- 4 Bekkemose
- 5 Bekketorv
- 6 Humus

Tabell 3-1 viser tilgjengeligheten av de ulike prøvemedia.

Fra hver 10. stasjon ble det samlet inn et dobbelt sett med prøver for feilkontroll.

4.1.1 Morene

Definisjon: Bunnmorene eller ablasjonsmorene i praktisk avstand fra bekken. Moreneprøvene ble tatt i et punkt fra c-horisonten i ca 0.5 meters dyp. Fra hver lokalitet ble det innsamlet omtrent 2-5 kg materiale avhengig av finstoffmengden.

4.1.2 Bekkesedimenter

Definisjon: Mineral og bergartsfragmenter som beveger seg nedover i bekken med vattnets invirkning. Bekkesedimenter ble samlet inn med minst 5 underprøver langs en 50 meter lang del av bekken.

Når det ble benyttet Bil/Moped transport, ble prøvene våtsiktet i felt. Det ble tatt vare på to fraksjoner.

a. -600+180 mikron (ca 500 ml)

b. -180 mikron (ca 100 ml)

Ved helikoptertransport i Norge og Sverige ble materialet grovsiktet gjennom et bekkemosesikt (maskeåpning 5 mm). Det ble samlet inn 6-15 l, -5 mm materiale som ble oppbevart i plastsekker. Prøvene ble senere våtsiktet i feltleir (i laboratorie for SGU:s vedkommende) og fraksjonene -600+180 mikron og -180 mikron ble tatt vare på. Samtlige prøver inneholdt mer enn 1 dl -180 mikron materiale. Ved helikoptertransport i Finland ble prøvene våtsiktet i felt. I Finland og Norge ble papirpose brukt som emballasje. I Sverige ble det brukt plastpose.

4.1.3 Bäckvatten

Bekkevatnprøvene ble insamlet ved:

- Insuing av vann i plastsprøyte (Millipore, bestillingsnr. xx11 050 05)

- Påsettnng av ferdig filter med maskevidde 0.45 mikron. (Millipore, Bestillingsnr. SLHA 025 0S)

- Filtrering rett ned i prøveflaske.

Polyetenflasker (100 ml) ble brukt som prøveemballasje. Ferdig preparerte flasker ble levert til alle feltlag av GF.

Bekkevatnprøvene ble surgjort med suprapure HNO_3 : 1 dråpe per 10 ml prøve. Syretilsatsen ble foretatt etter feltdagens avslutning.

Prøvevolum varierte fra 10-60 ml, men var vanligvis ca 60 ml.

4.1.4 Bäckmossa

Definisjon: Mose (mossa) som får sin mineralnering fra bekkevatn. Det ble ikke skilt mellom mose arter. Individene på bekken eller fastfjell i lukkeleiet ble foretrukket.

Ca. 1 liter bekkemose ble innsamlet med minimum 5 underprøver fra en 50 m lang del av bekken. Bekkemosen ble vasket "ren" for minerogene partikler i felt. Prøvene ble emballert i

plastposer.

4.1.5 Bäcktorv

Definisjon: Humus i bekkeleier eller bekkekant.

Bekketorv (ca 1l) ble innsamlet med minimum 5 underprøver fra en 50 m lang del av bekken. Prøvene ble pakket i plastposer

4.1.6 Humus

Definisjon: Døtt plante materiale fra jordprofilets Ao horisont.

Fra en prøveflate på ca 100 m² ble det samlet inn 2 l materiale til en humusprøve fra minst 10 underprøver. Humusmateriale ble tatt på 2-5 cm dyp. I Norge ble prøvene emballert i lerretsposer. I Finland og Sverige ble prøvene emballert i plastposer.

4.2 Laboratoriemetoder

De insamlede prøvene ble sent til GF, NGU og SGU etter følgende plan:

GF: Bekkesedimenter og Morene

NGU: Bekkevatn og Bekkesedimenter

SGU: Bekkemose, Bekketorv, Humus.

GGU: Utvalgde vatenprøver for urananalyse.

Oversikt over metoder for prøvepreparering, analysetekniker og elementer bestemt i de ulike medier er vist i Tabell 3-2 og Tabell 3-3.

Nedenfor følger korte beskrivelser av analysemetodene

4.2.1 Morän

Moreneprøvernes finfraksjon (-0.062 mm) ble analysert ved direkte opptak i automatisk registrerende emisjonsspektrometer med tapemaskin (ARL kvantometer model 31000 41 kanaler) uten indre standard. Elementene Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Ti, v og Zn ble bestemt.

4.2.2 Bäcksediment

GEOLOGISKA FORSKNINGSANSTALTEN:

3 gram av prøvenes finfraksjon ble løst i 5 ml 7 N, varm HNO_3 . Etter fortynning til 30 ml, ble Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb og Zn bestemt med atomabsorpsjon (Perkin Elmer Model 306). Deteksjonsgrenser er vist i tabell 3-4.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSÖKELSE:

1 gram bekkesediment ble løst i 5 ml varm HNO_3 (7N). Etter fortynning 1:100 ble Al, Ba, Ca, K, Mg, Na, Si, Sr, Ti og V bestemt med ICAP emisjonsspektrometer.

4.2.3 Bäckvatten

Bekkevatn ble analysert ved bruk av to forskjellige analyseteknikker.

1 Ba, Ca, Fe, Li, Mg, Mn, Na, Si og Sr ble bestemt med ICAP emisjonsspektrometer.

Kalibrering er gjort med syntetiske standarder og som blank er brukt dobbelt kvartsdestillert vann tilsatt Suprepur HNO_3 fra Merck i samme mengde som prøvene.

Instrumentpresisjonen ligger i området 0.5-2 relative prosent ved en konsentrasjon på 1 ppb.

2 Co, Cu, Mo, Ni, Pb og Zn ble bestemt ved hjelp av flammelos atomabsorpsjonsspektrometri. (Perkin Elmer Model 403 med graffitovn og prøveveksler). Deteksjonsgrenser er vist i tabell 3-5.

4.2.4 Bäckmossa och bäcktorv

De inaskade proverna blev analyserade i pulverform med ett integrerat röntgenfluorescenssystem oppbyggt kring två kommersielle parallellröntgeninstrumenteringar, Philips PW 1600 och PW 1270 med sammanlagt 42 kanaler. Till systemet hör även en mikroprocessor med programvara för styrning, uppsamling av mätta intensiteter och utvärdering av halter.

Principen för utvärderingsmodellen kan sammanfattas följande:

De upmätta råintensiteterna korrigeras för överlappningseffekter. Baserade på de korrigerade intensitetsvärdena görs en preliminär beräkning av huvudelementkoncentrationer och absorptionen för varje aktuell analyslinje för huvudelementen. Denna procedur är ett iterativt förfarande med konvergensvillkor. När iterationen är slutförd beräknas absorption och spridd strålning för varje aktuell

spårelementslinje.

Nettointensiteterna och slutligen koncentrationerna beräknas fram.

4.2.5 Guldanalyser

Utvalgte prøver ble analysert på gull. 1 g morene og bekkesediment ble løst i 2.5 ml HCL +0.5 ml HNO₃. 0.1 g for-asket prøve ble løst i 2.5 ml 12 M HCl +0.5 ml perhydrol. Etter fortynning ble gullet felt ut med SnCl₂ og HgCl₂. Fellingen ble løst i 1 ml HCl. I denne løsning ble gull bestemt med flammelos atomabsorpsjon i grafitovn.

4.2.6 Urananalyser

2 ml vatnprøve ble analysert med Scintrex UA-3 Uranium analyser (laserindusert spektrometri). Deteksjonsgrensen er 0.05 ppb.

arbetsskedena är angivna i tabell 5-14. Felet för provtagningen har beräknats ur formeln:
$$(\text{totalfelvariationen})^2 = (\text{provtagningsvariationen})^2 + (\text{provpreparerings- och analysfelvariationen})^2$$
. För bäcktorv och -mossa har prepareringsfelet beräknats ur formeln:
$$(\text{prepareringsvariationen})^2 = (\text{preparerings-} + \text{analysfelvariationen})^2 - (\text{analysfelvariationen})^2$$
.

Grafisk variansanalys

Den huvudsakliga avsikten med felanalys är att reda ut huruvida det i geokemisk data finns en variationskomponent, som beskriver de verkliga haltskillnaderna mellan provtagningspunkterna, och som är tillräckligt stor för att inte kamoufleras av felvarianskomponenterna. Visuellt kan man ur x-y diagrammen D/'omärkt' axel få en ungefärlig uppskattning på felvariansens storlek i förhållande till totala variansen i data. Om punktsvärmen i diagrammet är starkt utdragen längs enhetslinjen, så är felens inverkan på totalvariansen liten. Om punktsvärmen är rund, betyder detta, att totalvariansen i huvudsak utgörs av felvarianser. I detta fall är data följaktligen av ringa värde för kartering av den sanna geokemiska variationen i undersökningsområdet (figur 5-7 till 5-9).

4.3 Felanalys

Duplicering av provtagning, provberedning (för bäcktorv och bäckmossor) och analys i var tionde provpunkt gjordes för att utreda precisionen (reproducerbarheten) av data. Med undantag av vatten har alla rutinprov och dublikatprov omnumrerats för att bli anonyma. Omnumrerade prov har provberetts och analyserats i slumpmässig ordning. För vattenprov har dublikatproven analyserats direkt efter motsvarande rutinprov vilket då inte ger en uppskattning på hela felet. Dessutom har inte analysduplicering utförts för vattenproven. Endast totalfelet har uppskattats. Med hjälp av statistiska metoder kan reproducerbarheten beräknas. Detta förutsätter dock att data är normalfördelade eller kan transformeras till en normalfördelning. Det material som föreligger är dock mycket begränsat (15-35 punkter) varför det är olämpligt för en rigorös statistisk behandling. Av denna orsak har materialet behandlats med en grafisk metod och resultatet bör därför anses som endast en mycket grov uppskattning. Som bas för beräkningarna används korrelationsdiagram med x-y axlarna i log. skala.

Precisionen

I korrelationsdiagrammen anger spridningen runt enhetslinjen storleken på felvariansen i data. Här bör märkas att endast det slumpmässiga felet (error) framgår, medan det systematiska fel (bias) eller avvikelser från det sanna värdet inte kan påvisas på detta sätt. För att få en numerisk uppskattning på precisionen (felvariationen) har ett konfidensbälte på ca 95 procent sannolikhetsnivå uppskattats. Konfidensbältet har dragits jämbrett, vilket förutsätter att relativa felet är konstant på olika haltnivåer. För vissa metaller ökar dock det relativa felet vid låga halter (spridningen av punkterna i diagrammet ökar) vilket gör uppskattningen osäker. Den maximala relativa avvikelsen inom bältet har uppskattats grafiskt, vilket då blir ett estimat för precisionen (felet) med ca 95 procent konfidens.

I diagrammen DDD/D för bäcktorv och bäckmossa samt DD/D för morän och bäcksediment har två analyser av samma preparat plottats mot varandra. Spridningen i diagrammen beskriver sålunda analysfelet.

