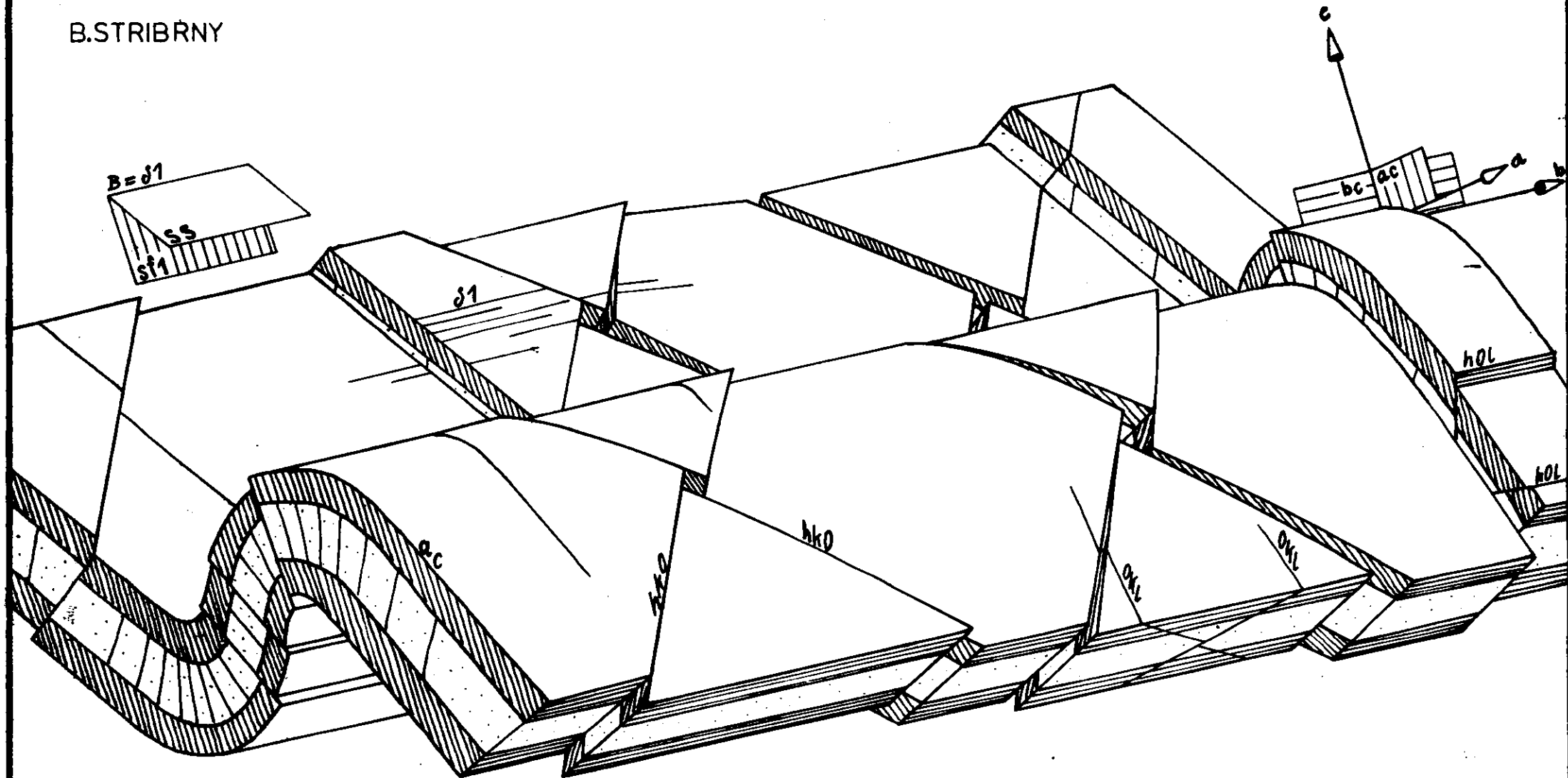


MODELL DES NW-VERGENTE FALTENBAUES UND DES TEKTONISCHEN INVENTARS

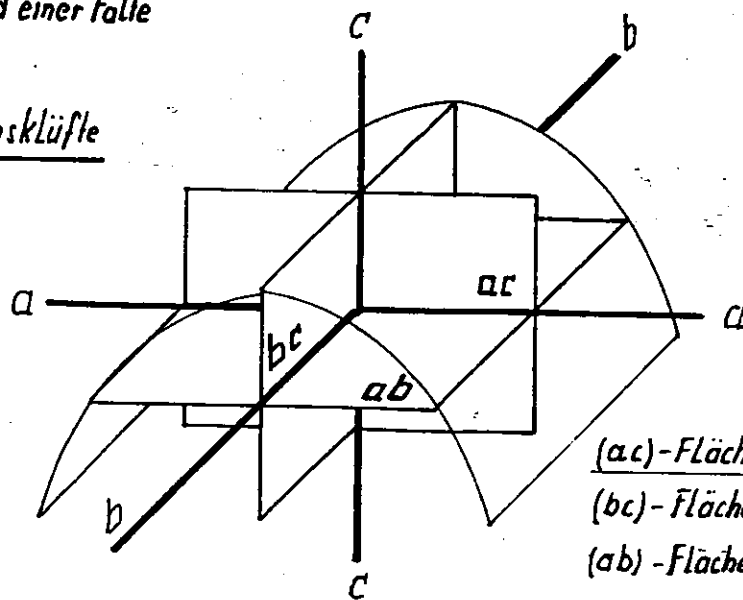
B.STRIBRNY



Tektonische Übungen

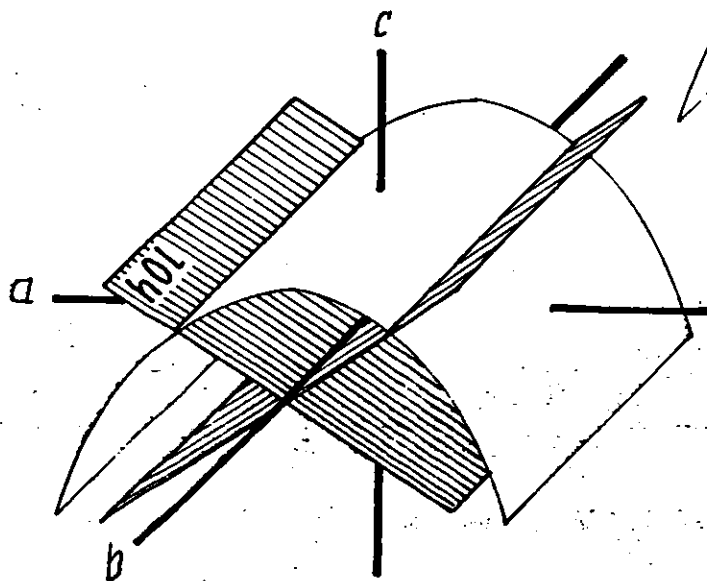
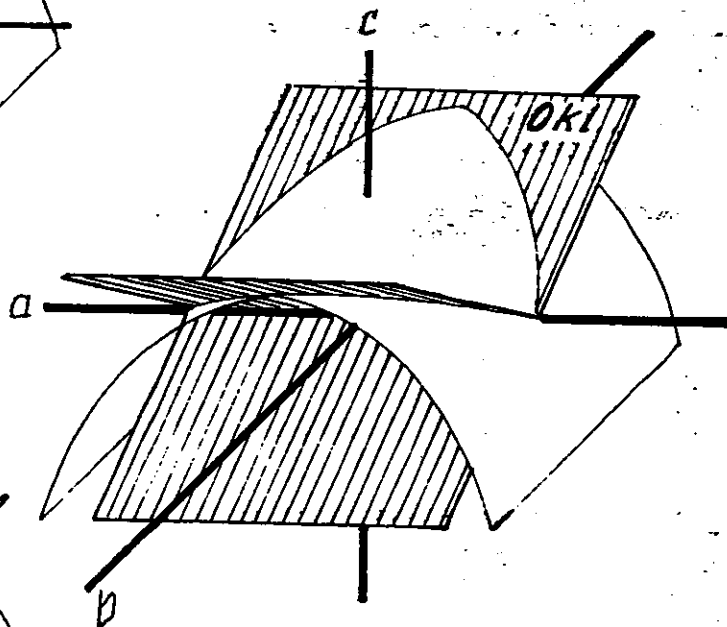
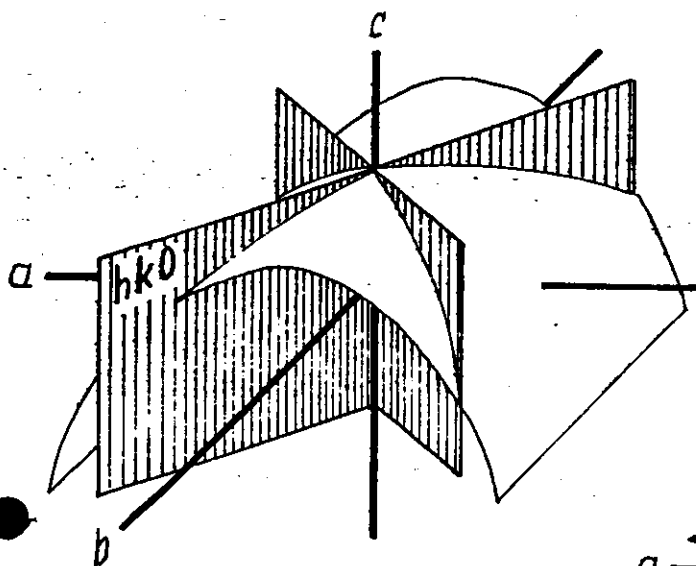
Symmetriebeziehungen zwischen den Gefügekoordinaten a, b, c und den tektonischen Trennflächen im Gefügebild einer Falte

Reißfugen = Dehnungsklüfte



(ac) -Flächen = Querklüfte
 (bc) -Flächen = Längsklüfte
 (ab) -Flächen = Lagerklüfte

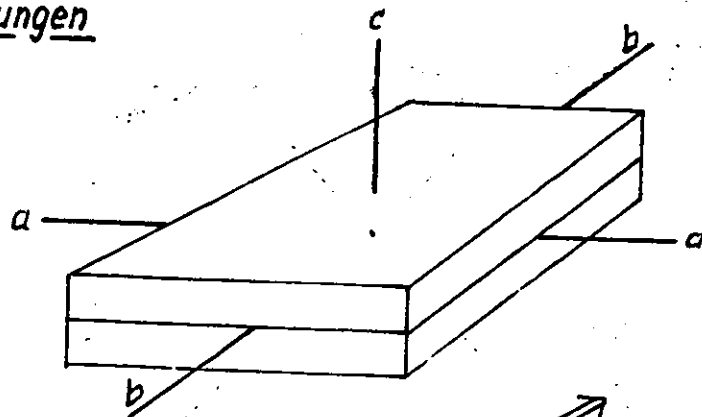
Scherwirkungen eines geologischen Körpers als Reaktion auf von außen einwirkende Kräftepaare = Scherklüfte
 Scherflächen sind stets paarig angelegt



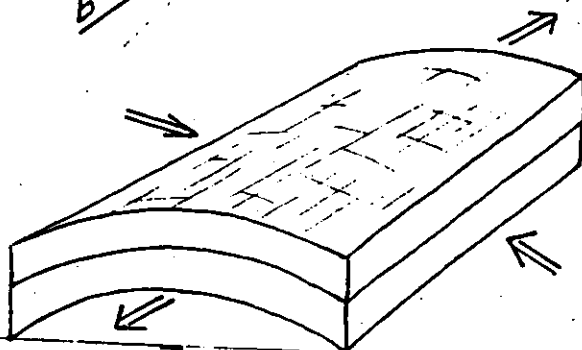
$(hk0)$ -Flächen = Diagonalklüfte, sehr häufig
 (okl) -Flächen = Scherklüfte, rel. selten; bedeutend als Störungen
 (hdl) -Flächen = Scherklüfte, ähnlich den par. Längsklüften, bedeutend als Schieferungsflächen

Tektonische Übungen

Ausgangssituation
und Gefüge-
Koordinaten

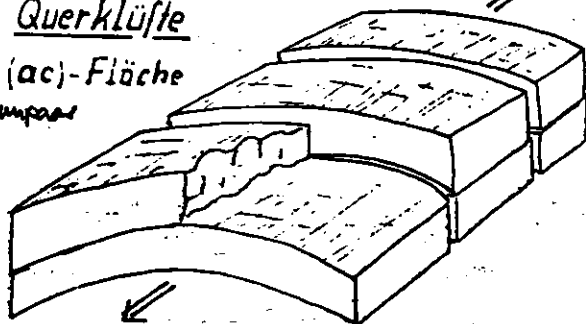


Allgemeines
Deformationsbild
und Kräfteplan

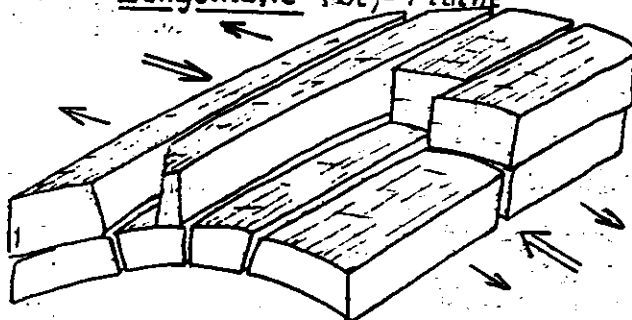


Dehnungsbrüche

Querklüfte
(ac)-Fläche
impar

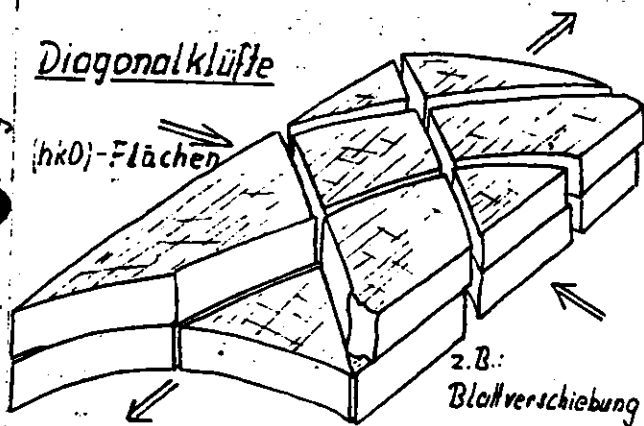


Längsklüfte (bc)-Fläche



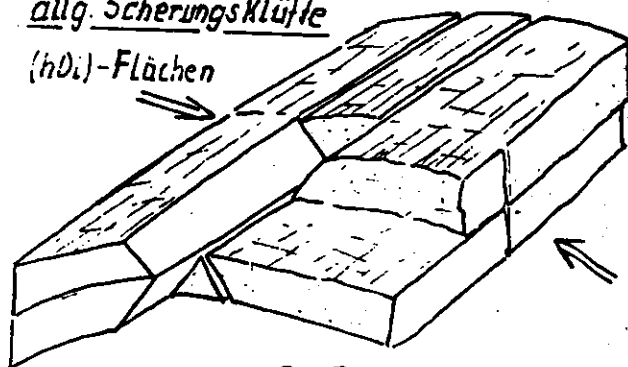
Diagonalklüfte

(hk0)-Flächen



allg. Scherungsklüfte

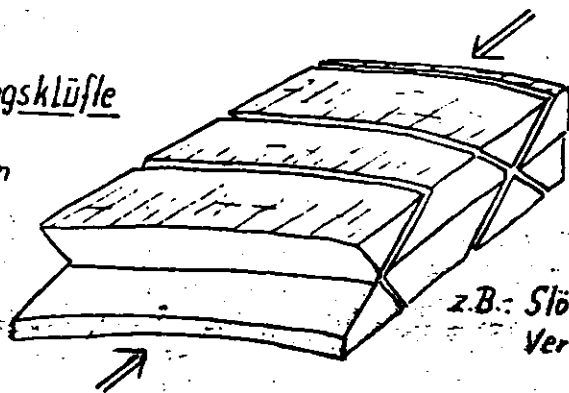
(h0i)-Flächen



z.B.: Aufschiebung ($\alpha > 45^\circ$)
Ab schiebung
häufig Schieferungsflächen

allg. Scherungsklüfte

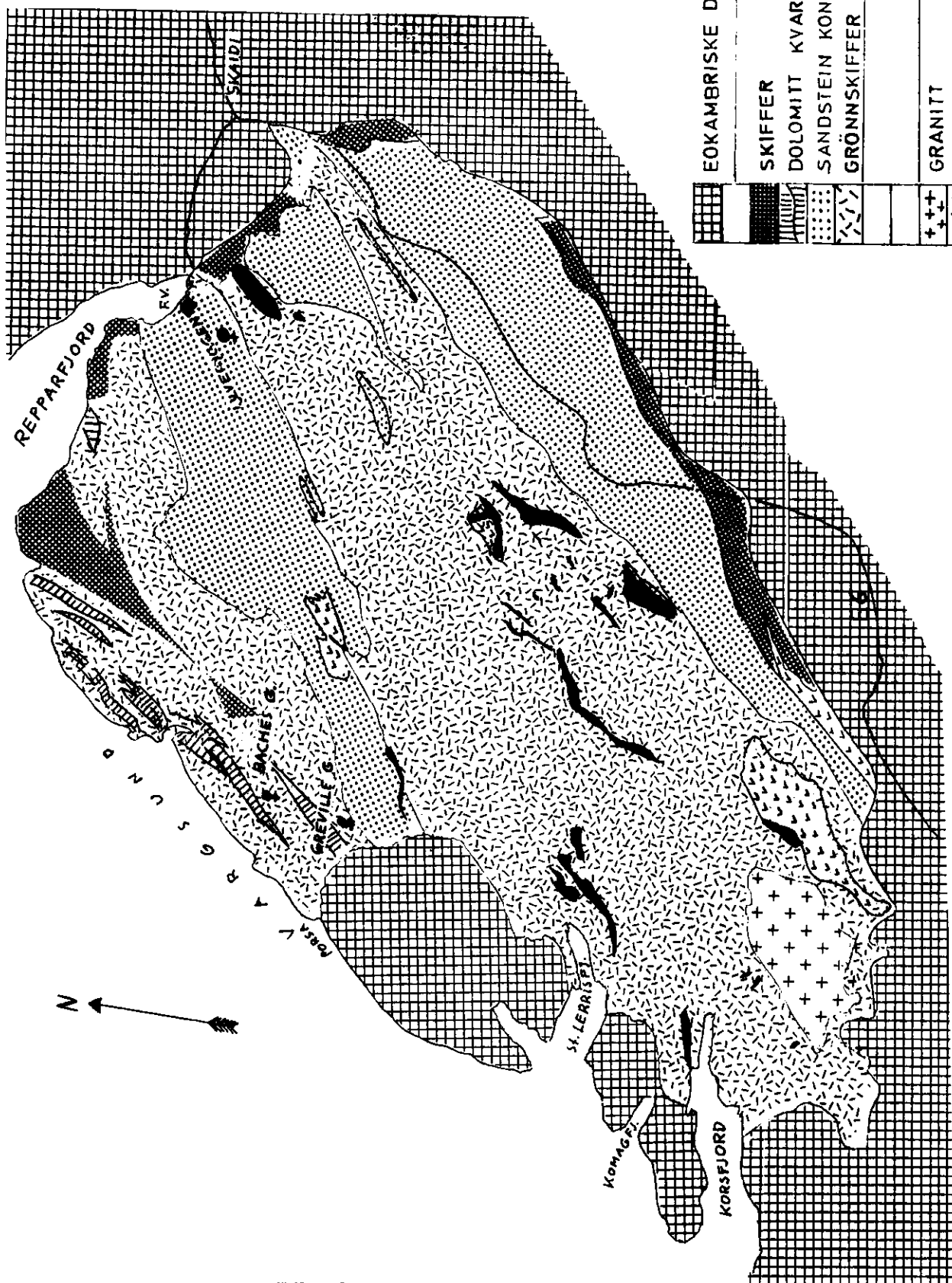
(0kl)-Flächen



z.B.: Störung
Verwerfung

allgemeine Scherungsbrüche, schiebarig

Tektonische Trennflächen im Gefügebild



EOKAMBRISKE DEKKER	
	SKIFFER
	DOLOMITT KVARTSITT
	SANDSTEIN KONGLOM.
	GRØNNSKIFFER
	GRANITT
	GABBRO
	ULTRABASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk

1:400 000

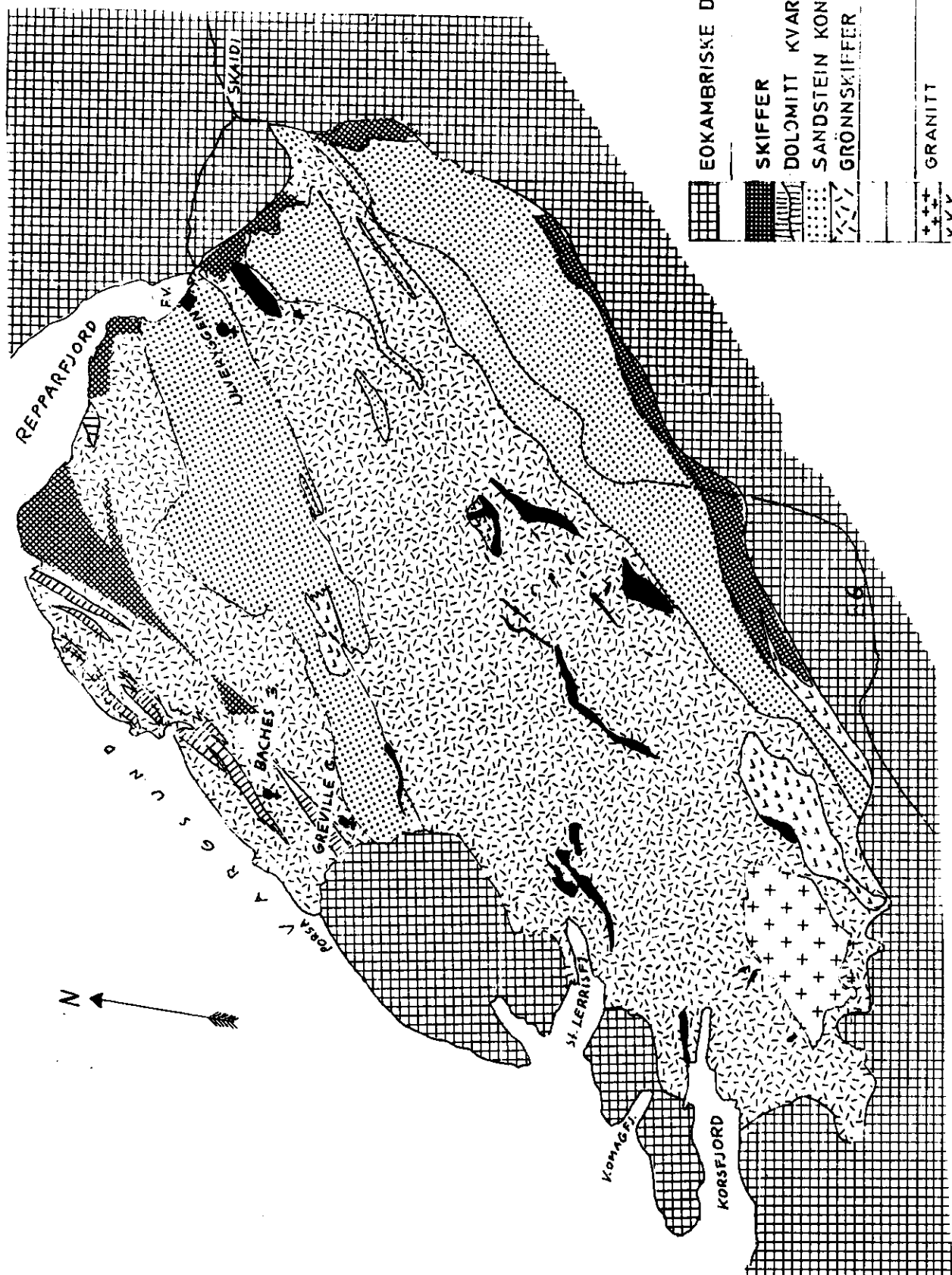
Tegn.

Trac.

Kfr.