I diagrammen DD/D för bäcktorv och -mossa har analyserna av två preparat plottats mot varandra. Spridningen i diagrammen beskriver således summan av preparerings- och analysfelet. Provprenparerings- duplicering av morän och bäcksediment har inte utförts därför att prepareringen består av endast sitkning, som antas ha liten inverkan på totalfelet.

I diagrammen D/'omärkt' axel har halterna i det ena provet (rutinprovet) plottats mot halterna i det andra provet (dublikatprovet, D) från samma station varvid spridningen i diagrammet beskriver totalfelvariationen, med andra ord, provtagningsfelet (som beror på materialets heterogenitet i provtagningsstationen) + prepareringsfelet (uppskattat endast för bäcktorv och -mossa) + analysfelet.

De uppskattade relativa felen som uppstått i de olika

5 DATABEHANDLING

5.1 Dataregister

Under pilotprojektet har man insamlat fältdata vid provtagningen, provpunktskoordinater i SGU:s ADB-enhet i Luleå samt analysresultat i laboratorierna på GF, NGU och SGU. Alla data har översänts till ADB-enheten i GF och lagrats på skiva i en HP-3000/I dator. Originaldata har omformats för att underlätta tillämpningen av befintliga statistiska och grafiska program.

Grupperingen i filer är följande.

- en fil för fältdata, som lagrats från fältkort.
- en fil för provpunktsidentifikationer samt analysnummer
- en fil för varje provtagningsmaterial innehållande analysresultat (morän, bäcksediment, bäcktorv, bäckmossa och bäckvatten), dock så att bäckvattenanalyserna splittrats i två filer, en för plasma-analyser och en för atomabsorptionsanalyser.

Pilotprojektet har således sammanlagt åtta filer, som för olika ändamål kan kombineras till arbetsfiler på basen av provpunktidentifikationen.

Den geokemiska information, som dessa filer inhyser, har man kunnat åskådliggöra genom grafisk framställning av analys- och provtagningsfelen, genom ritning av histogram kumulativa fördelningskurvor och kartor samt genom faktoranalys.

5.2 Statistisk behandling av data

5.2.1 Genomsnitt, standardavvikelse, variationskoefficient.

Aritmetisk gjennomsnitt, geometrisk gjennomsnitt, standardavvik og variasjonskoeffisient er regnet ut for alle elementer og prøvetyper. Videre er det beregnet korrelasjoner mellom elementer i samme prøvetype og mellom elementene enkeltvis, men i ulike prøvemedier. For alle prøvetyper er det utført faktoranalyse. For bekkemose og bekketorv er det utført regresjonsanalyse med Fe, Mn og innhold av organisk stoff som uavhengig variable og sporelementer som avhengig variable.

5.2.2 Regression

Limonit og manganhydroxider har en kraftig inverkan på vissa av de analyserede metallhalterna hos bäckmossa och bäcktorv. För att korrigera analysresultaten för dessa faktorer har regressionsanalys utförts med de logaritmiska värdena för järn och mangan som beroende variabler. För organhalterna har otransformerade värden använts då dessa är nära nog normalfördelade. Programmet utför en stegvis regressionsanalys som kallas BMD 02 R (Dixon, 1973).

Regressionsekvationen har formeln:

$$Y=C+k_1x_1+k_2x_2+...+k_nx_n$$

där y är den beroende variabeln: x_1, x_2, x_3 osv är de olika oberoende variablerna: k_1, k_2, k_3 osv är regressionskoefficienterna och C är en regressionskonstant. Om C och regressionskoefficienterna uträknas är det möjligt att approximativt uppskatta värdet på Y utifrån de oberoende variablernas värden. Programmet uträknar stegvis ett antal linjära ekvationer. Vid varje steg införs den variabel som har den största inverkan för att reducera felet d.v.s den variabel som har den högsta korrelationen med den beroende variabeln och i nästa steg den som har den näst största inverkan osv. Man erhåller på detta sätt ett värde som är korrigerat för de yttre miljöfaktorer (log Cu residual). Resultatet kan skrivas som

$$\log Cu \text{ residual} = \log Cu \text{ analys} - \log Cu \text{ uträknat eller}$$

$$Cu \text{ residual} = Cu \text{ analys} / Cu \text{ uträknat}$$

Detta betyder att residualvärdet inte är en korrigerad halt utan en kvot mellan det analyserade och det uträknade värdet. Tabellerna 5-9 och 5-10 visar regressionsekvationerna och de olika miljöfaktorernas bidrag av den totala variansen för de olika element i bäckmosse- och bäcktorvproverna.

5.3 Framställning av geokemiska kartor

5.3.1 Rådatakartor

För morän, bäckesediment, bäckmossa och bäcktorv, har haltfördelningarna uppdelats i 11 logaritmiskt växande intervall sålunda att medianen och gränsvärdet mellan den tredje och fjärde intervallet samt 95 percentilen och gränsvärdet mellan det 8:e och 9:e intervallet sammanfaller. Intervallen symboliseras med helfyllda cirkclar. Minsta symbolen för lägsta haltintervallet har en diameter på tre mm. Diametern ökar logaritmiskt och är 13 mm för högsta haltintervallet. Haltvärdet utskrivs invid de största symbolerna (13 mm). För bäckvatten och Al, Ba, Ca, K, Mg, Na, Si, Ti och V i bäcksediment är elementkoncentrationerna uppdelade i logaritmiskt växande intervall sålunda att varje tiopotens är indelad i fem lika delar.

Ovan beskrivna rådatakartor har ritats i skala 1:250 000. För morän har symbolerna placerats i provtagningspunkterna medan symbolerna för halterna i bäckvatten -sediment, -torv och bäckmossa har placerats i tyngdpunkterna av de dräneringsområden som ligger ovanom provtagningspunkterna.

5.3.1.1 Kartor över filtrerat data.

För att filtrera bort lokala variationer och bättre framhäva regionala geokemiska mönster, har flytande medeltal räknats för runda fönster med en radie av 20 km för bäckvatten (Norge). För morän och bäcksediment (Finland) har beräknats flytande medeltal för runda fönster med en radie av 20 km samt med vägningen 50 i centrum. Vägningen avtar lineärt utåt och är 1 i periferin. Öppningar i kartan har lämnats ifall punktavstånden varit över 14 km. inom varje fönster har 30 av minimum-värdena utelämnats från medeltalsberäkningen för att medeltalen bättre skall följa bakgrundsnivån.

Orsaken till att olika filtreringsmetoder har använts beror på att deltagarparterna har utvecklat olika filtreringsmetodik. Avsikten är att inom ramen för förprojektet jämföra de olika metoderna.

Krieging

Krieging är ett sätt att studera lägeskorrelationen mellan observationspunkterna (spatial correlation) och detta beskrivs med en matematisk modell som kallas variogrammet. Modellfunktionen visar hur provpunkterna är korrelerade med avseende på deras inbördes avstånd, vid små avstånd ökar korrelationen och vid stora minskar densamma tills ett kritiskt värde uppstår (Range) då ingen korrelation kvarstår.

När värdet i en punkt eller en yta skall skattas skapas en kovariansmatris (C) inbördes mellan de omkringliggande provpunkterna, samt en vektor med kovariansen (B) mellan provpunkterna och den punkt eller yta som skall skattas. Dessa kovarianser beräknas med hjälp av variogrammet genom att ange avståndet mellan provpunkterna och den skattade ytan eller punkten. Problemet är nu att minimera variationen på skillnaden mellan det skattade värdet och det okända verkliga värdet, för en linjär viktning av de omkringliggande punkterna samt att summan av vikterna (A) blir ett (=1.). Detta göres med Lagranges metod då man i princip löser ekvationssystemet

$$C * A = B$$

Provpunkterna viktas med vikterna A som ger skattningen av det okända värdet tillsammans med skattningens varians alternativt STD. DEV..

På de aktuella kartorna skala 1:1000000 har ett punktnät av 26-x-26 punkter skattats. Detta kan orsaka att vissa anomalier inte ligger direkt över observationspunkterna utan kan vara förskjutna några mm. Punktskattningen medför också att ju närmare en matris-punkt ligger en observationspunkt desto mindre avviker skattningen från det befintliga värdet.

För varje element har det skattade värdet för variabeln kurvdragits tillsammans med förhållandet mellan skattningens STD.DEV. och värdet själv. Denna relativa STD.DEV. anges då i procent av det skattade värdet där det är lätt att se hur väl de gjorda skattningarna är kända i förhållande till andra delar av kartan. När provtagningstätheten minskar ökar också den relativa STD.DEV. och detta är även direkt beroende till variabelns egna variationsmönster.

6 RESULTAT

Frekvensfordelinger, viktige statistiske parametre og resultater av statistisk bearbeiding for de analyserte elementene er fremstilt i figurene 5-1 til 5-5 og tabellene 5-1 til 5-20.

6.1 Morän

6.1.1 Regionala mönster

De regionala mönstren i morängeokemin har studerats i kartorna över flytande medeltal framställda i Finland (fig 5-10 til 5-23). Eftersom moräntäcket är relativt tunnt i området och den glaciala transporten kan väntas vara relativt kort antas att berggrundens regionala geologiska strukturer återspeglas relativt väl i moränens regionala geokemiska mönster. Berggrunden i området kan grovt indelas i två enheter, urberget i SE-delen och kaledoniderna i NW-delen. Lineära strukturer i NNE riktning förekommer i ett ca 30 km brett bälte längs områdets södra kant. Urberget norr om detta bälte har lineära strukturer huvudsakligen i NW-NNW riktning, med mindre dominerande strukturer i NE riktning. En NW riktning på strukturer återfinns också i kaledoniderna, som dock i huvudsak har NE-ENE strukturer ungefär parallella med kontakten mellan kaledoniderna och urberget.

De ovan nämnda lineamenten framkommer också i den aeromagnetiska kartan medan tillgängliga data på lineament i topografin inte ger särskilt väl definierade riktningar.

Ett av de mest iögonenfallande dragen i den regionala morängeokemin är lineamenten i NW och NE riktning. Ett lineament som återkommer i anomalimönstret för flera metaller löper ungefär längs kontakten mellan gnejs i Norge och kvartssgranodiorit i Finland.

Den nordostliga riktningen kommer för flera element fram längs kontakten mellan kaledoniderna och urberget. Denna riktning är dominerande även inom urbergsområdet.

Vid tolkningen av moränens regionalgeokemi har de 14 analyserade metallerna indelats i fem grupper på grund av att det geokemiska anomalimönstret för metallerna inom grupperna uppvisar en rad likartade mönster, medan mönstren mellan grupperna till betydande del skiljer sig.

Mg,Ca,Na (fig 5-12, 5-13, 5-14)

Det mest framträdande draget för dessa huvudelement är ett bälte av höga värden som löper i NE riktning från Råstojaure till trakterna mellan Bidjovagge och Kautokeino, där det förenas med höga värden över grönskifferområdet. Denna zon övertvärrar strukturerna i urberget. Mg och Ca har höga värden över

kaledoniderna NW om Halti. Mg samt i ringa mån även Ca och Na har förhöjda värden över de västligaste delarna av de svenska gnejserna.

Ti, V (fig 5-16, 5-17)

Dessa element har ett anomalimönster som påminner om mönstret för den föregående gruppen såtillvida att ett brett anomalibälte med NE sträckning över urberget kan skönjas. Förhöjda värden speciellt för Ti påträffas i det glimmerskifferdominerade området söder om Råstojaure. En rektangulär anomali ligger över gnejser och kvartsgranodioriten SE om Kilpisjärvi. Över NW-ändan av det norska grönstensområdet samt över angränsande områden av kaledoniderna ligger en omfattande anomali. Moränen över kaledoniderna i övrigt har låga värden. Svagt förhöjda värden finns också över ett område väster om Karesuando, som sammanfaller med höga värden för Mg och K.

Cr, Ni (fig 5-18, 5-20)

De högsta regionala värdena av dessa metaller i moränen påträffas i områdets SW delar speciellt i trakten av Råstojaure. Basiska bergarter i denna del av urbergsområdet torde ha gett upphov till de höga värdena. Höga värden i SE hörnet av området torde även ha sitt ursprung i basiska bergarter.

Mn, Co (fig 5-11, 5-19)

Karaktäristiskt för mönstret av dessa metaller i moränen är ett omfattande område av höga värden i de västra delarna med ett knä in över finska armen och en smal utlöpare längs norra kanten av området. Mönstret har två centra: ett vid Råstojaure och ett annat över kaledoniderna NW om Halti. Båda dessa sammanfaller med höga värden av Ni och Cr. Anomalimönstret för Mn och Co har mycket gemensamt med mönstret för följande grupp.

Zn, Pb, Cu, K (fig 5-22, 5-23, 5-21, 5-15)

Dessa metaller bildar en anomali i morän, som börjar vid Råstojaure och sträcker sig som en rygg mot NE över kvarts-granodioriten i Finland där den svänger mot norr upp över Halti och kaledoniderna. Även K och Cu har förhöjda halter över nordligaste delarna av området. Fe har inte placerats i någon av grupperna ovan. Höga värden över kaledoniderna längs områdets NW kant sammanfaller med höga halter av Mn. SE om Kilpisjärvi förekommer ett område av höga halter av Fe som sammanfaller med en V och Ti anomali.

6.1.2 Moränanomalier (fig 5-68, bilaga 2-11 till 2-82)

B1

Svag enpunkts Ni-Cr anomali som ligger i kontakten mellan glimmerskifferer och i basementgnejser förekommande gångar.

B2

Enpunkts Pb anomali som ligger i en miljö lika med B1.

C4

Stor Ni-Cr anomali med mindre Zn, Pb och Mg-förhöjningar. Största delen av anomalin ligger på basementgnejser som genomkorsas av basiska zoner. Vid västra kanten tangerar

anomalin med gabbrointrusioner.

F2

Liten enstaka Zn-förhöjning i basementgnejser i närheten av glimmerskiffrar och granitkontakt.

H2

Liten enstaka Cr-anomali i Tjärrostråkets västra kontakt med gnejser. Antagligen associerad med ultrabasisk intrusion.

J2

Enpunkts Co-Mg anomali som ligger vid östra kanten av provtagningsområdet, i Tjärrostråket i anslutning till glimmerskiffer och basiska zoner.

F6

Zn-Co anomali inom vilken enstaka Pb-förhöjning ligger i helhet på basementgnejser.

G5

Enstaka Co-förhöjning i anslutning till amfiboliter i västkanten av Tjärrostråketformationen.

H5

Kraftig och stor multielementanomali i Tjärrostråket. Största anomalin är Cr-anomalin inom vilken kan finnas två skilda anomalier, i syd en Cr-Zn-Ni-Mg-Pb anomali som ligger i kontakten mellan kvartsiter och gnejser och i norr en Cr-Ni-Mg-Pb anomali associerad med granit och basiska bergarter. I området finns talrika block med Cu, Ni, Cr och Mo.

J5

Liten enstaka Ni anomali som ligger i glimmerskiffer med basiska gångar. Ni och Cu har hittats i området både i block och berggrunden.

J4

Liten svåravgränsbar Co-Mg anomali i Tjärrostråket. Miljön lika med J5.

D7

Medelstor och kraftig och väl avgränsad Cu-Zn-Co anomali med två enstaka Pb förhöjningar som ligger huvudsakligen inom basementgnejser. Zn, Co och Pb ligger delvis också på fjällranden. Möjlig korrelation med basiska zoner i gnejser. Talrika kisblock. Guld.

E8

Enstaka Cr anomali nära fjällranden inom kontakt mellan gnejser och bandade granitiska gnejser.

F9

Enpunkts Zn-Co anomali inom bandade granitiska gnejser. I närheten av fjällranden, sydväst från området har albitit med Cu-kis hittats.

H9

Mycket stark väl avgränsad Cu-Ni-Zn-Co-Cr-Mg anomali som ligger huvudsakligen i grönstenar i närheten av en domliknande formation. Mineraliseringar av kiser.

L8

Enstaka Zn-Cr anomali liggande inom grönstensområde.

A7

Måttligt förhöjd Cu anomali. Karbonatstenar inom fjällbergarter. Sulfid inom svartskiffer.

B9

Liten enpunkts Cu-Ni-Co anomali i miljö lika med A7.

C8

Liten Cu-Co-Pb anomali i glimmerskiffer inom metaarkoser och gnejser i fjällområdet.

B11

Stark Pb-anomali som ligger i miljö lika med B9.

D11

Måttligt förhöjd Zn-anomali i Birtavarreområdet.

D12

Stark enstaka Cu anomali i Birtavarre området.

E10

Stark välavgränsad Cu-Ni-Zn-Mg-Cr-Pb anomali i fjällranden i Finland. Ligger huvudsakligen i gnejs med möjliga gabbrogångar.

F10

Stark relativt välavgränsade Pb-anomalier. Ligger inom fjällranden i metaarkoser och gnejser.

G11

Mycket stark enstaka Pb anomali i glimmerskiffer inom fjällranden.

H12

Stor måttligt stark Ni-Co-Cr-Zn anomali med begränsad liten Mg förhöjning inom fjällranden i Reisadalen. Anomalin ligger i Gnejs, gabbro och amfiboliter.

J12

Enstaka svag Zn anomali i fjällranden norr om Bidjovagge.

6.2 Bäckvatten

6.2.1 Regionala mönster

De regionale mønster i bekkevattengeokjemien er studert på grunnlag av kartene over løpende gjennomsnitt fremstilt i Norge (fig 5-33 til 5-47)

Si (fig 5-33), Na (fig 5-40) og Zn (fig 5-44) viser en tendens til økende konsentrasjon fra kaledonidene i NV til grunnfjellet i SØ. I tillegg til denne generelle trend fremtrer den nordlige del av Finnmarksvidda som et høyområde for Zn.

De geokjemiske mønster for Fe (fig 5-34), Mn (fig 5-35) og Mg (fig 5-36) er likeartede. Finnmarksvidda og den sydlige del av det finske området samt den sydlige del av svensk område har forhøyete konsentrasjoner av disse elementene. Den nordvestre del av det prøvetatte areal (kaledonidene) fremtrer som et lavområde for Fe, Mn og Mg.

Ca (fig 5-37) og Sr (fig 5-38) synes å ha forhøyede konsentrasjoner i områdene der underliggende berggrund består av kalk/dolomitt og metamorfoserte vulkanitter.

Det er klare regionale mønster i den geografiske fordelningen av Ba (fig 5-39). Et høyområde for Ba strekker seg i NØ til SV-lig retning tvers gjennom forprosjektets område. Dette fordelingsmønster følger i store trekk utbredelsen av den kaledoniske fjellkjeden. Et større lavområde opptrer i vestlig del av svensk og finsk område.

I de fleste lokaliteter er Li (fig 5-47), Na (fig 5-40) og Co (fig 5-41) konsentrasjonerne lavere enn deteksjonsgrensene. Imidlertid trer den nordlige del av det svenske området frem med registrerbar Li konsentrasjoner. Den sydlige del av Finnmarksvidda har forhøyete Co konsentrasjoner. Kaledonidområdet har forhøyete Ni konsentrasjoner.

Det geokjemiske kartet viser at det i norske og finske bekkevannsprøver gjennomgående er målt en høyere Cu konsentrasjon enn i de svenske prøvene (fig 5-43). Den nordlige del av Finnmarksvidda fremtrer som et høyområde. Prøvene tatt over Reisadekkekompleksets bergarter viser også gjennomgående et relativt høyt Cu-innhold. Anomale Cu konsentrasjoner er registrert i dreneringsfelt i nærheten av Bieddjovagge, Adjet og Njallav'zi kopparfelter og i forbindelse med kjente malmregistreringer i den sydvestlige del av finsk område.

Tre høyområder dominerer kartbildet for Pb (fig 5-45), den nordøstlige del av norsk område, det nordvestlige del av svensk område (begge ved fjellkjederanden), samt den sentrale del av finsk område

Kartbildet for Mo (fig 5-46) domineres av et tilnærmet NS-gående høyområde i Finland. Mo-mønstret følger en markert

aereomagnetisk anomalisone. Flere enkeltprøver fra dette området har anomale Mo konsentrasjoner. I dette distriktet av Finland er det også kjent Mo i fastfjell og løsblokker. To områder med forhøyete Mo konsentrasjoner fremtrer i Sverige. I den nordlige del av det svenske området er det påvist Mo i fastfjell. Anomal Mo konsentrasjon på norsk side forekommer nær Adjet.

6.2.2 Bäckvattenanomalier (fig 5-70, bilag 4-3 til 4-82)

Lok.	Element	Geologisk miljø og årsak
B3	Cu	Kontakt granit-gabbro
B5	Pb	Fjellranden
F1	Cu	Over granitt
G3	Pb	Narheten av granitt
H2	Ni	Ultrabasisk gang
E8	Pb	Fjellranden
F6	Co (Fe,Mn)	Gneis, årsak ukent men muligens gabbro (sterk Fe anomali)
H4	Ni	Tjärrostråket N for gabbro peridotitt
I3	Mo	Sydlig del av Tjärrostråket granitt / skifer
G8	Ni	Gneis, årsak ukent
H6	Mo,Cu (Fe,Mn)	nord i Tjärrostråket granitt / skifer
K5	U	Gneis, eventuelt pegmatitt / granitt,J7
J7	U,Pb	Granittintrusjon i gneis
L7	Mo,Cu (Fe,Mn)	Grønnsten / granittddom
J11	Ni,Cu (Mg)	Grønnsten
K13	Pb,Ba	Fjellranden
A7	Pb	Grønnskiifer bak fjellranden
A7/8	Cu,Mo	Grønnskiifer/glimmerskiifer
B7	Mo,Pb	Fjellranden
B9	Co,Ni (Mn)	stratiforme sulfider i skifre
D10	Ni	Amfibolitt eller sulfider
B11	Ni	sulfidförende skifer
C12	Ni,Co,Cu	Samme
D12	Mo,Cu	glimmerskiifer, årsak ukjent
G11	Ni,(Mg,Mn)	amfibolitt, nærliggende doleritt.
I13	Co	amfibolitt

6.3 Bäcksediment

6.3.1 Regional mönster

Kartor över löpande medeltal (bakgrunskartor) har framställts för Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn och Pb (fig 5-24 til 5-31). De regionala mönstren upvisar en rad gemensamma drag för dessa metaller. Mest iögonfallande är en stigande trend från öst till väst. De högsta halterna ligger över kaledoniderna. Halterna över gnejsområdet på svenska delen av urbergsområdet är också relativt höga, medan de lägsta bakgrundshalterna återfinns över urbergsområdet är också relativt höga, medan de lägsta bakgrundshalterna återfinns över urbergets gnejsområden i Norge och Finland samt över kvarts- och granodioritområdena i Finland. Över kaledoniderna förekommer en kraftig linearitet i NE-SW riktning i det geokemiska mönstret. Detta är speciellt framträdande för Cr, Fe, Mn och Cu. En NW-Se linearitet kan skönjas i områdets SW delar speciellt för Cr, Zn och Fe.