Erstatning for:

Erstattet av:

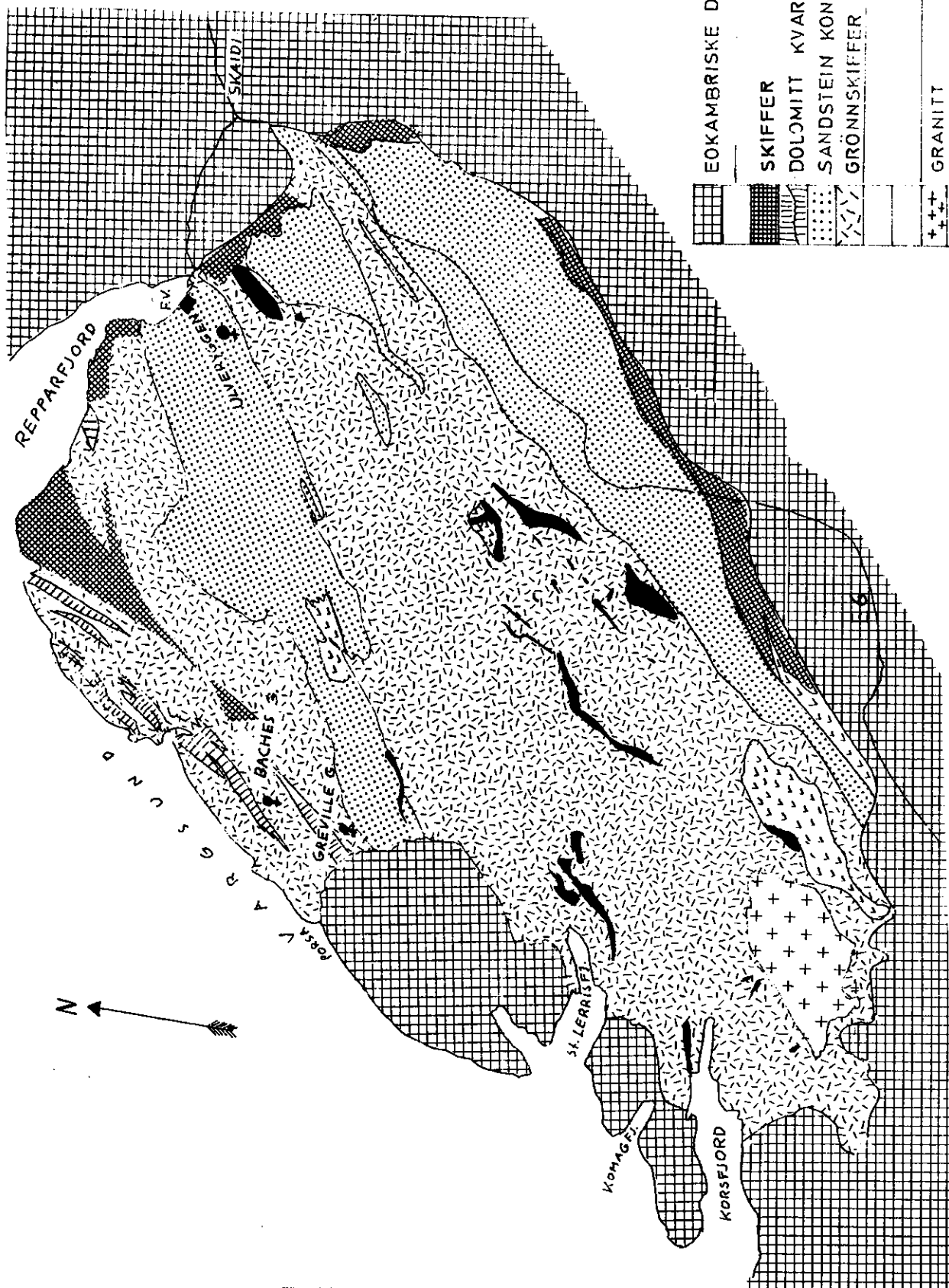


	EOKAMBRISKE DEKKER
	SKIFFER
	DOLOMITT KVARTSITT
	SANDSTEIN KONGLOM.
	GRÖNNSKIFFER
	GRANITT
	GABBRO
	ULTRABASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk 1:400 000	Tegn. Trac. Klr.
Erstatning for:	
Erstattet av:	

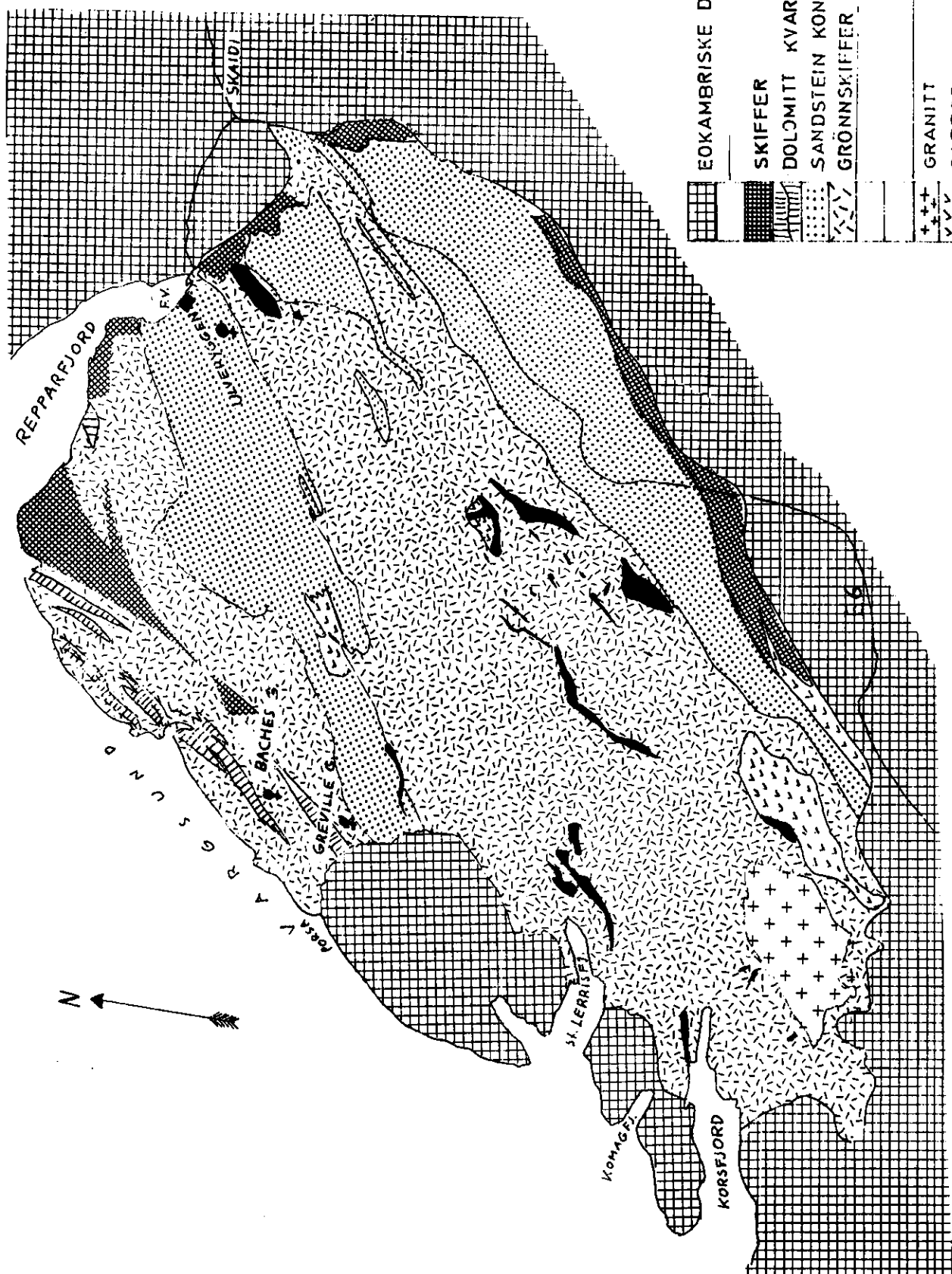


EOKAMBRISKE DEKKER	SKIFFER	DOLOMITT	KVARTSITT	SANDSTEIN	KONGLOM.	GRÖNSKIFFER	GRANITT	GABBRO	ULTRAPASITT
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk 1:400 000	Tegn. Trac. Kfr.
Erstatning for:	
Erstattet av:	

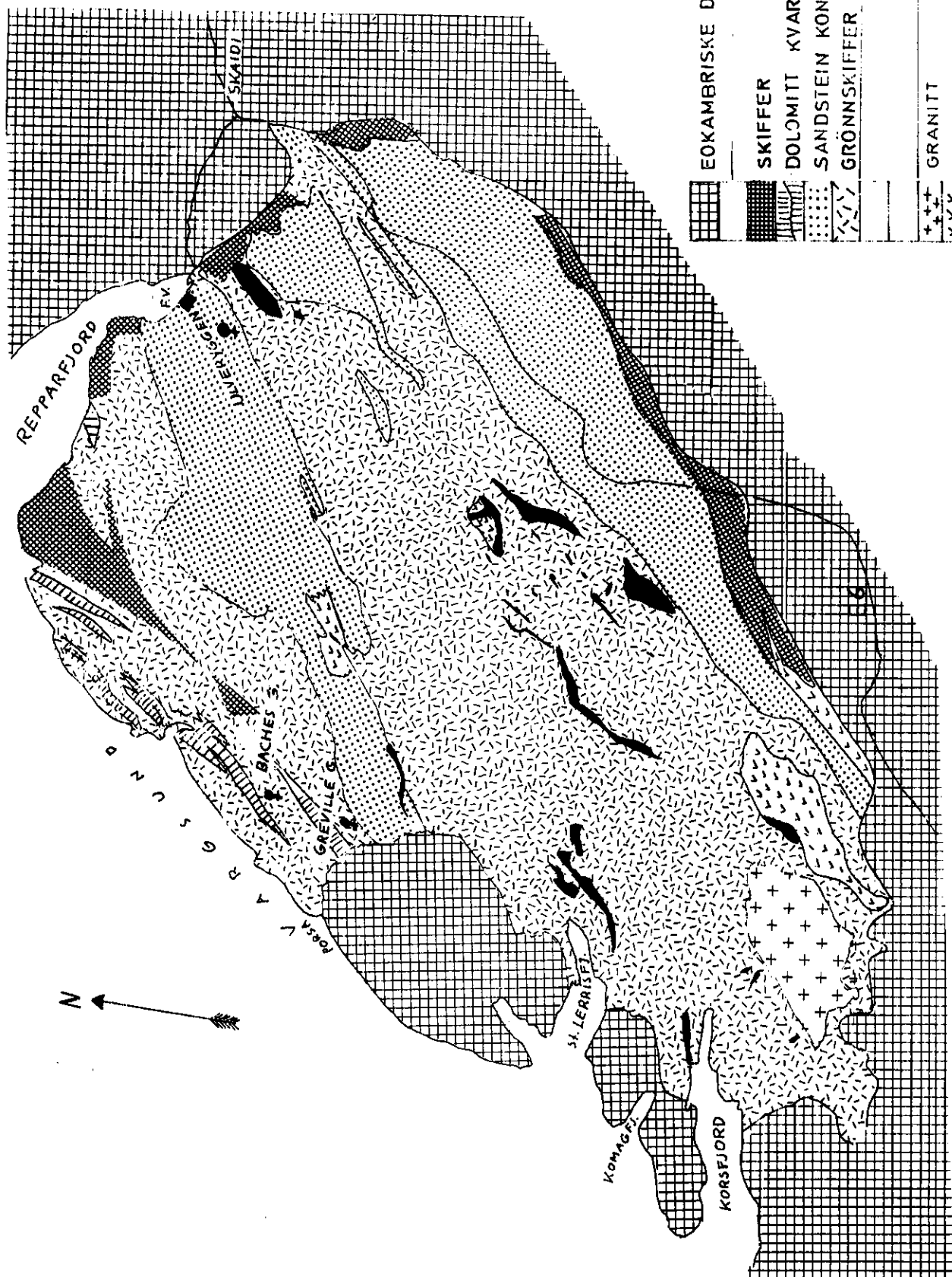


EOKAMBRISKE DEKKER	SKIFFER	DOLOMITT	KVARTSITT	SANDSTEIN	KONGLOM.	GRÖNNSKIFFER	GRANITT	GABBRO	ULTRAPASITT
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk 1:400 000	Tegn. Trac. Klr.
Erstatning for	
Erstattet av:	

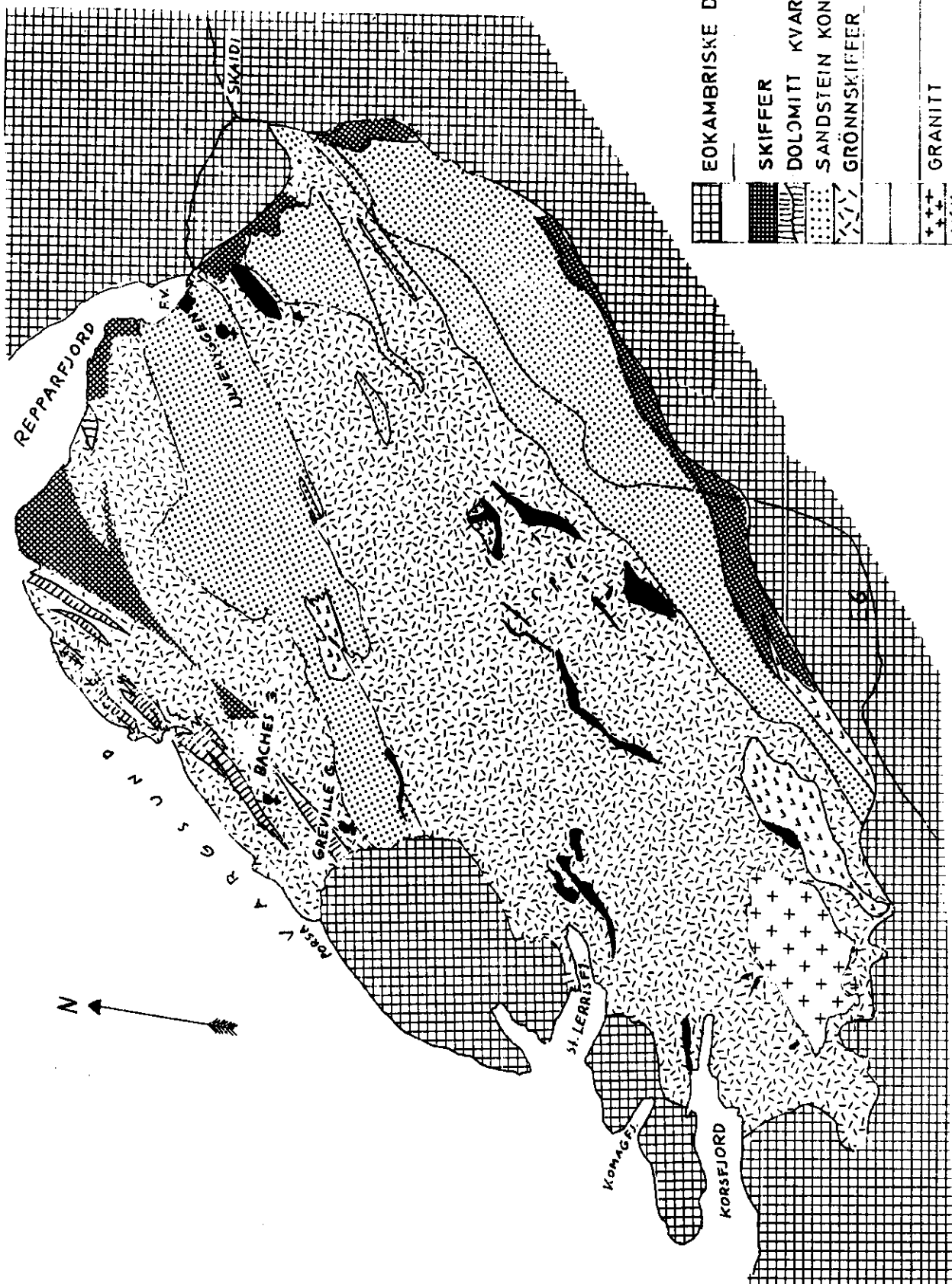


	EOKAMBRISKE DEKKER
	SKIFFER
	DOLMITT KVARTSITT
	SANDSTEIN KONGLOM.
	GRÖNSKIFFER
	GRANITT
	GABBRO
	ULTRABASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk 1:400 000	Tegn. Trac. Kfr.
Erstatning for	
Erstattet av	



	EOKAMBRISKE DEKKER
	SKIFFER
	DOLOMITT
	KVARTSITT
	SANDSTEIN KONGLOM.
	GRÖNNSKIFFER
	GRANITT
	GABBRO
	ULTRABASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk

1:400 000

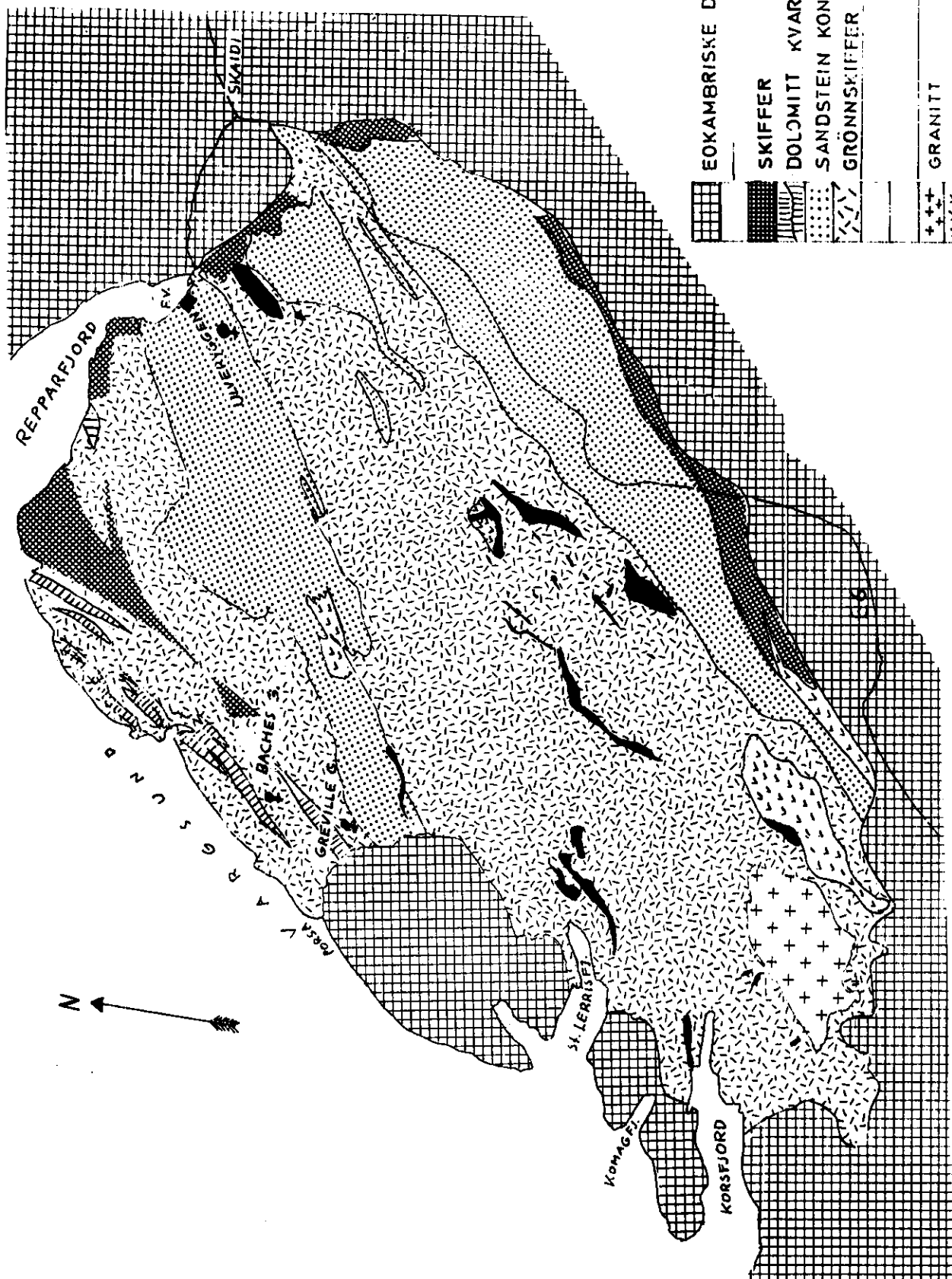
Tegn.

Trac.

Kfr.

Erstatning for:

Erstattet av:



EOKAMBRISKE DEKKER	SKIFFER	DOLOMITT	KVARTSITT	SANDSTEIN	KONGLOM.	GRÖNNSKIFFER	GRANITT	GABBRO	ULTRABASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk

1:400 000

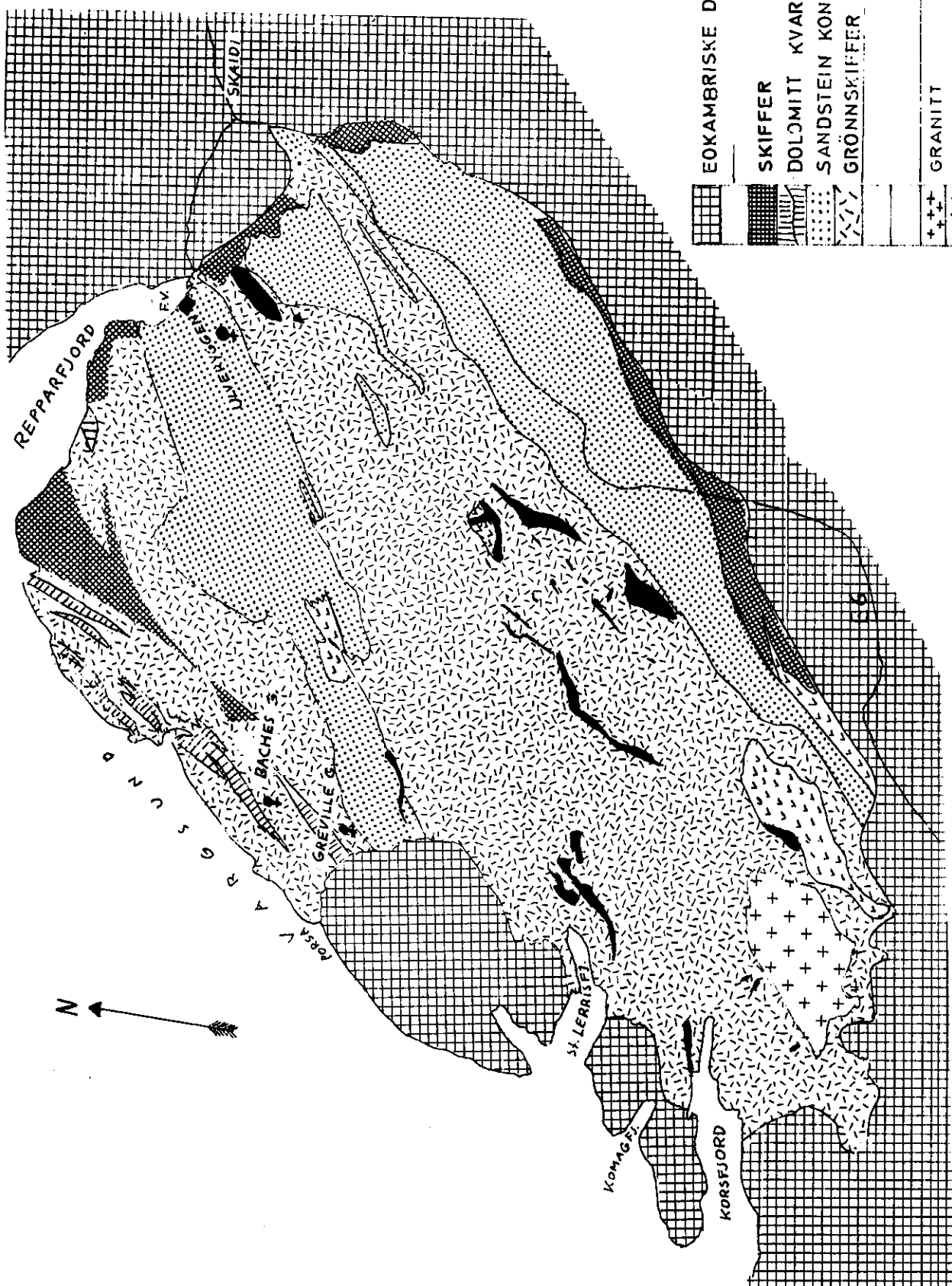
Tegn.

Trac.

Klr.

Erstatning for.

Erstattet av:



	EOKAMBRISKE DEKKER
	SKIFFER
	DOLOMITT KVARTSITT
	SANDSTEIN KONGLOM.
	GRÖNNSKIFFER
	GRANITT
	GABBRO
	ULTRAPASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk

1:400 000

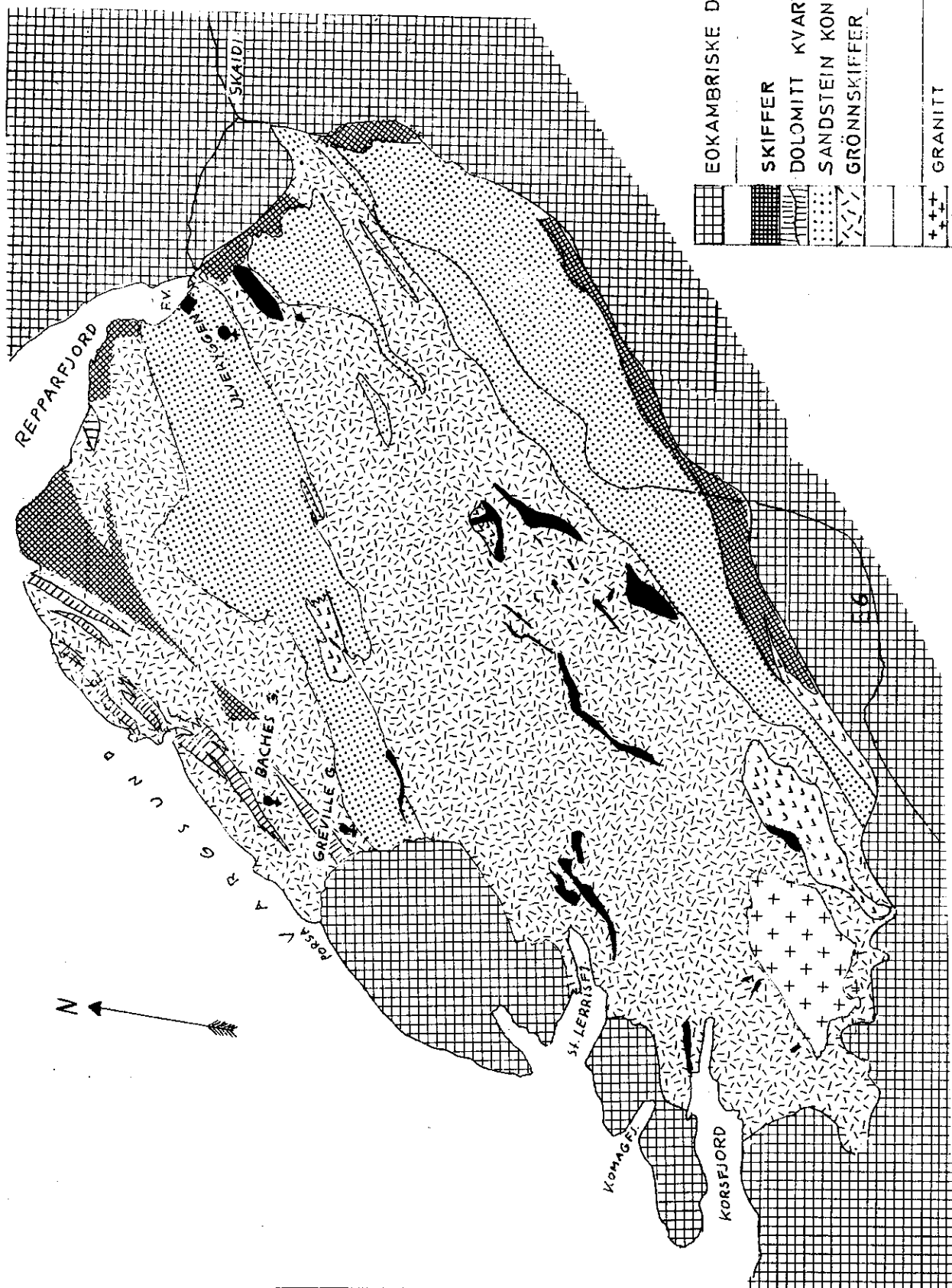
Tegn.

Trac.

Kfr.

Erstatning for.

Erstattet av:



EOKAMBRISKE DEKKER		SKIFFER	DOLOMITT	KVARTSITT	SANDSTEIN	KONGLOM.	GRÖNNSKIFFER	GRANITT	GABBRO	ULTRABASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk

1:400 000

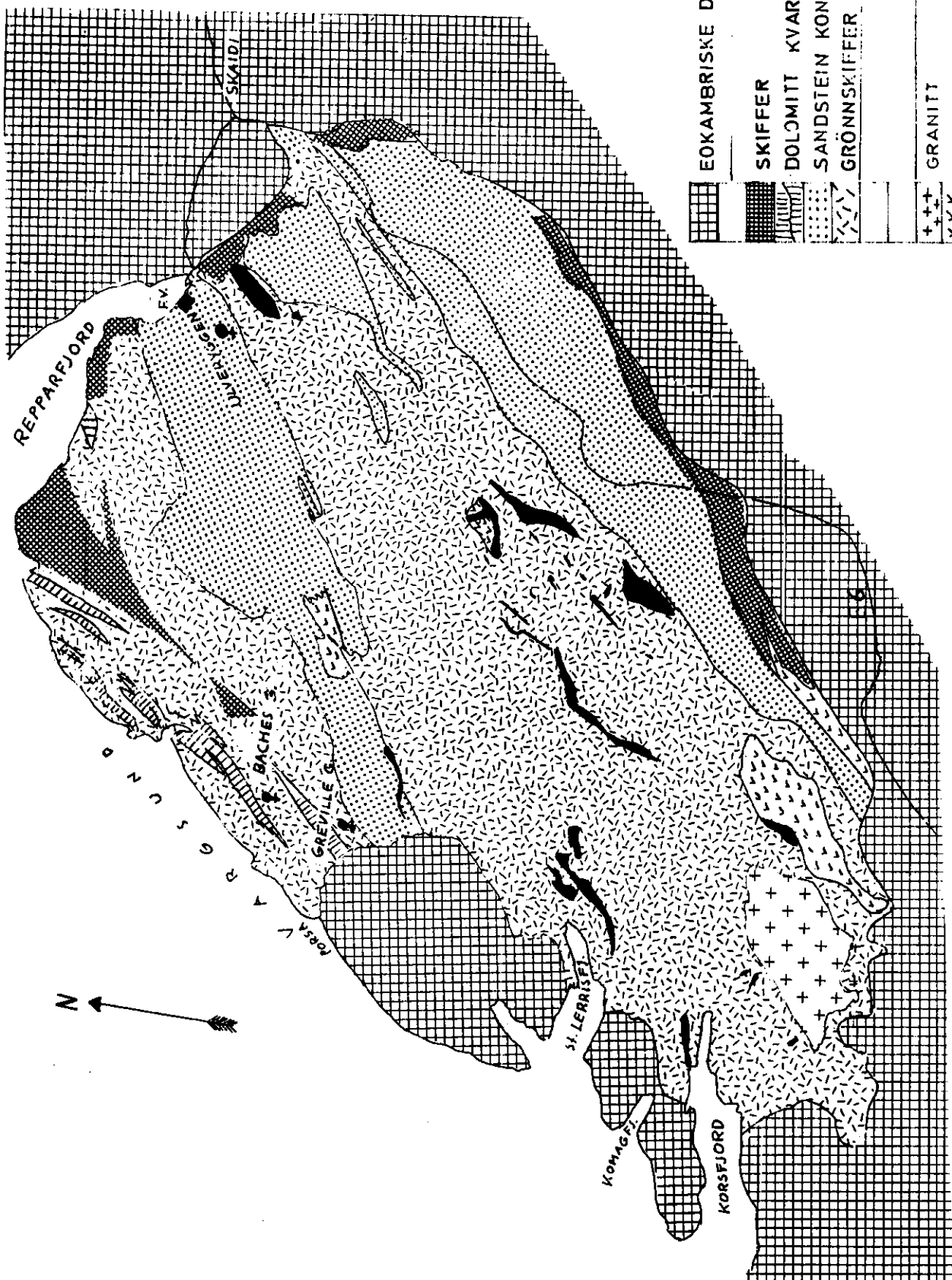
Tegn.

Trac.

Kfr.

Erstatning for:

Erstattet av:



EOKAMBRISKE DEKKER	
SKIFFER	
DOLOMITT KVARTSITT	
SANDSTEIN KONGLOM.	
GRÖNSKIEFFER	
GRANITT	
GABBRO	
ULTRAPASITT	

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk

1:400 000

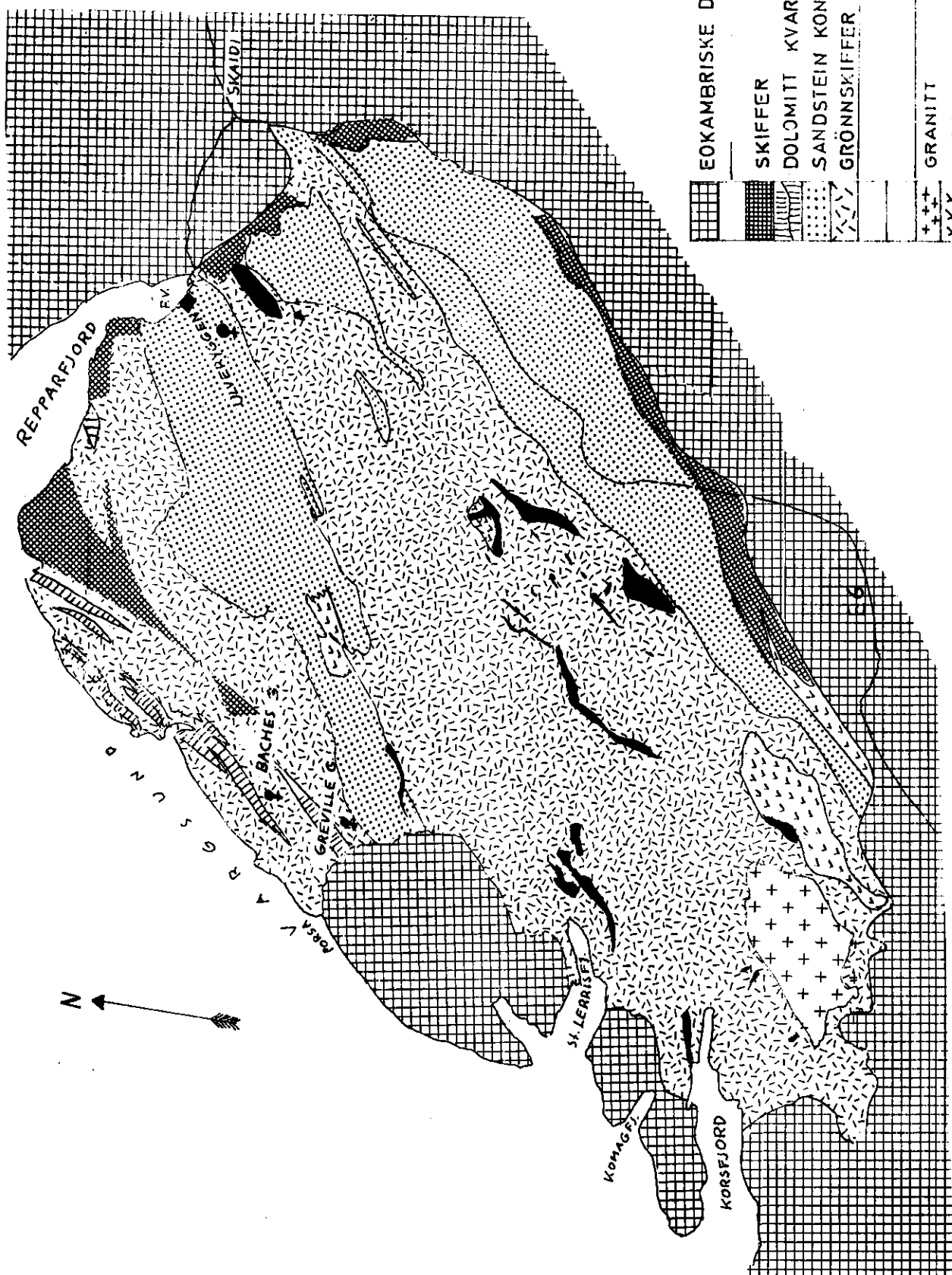
Tegn.

Trac.

Klt.

Erstatning for:

Erstattet av:

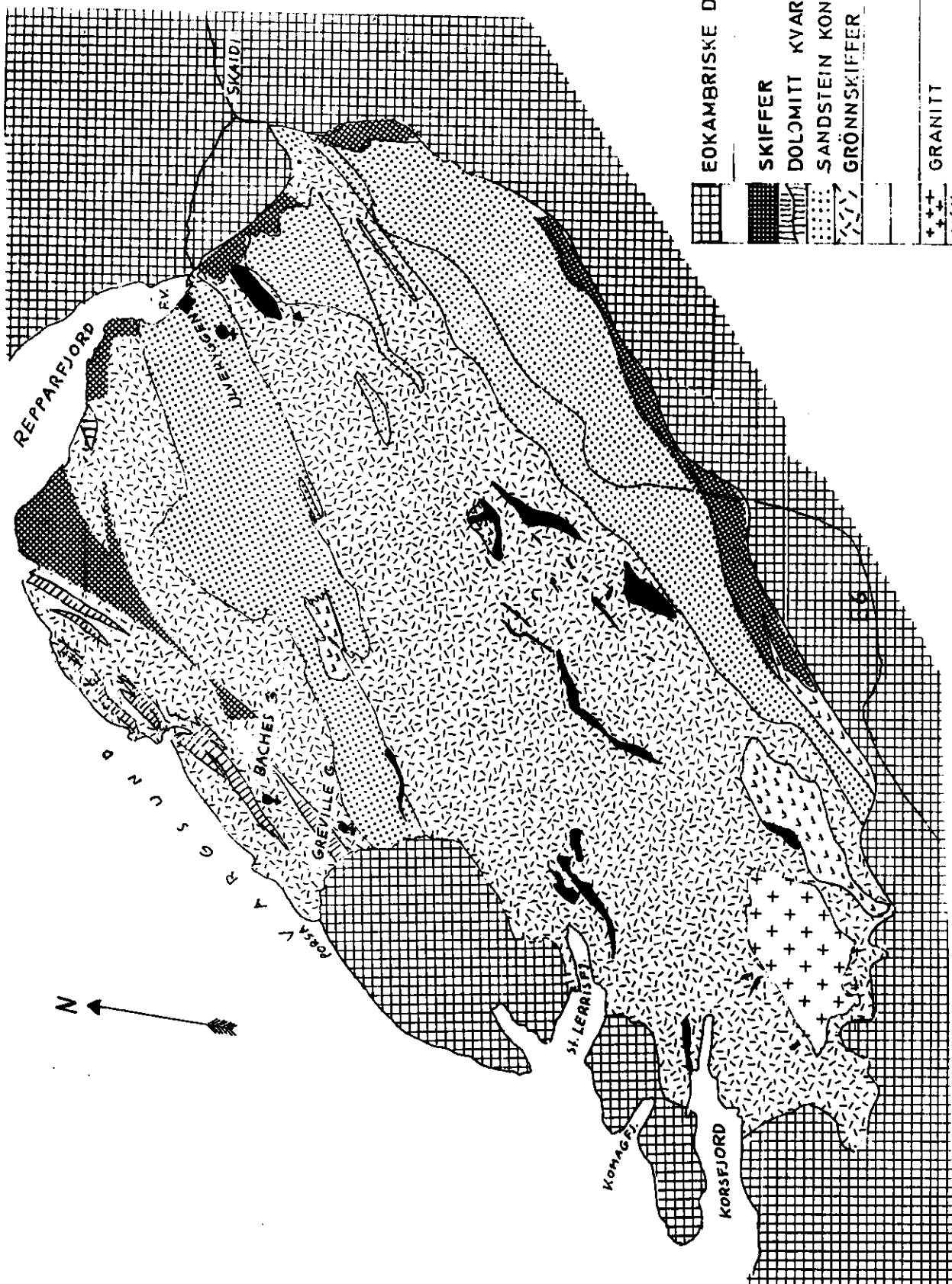


EOKAMBRISKE DEKKER	SKIFFER	DOLOMITT	KVARTSITT	SANDSTEIN	KONGLOM.	GRÖNNSKIFFER	GRANITT	GABBRO	ULTRABASITT
[Grid pattern]	[Horizontal lines]	[Vertical lines]	[Dotted pattern]	[Stippled pattern]	[Cross-hatched pattern]	[Diagonal lines]	[+ pattern]	[V pattern]	[Solid black]

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk	Tegn.
1:400 000	Trac.
	Kfr.
Erstatning for:	
Erstattet av:	



	EOKAMBRISKE DEKKER
	SKIFFER
	DOLOMITT KVARTSITT
	SANDSTEIN KONGLOM.
	GRÖNNSKIFFER
	GRANITT
	GABBRO
	ULTRABASITT

KOMAGFJORDVINDU GEOLOGISK KART

P. REITAN, 1963 (NOE MODIFISERT)

Målestokk

1:400 000

Tegn.

Trac.

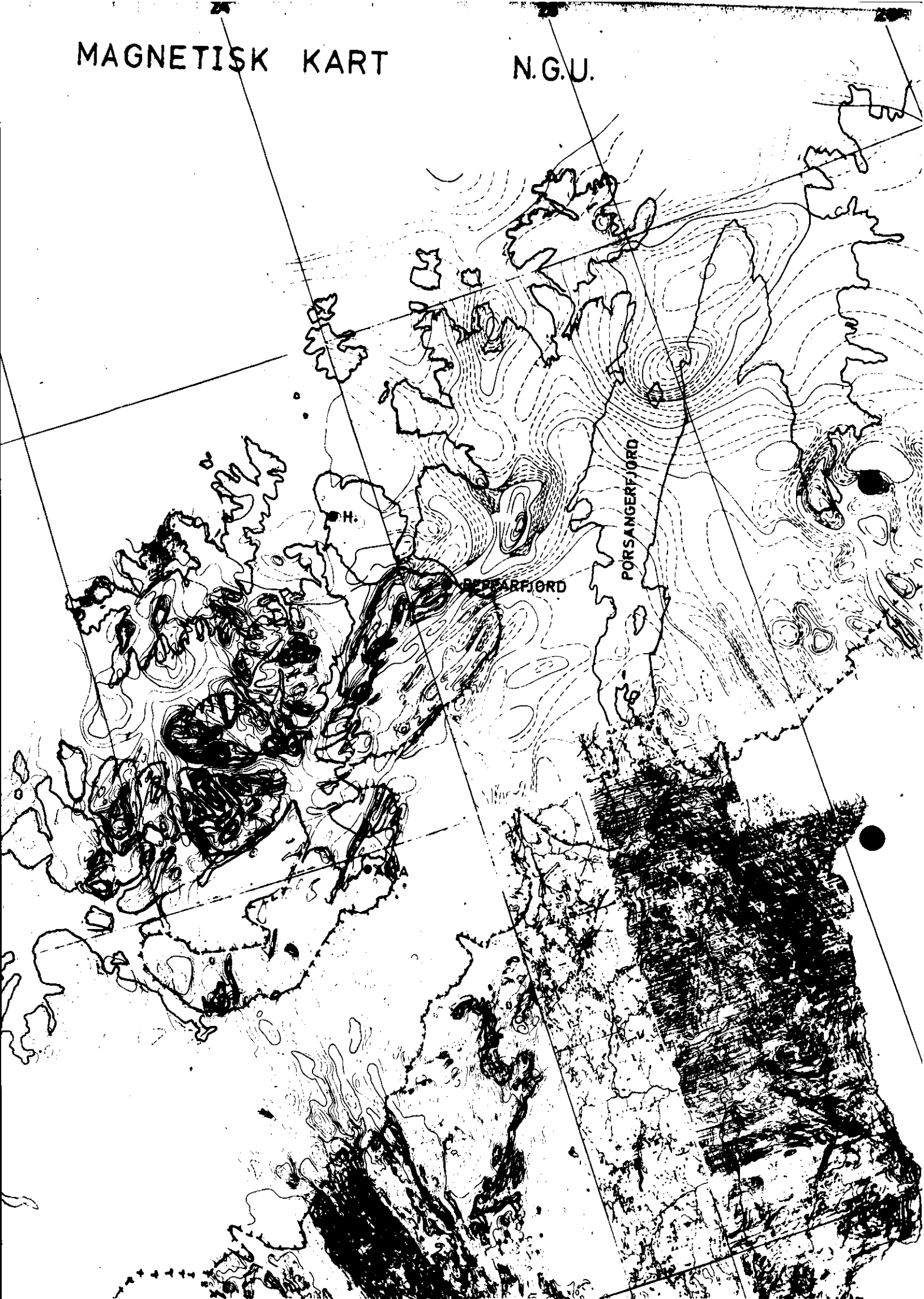
Kfr.

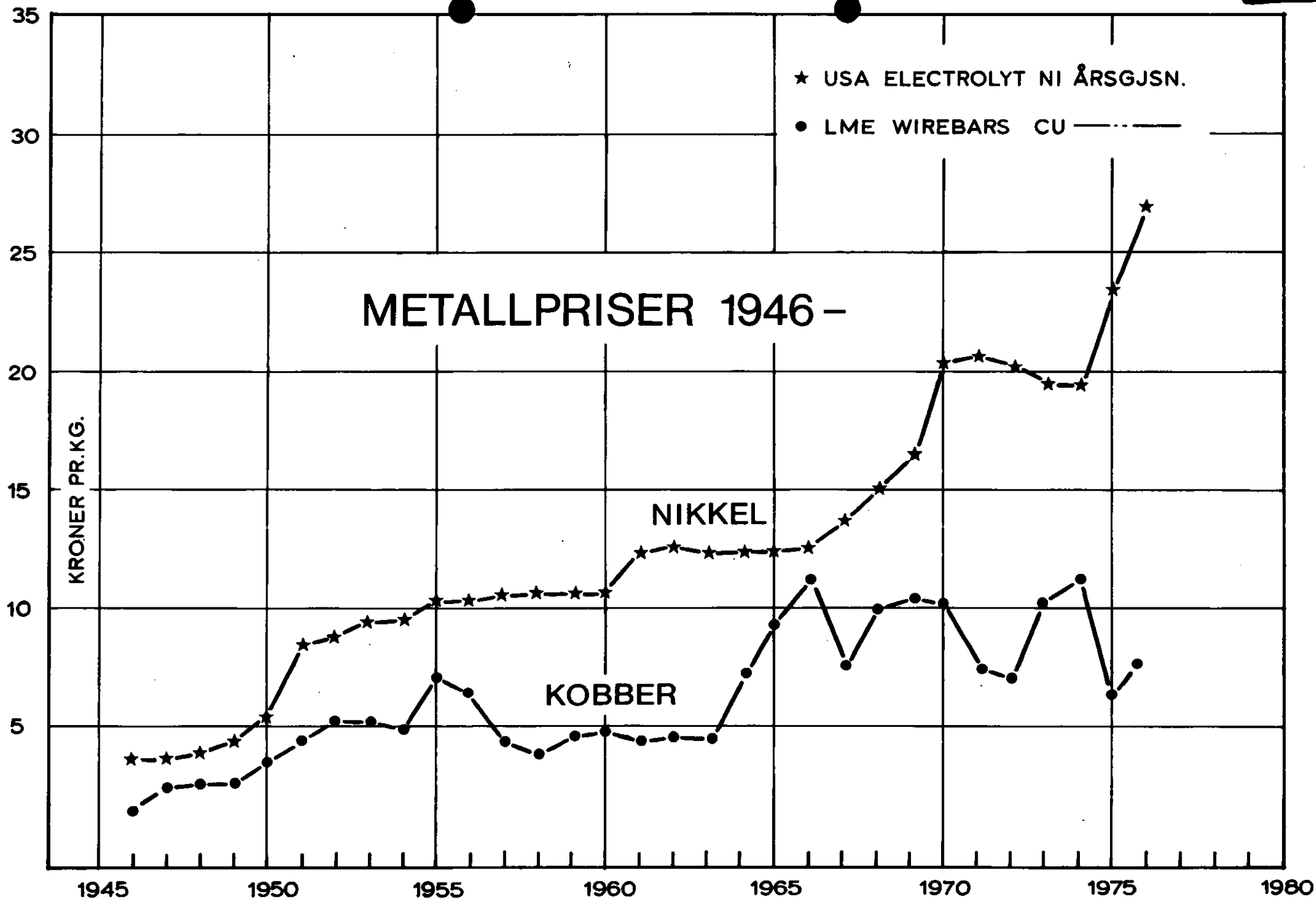
Erstatning for:

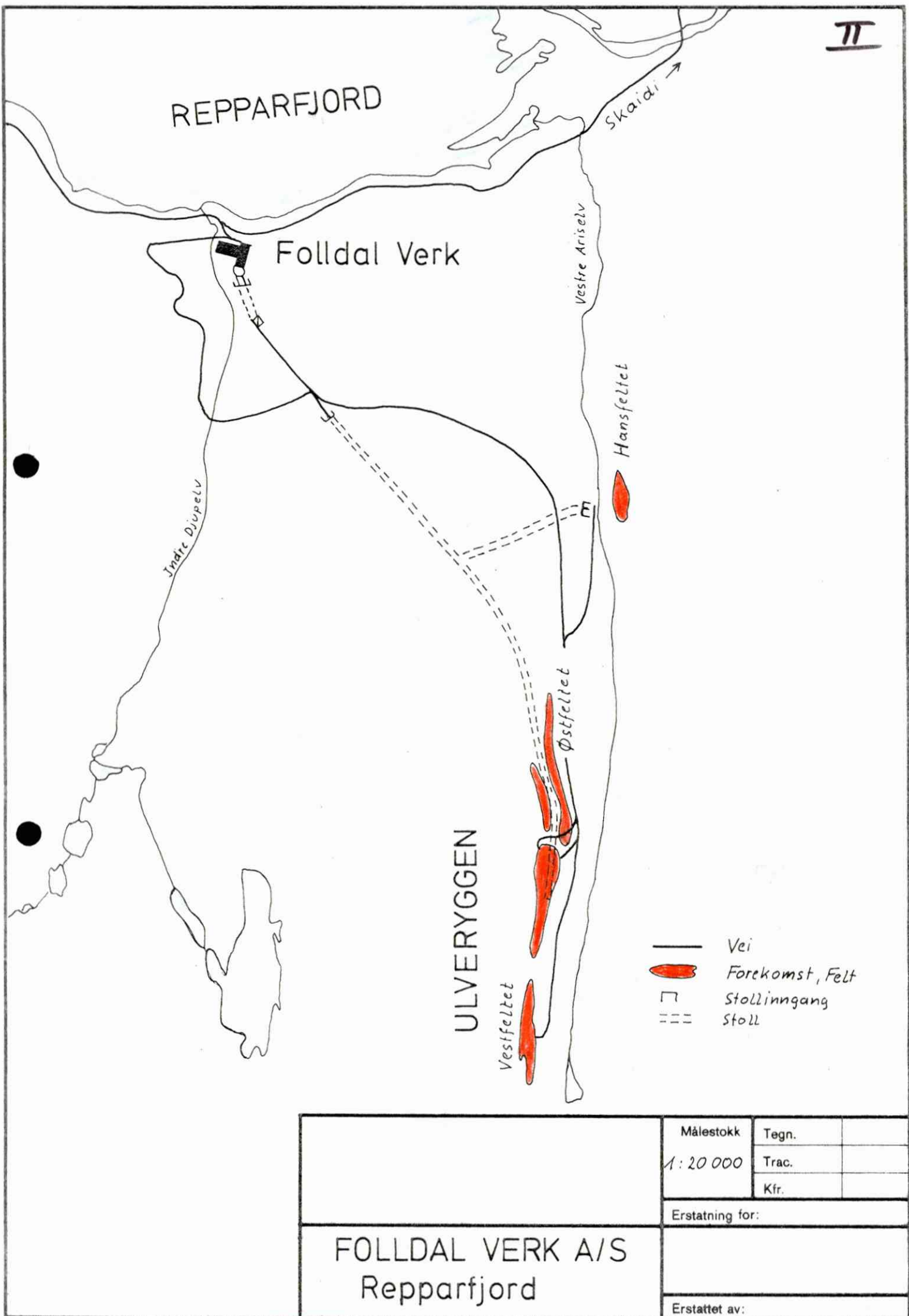
Erstattet av:

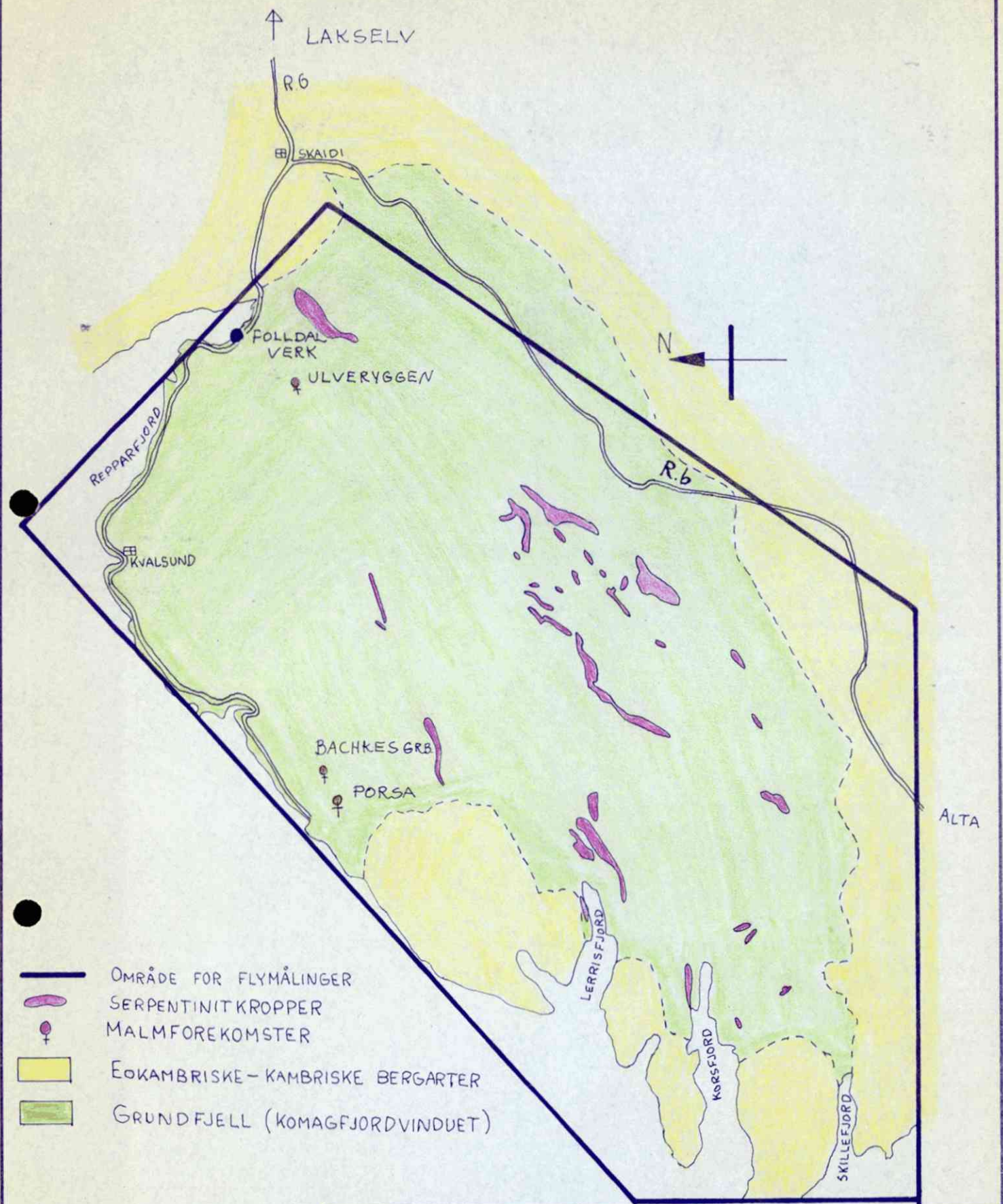
MAGNETISK KART

N.G.U.