Höga halter av Fe och Mn sammanfaller över de västra delarna av gnejserna i det svenska området. Denna Fe, Mn-anomali går över kaledoniderna vid och söder om Pällsä. Här påträffas även höga halter av Cr och Zn, och i mindre utsträckning av Ni och Co.

De högsta bakgrundsvärdena för Pb finns i områdets västra kant över kaledoniderna vid och speciellt norr om Pällsä.

I nordvästra hörnet av området över kaledoniderna i trakterna av Skibotn bildar bakgrundsvärdena för Ni, Co, Cu, Cu, Zn, Fe och i någon mån Cr en hög anomali. I denna del av området finns rikligt med observationer av Cu- och andra kiser i berggrunden.

Mn, Ni, Co, Cu, Zn och Cr bildar en begränsad anomali ca 20-30 km NW om Bidjovagge.

De låga halterna i områdets SE del verkar att svagt stiga i östra kanten, där provtagningen har gått över västra delen av ett vidsträckt grönstensområde.

Vid en mera detaljerad jämförelse av de olika metallernas anomalimönster kan dessa indelas i grupper med likartade drag.

Cu, Ni, Cr, Fe: Höga värden av dessa metaller förekommer över gabbro i kaledoniderna NW om Bidjovagge, över skiffrarna öster om Skibotn samt över gnejserna vid trakten av Råstojaure. Anomalimönstret påminner delvis om Fe-Mn anomalimönstret i morän.

Co, Zn: Mönstret liknar det för den föregående gruppen men anomalierna vid Skibotn och Råstojaure är sammanbundna av höga värden längs områdets västra kant.

Mn: Denna metall har höga värden NW om Bidjovagge över amfibolitskiffern där de överlappar anomalierna för de två föregående grupperna. Vid Råstojaure samt ca 30 km SE om

Råstojaure ligger två starka anomalier. Anomalimönster för Mn påminner delvis om anomalimönster för Mn i morän.

Pb: Över kaledoniderna vid trakten av Pällsä bildar Pb en stark anomali. Anomalimönstret i övrigt har en svag korrelation med anomalimönstret för Mn i morän.

Symbolkart i skala 1:1.000.000 er fremstillt for elementen Al, Ti, Mg, Ca, Na, K, V, Ba og Sr (fig 5-67a til 5-67i). Det fremkommer klare regionale mønstre.

Kaledonidene og den vestlige del av det svenske grunnfjellsområdet trer frem som et høyområde for elementene Al (fig 5-67a), Ba (fig 5-67h), K (fig 5-67f), Mg (fig 5-67c) og Ti (fig 5-67b). Disse grunnstoffene har lave bakgrunnsverden i resten av forprosjektets område.

Elementene Ca (fig 5-67d) og Sr (fig 5-67i) viser en klar tendens til ökende konsentrasjon fra øst mot vest.

Den nordvestlige del av området (Signal dalen-Skibotn) utgjør et høyområde for Na (fig 5-67e).

Kartet for V (fig 5-67g) viser ingen tydelige regionale trender.

6.3.2 Bäcksedimentanomalier (fig 5-69, bilag 3-24 til 3-82)

D4

Kraftig måttligt begränsad Pb anomali i basementgnejser.

H3

Mycket kraftig isolerad Ni-Co-Cu-Zn-Mo anomali inom Tjärrostråket i Finland. Korrelerar klart med ultrabasiska bergarter som även borrhats i Sarvisoi. Ni-Cu mineralisering funnits, Mo mineraliseringar i närvarande granit.

J4

Relativt svag Cr anomali i kontakt mellan granit och glimmerskiffer med basiska gångar.

D6

Cu-Zn-Ni-Co anomali i basementgnejser med basiska gångar.

H7

Relativt svag enpunkts Ni-Co anomali inom Tjärrostråket i kontakt mellan grönsten, basementgnejs och granit.

K7

Måttligt stark Cu-Ni-Co anomali i grönstenar. Cu-mineralisering Agjet.

F8

Enstaka relativt stark enpunkts Zn anomali som ligger i bandade granitgnejser.

F9

Cu-Ni-Co-Zn-Pb anomali i närheten av fjällranden i miljö, lika

med F8.

H9

Relativt stor kraftig Co-Ni-Cu-Zn anomali. Ligger i en domliknande struktur med gnejser omgiven av grönstenar. Mineralisering av kiser.

J11

Stark enstaka Cu-anomali i närheten av Biddjovagge.

A7, B9, B10

Enstaka högsta förhöjningar av Co i kaledoniska karbonathaltiga bergarter.

E10

Måttligt förhöjd Ni inom kaledonisk gnejs och meta-arkos.

G12

Högsta Ni-värden inom hela området. Ligger inom Rejsadalen i gnejser med amfiboliter.

H11

Måttlig förhöjd Cu anomali. Ligger i miljö lika med G12.

D12

V, Mg, Na anomali i Birtavarreområdet

C3

V, Ti, Al, K anomali hvor underliggende berggrunn består av gneis med basiske soner.

F9

V, Mg, Ti, Al, K, Ca anomali som ligger i båndede granittgneiser.

H9

V, Mg, Ti, Al, K anomali. Ligger inom en domliknende struktur omgitt av grønnsteiner.

S4

V, Ti, Ba anomali i kontakten mellom granitt og glimmerskifer med basiske ganger.

L7

V, Mg, Ti anomali i grønnsteinsmiljø.

B11

Na, Sr anomali i sulfidførende skifer.

C11

Ca, Sr anomali innom område med amfibolitt, gneis og kalkspatisk marmor.

D4

Mg, Ti, Ba anomali i basementgneiser.

H3

Mg anomali i Tjärrostråket.

G11

Mg anomali i glimmerskifer innom fjellranden.

B9

Al anomali i karbonatbergarter innom fjellranden.

E9

Ba anomali i fjellranden i Finland.

K13

Ba anomali i fjellranden i Norge.

6.4 Bäcktorv

6.4.1 Regionala mönster

Vid den regionala tolkningen av analysresulten från bäckmosseprovtagningen har flytande medelvärdeskartor (sk. krigerade kartor) i skala 1:1000.000 använts (fig 5-62 til 5-66). Fem element har utvalts, Co, Ni, Cu, Zn och S, för regional tolkning. För Fe, Mn, Mg, Pb, As och U presenteras endast en kortfattad beskrivning av elementens regionala fördelning i texten utan kartor. Efter den regionala tolkningen, där främst variationer i bakgrunds nivåerna behandlas, görs en anomalitolkning, med lägesnummer enl. fig 5-72, där enstaka lokala anomalier med elementhalter som tydligt avviker från omgivningen behandlas. Denna tolkning grundar sig på elementpunktkartor i skala 1:250.000 för elementen Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Mo och U (bilag 6-12 til 6-92). För elementen Fe, Mn, Mg, Cr, As och U har analysvärden i ppm eller procent i askan använts. För elementen Co, Ni, Cu, Zn, Pb och Mo har regressionsvärden använts dvs den del av den totala variansen som är beroende av den organiska halten samt järn- och manganhalten har diskriminerats bort.

Co, Ni (fig 5-62, 5-63)

Elementen uppvisar mycket likartade och tydliga regionala mönster med generella elementförhöjningar inom de kaledoniska bergarterna samt mycket kraftiga och väl avgränsade maxima inom Tjärrostråket i Finland. En tydlig respons från de basiska och ultrabasiska bergarterna vid Råstojaure framträder genom förhöjda bakgrunds nivåer.

Cu (fig 5-64)

Kopparhalterna uppvisar i stort sett en succesiv ökning från generella maximivärden i söder till ett maxima inom kaledoniderna i norr. Enstaka väl avgränsade kopparförhöjningar uppträder sporadiskt inom det prekambriska området.

Zn (fig 5-65)

Bakgrundshalterna uppvisar två minima: ett längst i söder inom basementområdet i Sverige och ett i nordost inom gnejserna och grönstenarna på Finnmarkvidda. Delar av kaledoniderna har generellt förhöjda zinkhalter.

S (fig 5-66)

Svavelhalterna uppvisar en tydlig ökning från väster till öster. Delar av Finnmarksvidda och de östra och södra delarna av den finska delen av provtagningsområdet har starkt förhöjda svavelhalter. Då myrfrekvensen är stor inom dessa områden så tycks sekundära svavelutfällningar genom förruttelseprocesser ha en större inverka än svavelhalten i berggrunden.

Fe, Mn (bilaga 6-25 och 6-26)

Järn och mangan uppvisar likande mönster som svavel med maxima på Finmarksviddas myrrikare områden och inom mindre myrområden i Sverige.

Mg (bilaga 6-12)

Tydliga magnesiumförhöjningar har noterats längs fjällkedjans basiska bergarter. Inom de pre-kambriska bergarterna finns signifikanta förhöjningar i anslutning till basiska zoner i gnejserna inom områdets västra del. Grönstensbältet som omger granitdomen vid Njallaav'zi vid finsk-norska gränsen ger upphov till lokal och kraftig magnesiumanomali.

Cr (bilaga 6-24)

Krom uppvisar ett liknande mönster som magnesium. En extremt kraftig och väl avgränsad anomali framträder öster och söder om Kelottijärvi 20 km väster om Karesuando. Anomalin kan korreleras med ultrabasiska gånger i basementgnejserna.

Pb (bilaga 6-82)

Tydliga blyförhöjningar följer hela fjällranden inom provtagningsområdet. Tjärrostråket i Finland uppvisar ställvis mycket kraftigt förhöjda halter.

Mo (bilaga 6-42)

Molybdenförhöjningarna är koncentrerade till den finska delen av provtagningsområdet samt den centrala södra delen av den svenska. Fjällbergarterna har generellt mycket låga molybdenhalter.

As, U (bilaga 6-33 och 6-92)

Arsenik och uran är kraftigt förhöjda längs fjällranden och längs Tjärrostråket i Finland. Dessutom är uran förhöjt i kontaktzonen mellan grönsten och gnejs inom områdets östra delar på norsk sida.