KOMAGFJORD VINDUET

Målestokk

1:250 000

Tegn.

Trac.

Kfr.

RX

Erstatning for:

FOLLDAL VERK P/S

REPPARFJORD

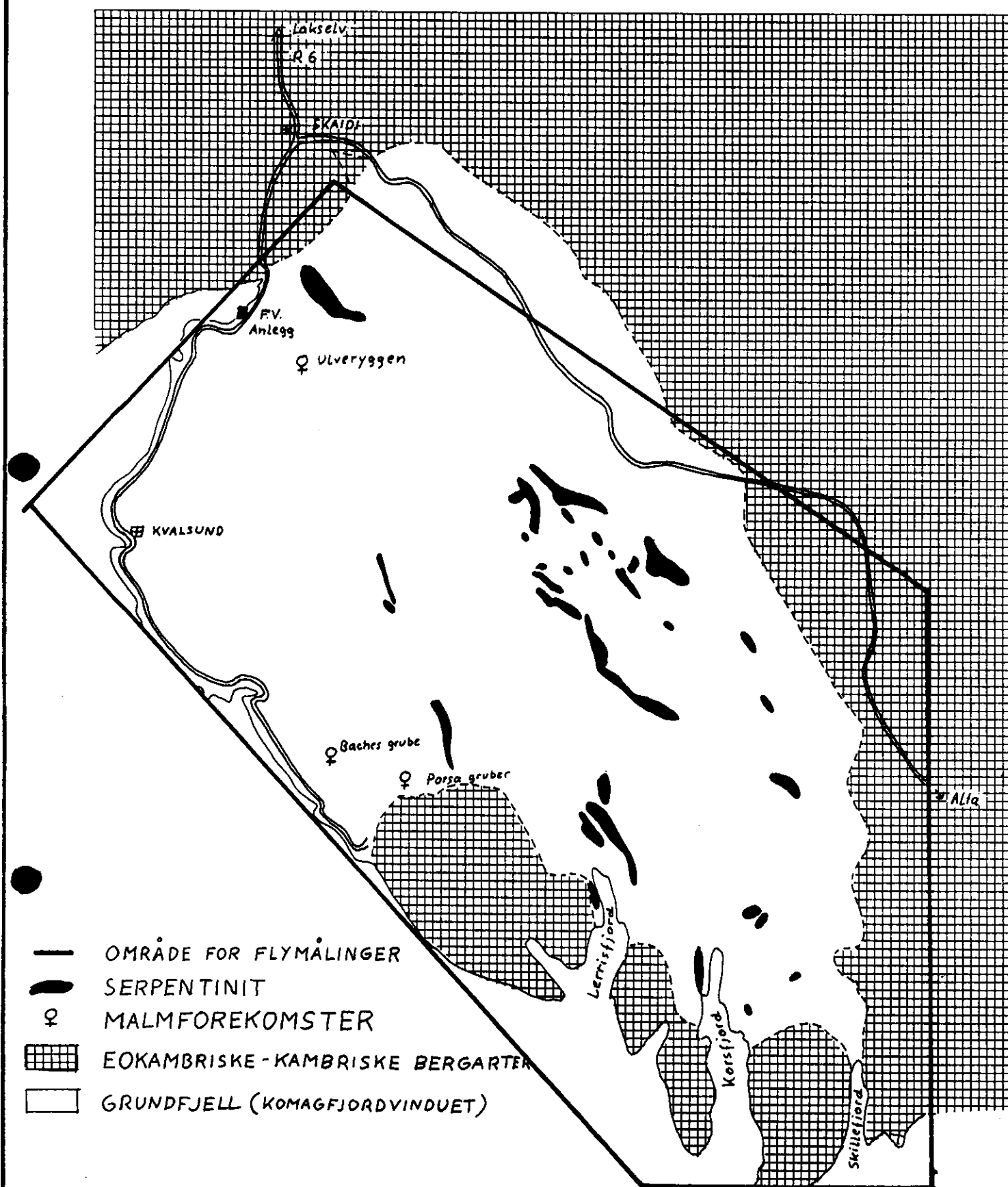
Erstattet av:

PROSPEKTERING I KOMAGFJORDVINDUET 1977–1981

PLAN FOR UNDERSØKELSE AV MINERALSKE RÅSTOFF-
POTENSIALER I GRUNNFJELLSOMRÅDENE VED REPPARFJORD



UTARBEIDET 1977 AV FOLLDAL VERK A/S



Komagfjordvindu

Målestokk

Tegn.

1:250 000

Trac.

Kfr.

Erstatning for:

FOLLDAL VERK A/S

Erstattet av:

P R O S P E K T E R I N G I K O M A G F J O R D V I N D U E T

1977 - 1981

Plan for undersøkelse av mineralske råstoff-
potensialer i grunnfjellsområdene ved Repparfjorden.

Innholdsfortegnelse:

Sammendrag og konklusjon	side	1
1. Historikk	"	2
2. Geologiske forhold	"	2
3. Repparfjordanlegget	"	3
4. Næringslivet i distriktet	"	4
5. Utførte undersøkelser	"	4
6. Program for undersøkelsene	"	5
7. Kalkyler	"	7
8. Perspektiver	"	7
9. Publikasjoner	"	8

Illustrasjoner:

- I Geologisk kart over Repparfjordvinduet i 1:250.000.
Område for helikoptermålinger og de ultrabasiske berg-
arter fremhevet.
- II Skisse 1:20.000 med Ulveryggforekomstene og opprednings-
anlegget ved Repparfjorden.
- III Metallpriser for kobber og nikkel i n.kr. fra 1946.

Sammendrag og konklusjon.

Komagfjordvinduet er et grunnfjellsområde på ca. 750 km² hvorav størstedelen er beliggende i Kvalsund kommune i Finnmark.

Mindre bergverksdrift har tidligere forekommet i området og siden 1972 har Folldal Verk A/S drevet gruvedrift på kobbermalm i Repparfjord. Kostnadsutviklingen har imidlertid medført at størstedelen av den opprinnelige malm i Ulveryggen ikke lengre er regningssvarende å bryte, og de aktuelle malmreserver for anlegget er blitt tilsvarende redusert.

I den senere tid er omfattende diamantboringer utført uten positive resultater, og gruvedriften i Repparfjord står i fare for å måtte opphøre om noen år.

I de siste 15 år er det utført undersøkelser i Komagfjordvinduet som bekrefter tilstedeværelsen av bl.a. mineralene kobber, nikkel, kobolt, krom og vanadium. Spesielt nikkel opptrer i enkelte ultrabasiske bergarter som finnes i grunnfjellsvinduet. Disse bergarter opptrer i meget store tonnasje og kan selv med relativt lave gehalter være av økonomisk interesse.

Selskapet har derfor utarbeidet en plan for videre undersøkelser av både selve Ulveryggfeltet og mulige malmtilganger fra grunnfjellsvinduet forøvrig. Undersøkelsene er beregnet å vare i 3 til 5 år og koste anslagsvis kr. 10 - 15 mill., avhengig av de resultater som oppnås.

Folldal Verk A/S regner med å disponere hele sin prospekteringskapasitet i denne malmløkingskampanje, som også vil bidra positivt til sysselsettingen i distriktet. Flere av arbeidene må dog utføres av entreprenører, og det antas at bl.a. Norges geologiske undersøkelse vil komme sterkt inn i bildet. Arbeidene vil bestå av geologiske kartlegginger, geokjemiske undersøkelser, geofysiske målinger, prøvetaging og analysering, diamantboringer, mineralogiske undersøkelser og oppredningsforsøk.

For Repparfjordanlegget og lokalsamfunnet Kvalsund vil det være av største betydning at arbeidene kommer raskt igang og kan gi resultater før malmreservene i Ulveryggen tar slutt. En konsolidering, eventuelt utvidet bergverksdrift i denne del av landet har åpenbare fordeler for bosettingen, og prosjektet skulle passe godt inn i en bevisst distriktsutbygging.

Folldal Verk A/S har mange års erfaring fra malmløkning i området og vil sammen med sine konsulenter kunne drive prospekteringsarbeidene både faglig og praktisk sett på en forsvarlig måte.

1. Historikk.

Interessen for malmleting i disse nordligste distrikter av landet startet ved århundreskiftet. Inntil den første verdenskrig var det en forholdsvis aktiv periode også i Repparfjordfeltet. Kobberforekomstene i Ulveryggen var da gjenstand for omfattende undersøkelser, men først rundt 1950 ble det igjen større interesse for feltet. I den vestlige del av Komagfjordvinduet - som også omfatter Repparfjordfeltet - kom det mellom krigene så langt som til drift i Porsa med flotasjonsverk og smeltehytte.

Det kanadiske selskapet Inwex Co hadde Repparfjordfeltet på hånden i slutten av 1950-årene av de svenske eiere Nordiska Grufaktiebolaget og gjennomførte da et begrenset borprogram. Bergverksrettighetene ble så senere hjemkjøpt av A/S National Industri som i årene 1964 - 68 foretok et omfattende undersøkelsesarbeide hvor Norges geologiske undersøkelse var sterkt inne i bildet. Arbeidene resulterte i en malmberegning på nær 10 mill. tonn med 0,7 % kobber. Follidal Verk A/S kjøpte resultatene og bergverksrettighetene i 1970 og det nye bergverket i Repparfjord kom i drift i mai 1972.

2. Geologiske forhold.

Komagfjordvinduet er et grunnfjellsområde like syd for Hammerfest, ligger nord for den 70. breddegrad og på 24° østlig bredde. Arealet er rundt 750 km². Bergartene her er vesentlig grønnstein, kvartssandstein, ultrabasiske intrusiver, dolomitter og kvartsitter. I den indre og østligste del av Finnmark er det også grunnfjellsbergarter, de samme bergarter som opptar størstedelen av såvel Finland som Sverige. Omtrent 1/10 av grunnfjellsvinduet er kvartssandstein hvor Ulveryggforekomstene befinner seg. Malmen er her av en meget egenartet type med kobbersulfider som en impregnasjon i bergarten. I grønnsteinen opptrer kvarts - karbonatganger med kobbersulfider, mest kjent av disse er forekomstene i Porsa. Det er også funnet kobbermineralisering i de karbonatførende drag i den nordlige del av vinduet. Sammenfattet kan Komagfjordvinduet karakteriseres som en kobberførende provins.

De senere års undersøkelser som har foregått parallelt bergverksdriften har også indikert muligheter for nikkelmalm i grunnfjellsvinduet. Nikkelmineralene er her knyttet til ultrabasiske bergarter som er påvist flere steder i Komagfjordvinduet og dekker tilsammen ca. 10 km². Hittil utførte analyser viser lave gehalter av nikkel, men bergartene forekommer til gjengjeld i masser på flere hundre millioner tonn. Innen grunnfjellsvinduet finnes det også kvartsittdrag av relativt god kvalitet som ligger nær havet.

Naturlig nok har slike spesielle geologiske områder som Komagfjordvinduet tiltrukket seg såvel norske som utenlandske fagfolk (1). Terrenget er her rimelig kupert med få høyder over 600 m.o.h. På vestsiden og delvis mot nord og syd grenser vinduet til havet som skjærer seg inn med flere markerte fjorder. Østsiden er stort sett begrenset av Repparfjorddalen hvor traseen for E 6 ligger.

(Se forøvrig egen geologisk rapport fra området.)

3. Repparfjordanlegget.

Malmfeltet ligger 400 m.o.h. og 3 km fra sjøen hvor oppredningsverket er plassert. I utbyggingsperioden ble det drevet vel 3000 m stoller og orter, strosset ut 30.000 m³ bergrom og oppført ca. 70.000 m³ bygningsvolum for anlegg og beboelse. Investeringene beløp seg til vel 70 mill. kroner. Anleggets kapasitet er 600.000 tonn råmalm pr. år og krever ved full produksjon 120 ansatte.

Driften har hittil vært basert på dagbrudd og isolering av kobbermineralene ved flotasjon. Konsentratet fører 35 % kobber og rundt 70 g/t sølv. Avgangen, som består av finmalt, nesten rent gråberg, føres i en 1,5 km lang ledning ut i fjorden og deponeres på dypt vann. Utslipet har hittil ikke hatt innvirkning på fisket i fjorden eller for oppgangen av laks i Repparfjordelven som er en av de beste lakseelver i Finnmark.

Ved utgangen av 1976 var det tatt ut 2,47 mill. tonn malm og fjernet ca. 1,5 mill. tonn sideberg. Produksjonen har utgjort 39.900 tonn kobberkonsentrat med et kobberinnhold på 14.200 t og 2.000 kg sølv som det er betalt for. Av sideberget er det produsert og levert mindre mengder pukk, idet kvartssandsteinen gir et slitesterkt og forholdsvis lyst materiale.

I Repparfjord er det siden anleggsarbeidene kom igang lagt ned ca. 200 mill. kroner, hvorav ca. 45 mill. kroner til dekning av lønnsutgifter. Til Kvalsund kommune er det inntrukket skatt med tilsammen ca. 8 mill. kroner. Verdien av samlet produksjon f.o.b. var pr. 31.12.1976 ca. kr. 97 millioner og akkumulert underskudd ca. 46 mill. kroner.

Krisen på kobbermarkedet i senere tid har rammet Repparfjordanlegget særlig sterkt hvor kobber er den praktisk talt eneste verdibærer i malmen. Lave kobbernoteringer sammen med en vedvarende omkostningsstigning har ført til at produksjonen må innskrenkes og driften orienteres mot rikere råmalm, og med malmreservene tilsvarende redusert. Brytingen er for 1977 budsjettet med 200.000 tonn råmalm og antall ansatte redusert til 50 personer. Med en "normal" kobberpris og et ikke for raskt stigende kostnadsnivå vil dette produksjonsvolum kunne holdes i noen år dersom nedlagt kapital ansees som tapt.

For å sikre driften på lengre sikt og for å forrente nedlagt kapital er det ubetinget nødvendig å øke malmreservene slik at en høyere årsproduksjon igjen blir mulig. Dette har hittil ikke lyktes, idet omfattende diamantboringer har vært negative.

En utbygging av Repparfjordanlegget til årsproduksjon på 1 mill. tonn, vil gi regningssvarende drift ved kobberpris på kr. 11,- pr. kg. Dette basert på dagens kostnadsnivå og Repparfjordmalmens gjennomsnittlige gehalt, 0,65 % Cu.

Grensen for utbygging av eksisterende anlegg vil ligge på 1 - 1½ mill. tonn råmalm pr. år. Skulle forekomster som berettiger større årsproduksjon finnes, vil det være riktig å bygge et helt nytt anlegg.

(Se forøvrig vedlagte brosjyre.)

4. Næringslivet i distriktet.

I Kvalsund kommune med 1800 km² og knapt 1800 innbyggere har fiske og småbruk tradisjonelt vært de viktigste næringsgrener. Ettersom strukturen i fisket har endret seg, og de kystnære fangster har avtatt også relativt sett, har en kommune som Kvalsund hatt store problemer med fraflytting og stagnasjon.

Råstoff for industriell næringsvirksomhet på disse breddegrader må vesentlig tas fra havet eller fra berggrunnen, idet jord- og skogbruk for all tid vil ha klare handikap sammenlignet med sydligere deler av landet. De mineralske råstoffer spiller en forholdsvis stor rolle i Nord-Norge. I 1967 var f.eks. (3) produksjonsverdien her henimot halvparten av det fisket innbragte i førstehåndsverdi. Ressursene i havet synes nå å være begrenset for en rekke arter, mens en ennå ikke kjenner noen øvre grense for hva de mineralske råstoffer kan bringes opp til. Det kan derfor være god grunn til for i fremtiden å rette betydelig oppmerksomhet og økonomiske oppofrelser i større grad enn hittil mot en inventering av malmer og andre mineralske råstoffer i denne landsdelen. Komagfjordvinduet er et av de områder som av flere grunner peker seg ut.

Selv idag med Repparfjordanlegget igang er fraflyttingen fra Kvalsund kommune et stadig problem. Aktuelle malmreserver for Repparfjordanlegget er idag meget begrenset, men på den annen side er det flere indikasjoner i retning av at malmtilgangen igjen kan økes. Det avspeiler seg også muligheter for funn av nikkel og andre legeringsmetaller innen Komagfjordvinduet. Det er derfor meget som taler for at det blir igangsatt tiltak med prospektering innen denne landsdel på lignende måte som det skjer i de nordligste deler av Finland og Sverige.

5. Utførte undersøkelser.

I Komagfjordvinduet er det i de senere år gjennomført en rekke grunnleggende undersøkelsesarbeider. Feltet ble geologisk kartlagt i målestokken 1:100.000 av Paul H. Reitan i årene 1956 - 1959 (1).

I undersøkelsesperioden 1964 - 1968 ble det foruten de intense undersøkelser i og rundt Ulveryggen med borer og etc. også gjennomført rekognoseringer i grunnfjellsvinduet. Senere er det parallelt bergverksdriften foretatt videre undersøkelser med geologisk, geokjemisk og geofysisk kartlegging i større målestokk. Det er i denne perioden også utført ca. 7.400 m diamantborehull i Ulveryggen og i de nære områder. NGU har ved flymålingene dekket denne del av landet og magnetiske kart er gitt ut i 1:250.000 og 1:50.000. Det geologiske kartbladet Hammerfest i 1:250.000 foreligger ferdig, og kartbladet østenfor, Kistrand, er under arbeid.

De utførte diamantboringer har avdekket bare beskjedne tillegg til kjent malmreserve. I Ulveryggen er det påvist ca. 1 mill. tonn malm som må brytes under jord.

Utenom de kjente forekomster i Ulveryggen og ved Porsa er det i feltet, vesentlig ved geokjemiske prøvetaging, fremkommet flere områder med høye kobberanomalier. Dette gjelder såvel i grønnsteinen som i de karbonatførende drag med dolomitter i den nordlige del av feltet.

Bergarter som er karakteristiske verter for nikkelmineralisering er påvist flere steder innen vinduet. En begrenset prøvetaging viser for enkelte av disse opptil 0,3 % nikkel, samt mindre mengder kobber og kobolt. Det står igjen å undersøke om noen av disse fører nikkel i praktiske mengder, og videre hvordan nikkel og andre tungmetaller er fordelt og hvilke mineraler de følger. Disse spesielle nikkelførende bergarter opptrer flere steder i Norge, men de har tidligere ikke vært gjenstand for nærmere systematiske undersøkelser hos oss. De planlagte undersøkelsesarbeider vil av den grunn også få betydning for senere nikkelmalmsprospekteringer her i landet.

I flere land, bl.a. i Sverige er denne slags bergart blitt viet stadig større oppmerksomhet som nikkelkilde. Selv om slike nikkelforekomster er relativt fattige, forekommer metallet her på en slik måte at et konsentrat faller ut med mellom 25 og 50 % nikkel, mens konsentrat fra vanlige sulfidiske nikkelmalmer ligger på 4 - 8 % nikkel. Forskjellen i konsentratgehalt er et meget betydelig positivt moment i økonomien ved den videre foredling frem til rene metaller. Nikkel har i motsetning til kobber en langt roligere priskurve og har steget jevnt i de senere år som vist på diagrammet.

De utførte undersøkelsene har således vist en rekke anomalier vesentlig forårsaket av kobber og nikkel, men også vanadium, kobolt og krom er påvist. Disse anomalier bør følges opp og berettiger en intensivert leteinnsats i området. Follidal Verk A/S har sikret seg mutingsområder over flere lokaliteter og er innstilt på å sette inn hele sin prospekteringskapasitet i Komagfjordvinduet. Sjansene for å finne bryteverdige malmer er relativt gode sammenlignet med andre deler av landet. Planen med en inngående prospektering i Komagfjordvinduet bør gjennomføres over 3 til 5 år med første feltsesong i 1977.

6. Program for undersøkelsene.

Det grunnlagsmateriale som finnes for en mer inngående malmletingskampanje i Komagfjordvinduet er meget omfattende og gir en særdeles gunstig utgangsposisjon. I grove trekk vil prosjektet omfatte tre typer av forholdsvis kostbare arbeider, nemlig geofysiske helikoptermålinger, diamantboringer og analysearbeider.

Helikoptermålingene bør gjennomføres allerede første sesong over hele vinduet med visse tilgrensende områder og dessuten med en ikke for stor profilavstand (200 m). Den andre og antagelig største utgiftsposten i planen er diamantboringer. Boringer er fremdeles den eneste praktiske måten for å hente opp fysiske prøver fra noe større dypt. Endelig vil analysearbeidet kreve betydelige beløp. Av analyser vil det nødvendigvis dreie seg om et meget stort antall, idet det er nødvendig

å bestemme flere elementer enn de som har direkte økonomisk interesse. Analysemetodikken har utviklet seg sterkt i de senere år, og også her har EDB-teknikken kommet til hjelp ved bearbeiding av store tallmasser. Det er også mulig å få tegnet ut forskjellige kart ved automatiske hjelpemidler.

Andre undersøkelser som må gjennomføres er fortsatt geologisk kartlegging i skala 1:20.000 i resten av grunnfjellsvinduet. Det er også behov for nærmere undersøkelser i anomale områder f.eks. geofysiske målinger med forskjellige metoder og geokjemisk kartlegging herunder også bestemmelse av tungmetallinnholdet i grunnvannskilder. Spesielle geofysiske målinger er også nødvendige f.eks. i diamantborhull og ellers hvor det er særskilte fysiske egenskaper som kan registreres tallmessig. Prøvetaging av bergartene kan foruten ved mindre håndprøver også skje ved korte borhull hvor en enten får en kjerne eller en støvprøve. Prøvetaging i noe større stil, opptil flere tonns størrelse, vil bli nødvendig i mere interessante lokaliteter. En må heller ikke se bort fra at det kan bli behov for en prøvedrift i mindre skala ved innsats av pilotanlegg.

I Ulveryggen vil det være nødvendig med en del bergmessige arbeider for videre kartering av underjordsmalmen. Undersøkelsene må i 1977 konsentreres om Ulveryggen og de nære områder hvorfra eventuell malm kan transporteres til og bearbeides ved Repparfjordanlegget. I vesentlig grad vil undersøkelsene her omfatte diamantboringer fra dagen, samt forlengelse av stollen for å komme i posisjon for videre boringer under jord. En del geofysiske målinger og geologiske detaljkartlegging (strukturgeologi) vil også være nødvendig i dette område.

De foreslåtte geofysiske helikoptermålinger bør gjennomføres i 1977. Dette for å kunne avgrense de videre undersøkelsene i etterfølgende sesonger i første rekke til områder som har gitt både geofysiske og geokjemiske anomalier.

For den videre nikkelprospektering i Komagfjordvinduet må en rekke analytiske bestemmelser av prøver fra de ultrabasiske intrusive utføres. En del av disse prøver må taes inneværende sesong.

Flere undersøkelsesarbeider må helt eller delvis utføres av entreprenører, f.eks. NGU. Prospekteringsplanen tar sikte på å sysselsette et visst antall lokal arbeidskraft på en slik måte at det i størst mulig grad blir beskjeftigelse året igjennom.

Innenfor prosjektet vil det også melde seg behov for diverse spesielle undersøkelser som mineralogiske analyser, orienterende oppredningsforsøk fra forskjellige råstoffkilder, m.v. For nikkelets vedkommende står en her overfor helt nye anrikningsprodukter som vil kreve betydelige arbeider innen feltet mineralteknikk og dessuten metallurgiske forsøk. På de to siste sider i denne rapport finnes en tabell som i hovedtrekk viser de forskjellige undersøkelsesarbeider fordelt på art og år.

Prospekteringen idag vil som man ser omfatte en rekke metoder som settes inn i forskjellig rekkefølge og omfang etter som

arbeidene skrider frem. I mange tilfeller kan et malmobjekt påvises ved flere metoder samtidig, hvilket gir en større garanti for påliteligheten i resultatene.