6.4.2 Bäcktorvanomalier (fig 5-72, bilaga 6-12 till 6-82)

A2

Enstaka kraftig Zn-förhöjning inom kontaktzon mellan granit och basementgnejs.

B1

Väl avgränsad U-anomali inom basementområdet med basiska gånger och graniter av bland annat Rapakivityp (Tsáktså).

B3

Väl avgränsad och kraftig Pb-anomali inom kontaktzon mellan

granit och ultrabasit nära fjällranden.

C5

Svåravgränsad polymetallanomali med Co, Ni, Cu, Pb och Zn. Anomaliområdet som tangerar fjällranden i norr består av basementgnejs med basiska zoner. Hela området mellan anomali C5 och B3 är generellt mycket kraftigt förhöjt på Ni.

E6

Långsmal kraftig Cu anomali som följer grönstensgångarnas strykningsriktning inom det finska diorit gnejsområdet. Anomalin kan korreleras med ett flertal kopparkismineraliserade grönstensblock vid Kilpisjärvi.

F8

Kraftig och väl avgränsad Cu anomali inom gnejsområde med grönstenszoner. kopparkismineraliserade block är kända utanför anomalin men i samma geologiska miljö.

F9

Cu, Zn och Pb anomali i samma geologiska miljö som under F8.

G4

Tydligt framträdande U anomali inom område med gnejs, grönsten och granit.

G8

Anomali med Co, Cu, Zn och Mo inom gnejs- grönstensområdet.

H3

Ställvis extremt förhöjd polymetallanomali med stor ytutbredning. Anomalin som är förhöjd på samtliga redovisade element sträcker sig över ett flertal bergartsled inom Tjärroformationen. Co och Ni kan delvis associeras till pentlanditmineraliseringar i ultrabasiten vid Sarvisoaivi. Cu, Zn och Pb med kismineraliseringar i grönstenarna och Mo med molybdenglansmineraliseringar i graniterna.

H9

Kraftig Ni, Cu och U anomali inom en granitdomstruktur omgiven av ett grönstensbälte. U förhöjningarna kan associeras till uranfyndigheten vid Njallaav'zi och Ni- och Cu-förhöjningarna med kända kopparmineraliseringar inom grönstensbältet.

J5

Co anomali i anslutning till gabbrozoner.

J11

Kraftig och väl avgränsad polymetallanomali med Co, Ni, Cu och Pb. Berggrunden består av grönsten vid fjällranden. Anomalin

är en respons av det mineraliserade området kring Bidjovagge kopparmalm.

K7

Framträdande enpunktsförhöjning av U inom gnejsområde med granitzoner.

L5

Långsträckt Zn och Pb anomali tvärs över strykningsriktningen. Berggrunden består av gnejser, dioriter och grönstenszoner. Block med kopparkis är kända i anslutning till anomalin.

A11

Oavslutad och svåravgränsad Co och Ni anomali i Skibotnområdet. Berggrunden består av mörka glimmerskiffrar. Block med koparkis är kända från anomaliområdet.

B9

Mycket svåravgränsad Ni, Co och Pb anomali i högfjällsområde. Berggrunden består av kalkspatisk marmor och glimmerskiffrar. Den höga kalkhalten i berggrunden kan bidra till att metallerna lättare löses ut i grundvattnet varför metallkoncentrationerna i bäcktorven kan vara överdrivna.

E10

Svåravgränsad Co anomali i gnejsområde med gångar av amfibolit.

H12

Kraftig anomali med Co, Ni, Cu och Zn. Anomalin kan stratigrafiskt korreleras med gnejser med gångar av amfibolit och gabbrointrusioner. Inom området finnes ett flertal magnetit- och manganförekomster.

6.5 Bäckmossa

6.5.1 Regionala mönster

Vid den regionala tolkningen av analysresultaten från bäckmosserovtagningen har flytande medelvärdeskartor (sk. krigerade kartor) i skala 1:1000.000 använts (fig 5-48 till 5-61). Fjorton element som kan anses reproducerbara för metoden har utvalts för tolkning. För elementen Fe, Mn, Mg, Ca, Cr, U och S har analysvärden använts. För elementen Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Mo och As har regressionsvärdena använts dvs. den del av den totala variansen som är beroende av den organiska halten samt järn och manganhalten har diskriminerats bort. De studerade elementen har indelats i grupper med inbördes likartade fördelningsmönster.

Efter den regionala tolkningen, där främst variationer i bakgrunds nivåerna behandlas görs en anomalitolkning där enstaka lokala anomalier med en elementhalt som tydligt avviker från omgivningen behandlas (fig 5-71). Denna tolkning grundar sig på elementpunktkartor i skala 1:250.000 för elementen Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Mo och U (bilaga 65-27 till 5-92).

Fe, Mn, Zn, Mo, S

Dessa element uppvisar ett likartat mönster med generellt låga halter i norr inom Kaledoniderna, ökande mot söder och sydost inom urberget.

Fe (bilaga 5-26, figur 5-48)

En jämförelse mellan järnhalter i bäckmossa och den flygmagnetiska kartan visar att det råder en mycket låg korrelation mellan magnetithalten i berggrunden och Fe i mossan. Tydliga järnförhöjningar erhålles inom områden med en hög myrfrekvens vilket tyder på att miljöberoende sekundära järnanrikningar inverkar starkare på järnhalten i mossan än i den omgivande berggrundens järninehåll.

Mn (bilaga 5-25, figur 5-49)

Även manganhalterna är till övervägande del beroende av sekundära anrikningar i myr miljö och visar en mycket låg korrelation till berggrunden.

Zn (bilaga 5-30, figur 5-56)

Zinkhalterna har mycket låga värden inom de nordöstra delarna av provtagningsområdet både inom kaledoniderna, gnejserna och grönstenarna. Fjällranden uppvisar en generell zinkförhöjning med enstaka tydligt avgränsade lokala anomalier. Ytterligare två zoner med förhöjda bakgrunds nivåer sträcker sig i SSV-NNO riktning inom gnejsområdena i de södra delarna av provtagningsområdet.

Mo (bilaga 5-42, figur 5-58)

Molybdenhalterna har kraftiga regionala maxima dels inom graniter inom Tjärrostråket i Finland och dels i samband med granitinlagringar inom gejsområdet i Sverige.

S (bilaga 5-16, figur 5-61)

Haltnivåerna har ett mycket splittrat regionalt mönster inom urberggrunden med starkt varierande halter inom relativt små områden.

Mg, Cr (bilaga 5-12, 5-24, figur 5-50, 5-52)

Magnesium- och kromhalterna är tydligt förhöjda inom fjällbergarternas skiffrar och gnejser. Ultrabasiska och basiska intrusiv inom Råstojaureområdet i västra Sverige ger upphov till en mycket kraftig kromförhöjning med stor ytutbredning. Samma område är svagt förhöjt i avseende på magnesium. Ett stråk med gentemot omgivningen förhöjda magnesiumhalter framträder tydligt inom gnejsområdet i Sverige väster om Tjärrostråket.

Co, Ni (bilaga 5-27, 5-28, figur 5-53, 5-54)

Kobolt och nickel upvisar mycket likartade och tydliga regionala mönster med generella elementförhöjningar inom de kaledoniska bergarterna samt mycket kraftiga och väl avgränsade maxima inom Tjärrostråket i Finland. Tydligt förhöjda bakgrunds nivåer har även noterats i anslutning till basiska zoner inom gnejsområdet i Sverige.

Cu (bilaga 5-29, figur 5-55)

Kopparhalternas regionala mönster kan ej korreleras med något annat elements. Kaledonidbergarterna har en tydlig förhöjd bakgrunds nivå. Inom gnejsområdena är halterna generellt mycket låga. Enstaka starka kopparförhöjningar har noterats i samband med grönstenar och andra basiska bergarter.

Ca (bilaga 5-20, figur 5-51)

Inom fjällbergarterna framträder områden med dolomit- och kalkstenszoner genom förhöjda kalciumhalter i mossan. Den kraftigaste förhöjningarna har noterats inom ett stort område omfattande Tjärrostråket och angränsande gnejser västerut. Anomalin kan delvis förklaras av kalkrika albitomvandlingszoner i grönstenarna. Förhöjningarna inom gejsområdet kan inte nöjaktigt förklaras.

Pb, As (bilaga 5-82, 5-33, figur 5-57, 5-59)

Dessa element har tydliga förhöjningar längs fjällranden. I ett område kring Kilpisjärvi sammanfaller arsenikförhöjningarna med kända guldblock samt med höga guldhalter i mossan. Ultrabasiterna kring Råstojaure ger upphov till tydliga arsenik- och blyförhöjningar. Ett markerat uranmaximum har framkommit inom ett område med granitisk gnejs.

6.5.2 Bäckmosseanomalier (fig 5-71, bilaga 5-12 till 5-92)

A2

En måttlig zinkanomali i ett område med generellt förhöjda zinkhalter. Bergarterna består av granit, gnejs och basiska bergarter.

B3

Svåravgränsbar polymetallanomali med Ni, Pb och U i kontakt mellan ultrabasit och granit.

B4

Samlad och tydlig U-förhöjning inom granitområde. I utkanten av anomalin fins en intrusion av granit av rapakivityp (Tsåktso).

B5

Co, Ni, Cu och Pb anomali inom fjällnära område med basiska gångar.

B6

Kraftig Mo förhöjning i granit vid fjällranden. Kan vara av samma typ som äggojauremineralisering.

C1

Lite mot söder oavslutad Zn-förhöjning i samband med ultrabasiska gångar i gnejs.

C3

Svåravgränsad Ni-anomali inom område med generellt förhöjda Ni-halter. Kan korreleras med basiska zoner i gnejs.

D6

Liten polymetallanomali med Cu, Ni, Zn, Pb och As. Kan korreleras med mineraliserade block med Cu, Zn, Ag och Au.

E1

Kraftig och svåravgränsad Mo-anomali i område med höga generella förhöjningar. Anomalin kan relateras till graniter som slår igenom basementgnejserna.

E3

Zn anomali inom gnejsområde genomskuret av graniter och basiska zoner.

F5

Liten enstaka Cu förhöjning i basementmiljö.

F9

Välavgränsad och kraftig Cu anomali inom gnejsområde med albitomvandlade grönstenszoner. Block med Cu i liknande geologisk miljö är kända från området.

G4

Co, Zn, Mo och U anomali i komplexbasement. Cu-kisförande skarnblock är kända från anomaliområdet.

H1

Co, Ni anomali i Tjärrostråket. Möjlig korrelation med ultrabasitgång.

H7

Väl avgränsad Zn, Mo, U anomali inom Tjärrostråket. I komplex miljö, inkluderande granit, grönstenar, gabbro och kvartsit.

H9

U och Cu anomali i samband med granitdom omgiven av grönsten. U-mineralisering och block med Cu-kis kända från anomaliområdet.