7. Kalkyler.

Hva en grundig undersøkelse av Komagfjordvinduetts malmmuligheter vil beløpe seg til er det ikke mulig å beregne eksakt, da undersøkelsene må legges opp etter de resultater som til enhver tid kommer inn. Tidsrammen må også være fleksibel da særlig negative resultater fort vil bringe et prospekteringsprogram til opphør. Det planlagte program vil ta 3 til 5 år med en økonomisk ramme på 10 til 15 mill. kroner. Undersøkelsene er for 1977 beregnet å koste kr. 4.000.000,- og budsjettet fremgår av bilag 1. Med en positiv utvikling vil arbeidene for årene 78 til 81 utvikle seg som vist i bilag 2.

En investering på opp mot 15 mill. kroner kan synes meget høy, men sammenholdt med mulighetene for en varig og utvidet industriell virksomhet basert på mineralske råstoffer er en slik innsats ikke urimelig.

Av egne midler kan bedriften dessverre bare gjennomføre et mer beskjedent program.

8. Perspektiver.

Innenfor Ulveryggkomplekset synes det å være muligheter for kobbermalm av den typen som Repparfjordanlegget er basert på. Dessuten omfatter Komagfjordvinduet kobberførende trakter som til nå ikke er nærmere undersøkt. Her er betydelige mengder kobber tilstede, og spørsmålet er om og i hvilken grad en kan finne tilstrekkelige konsentrasjoner av malmkvalitet.

Det andre av de to metaller som oppmerksomheten må rettes spesielt mot er nikkell. Foreløpige undersøkelser har konstatert store mengder av nikkelførende bergarter, mens det foreligger bare et begrenset antall bestemmelser av nikkellinnholdet.

Ved Folldal Verk A/S er den oppfatning rådende at en intensivering av prospekteringen innen Komagfjordvinduet er faglig vel underbygget og må tilrådes gjennomført. Sjansene for et positivt resultat av prospekteringen kan selvsagt ikke foruties, men Komagfjordvinduet må karakteriseres som et ubetinget lovende område.

Enhver utvidelse av industriell virksomhet i denne del av landet vil bidra til å utvikle strukturer som fremtidens samfunn kan ernære seg av og dermed demme opp for den fraflytting som stadig truer. Hver ny arbeidsplass idag krever en investering av tildels meget anseelige beløp. Innen bergverksindustrien er det sannsynligvis en riktig politikk at det satses ikke for små midler på forberedende arbeider og da i første rekke på prospektering.

9. Publikasjoner og rapporter.

1. Paul H. Reitan: The geology of the Komagfjord tectonic window of the Raipas suite Finnmark, Norway
NGU nr. 221 1963.
2. NGU: Rapport nr. 888. Repparfjordfeltet.
Rapport over undersøkelser 1968.
3. Karl Ingvaldsen: Mineralske råstoffer i Nord-Norge.
Foredrag i Sørkjosen 9. juni 1969.
4. Karl Ingvaldsen: Tanker omkring videre malmleting i Repparfjordfeltet. Desember 1973.

Prospektering i Komagfjordvinduet.

Budsjett 1977.

1.	Geologiske arbeider.		
	Videreføring av tidligere utførte kart- leggingsarbeider	kr.	100.000,-
2.	Geokjemiske arbeider.		
	Prøvetaging og analysering	"	400.000,-
3.	Geofysiske arbeider.		
	Helikoptermålinger	"	800.000,-
	Bakkemålinger	"	100.000,-
	Mosaikk, karter og utsetting av fastmerker ..	"	100.000,-
4.	Diamantboringer.		
	Ulveryggen og omkringliggende områder	"	800.000,-
5.	Analysearbeider.		
	Diamantborekjerner, knakkprøver, støvprøver .	"	300.000,-
6.	Mineralogiske undersøkelser.		
	Anrikningsforsøk m/mineraltekniske under- søkelser av stoffprøver og konsentrater	"	100.000,-
7.	Bergmessige arbeider.		
	Undersøkelsesstoll med henblikk på diamant- boringer i Ulveryggforekomsten	"	1.000.000,-
8.	Transporter og diverse hjelpearbeider	"	300.000,-
	S u m	kr.	4.000.000,- =====

Prospektering i Komagfjordvinduet
Langtidsplan 1978-1981

	1 9 7 8	1 9 7 9	1 9 8 0	1 9 8 1
Geologi:	Kartlegging	Kartlegging.		
Geokjemi:	Prøvetaging og analyser	Prøvetaging og analyser	Prøvetaging og analyser.	
Geofysikk:	Bakkemålinger over helikopter- og geokjemiske anomalier.	Bakkemålinger	Bakkemålinger	Avsluttende undersøkelser og evnt. større pilotforsøk.
Diamantboringer:	Ulveryggen. Serpentinitter. Øvrige felt.	Ulveryggen. Serpentinitter. Øvrige felt.	Malm under stollnivå. Geofysiske og geokjemiske indikasjoner.	
Prøvetaging:	Knakkprøver serpentinitter. Uttak av større prøver for anrikn. forsøk.	Knakkprøver og støvboringer.	Supplerende prøver over anomale områder.	
Analysearbeider:	Diamantborekjerner Knakkprøver og jordprøver.	Diamantborekjerner Knakkprøver og jordprøver.	Diverse prøver.	
Bearbeiding:	Databehandling, rapportering	Databehandling og rapportering.	Databehandling og rapportering.	Avsluttende rapport.
Budsjettanslag:	ca. 3 mill. kr.	ca. 3 mill. kr.	ca. 3 mill. kr.	ca. 2 mill. kr.

PROSPEKTERING I KOMAGFJORDVINDUET

1973 - 1976

Oversikt over utførte arbeider

1. Regional geologisk kartlegging

Store deler av Komagfjordvinduet og de omgivende, overskjøvnne bergarter er i de senere år blitt kartlagt i målestokk 1:20.000 av geologer fra Bergen Universitet og Dundee Universitet i Skottland, i samarbeid med Folldal Verk.

Bilag 1., viser et kart over de yngre , overskjøvnne bergarter langs sundet fra Porsa til Skillefjord. Geolog Øyvind Jansen fra Bergen Universitet har stått for kartleggingen.

Bilag 2., viser et geologisk kart som dekker området langs fjorden fra Neverfjord til Repparfjord. Professor D. Ramsey, Dundee Universitet har utført kartleggingen.

Bilag 3., viser et geologisk kart over et område fra Neverfjord og vestover. Geolog T. Pharaoh har utført kartleggingen i 1975. Han arbeidet i feltet også i 1976 og har utvidet det kartlagte området betraktelig. Folldal Verk vil i løpet av våren motta hans rapport og det nye kartet.

Den utførte kartlegging har allerede bidratt til en større forståelse av Komagfjordvinduet geologi, noe som vil være til stor hjelp for det videre malmletingsarbeid.

2. Regionale geokjemiske undersøkelser

Norges Geologiske Undersøkelse har etter oppdrag fra Folldal Verk, dekket Komagfjordvinduet og de omgivende bergarter med en bekkesedimentprøvetaking. Resultatene finnes tilgjengelig i to N.G.U - rapporter. Konklusjonen på disse undersøkelser var at det finnes en rekke områder som burde undersøkes nærmere på kobber og nikkel.

3. Detaljprospektering

I områder hvor det tidligere har vært gruvedrift og skjerpbearbeid, eller hvor bekkesedimentprøvetakingen har gitt interessante verdier, har Folldal Verk foretatt en detaljprospektering som har innbefattet jordprøvetaking, geofysiske målinger, geologisk detaljkartlegging og diamantboringer. Resultater og anomalikart fra noen av disse områder er gjengitt i denne rapport.

BERITSJORD GRUBE

Beliggenhet

Gruven ligger ca. 800 meter fra bebyggelsen ved Beritsjord, på veien mot Neverfjord og ca. 100 meter over denne. I skråningen mot veien går det inn en stoll. Utenfor stollinngangen er det en ganske stor gråbergstipp.

Mineralisering

Malmmineraliseringen er knyttet til en smal, uregelmessig kvartsgang som stedvis fører en rik bornitt/kobberkismineralisering. Gangen ser ut til å ha en strøkretning NNV - SSØ. Omgivende bergart er grønnsten/grønnskifer.

Utførte arbeider

En basislinje er lagt langs høydedraget ved gruve, og området er prøvetatt detaljert med jordprøver. Profilavstanden var 25 meter, prøveavstanden i profilet 25 meter. Prøvene er blitt analysert på Cu og Ag.

Resultat

Bilag 4 viser et anomalikart over jordprøvene (Cu). Flere prøver hadde et usedvanlig høyt Cu-innhold. Høyeste verdi var 7.400 ppm Cu (0,74 %). Tre av de høyeste verdier ligger langs et anomalidrag som går fra 100 V/50 N (vest for gruve) til 125 Ø/300 S. Et annet drag går fra 25 V/50 N til 200 Ø/225 S. Disse anomalidrag kan være forårsaket av kobbermineraliserte ganger som stryker NNV - SSØ. En tredje konsentrasjon av anomale jordprøver har man i områdets østre begrensning 200 - 300 Ø/100 - 200 S. Ingen prøver viste noe sølvinnhold.

Konklusjon

Ved videre arbeider, innbefattet geofysikk og diamantboring, er det gode muligheter for å kunne påvise nye kobberførende ganger.

VESTERDALEN MALMFELT

Beliggenhet

Malmfeltet ligger ved Langvann, øverst i Vesterdalen, ca. 5 km fra Neverfjord. Flere gruver og skjerp er anlagt her.

Mineralisering

To typer kobbermineralisering er kjent fra dette området. Den ene er knyttet til dolomittdraget og fører en uregelmessig Kobberglans/bornittimpregnasjon (skjerp %). Den andre typen er knyttet til NNV - SSØ -,strykende kvartsganger i grønnsten som fører kobberkis (Hallingstad og Bachkes grube).

Utførte arbeider

En basislinje ble stukket ut langs Vesterdalens nordside. Basislinjens retning er ca. NØ -SV. Et 2.200 meter langt og 300 meter bredt område ble prøvetatt med jordprøver. Profilavstanden var 50 meter, prøveavstanden i profilet var 25 meter. Prøvene ble analysert på Cu og Zn.

Resultat

Bilag 5 og 6 viser anomalikartene.

De kjente gruver og skjerp kommer tydelig frem på Cu-kartet. I tillegg har man et anomalidrag langs linjen 300 S, som kan markere en fortsettelse av Bachke-malmen. Høye Cu-verdier har man også ved Ø-enden av Langvann (5.340 ppm = 0,53 % Cu) og langs sydsiden av vannet.

Zn-kartet viste lite samsvar med Cu-kartet. Ved de kjente gruver og skjerp har man imidlertid funnet prøver med noe høyere Zn-innhold enn det normale. Høyeste enkeltverdi 6.720 ppm (0,67 %) ble funnet i en prøve fra dolomittdraget på nordsiden av Langvann.

Konklusjon

Ved videre arbeider i dette området, (geofysikk, diamantboring), kan man finne nye Cu-mineraliseringer - fortrinnsvis av Bachke-typen (kobberkismineraliserte kvartsganger). Dolomittdraget nord for Langvann har gitt relativt få jordprøveanomalier, så kobbermulighetene her må ansees å være relativt begrensede.

LOMVANN

Beliggenhet

Området ligger ved Lomvann, på sydsiden av Repparfjorddalen, ca. 4 km SØ for Repparfjord bru.

Mineralisering

I et område hvor man har svartskifre, kvartsitter og yngre over-skjøvne bergarter, er det ved bekkesedimentprøvetaking funnet prøver med høye Cu og Pb-verdier. Ingen ertsmineralisering er tidligere kjent i området.

Utførte arbeider

En basislinje ble stukket ut i retning NNV - SSØ. Lomvann ligger i området omkring 250 S/400 V på anomalikartene. Et 2.400 meter langt og 750 meter bredt område ble dekket med jordprøver. Profilavstanden var 100 meter, prøveavstanden i profilet var 25 meter. Prøvene ble analysert på Cu og Zn.

Resultater

Bilag 7 viser jordprøvekart Cu, og bilag 8 - jordprøvekart Zn.

Man har en rekke anomalidrag som viser høye Cu-verdier, opp til 7.700 ppm Cu (0,77 % Cu). Områder med Cu-anomalier viser også anomale Zn-verdier. Høyeste Zn-verdi var 2.400 ppm (0,24 % Zn.)

Konklusjon

Området er lovende og undersøkelsene bør utvides til å omfatte geofysiske målinger og diamantboringer. Jordprøvene bør også analyseres på Pb.

KVALSUNDDALEN

Beliggenhet

Det prøvetatte området ligger 100 km syd for veien til Neverfjordvannene, ca. 1 km opp fra Kvalsund senter.

Mineralisering - utførte arbeider

Den regionale bekkesedimentprøvetakningen har vist høye Zn-verdier i dette området. For om mulig å finne en Zn-mineralisering som forårsaker disse anomalier, ble det foretatt en jordprøvetaking.

Resultat - konklusjon

Prøvetakingen, bilag 9, viser at man har en anomalisone med høye Zn-verdier. Sonen har en strøkretning SØ -NV og går på tvers av dalen. Høyeste Zn-verdi var 3.600 ppm (0,36 %). Området bør undersøkes nærmere med andre prospekteringsmetoder.

BORRAS - FELTET

Beliggenhet

Feltet ligger ved sydenden av Skogvann ved Lille Borras-feltet i Alta kommune.

Utførte arbeider

Feltet, som tidligere har vært gjenstand for skjerpearbeider, ble geologisk kartlagt, geokjemisk prøvetatt og diamantboret.

Mineralisering

I en sprekkefylling i grønnskifer har man en mineralisering av kobberglans, kobberkis, bornitt, jernglans og Ni-Co sulfider, sammen med kvarts/kalkspat.

Resultater

Bilagene 10 - 13 viser resultatene.

Det geologiske kartet viser at ertsmineraliseringen kan påvises en rekke steder. Jordprøvekartene synes å fortelle at man har en lang, sammenhengende mineraliseringssone.

400 meter ble diamantboret i områder med de rikeste dagprøver. Boringene viste at mineraliseringen var et dagfenomen, som ikke fortsatte mot dypet. Beste analyse var 0,42 % Ni. (over 1 meter).

Konklusjon

Undersøkelsene har vist at Borrás-mineraliseringen ikke er økonomisk interessant.

Arbeider knyttet til serpentinerbergarter

Det er utført vaske-prøvetaking i noen bekker som går gjennom ultrabasiske bergarter, og tungfraksjonen ble analysert på Co, Cr, Cu, Fe, Ni og V.

De høyeste verdiene var i den megnetiske fraksjon. 0,065 % Co, 21,3 % Cr, 0,025 % Cu, 0,20 % Ni og 0,24 % V.

Bilag 14 viser lokalitet og prøveverdier.

Det er blitt samlet inn knakkprøver fra forskjellige ultrabasiske kroppar. Prøvene har vist et interessant nikkelinnhold, og arbeidet med de ultrabasiske kroppene bør derfor fortsette.

Tabellen nedenunder viser lokalitet og gehalter på knakkprøvene:---

<u>Lokalitet</u>	<u>Bergart</u>	<u>% Ni</u>	<u>% Co</u>	<u>% Cu</u>	<u>% Cr</u>	<u>% Fe</u>
Rødfjell I	Serpentinit	0,070	0,0095	0,0025	0,220	3,96
Rødfjell II	"	0,079	0,010	0,0043	0,023	3,40
Rødfjell III	"	0,069	0,011	0,0018	0,158	3,74
Småhaugen	Gabbro/serp.	0,112	0,016	0,033	0,021	4,55
Fjellvann S I	Serpentinit	0,188	0,021	0,0157	0,080	5,01
Fjellvann S II	"	0,109	0,017	0,0071	0,094	4,88
Fjellvann S III	"	0,125	0,020	0,0063	0,066	7,50
Mikkeldal SV	"	0,15	0,008	0,007	0,038	3,42
Mikkeldal N	"	0,13	0,011	0,008	0,012	4,09
Mikkeldal SØ	"	0,17	0,011	0,010	0,016	4,23
Nagjet I	"	0,08	0,005	0,008	0,055	2,35
Nagjet II	"	0,09	0,006	0,010	0,051	2,65
Breidalen I	Gabbro/serp.	0,225	0,025	0,014	0,015	2,75
Breidalen II	"	0,295	0,030	0,114	0,025	3,08
Breidalen III	"	0,245	0,035	0,030	0,015	3,09
Breidalen IV	"	0,240	0,035	0,018	0,020	2,60

Oslo, 14. mars 1977

Roar Hovland (s)

PROSPEKTERING I KOMAGFJORDVINDUET

1973 - 1976

Oversikt over utførte arbeider

1. Regional geologisk kartlegging

Store deler av Komagfjordvinduet og de omgivende, overskjøpne bergarter er i de senere år blitt kartlagt i målestokk 1:20.000 av geologer fra Bergen Universitet og Dundee Universitet i Skottland, i samarbeid med Folldal Verk.

Bilag 1., viser et kart over de yngre, overskjøpne bergarter langs sundet fra Porsa til Skillefjord. Geolog Øyvind Jansen fra Bergen Universitet har stått for kartleggingen.

Bilag 2., viser et geologisk kart som dekker området langs fjorden fra Neverfjord til Repparfjord. Professor D. Ramsey, Dundee Universitet har utført kartleggingen.

Bilag 3., viser et geologisk kart over et område fra Neverfjord og vestover. Geolog T. Pharaoh har utført kartleggingen i 1975. Han arbeidet i feltet også i 1976 og har utvidet det kartlagte området betraktelig. Folldal Verk vil i løpet av våren motta hans rapport og det nye kartet.

Den utførte kartlegging har allerede bidratt til en større forståelse av Komagfjordvinduet geologi, noe som vil være til stor hjelp for det videre malmletingsarbeid.

2. Regionale geokjemiske undersøkelser

Norges Geologiske Undersøkelse har etter oppdrag fra Folldal Verk, dekket Komagfjordvinduet og de omgivende bergarter med en bekkesedimentprøvetaking. Resultatene finnes tilgjengelig i to N.G.U - rapporter. Konklusjonen på disse undersøkelser var at det finnes en rekke områder som burde undersøkes nærmere på kobber og nikkel.

3. Detaljprospektering

I områder hvor det tidligere har vært gruvedrift og skjerpearbeid, eller hvor bekkesedimentprøvetakingen har gitt interessante verdier, har Folldal Verk foretatt en detaljprospektering som har innbefattet jordprøvetaking, geofysiske målinger, geologisk detaljkartlegging og diamantboringer. Resultater og anomalikart fra noen av disse områder er gjengitt i denne rapport.

BERITSJORD GRUBE

Beliggenhet

Gruven ligger ca. 800 meter fra bebyggelsen ved Beritsjord, på veien mot Neverfjord og ca. 100 meter over denne. I skråningen mot veien går det inn en stoll. Utenfor stollinngangen er det en ganske stor gråbergstipp.

Mineralisering

Malmmineraliseringen er knyttet til en smal, uregelmessig kvartsgang som stedvis fører en rik bornitt/kobberkismineralisering. Gangen ser ut til å ha en strøkretning NNV - SSØ. Omgivende bergart er grønnsten/grønnskifer.

Utførte arbeider

En basislinje er lagt langs høydedraget ved gruve, og området er prøvetatt detaljert med jordprøver. Profilavstanden var 25 meter, prøveavstanden i profilet 25 meter. Prøvene er blitt analysert på Cu og Ag.

Resultat

Bilag 4 viser et anomalikart over jordprøvene (Cu). Flere prøver hadde et usedvanlig høyt Cu-innhold. Høyeste verdi var 7.400 ppm Cu (0,74 %). Tre av de høyeste verdier ligger langs et anomalidrag som går fra 100 V/50 N (vest for gruve) til 125 Ø/300 S. Et annet drag går fra 25 V/50 N til 200 Ø/225 S. Disse anomalidrag kan være forårsaket av kobbermineraliserte ganger som stryker NNV - SSØ. En tredje konsentrasjon av anomale jordprøver har man i områdets østre begrensning 200 - 300 Ø/100 - 200 S. Ingen prøver viste noe sølvinnhold.

Konklusjon

Ved videre arbeider, innbefattet geofysikk og diamantboring, er det gode muligheter for å kunne påvise nye kobberførende ganger.

VESTERDALEN MALMFELT

Beliggenhet

Malmfeltet ligger ved Langvann, øverst i Vesterdalen, ca. 5 km fra Neverfjord. Flere gruver og skjerp er anlagt her.

Mineralisering

To typer kobbermineralisering er kjent fra dette området. Den ene er knyttet til dolomittdraget og fører en uregelmessig Kobberglans/bornittimpregnasjon (skjerp %). Den andre typen er knyttet til NNV - SSØ -,strykende kvartsganger i grønnsten som fører kobberkis (Hallingstad og Bachkes grube).

Utførte arbeider

En basislinje ble stukket ut langs Vesterdalens nordside. Basislinjens retning er ca. NØ -SV. Et 2.200 meter langt og 300 meter bredt område ble prøvetatt med jordprøver. Profilavstanden var 50 meter, prøveavstanden i profilet var 25 meter. Prøvene ble analysert på Cu og Zn.

Resultat

Bilag 5 og 6 viser anomalikartene.

De kjente gruver og skjerp kommer tydelig frem på Cu-kartet. I tillegg har man et anomalidrag langs linjen 300 S, som kan markere en fortsettelse av Bachke-malmen. Høye Cu-verdier har man også ved Ø-enden av Langvann (5.340 ppm = 0,53 % Cu) og langs sydsiden av vannet.

Zn-kartet viste lite samsvar med Cu-kartet. Ved de kjente gruver og skjerp har man imidlertid funnet prøver med noe høyere Zn-innhold enn det normale. Høyeste enkeltverdi 6.720 ppm (0,67 %) ble funnet i en prøve fra dolomittdraget på nordsiden av Langvann.

Konklusjon

Ved videre arbeider i dette området, (geofysikk, diamantboring), kan man finne nye Cu-mineraliseringer - fortrinnsvis av Bachke-typen (kobberkismineraliserte kvartsganger). Dolomittdraget nord for Langvann har gitt relativt få jordprøveanomalier, så kobbermulighetene her må ansees å være relativt begrensede.

LOMVANN

Beliggenhet

Området ligger ved Lomvann, på sydsiden av Repparfjorddalen, ca. 4 km SØ for Repparfjord bru.

Mineralisering

I et område hvor man har svartskifre, kvartsitter og yngre over-skjøvne bergarter, er det ved bekkesedimentprøvetaking funnet prøver med høye Cu og Pb-verdier. Ingen ertsmineralisering er tidligere kjent i området.

Utførte arbeider

En basislinje ble stukket ut i retning NNV - SSØ. Lomvann ligger i området omkring 250 S/400 V på anomalikartene. Et 2.400 meter langt og 750 meter bredt område ble dekket med jordprøver. Profilavstanden var 100 meter, prøveavstanden i profilet var 25 meter. Prøvene ble analysert på Cu og Zn.

Resultater

Bilag 7 viser jordprøvekart Cu, og bilag 8 - jordprøvekart Zn.

Man har en rekke anomalidrag som viser høye Cu-verdier, opp til 7.700 ppm Cu (0,77 % Cu). Områder med Cu-anomalier viser også anomale Zn-verdier. Høyeste Zn-verdi var 2.400 ppm (0,24 % Zn.)

Konklusjon

Området er lovende og undersøkelsene bør utvides til å omfatte geofysiske målinger og diamantboringer. Jordprøvene bør også analyseres på Pb.

KVALSUNDDALEN

Beliggenhet

Det prøvetatte området ligger 100 km syd for veien til Neverfjordvannene, ca. 1 km opp fra Kvalsund senter.

Mineralisering - utførte arbeider

Den regionale bekkesedimentprøvetakningen har vist høye Zn-verdier i dette området. For om mulig å finne en Zn-mineralisering som forårsaker disse anomalier, ble det foretatt en jordprøvetaking.

Resultat - konklusjon

Prøvetakingen, bilag 9, viser at man har en anomalisone med høye Zn-verdier. Sonen har en strøkretning SØ -NV og går på tvers av dalen. Høyeste Zn-verdi var 3.600 ppm (0,36 %). Området bør undersøkes nærmere med andre prospekteringsmetoder.

BORRAS - FELTET

Beliggenhet

Feltet ligger ved sydenden av Skogvann ved Lille Borras-feltet i Alta kommune.

Utførte arbeider

Feltet, som tidligere har vært gjenstand for skjerpearbeider, ble geologisk kartlagt, geokjemisk prøvetatt og diamantboret.

Mineralisering

I en sprekkefylling i grønnskifer har man en mineralisering av kobberglans, kobberkis, bornitt, jernglans og Ni-Co sulfider, sammen med kvarts/kalkspat.

Resultater

Bilagene 10 - 13 viser resultatene.

Det geologiske kartet viser at ertsmineraliseringen kan påvises en rekke steder. Jordprøvekartene synes å fortelle at man har en lang, sammenhengende mineraliseringssone.

400 meter ble diamantboret i områder med de rikeste dagprøver. Boringene viste at mineraliseringen var et dagfenomen, som ikke fortsatte mot dypet. Beste analyse var 0,42 % Ni. (over 1 meter).

Konklusjon

Undersøkelsene har vist at Borrás-mineraliseringen ikke er økonomisk interessant.

Arbeider knyttet til serpentinerbergarter

Det er utført vaske-prøvetaking i noen bekker som går gjennom ultrabasiske bergarter, og tungfraksjonen ble analysert på Co, Cr, Cu, Fe, Ni og V.

De høyeste verdiene var i den megnetiske fraksjon. 0,065 % Co, 21,3 % Cr, 0,025 % Cu, 0,20 % Ni og 0,24 % V.

Bilag 14 viser lokalitet og prøveverdier.

Det er blitt samlet inn knakkprøver fra forskjellige ultrabasiske kroppar. Prøvene har vist et interessant nikkelinnhold, og arbeidet med de ultrabasiske kroppene bør derfor fortsette.