I3

Mycket kraftig Mo anomali inom område med starkt förhöjda bakgrundshalter. Anomalin som är belägen inom Tjärrostråket kan delvis förklaras av kända Mo-mineraliseringar i granit.

I4

Extremt kraftig polymetallanomali av främst Ni och Co men även av Cu, Zn och U. Ni, Co och Cu-förhöjningar kan korreleras med Sarvisoaivis ultrabasit inom Tjärrostråket. U-förhöjningarna kan förklaras av granitintrusioner inom området.

J5

Moderat U anomali inom kontaktzon gnejs-kvartsit.

J8

Enstaka kraftig Pb-förhöjning i kontaktzon mellan gnejs och grönsten.

K6

Enstaka relativt omgivningen kraftig Mo-förhöjning belägen inom kontaktzon mellan gnejs, kvartsit och grönsten.

K7

Mycket kraftig U anomali belägen inom kontaktzon mellan gnejs och grönsten. Norr om anomalin i samma geologiska miljö ligger Reisjavre uranmineralisering.

K8

Måttlig Cu anomali i kontakt mellan gnejs och grönsten. Anomalin kan korreleras med svaga koparkisimpregnationer i berggrunden.

L5

Zn anomali belägen inom gnejs-diorit område med basiska gångar. Koparkisblock är kända från området.

L7

Liten och kraftig Cu anomali i grönstensmiljö. Kända kopparkismineraliseringar finns i anslutning till anomalin.

A7

Extremt kraftig polymetallanomaly med Co, Ni, Cu och Pb i kaledonidernas karbonatiska bergarter. Metallhalterna är troligen förstärkta genom höga kalkhalter i berggrunden.

A9

Enstaka elementförhöjningar av Cu och Co i samma miljö som A7.

A10

Enstaka Co och Cu-förhöjning i fjällområde med granat- och glimmerskifferar.

B11

Enstaka Co-förhöjning i samma miljö som under A10. Kismineraliserade block är kända från området.

B13

Enstaka mot norr oavslutad Cu och Pb anomali inom ett flertal bergartsled bl.a. gnejs, glimmerskiffer och dolomit.

C7

Cu, Zn, Pb, Mo och U anomali belägen inom fjällranden. Mo-förhöjningar kan korreleras till molybdenglansmineraliseringar i aplitgranit (åggojaure).

C11

Måttlig Co och Ni anomali inom område med amfibolit, gnejs och kalkspatisk marmor.

D12

Kraftig anomali av främst Cu men även av Ni och Co. Berggrunden består av granat, kvarts-biotitskiffer samt amfibol-staurolitiskiffer. Anomalin kan förklaras av ett flertal kända Cu-mineraliseringar inom Birtavarriområdet.

E10

Polymetallisk anomali med Co, Ni, Cu och Zn. Berggrunden består

av gnejs med amfibolitzoner.

F10

Enstaka Zn-förhöjning inom område med metaarkoser.

H12

Kraftig anomali med Co, Ni och Cu i samband med Gnejs, amfibolit och gabbro. Kända förekomster av magnetit och mangan finns inom området.

H13

Enstaka Co-förhöjning i liknande geologisk miljö som under H12.

7 DISKUSSION

7.1 Tolkning av felanalysen

7.1.1 Morän

I tabell 5-14 presenteras precisionen (felen) för analysen och provtagningen av morän. Metallerna är uppräknade enligt sjunkande totalfel. Rent generellt kan man dra den slutsatsen, att totalfelen för samtliga element ligger på en acceptabel nivå. De största felen har uppstått för Zn, Na och Cu och här kan huvudorsaken sökas i provtagningen. Analysfelnivån för samtliga element ligger under 20 procent, vilket bör anses vara tillfredsställande. X-Y diagrammen (figur 5-6) visar att totalvariationen för Fe, Ca, Na och K är relativt liten i jämförelse med felvariationen. Därför bör man iakttaga en viss försiktighet vid tolkningen av anomalimönster i morän för dessa element.

7.1.2 Bäcksediment

Totalfelet för samtliga metaller ligger på 20-30 procents nivå och största bidragande orsak till detta fel ligger i provtagningen (Tabell 5-14). Totalvariationen (figur 5-7) är dock så stor, att anomalimönstren torde kunna tolkas med god konfidens, kanske med undantag för Co, som har relativt hög felvariation i förhållande till totalvariationen.

7.1.3 Bäckvatten

Tabell 5-14 visar att totala felet för metallhalterna i bäckvatten analyserade med plasmaspektrometer är mycket lågt.

Numerisk uppskattning av felen för metaller analyserade med flamlös AAS har ej gjorts på grund av att majoriteten av halterna ligger nära eller under detektionsgränsen för metoden. Detta kommer fram som en mycket stor spridning i X-Y diagrammen i figur 5-7a. Detta visar att dessa bör användas med stora förbehåll åtminstone beträffande Co, Pb, Mo och Ni under 5 ppm och Zn under 10 ppm. Diagrammen för Metallhalterna erhållna med plasmaspektrometeranalys visar en stor totalvarians i förhållande till totalfelvariansen, vilket gör att resultaten kan tolkas med stor konfidens (fig

5-7a).

7.1.4 Bäckmossa

I tabell 5-14 kunde de numeriska värdena för W och Th, beträffande preparering och provtagning inte uppskattas på grund av den låga precisionen på analysen. Beträffande U har en stor felvariation uppstått i provtagningen. Med undantag av W och Th har de största felen i huvudsak uppstått vid provtagningen medan prepareringsfelen och speciellt analysfelen spelar en underordnad roll i totalfelvariationen.

Figur 5-8 visar att totalvariationen i förhållande till totalfelvariationen för Si, Ca, K, W, Th och U är hög varför tolkningen av anomalimönstren för dessa element bör göras med viss försiktighet.

7.1.5 Bäcktorv

På grund av stora fel för As, W, Th och Mo bör de numeriska värdena för dessa element för de olika arbetsskedena inte beaktas (Tabell 5-14). För de övriga elementen har största felvariationen uppstått vid provtagningen. Prepareringen har kanske med undantag för U och Co en negligerbar effekt på totalfelet. Likaså är analysfelet med undantag för As, W, och Th mycket lågt, speciellt för huvudkomponenterna, för vilka också totalvariationen är låg. Med beaktande av totalfelvariationen (figur 5-9) kan man sluta sig till att de geokemiska mönstren för Pb och As under 50 ppm, U och Mo under 10 ppm samt för Al, W och Th bör tolkas med försiktighet.

7.2 Tolkning av korrelations- och faktoranalys

Korrelationerna i det geokemiska data har framställts och studerats på två sätt: A. Inom de olika provtagningsmaterialen. B. Mellan de olika provtagningsmaterialen.

7.2.1 Korrelationer och faktorer inom provtagningsmaterialen.

Morän

Data i tabell 5-7 antyder att korrelationerna mellan metallerna generellt är låga. Co, Ni och Mg skiljer sig dock från denna trend och uppvisar god korrelation sinsemellan och även med flera andra element. Fe, Mn, K och Pb uppvisar speciellt låga korrelationer med andra element.

6-faktor modellen av faktoranalysen (tabell 5-11) ger fyra metallassociationer (faktorer).

Pb, Zn, Cu (Co,K) som kan bero på sulfidmineralisering.

Ti, V som kan vara bergartsberoende.

Ca, Na (Mg) som likaledes kan vara bergartsberoende.

Cr, Ni, Mg (Co) som troligen antyder en komponent av basiska eller ultrabasiska bergarter.

Bäcksediment

Det mest utmärkande draget för bäcksediment är de ytterst goda korrelationer mellan elementen (tabell 5-7). Samtliga korrelationskoefficienter är över 0.6. Pb och Mn uppvisar de lägsta korrelationerna med andra element. De starka korrelationerna beror, att dömma av kartorna för flytande medeltal, på en stark korrelation i det regionala variationsmönstret.

4-faktormodellen av faktoranalys (tabell 5-11) visar en Cr, Ni faktor (med svagt Fe, Zn, Co, Cu) som förmodligen beror på mafiska och ultramafiska bergarter och har sin motsvarighet i faktor Nr 4 för morän.

Faktor 2, Mn, Fe (Co,Zn) torde vara ett beroende som ofta i geokemi tolkas som Mn-Fe fällningarnas förmåga att samla upp andra tunga metaller, speciellt Zn och Co.

Faktor 3, Pb (Zn) kan ha ett samband med faktor Nr 1 för morän och kan antyda sulfidmineralisering.

Kopparfaktorn Nr 4 med Ni och Co kan vara besläktad med faktor Nr 1 i morän och ha att göra med mafiska eller ultramafiska bergarter.

Bäckvatten

Tabell 5-7 visar att korrelationerna mellan metallerna i bäckvatten, med undantag för Ca-Sr, är svaga. Faktoranalysen i tabell 5-11 av 6-faktormodellen antyder fyra faktorer med flera associerade element.

Faktor 1, Ca, Sr, Ba (Mg) är möjligen bergartsberoende och kan återspegla faktor 3 i morän. Faktor 2, Si, Na (Mg,Zn) antas också återspegla bergartsassociationer men kan ej korreleras med någon faktor i morän.

Faktor 3 Zn, Cu kan motsvara faktor 1 i morän och återspegla sulfidmineralisering i området.

Faktor 4, Ni, Co har möjligen samband med faktor 4 i morän och bäcksediment och kan bero på mafiska eller ultramafiska bergarter.

Bäckmossa

Korrelationsmatrisen för bäckmossa (tabell 5-7) utvisar överlag svaga korrelationer mellan metallerna. Co-Mn uppvisar det starkaste beroendet sinsimellan och även med andra element.

Faktoranalysen (6-faktormodellen, tabell 5-11) uppvisar associationer i alla faktorerna.

Faktorerna

1 Zr, Ti, Al, Na (Cr, Zn, Mn, S, As, Co),

5 K, Rb (Mg, As)

6 Sr, Ca (P,S)

kan ha samband med berggrundsgeologin och återfinnes delvis i faktor 2 och 3 i morän.

Faktor 2 Pb, U (-Mg) kan ha samband med uranmineraliseringar i området.

Faktor 3 Fe, -Si, V, Co (Mn,Mo) har möjligen samband med faktor 2 i bäcksediment och anger ett beroende av sekundära processer i området.

Faktor 4 Ni, Cu (Cr) kan möjligen ha samband med områdets mafiska eller ultramafiska bergarter och återspegla faktor 4 i morän och faktorerna 1 och 4 i bäcksediment.

Bäcktorv

Korrelationsmatrisen (tabell 5-7) antyder att Co, Mn och Fe har de starkaste korrelationerna sinsimellan och med andra element medan de andra elementen överlag inte uppvisar speciellt starka korrelationer.

Faktoranalysen (6-faktormodellen tabell 5-11) visar associationer i alla faktorer. Faktorerna 2 Rb, K(Al), 3 Zr, Ti(-Cu,-S,Na,-Pb,-Zn,Sr) samt 5 Ca, Sr(-Si) kan vara bergartsberoende liksom även faktor 4 Cr, Ni, Mg tyder på mafiska eller ultrabasiska bergarter. även faktor 6 P(-Na,-Al,Mo) kan möjligen reflektera drag i berggrunden medan faktor 1 Fe,Mn,Co,V (-Si,Zn,-Pb) antas bero på sekundära processer och motsvarar möjligen faktor 3 i bäcksediment och faktor 3 i bäckmossa. Att märka här är att ingen egentlig tungmetall (sulfid) association finns i bäcktorv.