Tabellen nedenunder viser lokalitet og gehalter på knakkprøvene:---

Lokalitet	Bergart	% Ni	% Co	% Cu	% Cr	% Fe
Rødfjell I	Serpentinit	0,070	0,0095	0,0025	0,220	3,96
Rødfjell II	"	0,079	0,010	0,0043	0,023	3,40
Rødfjell III	"	0,069	0,011	0,0018	0,158	3,74
Småhaugen	Gabbro/serp.	0,112	0,016	0,033	0,021	4,55
Fjellvann S I	Serpentinit	0,188	0,021	0,0157	0,080	5,01
Fjellvann S II	"	0,109	0,017	0,0071	0,094	4,88
Fjellvann S III	"	0,125	0,020	0,0063	0,066	7,50
Mikkeldal SV	"	0,15	0,008	0,007	0,038	3,42
Mikkeldal N	"	0,13	0,011	0,008	0,012	4,09
Mikkeldal SØ	"	0,17	0,011	0,010	0,016	4,23
Nagjet I	"	0,08	0,005	0,008	0,055	2,35
Nagjet II	"	0,09	0,006	0,010	0,051	2,65
Breidalen I	Gabbro/serp.	0,225	0,025	0,014	0,015	2,75
Breidalen II	"	0,295	0,030	0,114	0,025	3,08
Breidalen III	"	0,245	0,035	0,030	0,015	3,09
Breidalen IV	"	0,240	0,035	0,018	0,020	2,60

Oslo, 14. mars 1977

Roar Hovland (s)

Prospektering i Komagfjordvinduet
Langtidsplan 1978-1981

	1 9 7 8	1 9 7 9	1 9 8 0	1 9 8 1
Geologi:	Kartlegging	Kartlegging.		
Geokjemi:	Prøvetaging og analyser	Prøvetaging og analyser	Prøvetaging og analyser.	
Geofysikk:	Bakkemålinger over helikopter- og geokjemiske ano- malier.	Bakkemålinger	Bakkemålinger	Avsluttende undersøkelser og evt. større pilot- forsøk.
Diamantboringer:	Ulveryggen. Serpentinitter. Øvrige felt.	Ulveryggen. Serpentinitter. Øvrige felt.	Malm under stoll- nivå. Geofysiske og geokjemiske in- dikasjoner.	
Prøvetaging:	Knakkprøver serpen- tinitter. Uttak av større prøver for anrikn. forsøk.	Knakkprøver og støvboringer.	Supplerende prøver over anomale om- råder.	
Analysearbeider:	Diamantborekjerner Knakkprøver og jordprøver.	Diamantborekjerner Knakkprøver og jordprøver.	Diverse prøver.	
Bearbeiding:	Databehandling, rapportering	Databehandling og rapportering.	Databehandling og rapportering.	Avsluttende rapport.
Budsjettanslag:	ca. 3 mill. kr.	ca. 3 mill. kr.	ca. 3 mill. kr.	ca. 2 mill. kr.

Prospektering i Komagfjordvinduet.

Budsjett 1977.

1.	Geologiske arbeider.		
	Videreføring av tidligere utførte kart- leggingsarbeider	kr.	100.000,-
2.	Geokjemiske arbeider.		
	Prøvetaging og analysering	"	400.000,-
3.	Geofysiske arbeider.		
	Helikoptermålinger	"	800.000,-
	Bakkemålinger	"	100.000,-
	Mosaikk, karter og utsetting av fastmerker ..	"	100.000,-
4.	Diamantboringer.		
	Ulveryggen og omkringliggende områder	"	800.000,-
5.	Analysearbeider.		
	Diamantborekjerner, knakkprøver, støvprøver .	"	300.000,-
6.	Mineralogiske undersøkelser.		
	Anrikningsforsøk m/mineraltekniske under- søkelser av stoffprøver og konsentrater	"	100.000,-
7.	Bergmessige arbeider.		
	Undersøkelsesstoll med henblikk på diamant- boringer i Ulveryggforekomsten	"	1.000.000,-
8.	Transporter og diverse hjelpearbeider	"	300.000,-
	S u m	kr.	4.000.000,-
			=====

P R O S P E K T E R I N G I K O M A G F J O R D V I N D U E T

1977 - 1981

Plan for undersøkelse av mineralske råstoff-
potensialer i grunnfjellsområdene ved Repparfjorden.

Innholdsfortegnelse:

Sammendrag og konklusjon	side	1
1. Historikk	"	2
2. Geologiske forhold	"	2
3. Repparfjordanlegget	"	3
4. Næringslivet i distriktet	"	4
5. Utførte undersøkelser	"	4
6. Program for undersøkelsene	"	5
7. Kalkyler	"	7
8. Perspektiver	"	7
9. Publikasjoner	"	8

Illustrasjoner:

- I Geologisk kart over Repparfjordvinduet i 1:250.000. Område for helikoptermålinger og de ultrabasiske bergarter fremhevet.
- II Skisse 1:20.000 med Ulveryggforekomstene og oppredningsanlegget ved Repparfjorden.
- III Metallpriser for kobber og nikkel i n.kr. fra 1946.

Sammendrag og konklusjon.

Komagfjordvinduet er et grunnfjellsområde på ca. 750 km² hvorav størstedelen er beliggende i Kvalsund kommune i Finnmark.

Mindre bergverksdrift har tidligere forekommet i området og siden 1972 har Folldal Verk A/S drevet gruvedrift på kobbermalm i Repparfjord. Kostnadsutviklingen har imidlertid medført at størstedelen av den opprinnelige malm i Ulveryggen ikke lengre er regningssvarende å bryte, og de aktuelle malmreserver for anlegget er blitt tilsvarende redusert.

I den senere tid er omfattende diamantboringer utført uten positive resultater, og gruvedriften i Repparfjord står i fare for å måtte opphøre om noen år.

I de siste 15 år er det utført undersøkelser i Komagfjordvinduet som bekrefter tilstedeværelsen av bl.a. mineralene kobber, nikkel, kobolt, krom og vanadium. Spesielt nikkel opptrer i enkelte ultrabasiske bergarter som finnes i grunnfjellsvinduet. Disse bergarter opptrer i meget store tonnasje og kan selv med relativt lave gehalter være av økonomisk interesse.

Selskapet har derfor utarbeidet en plan for videre undersøkelser av både selve Ulveryggfeltet og mulige malmtilganger fra grunnfjellsvinduet forøvrig. Undersøkelsene er beregnet å vare i 3 til 5 år og koste anslagsvis kr. 10 - 15 mill., avhengig av de resultater som oppnås.

Folldal Verk A/S regner med å disponere hele sin prospekteringskapasitet i denne malmletingskampanje, som også vil bidra positivt til sysselsettingen i distriktet. Flere av arbeidene må dog utføres av entreprenører, og det antas at bl.a. Norges geologiske undersøkelse vil komme sterkt inn i bildet. Arbeidene vil bestå av geologiske kartlegginger, geokjemiske undersøkelser, geofysiske målinger, prøvetaging og analysering, diamantboringer, mineralogiske undersøkelser og oppredningsforsøk.

For Repparfjordanlegget og lokalsamfunnet Kvalsund vil det være av største betydning at arbeidene kommer raskt igang og kan gi resultater før malmreservene i Ulveryggen tar slutt. En konsolidering, eventuelt utvidet bergverksdrift i denne del av landet har åpenbare fordeler for bosettingen, og prosjektet skulle passe godt inn i en bevisst distriktsutbygging.

Folldal Verk A/S har mange års erfaring fra malmleting i området og vil sammen med sine konsulenter kunne drive prospekteringsarbeidene både faglig og praktisk sett på en forsvarlig måte.

1. Historikk.

Interessen for malmleting i disse nordligste distrikter av landet startet ved århundreskiftet. Inntil den første verdenskrig var det en forholdsvis aktiv periode også i Repparfjordfeltet. Kobberforekomstene i Ulveryggen var da gjenstand for omfattende undersøkelser, men først rundt 1950 ble det igjen større interesse for feltet. I den vestlige del av Komagfjordvinduet - som også omfatter Repparfjordfeltet - kom det mellom krigene så langt som til drift i Porsa med flotasjonsverk og smeltehytte.

Det kanadiske selskapet Inwex Co hadde Repparfjordfeltet på hånden i slutten av 1950-årene av de svenske eiere Nordiska Grufaktiebolaget og gjennomførte da et begrenset borprogram. Bergverksrettighetene ble så senere hjemkjøpt av A/S National Industri som i årene 1964 - 68 foretok et omfattende undersøkelsesarbeide hvor Norges geologiske undersøkelse var sterkt inne i bildet. Arbeidene resulterte i en malmberegning på nær 10 mill. tonn med 0,7 % kobber. Folldal Verk A/S kjøpte resultatene og bergverksrettighetene i 1970 og det nye bergverket i Repparfjord kom i drift i mai 1972.

2. Geologiske forhold.

Komagfjordvinduet er et grunnfjellsområde like syd for Hammerfest, ligger nord for den 70. breddegrad og på 24° østlig bredde. Arealet er rundt 750 km². Bergartene her er vesentlig grønnstein, kvartssandstein, ultrabasiske intrusiver, dolomitter og kvartsitter. I den indre og østligste del av Finnmark er det også grunnfjellsbergarter, de samme bergarter som opptar størstedelen av såvel Finland som Sverige. Omtrent 1/10 av grunnfjellsvinduet er kvartssandstein hvor Ulveryggforekomstene befinner seg. Malmen er her av en meget egenartet type med kobbersulfider som en impregnasjon i bergarten. I grønnsteinen opptrer kvarts - karbonatganger med kobbersulfider, mest kjent av disse er forekomstene i Porsa. Det er også funnet kobbermineralisering i de karbonatførende drag i den nordlige del av vinduet. Sammenfattet kan Komagfjordvinduet karakteriseres som en kobberførende provins.

De senere års undersøkelser som har foregått parallelt bergverksdriften har også indikert muligheter for nikkelmalm i grunnfjellsvinduet. Nikkelmineralene er her knyttet til ultrabasiske bergarter som er påvist flere steder i Komagfjordvinduet og dekker tilsammen ca. 10 km². Hittil utførte analyser viser lave gehalter av nikkel, men bergartene forekommer til gjengjeld i masser på flere hundre millioner tonn. Innen grunnfjellsvinduet finnes det også kvartsittdrag av relativt god kvalitet som ligger nær havet.

Naturlig nok har slike spesielle geologiske områder som Komagfjordvinduet tiltrukket seg såvel norske som utenlandske fagfolk (1). Terrenget er her rimelig kupert med få høyder over 600 m.o.h. På vestsiden og delvis mot nord og syd grenser vinduet til havet som skjærer seg inn med flere markerte fjorder. Østsiden er stort sett begrenset av Repparfjorddalen hvor traseen for E 6 ligger.

(Se forøvrig egen geologisk rapport fra området.)

3. Repparfjordanlegget.

Malmfeltet ligger 400 m.o.h. og 3 km fra sjøen hvor oppredningsverket er plassert. I utbyggingsperioden ble det drevet vel 3000 m stoller og orter, strosset ut 30.000 m³ bergrom og oppført ca. 70.000 m³ bygningsvolum for anlegg og beboelse. Investeringene beløp seg til vel 70 mill. kroner. Anleggets kapasitet er 600.000 tonn råmalm pr. år og krever ved full produksjon 120 ansatte.

Driften har hittil vært basert på dagbrudd og isolering av kobbermineralene ved flotasjon. Konsentratet fører 35 % kobber og rundt 70 g/t sølv. Avgangen, som består av finmalt, nesten rent gråberg, føres i en 1,5 km lang ledning ut i fjorden og deponeres på dypt vann. Utslipppet har hittil ikke hatt innvirkning på fisket i fjorden eller for oppgangen av laks i Repparfjordelven som er en av de beste lakseelver i Finnmark.

Ved utgangen av 1976 var det tatt ut 2,47 mill. tonn malm og fjernet ca. 1,5 mill. tonn sideberg. Produksjonen har utgjort 39.900 tonn kobberkonsentrat med et kobberinnhold på 14.200 t og 2.000 kg sølv som det er betalt for. Av sideberget er det produsert og levert mindre mengder pukk, idet kvartssandsteinen gir et slitesterkt og forholdsvis lyst materiale.

I Repparfjord er det siden anleggsarbeidene kom igang lagt ned ca. 200 mill. kroner, hvorav ca. 45 mill. kroner til dekning av lønnsutgifter. Til Kvalsund kommune er det inntrukket skatt med tilsammen ca. 8 mill. kroner. Verdien av samlet produksjon f.o.b. var pr. 31.12.1976 ca. kr. 97 millioner og akkumulert underskudd ca. 46 mill. kroner.

Krisen på kobbermarkedet i senere tid har rammet Repparfjord-anlegget særlig sterkt hvor kobber er den praktisk talt eneste verdibærer i malmen. Lave kobbernoteringer sammen med en vedværende omkostningsstigning har ført til at produksjonen må innskrenkes og driften orienteres mot rikere råmalm, og med malmreservene tilsvarende redusert. Brytingen er for 1977 budsjettet med 200.000 tonn råmalm og antall ansatte redusert til 50 personer. Med en "normal" kobberpris og et ikke for raskt stigende kostnadsnivå vil dette produksjonsvolum kunne holdes i noen år dersom nedlagt kapital ansees som tapt.

For å sikre driften på lengre sikt og for å forrente nedlagt kapital er det ubetinget nødvendig å øke malmreservene slik at en høyere årsproduksjon igjen blir mulig. Dette har hittil ikke lyktes, idet omfattende diamantboringer har vært negative.

En utbygging av Repparfjordanlegget til årsproduksjon på 1 mill. tonn, vil gi regningssvarende drift ved kobberpris på kr. 11,- pr. kg. Dette basert på dagens kostnadsnivå og Repparfjord-malmens gjennomsnittlige gehalt, 0,65 % Cu.

Grensen for utbygging av eksisterende anlegg vil ligge på 1 - 1½ mill. tonn råmalm pr. år. Skulle forekomster som berettiger større årsproduksjon finnes, vil det være riktig å bygge et helt nytt anlegg.

(Se forøvrig vedlagte brosjyre.)

4. Næringslivet i distriktet.

I Kvalsund kommune med 1800 km² og knapt 1800 innbyggere har fiske og småbruk tradisjonelt vært de viktigste næringsgrener. Ettersom strukturen i fisket har endret seg, og de kystnære fangster har avtatt også relativt sett, har en kommune som Kvalsund hatt store problemer med fraflytting og stagnasjon.

Råstoff for industriell næringsvirksomhet på disse breddegrader må vesentlig tas fra havet eller fra berggrunnen, idet jord- og skogbruk for all tid vil ha klare handikap sammenlignet med sydligere deler av landet. De mineralske råstoffer spiller en forholdsvis stor rolle i Nord-Norge. I 1967 var f.eks. (3) produksjonsverdien her henimot halvparten av det fisket innbragte i førstehåndsverdi. Ressursene i havet synes nå å være begrenset for en rekke arter, mens en ennå ikke kjenner noen øvre grense for hva de mineralske råstoffer kan bringes opp til. Det kan derfor være god grunn til for i fremtiden å rette betydelig oppmerksomhet og økonomiske oppofrelser i større grad enn hittil mot en inventering av malmer og andre mineralske råstoffer i denne landsdelen. Komagfjordvinduet er et av de områder som av flere grunner peker seg ut.

Selv idag med Repparfjordanlegget igang er fraflyttingen fra Kvalsund kommune et stadig problem. Aktuelle malmreserver for Repparfjordanlegget er idag meget begrenset, men på den annen side er det flere indikasjoner i retning av at malmtilgangen igjen kan økes. Det avspeiler seg også muligheter for funn av nikkel og andre legeringsmetaller innen Komagfjordvinduet. Det er derfor meget som taler for at det blir igangsatt tiltak med prospektering innen denne landsdel på lignende måte som det skjer i de nordligste deler av Finland og Sverige.

5. Utførte undersøkelser.

I Komagfjordvinduet er det i de senere år gjennomført en rekke grunnleggende undersøkelsesarbeider. Feltet ble geologisk kartlagt i målestokken 1:100.000 av Paul H. Reitan i årene 1956 - 1959 (1).

I undersøkelsesperioden 1964 - 1968 ble det foruten de intense undersøkelser i og rundt Ulveryggen med boringer etc. også gjennomført rekognoseringer i grunnfjellsvinduet. Senere er det parallelt bergverksdriften foretatt videre undersøkelser med geologisk, geokjemisk og geofysisk kartlegging i større målestokk. Det er i denne perioden også utført ca. 7.400 m diamantborehull i Ulveryggen og i de nære områder. NGU har ved flymålingene dekket denne del av landet og magnetiske kart er gitt ut i 1:250.000 og 1:50.000. Det geologiske kartbladet Hammerfest i 1:250.000 foreligger ferdig, og kartbladet østenfor, Kistrand, er under arbeid.

De utførte diamantboringer har avdekket bare beskjedne tillegg til kjent malmreserve. I Ulveryggen er det påvist ca. 1 mill. tonn malm som må brytes under jord.

Utenom de kjente forekomster i Ulveryggen og ved Porsa er det i feltet, vesentlig ved geokjemiske prøvetaging, fremkommet flere områder med høye kobberanomalier. Dette gjelder såvel i grønnsteinen som i de karbonatførende drag med dolomitter i den nordlige del av feltet.

Bergarter som er karakteristiske verter for nikkelforekomster er påvist flere steder innen vinduet. En begrenset prøvetaging viser for enkelte av disse opptil 0,3 % nikkelforekomster, samt mindre mengder kobber og kobolt. Det står igjen å undersøke om noen av disse fører nikkelforekomster i praktiske mengder, og videre hvordan nikkelforekomster og andre tungmetaller er fordelt og hvilke mineraler de følger. Disse spesielle nikkelførende bergarter opptrer flere steder i Norge, men de har tidligere ikke vært gjenstand for nærmere systematiske undersøkelser hos oss. De planlagte undersøkelsesarbeider vil av den grunn også få betydning for senere nikkelforekomsterprospekteringer her i landet.

I flere land, bl.a. i Sverige er denne slags bergart blitt viet stadig større oppmerksomhet som nikkelforekomster. Selv om slike nikkelforekomster er relativt fattige, forekommer metallet her på en slik måte at et konsentrat faller ut med mellom 25 og 50 % nikkelforekomster, mens konsentrat fra vanlige sulfidiske nikkelforekomster ligger på 4 - 8 % nikkelforekomster. Forskjellen i konsentratgehalt er et meget betydelig positivt moment i økonomien ved den videre foredling frem til rene metaller. Nikkelforekomster har i motsetning til kobber en langt roligere prisurve og har steget jevnt i de senere år som vist på diagrammet.

De utførte undersøkelsene har således vist en rekke anomalier vesentlig forårsaket av kobber og nikkelforekomster, men også vanadium, kobolt og krom er påvist. Disse anomalier bør følges opp og berettiger en intensivt leteinnsats i området. Folldal Verk A/S har sikret seg mutingsområder over flere lokaliteter og er innstilt på å sette inn hele sin prospekteringskapasitet i Komagfjordvinduet. Sjansene for å finne bryteverdige malmer er relativt gode sammenlignet med andre deler av landet. Planen med en inngående prospektering i Komagfjordvinduet bør gjennomføres over 3 til 5 år med første feltsesong i 1977.

6. Program for undersøkelsene.

Det grunnlagsmateriale som finnes for en mer inngående malmletingskampanje i Komagfjordvinduet er meget omfattende og gir en særdeles gunstig utgangsposisjon. I grove trekk vil prosjektet omfatte tre typer av forholdsvis kostbare arbeider, nemlig geofysiske helikoptermålinger, diamantboringer og analysearbeider.

Helikoptermålingene bør gjennomføres allerede første sesong over hele vinduet med visse tilgrensende områder og dessuten med en ikke for stor profilavstand (200 m). Den andre og antagelig største utgiftsposten i planen er diamantboringer. Boringer er fremdeles den eneste praktiske måten for å hente opp fysiske prøver fra noe større dypt. Endelig vil analysearbeidet kreve betydelige beløp. Av analyser vil det nødvendigvis dreie seg om et meget stort antall, idet det er nødvendig

å bestemme flere elementer enn de som har direkte økonomisk interesse. Analysemetodikken har utviklet seg sterkt i de senere år, og også her har EDB-teknikken kommet til hjelp ved bearbeiding av store tallmasser. Det er også mulig å få tegnet ut forskjellige kart ved automatiske hjelpemidler.

Andre undersøkelser som må gjennomføres er fortsatt geologisk kartlegging i skala 1:20.000 i resten av grunnfjellsvinduet. Det er også behov for nærmere undersøkelser i anomale områder f.eks. geofysiske målinger med forskjellige metoder og geokjemisk kartlegging herunder også bestemmelse av tungmetallinnholdet i grunnvannskilder. Spesielle geofysiske målinger er også nødvendige f.eks. i diamantborhull og ellers hvor det er særskilte fysiske egenskaper som kan registreres tallmessig. Prøvetaging av bergartene kan foruten ved mindre håndprøver også skje ved korte borhull hvor en enten får en kjerne eller en støvprøve. Prøvetaging i noe større stil, opptil flere tonn størrelse, vil bli nødvendig i mere interessante lokaliteter. En må heller ikke se bort fra at det kan bli behov for en prøvedrift i mindre skala ved innsats av pilotanlegg.

I Ulveryggen vil det være nødvendig med en del bergmessige arbeider for videre kartering av underjordsmalmen. Undersøkelsene må i 1977 konsentreres om Ulveryggen og de nære områder hvorfra eventuell malm kan transporteres til og bearbeides ved Repparfjordanlegget. I vesentlig grad vil undersøkelsene her omfatte diamantboringer fra dagen, samt forlengelse av stollen for å komme i posisjon for videre boringer under jord. En del geofysiske målinger og geologiske detaljkartlegging (strukturgeologi) vil også være nødvendig i dette område.

De foreslåtte geofysiske helikoptermålinger bør gjennomføres i 1977. Dette for å kunne avgrense de videre undersøkelsene i etterfølgende sesonger i første rekke til områder som har gitt både geofysiske og geokjemiske anomalier.

For den videre nikkelprospektering i Komagfjordvinduet må en rekke analytiske bestemmelser av prøver fra de ultrabasiske intrusive utføres. En del av disse prøver må taes inneværende sesong.

Flere undersøkelsesarbeider må helt eller delvis utføres av entreprenører, f.eks. NGU. Prospekteringsplanen tar sikte på å sysselsette et visst antall lokal arbeidskraft på en slik måte at det i størst mulig grad blir beskjeftigelse året igjennom.

Innenfor prosjektet vil det også melde seg behov for diverse spesielle undersøkelser som mineralogiske analyser, orienterende oppredningsforsøk fra forskjellige råstoffkilder, m.v. For nikkelets vedkommende står en her overfor helt nye anrikningsprodukter som vil kreve betydelige arbeider innen feltet mineralteknikk og dessuten metallurgiske forsøk. På de to siste sider i denne rapport finnes en tabell som i hovedtrekk viser de forskjellige undersøkelsesarbeider fordelt på art og år.

Prospekteringen idag vil som man ser omfatte en rekke metoder som settes inn i forskjellig rekkefølge og omfang etter som

arbeidene skrider frem. I mange tilfeller kan et malmobjekt påvises ved flere metoder samtidig, hvilket gir en større garanti for påliteligheten i resultatene.

7. Kalkyler.

Hva en grundig undersøkelse av Komagfjordvinduet malmmuligheter vil beløpe seg til er det ikke mulig å beregne eksakt, da undersøkelsene må legges opp etter de resultater som til enhver tid kommer inn. Tidsrammen må også være fleksibel da særlig negative resultater fort vil bringe et prospekteringsprogram til opphør. Det planlagte program vil ta 3 til 5 år med en økonomisk ramme på 10 til 15 mill. kroner. Undersøkelsene er for 1977 beregnet å koste kr. 4.000.000,- og budsjettet fremgår av bilag 1. Med en positiv utvikling vil arbeidene for årene 78 til 81 utvikle seg som vist i bilag 2.

En investering på opp mot 15 mill. kroner kan synes meget høy, men sammenholdt med mulighetene for en varig og utvidet industriell virksomhet basert på mineralske råstoffer er en slik innsats ikke urimelig.

Av egne midler kan bedriften dessverre bare gjennomføre et mer beskjedent program.

8. Perspektiver.

Innenfor Ulveryggkomplekset synes det å være muligheter for kobbermalm av den typen som Repparfjordanlegget er basert på. Dessuten omfatter Komagfjordvinduet kobberførende trakter som til nå ikke er nærmere undersøkt. Her er betydelige mengder kobber tilstede, og spørsmålet er om og i hvilken grad en kan finne tilstrekkelige konsentrasjoner av malmkvalitet.

Det andre av de to metaller som oppmerksomheten må rettes spesielt mot er nikkel. Foreløpige undersøkelser har konstatert store mengder av nikkelførende bergarter, mens det foreligger bare et begrenset antall bestemmelser av nikkelinholdet.

Ved Folldal Verk A/S er den oppfatning rådende at en intensivering av prospekteringen innen Komagfjordvinduet er faglig vel underbygget og må tilrådes gjennomført. Sjansene for et positivt resultat av prospekteringen kan selvsagt ikke forutsies, men Komagfjordvinduet må karakteriseres som et ubetinget lovende område.

Enhver utvidelse av industriell virksomhet i denne del av landet vil bidra til å utvikle strukturer som fremtidens samfunn kan ernære seg av og dermed demme opp for den fraflytting som stadig truer. Hver ny arbeidsplass idag krever en investering av tildels meget anseelige beløp. Innen bergverksindustrien er det sannsynligvis en riktig politikk at det satses ikke for små midler på forberedende arbeider og da i første rekke på prospektering.

9. Publikasjoner og rapporter.

1. Paul H. Reitan: The geology of the Komagfjord tectonic window of the Raipas suite Finnmark, Norway
NGU nr. 221 1963.
2. NGU: Rapport nr. 888. Repparfjordfeltet.
Rapport over undersøkelser 1968.
3. Karl Ingvaldsen: Mineralske råstoffer i Nord-Norge.
Foredrag i Sørkjosen 9. juni 1969.
4. Karl Ingvaldsen: Tanker omkring videre malmleting i Repparfjordfeltet. Desember 1973.