7.2.2 Korrelationer och faktorer mellan provtagningsmaterialen.

I tabell 5-12 presenteras korrelationerna elementvis mellan provtagningsmaterialen. För element som analyserats i fyra eller fem material presenteras faktoranalys av en modell som har en faktor mindre än antalet provmaterial. Faktoranalys för Ni har av misstag inte gjorts.

Rent allmänt kan sägas att korrelationerna mellan materialen är svaga. Majoriteten av koefficienterna i tabellen ligger under 0.5. Cr, Ni och Cu uppvisar de starkaste korrelationerna, speciellt mellan bäcksediment, bäckmossa och bäcktorv. Bäckmossa och bäcktorv har över lag de starkaste korrelationerna sinsimellan medan bäckvatten inte i avsevärd grad korrelerar med något annat material. Även morän har en anmärkningsvärd låg geokemisk korrelation med de övriga materialen. Bäcksediment korrelerar relativt väl med bäckmossa och bäcktorv för många element och i mindre grad med morän för vissa element.

Faktoranalysen visar den genomgående starka associeringen av bäcktorv och bäckmossa för de flesta metaller. Anmärkningsvärda undantag påträffas för Co, Zn, Fe och Mn med en faktor innehållande bäcksediment och bäcktorv. Troligtvis är denna association förorsakad av ett starkt geokemiskt samband i dessa två material, förorsakat av sekundära processer.

För att förtydliga sambanden mellan provtagningsmaterialen har ett korrelationsdiagram framställts i tabell 5-13. Korrelationsmedeltalen för Pb, Co, Ni, Cu och Zn (element som analyserats i samtliga material) mellan de olika materialen uträknades sålunda, att mellan vart och ett av materialen har korrelationskoefficienterna av de fem elementen summerats, samt summan dividerats med 5. Diagrammet antyder att korrelationen är starkast mellan bäcktorv och bäckmossa, 0.53, följt av bäcktorv och bäcksediment (0.47) och bäckmossa och bäcksediment. Morän har en svag korrelation med bäcksediment (0.3) och bäckvatten möjligen med bäcktorv (0.17). Dessa korrelationsförhållanden verkar förekomma allmänt även för de flesta andra element.

7.3 Korrelationer med stora geologiska strukturer

Store geologiske strukturer ger sig tillkjenne i de geokjemiske data. Det finns således geokjemiske skillnader mellom grunnfjell og kaledonidene. For eksempel er innholdet av Si i bekkevatten (fig 5-33) høyere i grunnfjell enn i kaledonidene. Selve fjellkjederanden kommer frem ved høye Ba-konsentrasjoner i bekkevatten (fig 5-39). spesielt innenfor grunnfjellsområdet finns store regionale strukturer som korresponderer med berggrunnsgeologien. Eksempler er fordelingen av krom i morene (fig 5-18), i bekkemose (fig 5-54) og bekketorv (fig 5-63), som alle korresponderer med forekomster av ultrabasiske bergarter.

Grenseområdene mellom grønnstener og granitter ser ut til å vare ledsaget av høye molybdenkonsentrasjoner. Se for eksempel Mo i bekkesedimenter (fig 5-67c).

Noen regionale geokjemiske fordelinger følger mønstre som ikke umiddelbart lar seg foreklare ut fra kjente geologiske forhold. Eksempel Na i moreneprøver (fig 5-14).

7.4 Anomalier av känt och okänt ursprung

7.4.1 Anomalier av känt ursprung

Anomalimönstren över områden med kända mineraliseringar i block eller fast klyft studerades i detalj. I tabell 5-15 till 5-19 är dessa områden angivna tillsammans med de metaller som har ett anomalt mönster över ifrågavarande områden. Resultaten visar att samtliga mineraliserade områden går att påvisa med geokemi. Mineraliseringarna återspeglas dock olika effektivt av de olika provmaterialen. Mo-W förekomsten vid Åggojaure i Sverige återspeglas till exempel mycket svagt i morän och humus medan en mycket tydlig anomali finns i bäcksediment, bäckvatten och bäcktorv.

Generellt kan man dra följande slutsatser:

1. Bäcksediment, bäckmossa och bäcktorv ger de mest lättolkade anomalierna.
2. För att med hög sannolikhet kunna påvisa mineraliserade områden, bör flera provmaterial studeras samtidigt.
3. Uppmärksamhet bör fästas också vid relativt svaga anomalier.

7.4.2 Anomalier av okänt ursprung

Förutom anomalierna i samband med redan tidigare kända mineraliseringar har ett antal anomaliområden av nyfyndskaraktär framkommit. I bilaga 9-1 redovisas de tydligaste och mest intressanta av dessa anomalier.

Förutom ett smärre antal udda anomalytyper framträder fyra huvudgrupper:

1. Mo-anomalier i samband med granitkontakter. Dessa förekommer dels i Norge och dels i Finland i kontaktzoner mellan granit och grönsten. En svag polymetallförhöjning med Mo har även noterats i Sverige i samband med att granit och ultrabasit slår igenom basementbergarterna.
2. Pb-anomalier i fjällranden. Anomalierna har dessutom ofta tydliga förhöjningar av U, As och Zn.
3. Cu-, Ni-, Co- och Cr-anomalier i samband med basiska bergarter inom fjällkedjan.
4. Två polymetallanomalier med Cu, Ni, Co, Zn och Mo finns i den norra delen av det finska provtagningsområdet (Porojärvi och Halti). Anomalierna kan troligen kopplas med basiska zoner i

dioriten. Ett basiskt stråk 2 mil väster om Karesuando ger tydliga Ni-, Co- och Cr-förhöjningar.

7.5 Korrelation av anomalimönstren mellan olika material

För att få en uppfattning om i vilken grad de geokemiska anomalimönstren korrelerar mellan provtagningsmaterialen, har de högsta anomalierna i vart och ett sammantecknats metallvis för Cu, Ni, Co, Zn, Pb samt för Mo i bäcksediment, bäckmossa och bäcktorv och U i bäckmossa och bäcktorv (fig 5-68 till 5-72).

Generellt kan sägas att starka korrelationer i anomalimönstren mellan provtagningsmaterialen existerar praktiskt taget över samtliga kända mineraliserade områden.

12 områden med starkt överlappande mönster har kunnat identifieras. Tabell 5-20 visar metallassociationerna i de olika materialen över dessa områden. Tabellen antyder att de olika materialen inte uppvisar fullständigt samma metallkombinationer i anomalierna. Anomalimönstren i de olika materialen kompletterar närmast varandra och gör tolkningen mer pålitlig. De tolv avgränsade områdena med starkt överlappande anomalier i de olika materialen torde kunna anses ha den högsta mineraliseringspotentialen inom förprojektområdet. Inom åtta av dessa områden känner man till mineraliseringar i block eller fast klyft.

8 SLUTSATSER

Geokjemisk kartlegging med tre prøvestasjoner pr. 100 km² har avdekket regionale geokjemiske mønstre og lokale anomalier. Noen geokjemiske anomalier anbefalles fulgt opp med videre undersøkelser, således Mo-anomalier langs grensen mellom granitt og grønnsten, Pb- og U-anomalier nær fjellranden og komplekse anomalier i forbindelse med Tjærrostråket og enkelte basiske kroppar.

Det anbefales at hele Nordkalotten prøvetas med den tetthet som er bruket i forprosjektet.

Det bør samles inn flest mulig prøvetyper på hver prøvestasjon. Nedenfor nevnes 6 typer i prioritert rekkefølge. Herav utgjør de 3 første en minimumversjon:

- 1 Bekkesedimenter
- 2 Bekketorv
- 3 Bekkemose
- 4 Morene
- 5 Humus
- 6 Bekkevann

Prøvene bør tas etter samme retningslinjer som i forprosjektet og analyseres ved GF, NGU og SGU på flest mulig elementer etter de rutinemetoder institusjonene disponerer. Alle tre lands prøver av en type bør analyseres på samme laboratorium. Naermere plan for analysering bør avtales senere.

Resultatene bør fremstilles som enkelt-element kart, kombinerte kart og kart over filtrerte data samt mulige residualer i målestokker fra 1:250.000 til 1:2.000.000 alt etter art og anvendelse. Videre databearbeiding bør gjøres av Nordkalottprosjektets datagruppe i samarbeid med de øvrige prosjekt-grupper.

Feltarbeidet bør gjennomføres over 2-3 år. Det er nødvendig med to år til bearbeiding og rapportering av resultater.

9 RESURSANVÄNDING I FÖRPROJEKTET

Kostnadene forbundet med forprosjektets feltarbeid er utregnet for Finland og Norge. Pris per prøvestasjon ble i Finland Fmk 583,- og i Norge Kr 940,-. En oversikt over de viktigste postene på feltbudsjetterne er vist nedenfor.

Finland:

Lønn/diett/natt-tillegg	Fmk	20.000
Transport (helikopter, fly, bil)	Fmk	29.300
Andre utgifter (feltmateriell etc)	Fmk	9.000
Sum	Fmk	58.300
Pris per prøvestasjon	Fmk	583

Norge:

Lønn/diett/natt-tillegg	Nkr	56.000
Transport (helikopter, fly, bil)	Nkr	100.000
Andre utgifter (feltmateriell etc)	Nkr	16.000
Sum	Nkr	172.000
Pris per prøvestasjon	Nkr	940

10 RESURSBEHOV I 1981

Erfaringene fra forprosjektet viser følgende priser for prøvetakning (priserne er ikke uten videre sammenlignbare fordi budsjetttrutinene er ulike).

Finland (helikopter, moped)	1750 Fmk/100 km ²
Norge (helikopter, bil)	2800 Nkr/100 km ²

Kostnader for å dekke den finske del av Nordkalotten er estimert til Fmk 2 mill. Tilsvarende kostnader for den svenske delen er estimert til Skr 2 mill. (kostnadsnivå 1980/81).

Et overslag over prøvetakningskostnader for den norske del av Nordkalotten er gitt nedenfor (i 1980 Nkr):

	1981	1982	1983
Diett 4 NGU-medarbeidere	30.000	60.000	40.000
Lønn etc engasjerte medarb.	190.000	360.000	220.000
Bilhold	50.000	90.000	60.000
Helikopterleie	210.000	390.000	250.000
Sum	480.000	900.000	570.000
Anslått prisstigning	48.000	100.000	120.000
Sum	528.000	1.000.000	690.000
Total sum	Nkr 2.22 mill.		

Etter de opplysninger som foreligger, er den finske og svenske finansiering i det alt vesentligste ordnet. For den norske del er det mulighet for en kombinert finansiering, ved delbevilgning over NGU's budsjett og andre poster på Statsbudsjettet.