Mineraliseringer i Komagfjordvinduet
- geologisk bakgrunn, hypoteser, prospektering -

Komagfjordvinduet er et geografisk og geologisk nøye begrenset område. Diskusjonen om malmmulighetene her forutsetter betraktninger av den storregionale metallogenetiske utviklingen. Innflytelsen av denne utviklingen i de spesielle geologiske forhold som forefinnes i Komagfjordvinduet er avgjørende for lokale malmdannelser. Utdypende vurdering av denne innflytelse krever imidlertid en datamengde som i dag ikke foreligger. En del av denne betraktningen må derfor forbli hypotetisk.

I jordklodens tidligste fase - for ca. 4,5 milliarder år siden - var tungmetallene statistisk jevnt fordelt i den tynne granittiske skorpen og i "upper mantle". Gjennom forvittrings- og sedimentasjonsprosesser i skorpen på den ene side og magmatiske differensiasjonsprosesser i "upper mantle" med effusjoner på og intrusjoner inn i skorpen på den andre side ble tungmetallene etterhvert konsentrert i de regioner hvor geokjemiske og/eller sedimentologiske forhold fremmet en slik utvikling.

Under den tids rådende forhold med høyt mobilt "upper mantle" og en relativ tynn skorpe hadde mekanismen - platetektonikken med subduksjons-soner - som senere skapte eugeosynklinaler med etterfølgende orogeneser enda ikke begynt å funksjonere på den måte vi kjenner dem fra senere epoker i jordhistorien. Quasiorogene bevegelser fant sted på grensene av kratoniserte skorpedeler og høyt mobile soner. Her kom det til voldsomme spalteeerupsjoner, som tilførte store masser med ofiolitisk materiale til skorpen. Ofiolittene ble etterhvert trukket inn i skorpens sedimentasjonssyklus på sine steder metamorft omvandlet og bidro til vekst og stabilisering av skorpen.

Denne utvikling satte også spor på "upper mantle". Den opprinnelig høye gjennomsnittsgehalt i krom, platina, nikkel, titan og gull i de ekstruderende ofiolitter minsket etterhvert. Samtidig som det oppsto lokalt anomal høye konsentrasjoner. (Great Dyke, Bushveld o.m.).

Som et eksempel på den evolusjonære utviklingskarakteren av skorpen og "upper mantle" kan anføres den verdensomspennende avsetning av itabirittiske jernmalmer for 2 - 3 milliarder år siden. Itabirittene er et engangsfenomen i jordens historie og mye tyder på at det aktualistiske prinsipp må fravikes når en leter etter forklaring på metallogenetiske prosesser i forskjellige tidsaldere. Men, for at det kan danne seg en malmprovinns må ikke bare tas i betraktning den tidsspesifiske evolusjonsbetingede tilstand av skorpen og "upper mantle", men også systemets dynamikk: Sentrifugal- og corioliskraften, kosmiske massekrefter og megnetisme ville holde skorpen og "upper mantle" i bevegelse. Her ville både den horisontale grenseflaten mellom skorpen og "upper mantle" og de vertikale begrensninger mellom deler av skorpen være et permanent potensial for turbulenser og derav følgende differensiasjoner og magmatogene konsentrasjoner av tungmetaller.

Fennoskandisk skjöld - presvekokarelidikum.

Differensiasjoner som nevnt foran hadde åpenbart funnet sted i det syd-afrikanske og kanadiske (australske) arkaikum. Det presvekokarelske basement fra samme tidsepoke på Nordkalotten viser imidlertid ingen betydelige tungmetallkonsentrasjoner. Her er basalkomplekset blottet i store domaktige hvelv som ESKOLA 1949 kalte "mantelgneisdomer". Et eksempel på slike domstrukturer i Norge finnes i den sentrale del av Finnmarksvidda, hvor basalkomplekset med steilt isoklinalfoldete granodiorittiske og kvartsdiorittiske gneiser og migmatitter dekker et areal på ca. 500 km². Radiometriske aldersbestemmelser tyder på en 2,4 - 2,8 mrd. år gammel metamorfose - mens bergartenes dannelsesetid kan ha vært mye tidligere. Domstrukturen er utformet som langstrakt oval med lengdeaksen i NE-SW retning (H. SKÅLVOLL et alii 1971).

I denne sammenheng er det interessant å konstatere at Komag- og Raiposvinduet skyldes en langstrakt oval opphvelving med NE-SW forløpende hovedakse - nærmest parallelt med lengdeaksen av "mantelgneisdomen" på Finnmarksvidda. At basalkomplekset her ikke er synlig i dagen skyldes den regionale nivåsenkning av den presvekokarelidiske peneplane mot de nordatlantiske paleo- og mesosoiske basenger. Den pleistosene heving av det fennoskandiske skjöld var åpenbart sterkere i de sentrale landområder enn mot kysten, slik at i de sentrale deler er mer av de overlirede yngre systemer (autokton kaledonske sedimenter og eo- og prekambriske dekker) fjernet, slik at større arealer av det presvekokarelidiske basementet er blottet i de østlige områder, mens i de vestlige områder ved Komagfjord- og Raipasvinduet nådde erosjonsnivået ikke ned til basalkomplekset.

Spørsmålet om de metallogenetiske forhold i basalkomplekset er vanskelig å ta standpunkt til. Det finnes få undersøkelsesarbeider som berører dette emne. Betrakter man publikasjonene over nordkalottens presvekokarelidiske basement samlet, så får man det bestemte inntrykk at dette systemet er nederodert til "roten" og at "greenstonebelts" som i Kanada og Syd-Afrika inneholder rike og store tungmetallkonsentrasjoner rett og slett er forsvunnet før det svekokarelidiske system er blitt sedimentert. Denne tilsynelatende nederodering (peneplanisering) til roten behøver ikke å være absolutt. Presvekokarelidiske depresjonssoner kan ha bevart deler av "greenstonebelts" med eventuelt assosierte mineralisering. Slike gamle depresjonssoner må i dag være dekket av svekokarelidiske bergarter (Komagfjordvindu?). Eventuelle malmforekomster i slike soner kunne indikeres gjennom intrusjoner i det overliggende system (vulkanske "pipes" ...), som også har slått gjennom de mineraliserte soner i det underliggende system.

Mineraliseringene kan da både finnes i vulkanittene og intrusjonslegemer. Ellers kan regionale magnetiske og gravimetriske målinger muligens gi indikasjoner til større massering av grønnstensmaterialet (greenstonebelts) under dekkebergartene.

Svekokarelider.

Bergartskomplekser avsatt i tiden mellom 2,0 - 1,8 mrd. år på den arkaiske peneplane av det fennoskandiske skjöld regnes til det svekokarelidiske system. Svekokarelidene er utbredt over hele nordkalotten: som karelidene (hvilende på det jatulske kontinent) i Finland og Sovjetunionen, og som svekokarelider i Øst- og Vest-Finnmark, samt i Komag- og Raipasvinduet (over noe mere mobilisert basement). Svekokare-

lidesystemet består i vesentlig grad av basiske vulkanitter med +- sterke innslag av kontinentale sedimenter på toppen.

På Finnmarksvidda danner svekokarelidiske lagrekker rammen rundt den ovenpå nevnte "mantelgneisdomen". Direkte over basementgneisene er det avleiret et autoktont konglomerat-kvartsittlag. Både kartbildet (Karasjokk av H. SKÅLVOLL) og pers.com.med B. ZWAAN og annet tyder på at det svekokarelidiske system her ligger diskordant og sannsynligvis alloktont på denne basalkonglomerat-kvartsitten.

Mot øst kan det svekokarelidiske system følges til Petsamoformasjonen med sine km-mektige metadia-baser. Den kontinentale fasies på toppen er antydnet gjennom en tynn konglomerathorisont (J.A.W. BUGGE pers.com). Det finnes en rekke kjente store Ni, Cu-forekomster knyttet til dette systemet: Petsamo, Nikkel, Kiruna, for å nevne de største. Forekomstene er av den typen som er avsatt som tungmetall-"slam" i et vulkansk miljø (submarin ekshalativ).

Svekokarelidene i Komagfjord og Raipasvinduet.

Komagfjordvinduet dekker en flate på ca. 800 km² mellom Altafjorden og Repparfjorden i nord. Vinduets eksistens skyldes regional heving langs en SW-NE-akse, slik at de autoktone kaledonske og de alloktone eokambriske bergarter er blitt fjernet. De her blottede svekokarelidiske langrekker fremtrer i en stor antiklinalstruktur med flat mot NE fallende akse.

De stratigrafisk laveste enheter er diabaser med pillowlavahorisonter ledsaget av tuffogene og terrigene sedimenter. Mot hengt går vulkanittene brått over i en vekselserie bestående av dolomitter, kvartsitter og svartskifer. Den øverste enhet i den svekokarelidiske lagrekke er en mektig pakke med kontinentale kvartsitter, arkositter og konglomerater (P. REITAN, 1963, J.RAMSEY rapp. 1976).

Den kontinentale pakken overleieres av ekvivalenter til den kambro-ordovisiske Dividalgruppen, som igjen blir fulgt av alloktone eokambriske (prekambriske?) sedimenter (Kala-dekket). De to sistnevnte stratigrafiske enheter danner rammen rundt Komagfjord-vinduet. Den stratigrafiske oppbygging i Komagfjord-vinduet har sitt "pendant" i Raipasvinduet SW for Alta. Her ble den vulkanske delen betegnet som undere Raipas, den kontinentale kvartsitt delen som øvre Raipas (B. ZWAAN pers. com., GAUTHIER, 1975).

Mineraliseringene knyttet til det svekokarelidiske systemet i Komagfjord- og Raipasvinduet synes i første omgang å være i sin karakter annerledes enn de store kjente malmer fra Petsamo og Kiruna. I Raipasvinduet representerer Kåfjordgruben, Raipasgruben, Kvænangengrubene, noen skjerp ved Altenesset og evtl. også Borrasgrube alt hva en kjenner i større tungmetallanrikninger. I Komagfjord-vinduet har man Porsagrubene samt noen skjerp innenfor Skillefjorden og i Kvalsunddalen og Ulveryggenforekomsten. Mens Ulveryggen inntar en særstilling vedr. genesen og Stratigrafisk posisjon, så synes det at alle andre nevnte mineraliseringer i Komagfjord- og Raipasvinduet kan tilbakeføres til det samme opprinnelsesmønster. Alle er hittil blitt tolket som strukturkontrollert, dvs. mineraliseringen - paragenesen: kvarts, karbonat, pyritt, chalkopyritt, hemalitt - ligger i kvarts- og karbonatfylte sprekker eller sprekksoner. Tungmetallene ville i så fall være mobilisert fra en ukjent

malmkilde i dypet og metallene felt ut i tensjonsprekker p.g.a. skiftende P.T. forhold. Fordi slike sentektoniske tensjonssprekker lukker seg mot dypet (Backes gruve) ville håpet om å finne malm av økonomisk størrelse være nærmest lik null. Mye tyder på at den måten å betrakte Porsa, Kåfjord og Kvænangen gruber er altfor sterkt preget av den gamle forestilling om at nærmest alle sulfidiske malmer er av epigenetisk opprinnelse. Det finnes imidlertid indikasjoner som viser i en annen retning:

Alle større malmkonsentrasjoner i Komagfjordvinduet ligger i grønnsteins-området, selv om strukturene krysser andre geologiske miljøer - og kan her være svakt mineralisert -. Ved Kvænangen gruber forefinnes malm-anrikninger som uten videre lar seg tolke som "stratabound". Sprekkene som krysser denne malmen viser i sitt nærområde den samme karakteristiske paragenesen som ellers kjent i feltet. (Kart i besittelse av Elkem Spigerverket).

Tar man i betraktning den lave regionale metamorfosegrad synes det at malmene ikke er blitt mobilisert og transportert over lengere avstander ut fra sin opprinnelige plass. Man bør derfor beskjefte seg med tanken om hvorvidt de mineraliserte sprekker og sprekksoner som er synlige i dag, heller indikerer en malm fremfor at de representerer malmen. Mobiliseringen som har foregått til en viss grad er et regionalt fenomen. Under de rådende temperaturer som metamorfosen viser ville malmen ikke kunne migrere vekk fra sin opprinnelige plass. Først ved en samtidig tektonisk påvirkning som skapte tensjonssprekkene ble veien åpnet for en begrenset vandring av de mobiliserte kvarts, karbonat-sulfidløsninger. Tensjonssprekken kan muligens sees i sammenheng med den regionale opphvelving av begge vinduene. Det foreligger dessverre for få data for å kunne uttale seg mere presist om denne typen forekomst.

Planene for 1977-sesongen er derfor å undersøke mineraliseringens paragenese sammen med de geokjemiske forhold i profiler tvers over sprekkene. Resultatet av denne undersøkelse skal avsløre hvorvidt det har foregått tungmetallmigrasjon i retning mot de mineraliserte sprekker på suboverflatenivå (korte borer).

Sporelementfordelingen i de enkelte malmineralfaser i sprekkene sammenlignet med de utenfor sprekken, ville således kunne gi opplysninger om de områder mineraliseringen er kommet fra eller har gjennomvandret. Eventuelt ville man sette noen diamantborhull for å treffe en mineralisert sone etter at man har målt med IP eller VLF på tvers av sprekkesonene.

Det påpekes at løsningen av dette problemet kan arte seg meget komplisert, og det kan gå en tid før brukbare løsninger foreligger som kan gi grunnlag for målrettede malmletingsaksjoner. Her ligger praktisk talt "nøkkelen" for en videre økonomisk vurdering av alle likeartede mineraliseringer i Komagfjord- og Raipasvinduet.

Intrusjoner.

Innen Komagfjordvinduet dekker intrusjoner av forskjellig petrologisk karakter en flate på ca. 40 km². 20 km² derav inntar ultrabasiske intrusjonslegemer. Disse er serpentiniserte dunitter og er omgitt med pyroksenittiske og hornblendittiske varieteter. Mest viser de seg som langstrakte linser med et lengdemektighetsforhold mellom 1:10 til

1:20. Regionalt følger linsene skjedeaktig hverandre og ligger i et stratigrafisk eller strukturelt nivå som er åpenbart foldet rundt vinduets sentrale antiklinalakse. Intrusjonene setter særpreg på Komagfjordvinduet. Slike dannelser forekommer i såpass stor utstrekningen hverken i Raipasvinduet eller på Finnmarksvidda.

Man kan neppe diskutere intrusjonene i Komagfjordvinduet uten å trekke inn betraktninger om Seilandprovinsen (se geologisk kartbilag). Seilandkomplekset består av en over 1000 m mektig suksesjon av tholeiittiske gabbroer, alkal. olivingabbroer og dunitter. (STURT & RAMSAY 1965). Hele komplekset ligger i en depresjon på høygradkontakt-metamorfiserte alloktone eokambriske sedimenter (B.ZWAAN pers. comm.) Seilandkomplekset er sannsynligvis kommet på plass under en regional intrusjonsepisode hvor jordskorpen revnet (kontinent-kontinent kollisjon) og flytende mantel material ble presset opp og flak av den øverste delen av skorpen blitt skjøvet østover. Dette har foregått i et anorogent område, men syntektonisk og i kaledonsk tid. (Aldersbestemmelser: 530 - 496 mill. år). (STURT ET ALII 1967).

Folldal Verk A/S har i samarbeid med A/S Sulfidmalm og parallelt med Elkem-Spigerverket drevet prospekteringsarbeider på Seiland. Man anvendte geologisk kartlegging, geokjemi (bekkesedimenter, moreneprøver og knakkprøver) og VLF-målinger. Etter noen års virksomhet måtte man dessverre konstatere at med de her benyttede metoder kunne det ikke påvises økonomisk interessante konsentrasjoner av tungmetaller. Det hersker forundring i fagkretser over at et basisk-ultrabasisk kompleks med de dimensjoner Seilandkomplekset har ikke viser tegn til differensering og akkumulering av Nikkel- eller Krommineraler.

Det er ennå ikke undersøkt i hvilket forhold intrusjonene i Komagfjordvinduet står til Seilandprovinsen. Kjemisk-petrologisk er de tilnærmedesvis identiske såvidt man kan dømme ut fra de få prøver som er undersøkt. Om aldersforhold kan man bare si med sikkerhet at de er yngre enn Steinfjellformasjonen (diskordans).

Selv om Komagfjordvinduets intrusjoner og Seilandprovinsens suksesjoner er resultat av en og den samme prosess, så representerer Komagfjordvinduets intrusjoner dog et annet nivå. De metallgenetiske forhold er dermed annerledes og bør undersøkes. Analyseresultatene av prøvetaginger i 1976 (se bilag R. Hovland) viser såpass anomale elementforhold (S:Ni, Fe:V ...) at bare disse resultatene alene allerede rettferdiggjør en større undersøkelsesinnsats på Komagfjordvinduets ultrabasiske intrusjoner. Det henvises i denne sammenheng også til PG BROMAN'S publikasjon Nikkel i Fjölledjan, synspunkter på tillganger och utvinningsmuligheter.

De elementer som først og fremst er av interesse er Ni, Co, Cu, Fe, S, Cr, V. As. Det er planlagt å ta fastfjellprøver av alle ultrabasittlegemer. Analysene skal kjøres på et kvantimeter med etterfølgende databehandling (faktoranalyser o.m.).

Nikkel, kobolt, kobber og krom er nokså vanlige elementer i ultrabasitter og kan under gunstige forhold være anriket i økonomisk interessante mengde

Vanadium forekommer med opptil 1400 ppm i ilmenitten, (men er egentlig mere bundet til titanomagnetitten i norittisk miljø). Det like ionepotensial mellom V³⁺ og Fe³⁺ tilsier imidlertid at V også kan finnes i Magnetitt. Magnetittfordelingen vil fremkomme gjennom de planlagte magnetiske helikoptermålinger. Dessuten kan man ved hjelp av Protonmagnetometermålinger på bakken ytterligere oppløse magnetittens fordellingsmønstre.

Arsen ønskes bestemt fordi Platina forekommer hyppig sammen med Arsen i mineraler som Sperrylitt $Pt As_2$. Platinaanalyser for de ventede små konsentrasjoner må ellers gjennomføres ved hjelp av neutronaktivering - en metode som er meget omstendlig og dyr.

Eventuelle ledende soner ville med tydelighet fremkomme gjennom den elektromagnetiske delen av helikoptermålingene.

Geologisk kartlegging av ultrabasittkroppene skal så sammenbinde og forklare de oppnådde geokjemiske og geofysiske resutlater. Videre oppfølging planlegges med innsats av VLF og IP målinger og tilslutt med diamantboringer.

Ulveryggforekomsten.

Ulveryggmineraliseringen ligger i Steinfjellformasjonen - en underavdeling av P. REITAN's Saltvannsgruppe. Steinfjellformasjonen representerer en mektig serie av kontinentale sedimenter som omfatter vesentlig lavmetamorfe sandsteiner, arkoser og konglomerater. Sandsteinene og arkoser inneholder ved siden av delvis rekrySTALLISerte kvartskorn, vekslende mengder mikroklin, biotitt og litt hematitt. Lignende arenitter, som forekommer i Komagfjordvinduets Saltvannsgruppe, er også avsatt i Raipasvinduet (øvre Raipas) og store deler av Finnmarksvidda. Det antas at de kan tilskrives den samme kontinentalperioden. Betraktet fra Komagfjordvinduet avtar feltspattgehalten mot syd og øst. Samtidig er sedimentenes karakter i Komagfjordvinduet mer grovklastisk. Alt tyder på at Saltvannsgruppen og spesielt området Ulveryggen ligger nokså marginalt i forhold til et større sedimentasjonsbasseng.

Tidspunktet for avsetningen av Saltvannformasjonen er vanskelig å bestemme. De underliggende grønnskifere antas avsatt før den svekokarelidiske orogæsen for 1800 millioner år siden. Mens det påstås at nedre og øvre Raipas i Raipasvinduet (øvre Raipas = Saltvanngruppen) danner et enhetlig sedimentært kompleks uten skille gjennom diskordans (B. ZWAAN pers. com.) synes det i Komagfjordvinduets nordre del en større diskordans mellom Saltvanngruppen og de underliggende enheter (R. Hovland pers. com.). Dette betyr at det har foregått betydelig erosjon (muligens peneplenisering) av grønnskiferkomplekset før den kontinentale Saltvannsgruppen er blitt satt av. Man er kommet til at i Steinfjellformasjonen finnes det - bortsett fra markert bruddtektonikk - ingen tegn som tyder på spesiell tektonisk stress som skifrighet og folder. Dermed kan postkarelidisk tid for dannelsen av den kontinentale serien ikke utelukkes.

Opprinnelsen av materialet som er sedimentert i Saltvannsgruppens lagrekker er også uklar. Formodentlig dreeier det seg om forvittringsgrus av Svekokarelidiske og arkaiske komplekser. Dens primære innhold av tungmetaller er ikke kjent.

I området hvor mineraliseringen ved Ulveryggen viser hele formasjonen "ripple crossbedding" som skyldes dannelse av "megaripples" av typen "undulatory megaripples". Slike teksturer tyder på avsetning av sandmaterialet i grunt vann og sterk strømning. Sedimentmaterialet som er dårlig opparbeidet og kjemisk ufullstendig nedbrutt typer på kjølige klimaforhold og hurtig transport. Dette indikerer periglasialt miljø, selv om glasialet ikke er påvist gjennom tillitter.

Dermed har man et hypotetisk utgangspunkt for å vurdere de paläogeografiske forhold idet malmdannelsen ved Ulveryggen har foregått. Det reiser seg spørsmålet hvordan er det kommet til tungmetallanrikninger i en slik kontinental sedimentserie og hvorfor akkurat på et slikt begrenset sted som Ulveryggen. Her må forskjellige faktorer i et fysikalsk og geokjemisk system: (eh, ph, O₂ partialtrykk i atmosfæren) samarbeide, på en tilfeldig fordelaktig måte. Hadde en av faktorene sviktet, hadde det ikke eksistert en forekomst i Steinfjellformasjonen.

Forekomsten ved Ulveryggen presenterer seg som disseminasjon vesentlig av bornitt, kobberkis i sandstein. Ved siden av andre kobbersulfider og jernoksyder finnes det i bestemte horisonter også Cupritt. Malmmineralene er delvis mobilisert og avsatt i sprekker og kløfter. Denne mobilisering førte til at forekomsten i første omgang ble tolket som epigenetisk(hydrotermal,) dvs. malmløsningene skulle være tilført fra dypet.

Metamorfosen har med ca. 300° C (foreløpig resultater av fluid inclusions undersøkelser av F. FABRITIUS) ligget i overkant av de vanlige hydrotermale temperaturer, slik at man må regne med en begrenset mobilisering av sulfidene, mens det "tørre" kvarts-feltspatt-systemet ikke er kommet til å reagere.

Cupritten hadde man ikke funnet den tid. Tanken på en hydrotermal-genese lå ikke fjern for geologene, som også beskjeftiget seg med de andre mineraliseringer i Komag- og Raipasvinduet. Forutsatt at den hydrotermale hypotesen ville tiltreffe, så kunne en vente også mineraliserte områder mot dypet, men foruten større malmmengder.

En annen oppfatning gikk ut på at kobberførende løsninger hadde siget ned gjennom de overdekkende bergartskomplekser og blitt felt ut til slutt i Steinfjellformasjon. Ulveryggområdets sterke tektoniske oppsprekning skulle ha samlet opp det som løsnet.

Var denne hypotesen riktig så måtte de kobberførende "løsningene" ha passert det tungmetallfattige kalakdekke, mens de suksessivt ble erodert. De måtte ha vært kjempemessige kobberkonsentrasjoner som kunne vise noen spor etter at de var siget ned gjennom en 800-1000 m mektig sjiktpakke som ble kontinuerlig denudert og utvasket. Denne hypotesen betraktes ikke som sannsynlig. Større malmmengder i dypet ville det ikke være realistisk å regne med.

Under rutineundersøkelser i den senere tid har man funnet ut at det forekommer Cupritt i noen partier av forekomsten. Denne iakttagelsen er blitt manifestert av H: URBAN ved Universitetet i København. Når det foregikk bryting i slike soner, sank utvinningen i oppredningen flere prosent. (Cu-oksyder floterer ikke i sulfidflotasjonen).

Cupritt som kobberoksyd er ikke stabil sammen med sulfider. Cupritt dannes bare under nokså begrensede geokjemiske forhold: ved pH større enn 5-6 og en avtagende Eh verdi fra + 0,2 - - 0,35 med tilsvarende stigende pH (25° C og 1 atm. gasstrykk). I dette området er Cu₂O stabil sammen med hematitt Fe₂O₃. Dermed kan Cupritt ikke dannes hydrotermalt fordi S-overskuddet ville redusere oksydet til sulfid.

↓

Cu₂O dannes gjennom utfelling av hydroksyd: $2 \text{Cu} (\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$.

Kobberhydroxider kan dannes i forskjellige miljøer:

I grunnvannsstrømninger transporteres tungmetallioner også Cu^{++} . Skifter de geokjemiske forhold, felles det ut Cu-sulfider og gedigent kobber under vannflaten. Synker vannspeilet, blir sulfidene oksydert over hydroksyder til oksyder. Slike metallforekomster kalles infiltrativt (red beds). Horisonter som viser Cu_2O på Ulveryggen ville dermed representere fossile oksydasjonssoner. - Her er det mulighet for større malmmengder, men uten definerte grenser.

Cu og Fe-ioner kan tilføres gjennom elver sammen med organiske komplekser og felles ut som hydroksyd hvis pH stiger over 7. Slike betingelser finnes det hvor ferskvannselver strømmer ut i havet. Tungmetallene felles ut og avleires i området hvor pH-grensen forløper. Det er av en viss interesse å bemerke at utfellingen er i relasjon til utfellingsstedet elementselektivt.

En annen mulighet å forklare mineraliseringen ved Ulveryggen er at sulfidene er avsatt som detritus fra en erodert sulfidholdig utgangsbergart. I den tid denne erosjonen sannsynligvis ville ha foregått, har O_2 partialpresset vært ca. 1/100 av den vi har idag, med tilsvarende høyere andel i CO_2 , CO, N_2 , H_2 og SO_2 . Oksydasjonsprosessen gikk meget sakte. (Det vises i denne sammenheng til pyritt-uraninittkonglomeratene i Witwatersrandsystemet i Sydafrika, som imidlertid er mye eldre). Forutsatt en slik grense ville malmulighetene ikke være begrenset til et så lite areal som Ulveryggen representerer.