11 REFERENSER

Dixon 1973: Stepwise Regression Analysis. BMD Biomedical Computer Programs. Univ. of California Press. Los Angeles, California, 305-330.

Follestad B A 1978: Finnmarksvidda - natur-kultur. Norges offentlige utredninger 1978: 18A, 39-43.

Hirvas H 1977: Glacial transport in Finnish Lapland. In: Prospecting in glaciated terrain 1977 (Ed: G R Davis).

Hirvas H, Kujansuu R & Tynni R 1977: On till stratigraphy in Northern Finland. Rep. no. 3, Project 73/1/24 Quarternary glaciation in the Northern Hemisphere 1977, 256-73.

Kujansuu R 1966: Quarternary dispoits, sheet 28, Enontekiö. General Geological Map of Finland, 1:400.000. Geological Survey of Finland.

Kujansuu R 1967: Quarternary deposits sheet 18, Kilpisjärvi. General Geological Map of Finland, 1:400.000. Geological survey of Finland.

Lindroos H & Henkel H 1978: Regional and geophysical interpretation of precambrian structures in northeastern Sweden. Sveriges geologiska undersökning ser C, 751.

Matisto A 1959: Pre-Quaternary rocks. Sheet B8, Enontekiö. General Geological Map of Finland, 1:400.000. Geological Survey of Finland.

Matisto A 1969: Suomen Geologinen Yleiskartta. Lehti B8, Enontekiö. Geologinen Tutkimuslaitos, Helsinki.

12 TABELLER

Tabell 3-1	Tilgjenglighet av de ulike prøvemedier uttrykt i prosent
Tabell 3-2	Prøvepreparering utført på de ulike prøvemedier for kjemisk analyse
Tabell 3-3	Anvendte analyseteknikker og elementer kartfremstilt i de ulike prøvemedier
Tabell 3-4	Deteksjonsgrenser for de analyserte elementer i bekkesedimentprøvene
Tabell 3-5	Deteksjonsgrenser for de analyserte elementer i bekkevannprøver
Tabell 5-1	Medeltal (X), standardavvikelse (S), variationskoeffisient (C) og geometrisk medeltal for metallhalterna i morän och bäcksediment
Tabell 5-2	Geometrisk gjennomsnitt, aritmetisk gjennomsnitt, range, standaravvik og variasjonskoeffisienter for de hydrogeokjemiske parametre (N=367)
Tabell 5-3	Statistiske parametre: bekkemose
Tabell 5-4	Statistiske parametre: bekketorv
Tabell 5-7	Korrelationskoeffisienter mellom metallhalter i ulike prøvetagningsmateriale
Tabell 5-8	Korrelasjonskoeffisienter mellom de ulike elementer analysert i bekkesedimentprøvene (N=367)
Tabell 5-9	Regressionsvariabler for bäckmossa
Tabell 5-10	Regressionsvariabler for bäcketorv
Tabell 5-11	Resultat av faktoranalyse av metallhalterna i ulike prøvetagningsmateriale
Tabell 5-12	Korrelationskoeffisienter og faktoranalyse av element mellom ulike prøvetagningsmateriale
Tabell 5-13	Medeltal av korrelasjoner for Pb, Co, Ni, Cu och Zn mellom de ulike prøvetagningsmaterialene
Tabell 5-14	Felanalyser for geokjemiske data av morän, bäcksediment, bäckvatten, bäckmossa och bäcketorv.

Tabell 5-15	Tungmetallanomalier i morene over kjende mineraliseringer
Tabell 5-16	Tungmetallanomalier i bekkesediment over kjende mineraliseringer
Tabell 5-17	Tungmetallanomalier i bekkevann over kjende mineraliseringer
Tabell 5-18	Tungmetallanomalier i bekkemose over kjende mineraliseringer
Tabell 5-19	Tungmetallanomalier i bekketorv over kjende mineraliseringer
Tabell 5-20	Metaller som bildar høge halter i MR, BS, BV, BM och BT

13 FIGURER

Figur 2-1	Nökkelkart
Figur 2-2	Berggrunnsgeologi 1:1 million
Figur 2-3	Registrerte mineraliseringer
Figur 2-4	Flymagnetisk kart
Figur 2-5	Gravimetri
Figur 5-1	Frekvensfordelinger: Morene
Figur 5-2	Frekvensfordelinger: Bekkesediment
Figur 5-2a	Frekvensfordelinger: Bekkesediment
Figur 5-3	Frekvensfordelinger: Bekkevann
Figur 5-4	Frekvensfordelinger: Bekkemosse
Figur 5-5	Frekvensfordelinger: Bekketorv
Figur 5-6	Felvariansdiagram: Morän
Figur 5-7	Felvariansdiagram: Bäcksediment
Figur 5-7a	Felvariansdiagram: Bäckvatten
Figur 5-8	Felvariansdiagram: Bäckmossa
Figur 5-9	Felvariansdiagram: Bäcktorv
Figur 5-10	Morene: Fe
Figur 5-11	Morene: Mn
Figur 5-12	Morene: Mg
Figur 5-13	Morene: Ca
Figur 5-14	Morene: Na
Figur 5-15	Morene: K
Figur 5-16	Morene: Ti
Figur 5-17	Morene: V
Figur 5-18	Morene: Cr
Figur 5-19	Morene: Co
Figur 5-20	Morene: Ni
Figur 5-21	Morene: Cu
Figur 5-22	Morene: Zn

Figur 5-23	Morene: Pb
Figur 5-24	Bekkesediment: Fe
Figur 5-25	Bekkesediment: Mn
Figur 5-26	Bekkesediment: Cr
Figur 5-27	Bekkesediment: Co
Figur 5-28	Bekkesediment: Ni
Figur 5-29	Bekkesediment: Cu
Figur 5-30	Bekkesediment: Zn
Figur 5-31	Bekkesediment: Pb
Figur 5-32	Bekkevann: Prävelok.
Figur 5-33	Bekkevann: Si
Figur 5-34	Bekkevann: Fe
Figur 5-35	Bekkevann: Mn
Figur 5-36	Bekkevann: Mg
Figur 5-37	Bekkevann: Ca
Figur 5-38	Bekkevann: Sr
Figur 5-39	Bekkevann: Ba
Figur 5-40	Bekkevann: Na
Figur 5-41	Bekkevann: Co
Figur 5-42	Bekkevann: Ni
Figur 5-43	Bekkevann: Cu
Figur 5-44	Bekkevann: Zn
Figur 5-45	Bekkevann: Pb
Figur 5-46	Bekkevann: Mo
Figur 5-47	Bekkevann: Li
Figur 5-48	Bäckmossa: Fe ₂ O ₃
Figur 5-49	Bäckmossa: MnO
Figur 5-50	Bäckmossa: MgO
Figur 5-51	Bäckmossa: CaO
Figur 5-52	Bäckmossa: Cr

Figur 5-53	Bäckmossa: Co
Figur 5-54	Bäckmossa: Ni
Figur 5-55	Bäckmossa: Cu
Figur 5-56	Bäckmossa: Zn
Figur 5-57	Bäckmossa: Pb
Figur 5-58	Bäckmossa: Mo
Figur 5-59	Bäckmossa: As
Figur 5-60	Bäckmossa: U
Figur 5-61	Bäckmossa: S
Figur 5-62	Bekketorv: Co
Figur 5-63	Bekketorv: Ni
Figur 5-64	Bekketorv: Cu
Figur 5-65	Bekketorv: Zn
Figur 5-66	Bekketorv: S
Figur 5-67a	Bekkesediment: Al
Figur 5-67b	Bekkesediment: Ti
Figur 5-67c	Bekkesediment: Mg
Figur 5-67d	Bekkesediment: Ca
Figur 5-67e	Bekkesediment: Na
Figur 5-67f	Bekkesediment: K
Figur 5-67g	Bekkesediment: V
Figur 5-67h	Bekkesediment: Ba
Figur 5-67i	Bekkesediment: Sr
Figur 5-68	Anomali morän
Figur 5-69	Anomali bekkesediment
Figur 5-70	Anomali bekkevann
Figur 5-71	Anomali bekkemose
Figur 5-72	Anomali bekketorv
Figur 5-73	Co anomali
Figur 5-74	Ni anomali

Figur 5-75	Cu anomali
Figur 5-76	Zn anomali
Figur 5-77	Pb anomali
Figur 5-78	Mo anomali
Figur 5-79	U anomali
Figur 5-80	Gull

14 BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga (skala 1:250.000)

1-1 Geologi
1-2 Fyndighetskarta

2 Morän

2-11 Na

2-12 Mg

2-19 K

2-20 Ca

2-22 Ti

2-23 V

2-24 Cr

2-25 Mn

2-26 Fe

2-27 Co

2-28 Ni

2-29 Cu

2-30 Zn

2-82 Pb

3 Bäcksediment

3-24 Cr

3-25 Mn

3-26 Fe

3-27 Co

3-28 Ni

3-29 Cu

3-30 Zn

3-42 Mo

3-82 Pb

4 Bäckvatten

4-3 Li

4-11 Na

4-12 Mg

4-14 Si

4-20 Ca

4-25 Mn

4-26 Fe

4-27 Co

4-28 Ni

4-29 Cu

4-30 Zn

4-38 Sr

4-42 Mo

4-56 Ba

4-82 Pb

5 Bäckmossa

5-12 MgO

5-13 Al₂O₃5-15 P₂O₅

5-16 S

5-20 CaO

5-22 TiO₂

5-23 U

5-24	Cr
5-25	MnO
5-26	Fe ₂ O ₃
5-27a	Co
5-27b	Co (regression)
5-28a	Ni
5-28b	Ni (regression)
5-29b	Cu (regression)
5-30a	Zn
5-30b	Zn (regression)
5-33a	As
5-33b	As (regression)
5-40	Zr
5-42a	Mo
5-42b	Mo (regression)
5-74	W
5-82b	Pb (regression)
5-90	Th
5-92	U
6	Bäcktorv
6-12	MgO
6-15b	P ₂ O ₅ (regression)
6-16b	S (regression)
6-20	CaO
6-22	TiO ₂
6-23	V
6-24	Cr
6-25	MnO
6-26	Fe ₂ O ₃
6-27b	Co (regression)
6-28b	Ni (regression)
6-29b	Cu (regression)
6-30b	Zn (regression)
6-33	As
6-40	Zr
6-42b	Mo (regression)
6-82b	Pb (regression)
6-90	Th
6-92	U
7	Anomalier i morän, bäckvatten, bäcksediment, bäckmossa och bäcktorv elementvis
7-27	Anomalier av Co
7-28	Anomalier av Ni
7-29	Anomalier av Cu
7-30	Anomalier av Zn
7-42	Anomalier av Mo
7-82	Anomalier av Pb
7-92	Anomalier av U
8	Anomalier i olika provmaterial
8-1	Anomalier i morän
8-2	Anomalier i bäcksediment
8-3	Anomalier i bäckvatten
8-4	Anomalier i bäckmossa
8-5	Anomalier i bäcktorv
9-1	Geokemiska anomalier av nyfyndskaraktär