Uansett hvilken av de nevnte muligheter som viser seg å være riktig, så kan man fastslå at intet tyder på at kobbermineraliseringer bare kunne være konsentrert i Ulveryggenområdet. Det minnes her om de sterke geokjemiske indikasjoner i nordfeltet, og den høye bakgrunn ellers i Steinfjellformasjonen og i Doggelvformasjonen. Spesielt bør man tenke på den grove fasies og den høyere feltspatandel i Ulveryggen/Nordfeltområdet som indikerer særskilt beliggenheten i forhold til hele sedimentasjonsområdet. Det bør derfor diskuteres hvilke fasiesforandringer man kunne vente mot nord - under Kalakdekket, og hvilke malmgeologiske og prospekteringsmessige konsekvenser dette ville føre med seg.

Malmletingen rundt Ulveryggen og Steinfjellformasjonen og Saltvanngruppens "østflanke" som kalles Doggelvformasjonen er planlagt utført på følgende måte.

Malmgenetiske undersøkelser konsentrert rundt dagbruddet ved Ulveryggen:-----

Her bør man først gjennom tektonisk kartlegging skille ut tektoniske "homogenitetsområder". Disse områdene bør man siden studere sedimentologisk for å finne ut hvordan, og under hvilken betingelse sedimentasjonsprosessen har foregått, og forsøke å identifisere de innskyllinger fra samme leveringsområder og så sette mineraliseringen i relasjon til de sedimentologiske data. Dermed ville man få et system man kunne anvende også i områder hvor en mineralisering er svakt utpreget på dagsoverflaten.

Geokjemisk prospektering:

Det er planlagt å dekke hele Steinfjellformasjonen i Ulveryggregionen med et nett av fastfjellanalyser. Som instrument settes inn bærbar

isotope fluorescent analyser "(PIFAN)". Prøvene grovknuser til analyse. For 1977 sesongen regnes det med 53 profilkilometer med en punktavstand av 5 meter.

Som førundersøkelse, spesielt i Repparfjorddalen, skal det anvendes spesifikke tungmetallionebyttere for analyse av kildevann. Mineraliserte soner granskes med PIFAN-instrumentet, og dens utbredelse måles med IP-metoden. Diamantboringer er planlagt i sluttfasen. Diamantboring muligens også på nordsiden av Repparfjorden i Ulveryggens fortsettelse under Kaladekket.

Kaledonske sedimenter:

Over det peneplaniserte svekokarelidiske system ble det avsatt i kaledonsk tid mørke grafittiske skifere - tilhørende Dividalgruppen. Slike skifere danner en del av Komagfjordvinduets ramme - og er blottet i større arealer. Dividalgruppen er avsatt over de kratoniserte deler av det svekokarelidiske systemet, og mangler derfor vulkansk innflydelse i sedimentene. De her nevnte mørke skifere er planlagt å undersøke etter vanadium - som gjerne er knyttet til bergarter avsatt i reduserende miljø. Som undersøkelsesmetode benyttes fastfjellgeokjemi.

Dekkene:

Det skal vies en del oppmerksomhet også til dekkene. Spesielt sulfid-anrikninger skal granskes på Kvaløya og i Komagfjordvinduets ramme.

Konklusjon:

Det kan fastslås at Komagfjordvinduet inneholder tre potensielle malmprovinser:

Grønnsteindragerne:

Her kan det ventes Cu og Zn-malmer av disseminasjonstypen, indikert gjennom et uvanlig høyt geokjemisk bakgrunnsnivå og gjennom mobiliserte malmer i sprekkefyllinger av typen "Porsa-gruber".

Ultrabasiske intrusjoner:

Disseminerte komplekse Ni,CO, Cu og Cr,(CV)malmer med lave gehalter, men store reserver kan ikke utelukkes.

Steinfjell/Doggelv-formasjonen:

Cu (Ag) disseminasjon med lave gehalter, men med større utbredelse, er mulig etter de nyeste genetiske undersøkelsesresultater. Det regional-kjemiske bilde støtter denne antagelsen.

Alt i alt representerer Komagfjordvinduet med sine spesielle geologiske forhold og den uvanlig høye geokjemiske tungmetallbakgrunn - et område hvor en kan stille økonomiske forventninger til de mineraliserte soner som forefinnes her. Derfor er det tilrådelig å satse på vinduet som prospekteringsobjekt.

Oslo, 10. mars 1977
J. G. Heim

L I T T E R A T U R

- Gauthier, A. M 1976, Géologie de la fenêtre precambrienne d'Alta - Kvænangen (partie NE) W-Finnmark Laponic norvegienne.
Upubl. doktoravhandling ved universitet i Geneve, dep. de minéralogie
- Pringle, I &
Sturt, B. A 1969, The age og the main caledonian orogenic metamorphism in Sørøya, NGT 49
- Sturt, B. A &
Ramsay D. M 1965, The alkaline complex of Breivikbotn area, Sørøya, Northern Norway, NGU nr. 231
- Pringle, I &
Roberts, D 1973, A preliminar Rb - Sr Isochron study from N. E. Sørøya, Finnmark NGU nr. 294
- Ramsay, D. M 1975, A geological report on the Repparfjord, Neverfjord distrikt
Unpublished report
- Reitan, P 1963, The geology of the Komagfjord tectonic vindow of the Raipas suite Finnmark, Norway NGU nr. 221
- Skålvoll, H 1971, Karasjok, geologisk kart 1 : 250 000, publisert i NGU
- Zwaan, B 1977, Intern rapport om Alta-Kvænangenfeltet.

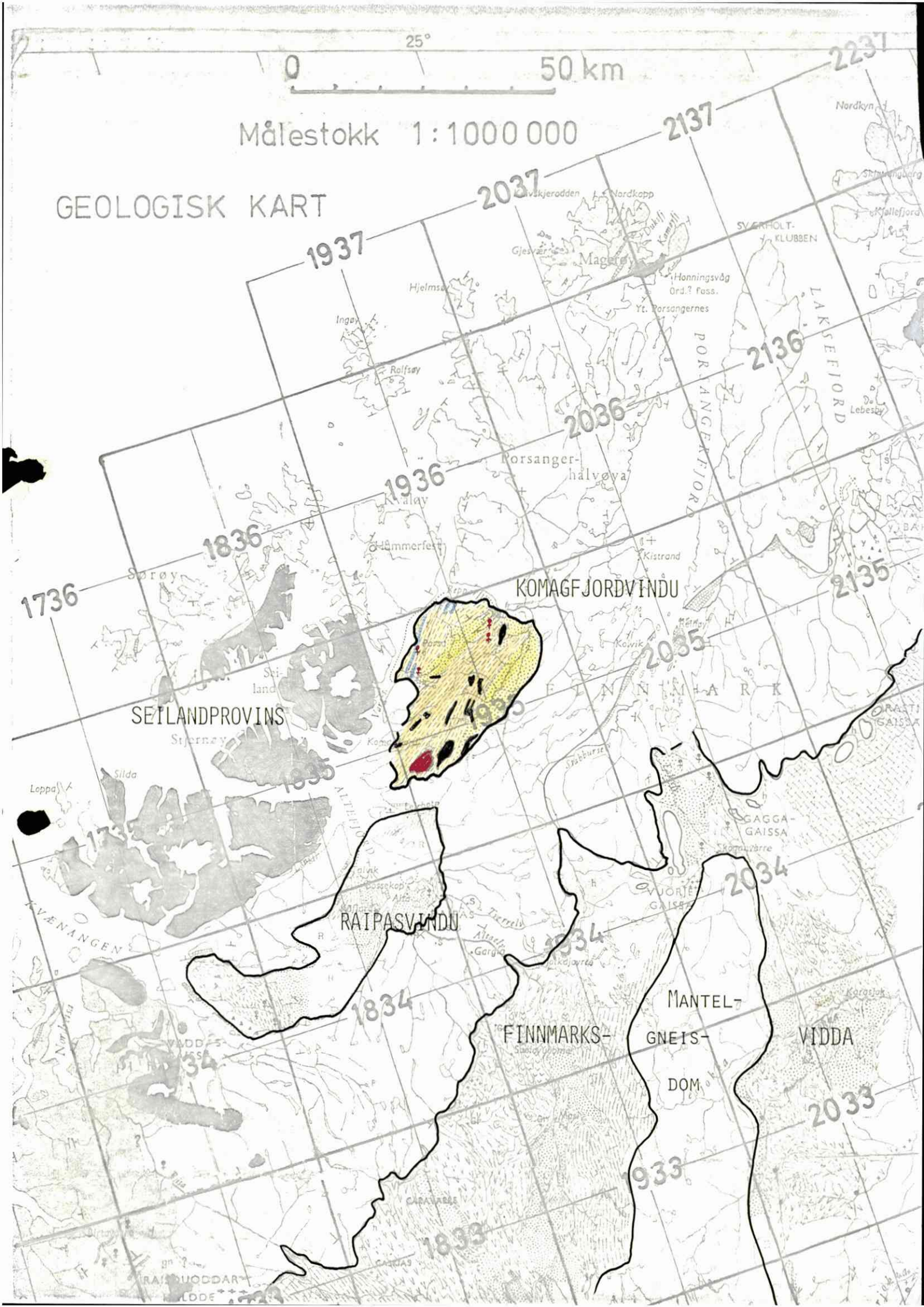
25°

0

50 km

Målestokk 1:1000 000

GEOLOGISK KART

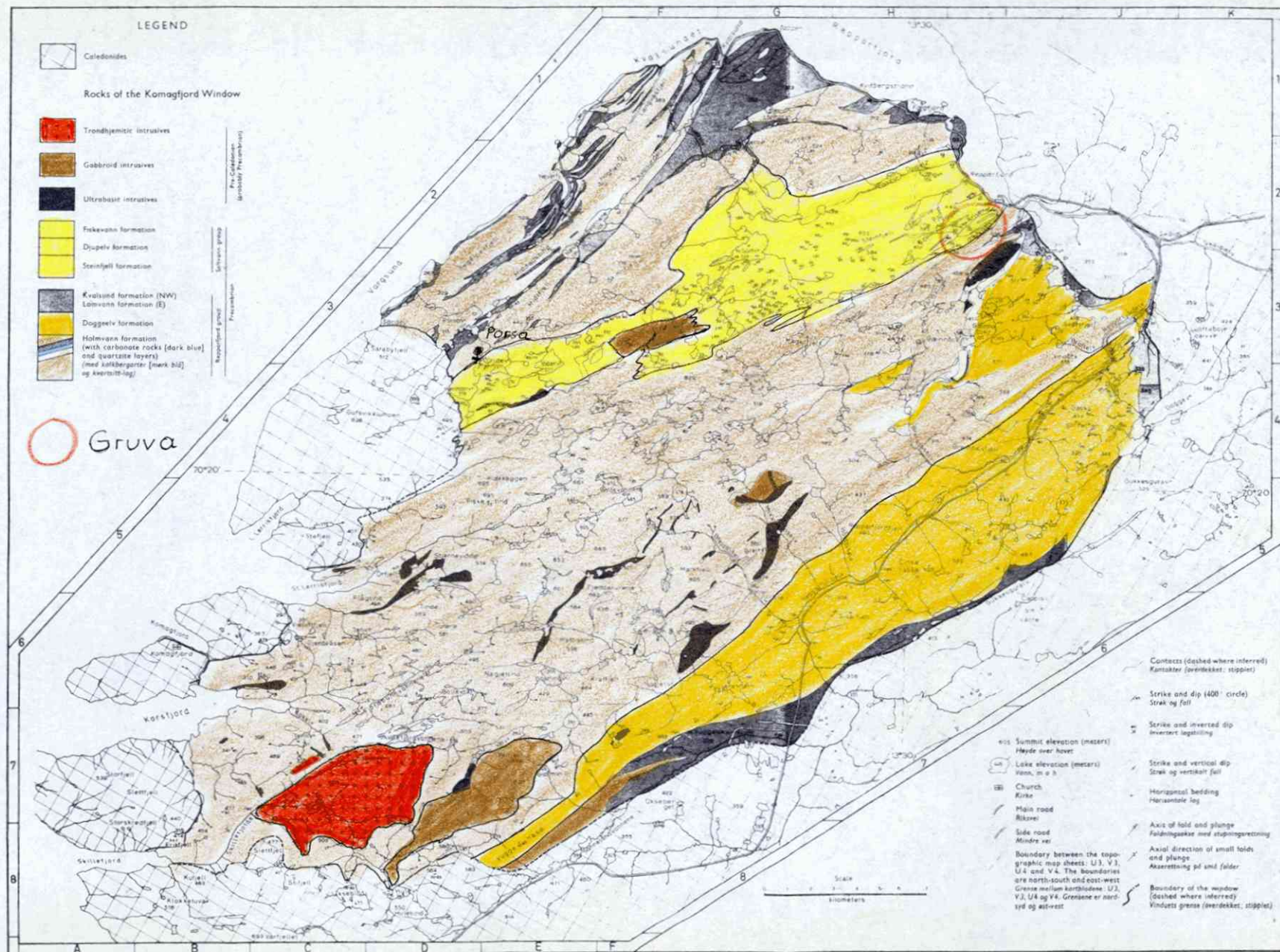


Geologic Map of the Komagfjord Tectonic Window, Vest-Finnmark, Northern Norway

Paul H. Reitan

Geologisk kart over Komagfjord området, Vest-Finnmark, Nord-Norge

Norges geologiske undersøkelse 1960

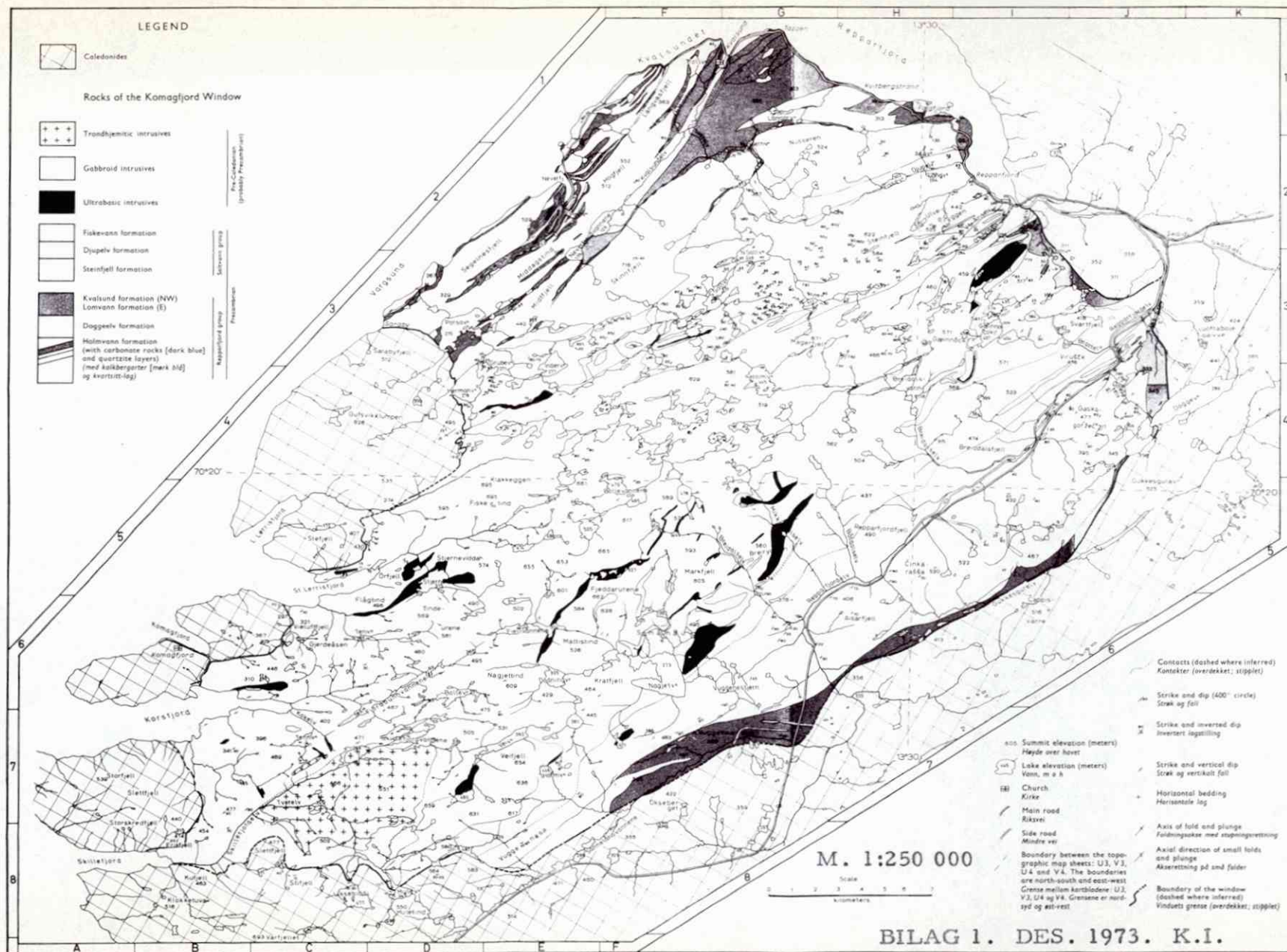


Geologic Map of the Komagfjord Tectonic Window, Vest-Finnmark, Northern Norway

Paul H. Reitan

Geologisk kart over Komagfjord området, Vest-Finnmark, Nord-Norge

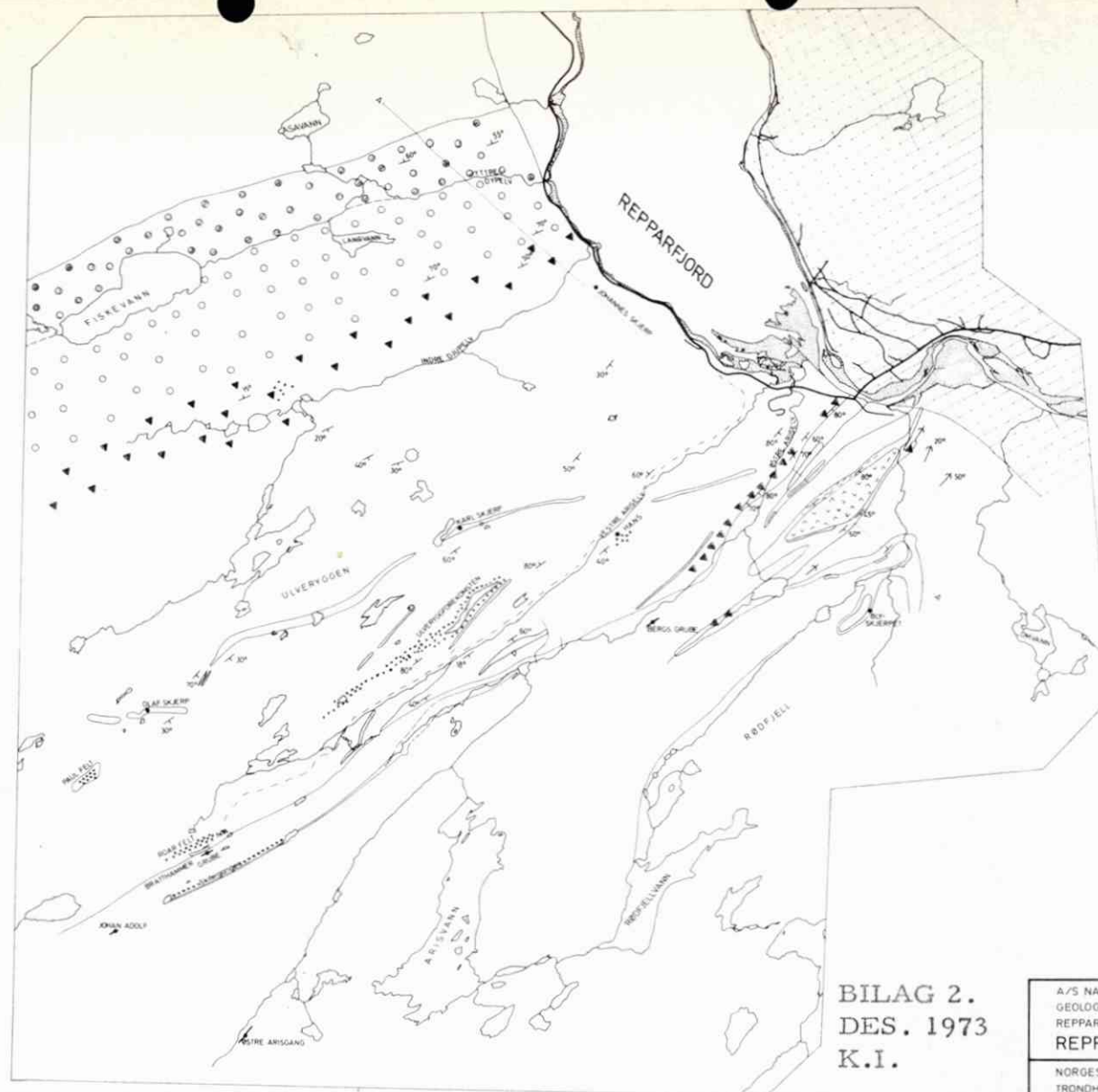
Norges geologiske undersøkelse 1960





SNITT A-A'

M. 1:50 000



- VEI
- - - GAMMEL GRUBEVEI
- [Pattern] SAND OG GRUSAVSETNINGER
- [Pattern] KALEDONIDER
- [Pattern] DIABASER
- [Pattern] SERPENTIN
- [Pattern] SVARTSKIFER (LØMVANN FORMASJON)
- [Pattern] MIKROPORFYR KONGLOMERAT (FISKEVANN FORMASJON)
- [Pattern] GRØNNSTENS KONGLOMERAT (DUPELV FORMASJON)
- [Pattern] FELTSPATHOLIG KVARTSITT (STEINFJELL)
- [Pattern] GRØNNSTEIN
- [Pattern] KLORITTRIK GRØNNSTEIN
- [Pattern] KARBONATRIK GRØNNSTEIN
- ▲▲▲▲ AGGLOMERATSONE
- KOBBERMINERALISERT KVARTS/KALKSPATGANG
- KOBBERIMPREGNASJONSSONE

LØMVANN FORMASJON

BILAG 2.
DES. 1973
K.I.

A/S NATIONAL INDUSTRI
GEOLOGISK KART OVER
REPPARFJORDFELTET
REPPARFJORD

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

WÆSTØY	MÅLT 1951
TEGN. 1951	
TRAC. 1951	FEB 1955
NFR.	
TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
888-02	1935 I

Tanker omkring videre malmleting i Repparfjordfeltet
Ved bergingeniør Karl Ingvaldsen
Desember 1973

<u>Innhold.</u>	Side
/ Tilbakeblikk	1
/ Erfaringer opp til i dag	2
/ Forslag til arbeider og prioritering	6
/ Økonomiske betraktninger og overslag	11
/ Konklusjon	13

Bilag.

1. Geologisk kart over Komagfjordvinduet (kopi),
1:100 000 ved Paul H. Reitan, 1960 (NGU 221).
Forminsket til 1:250 000.
2. Kartskisse 1:50 000 visende forekomster i og rundt
Ulveryggen. Forminsket fra NGU 888-02 i 1:20 000.

Det er spesielt vist til:

NGU-serie nr. 221 ved Paul H. Reitan (1963).

NGU rapport nr. 888. Repparfjordfeltet. Rapport over undersøkelser i 1968.

Tanker om videre malmleting i Repparfjordfeltet.

Tilbakeblikk.

Kobbermineraliseringen i Repparfjord ble funnet sist på 1800-tallet. I løpet av de første 10 år i dette århundre ble det gjennomført forholdsvis omfattende malmundersøkelser med røskninger, ortdrifter, prøvetaking og kjemiske analyser. En undersøkelse utført av det kanadiske Invox Corporation Ltd. i årene 1956-57 ved Mr. C.W. Archibald, bekreftet resultatene fra de tidligere undersøkelser. En rekke fagfolk har i årenes løp besøkt Repparfjordfeltet og etterlatt seg rapporter. Publikasjonen "The Geology of the Komagfjord Tectonic Window of the Raipas Suit, Finnmark, Norway" med kart i 1:100 000 (NGU nr. 221) er utført av Paul J. Reitan i 1956-59. Norges geologiske undersøkelse gjennomførte lokalt omkring Ulveryggen en orienterende geokjemisk kartlegging og rekognoseringer i tilslutning til Reitans kartlegging.

I 1963 ble bergrettighetene (30 mutinger) og 2 jordeiendommer nær sjøen kjøpt hjem av A/S National Industri fra den svenske eier Nordiska Grufaktiebolaget. Etter å ha gått gjennom et betydelig rapportarkiv og tilsammen hatt 1 ukes opphold i feltet sammenstilte jeg i april 1964 "Om Repparfjord kobbermalmfelt i Kvalsund herred, Finnmark fylke", vedlagt lister over til da foreliggende rapportmateriale. Her var det utarbeidet et program for videre undersøkelser idet konklusjonen gikk ut på at feltet, alt tatt i betraktning, berettiget fortsatt malmleting. De kjente malmsoner artet seg som en stim av flatfisk på høykant. Invox-rapporten hadde et estimat på 2,5 mill. tonn malm med bedre enn 1,5% kobber om boringene hadde fortsatt. I den første feltsesongen 1964 fikk Sulfidmalm A/S (Falconbridge) ved Dr. E.G. Haldemann utlånt alt foreliggende materiale fra NI og utførte en undersøkelse i feltet, et innledende ledd for andre prospekteringer i norske grunnfjellsområder.

NI fikk kopi av Haldemann-rapporten som konkluderte med ca. 625 000 tonn kobbermalm med 1,6% og hadde forsåvidt en negativ konklusjon. Mineraliseringen i Repparfjord er en type som tidligere ikke har vært utnyttet i Norge. Den er en impregnasjonsmalm, "diseminated ore", også kalt "porphyry copper", en meget anvendt, men ukorrekt betegnelse. Mest lik innen Skandinavia er vel for tiden Aitik-forekomsten i Nord-Sverige. Her er tonnasjene meget store, og Boliden AB bryter nå malm med 0,4% kobber.

NGU ble en hovedentreprenør for undersøkelsene utført i 1964-68 idet NI selv ikke disponerte kapasiteter for den slags arbeider. Feltet ble angrepet med flere metoder, og det ble diamantboret ca. 7000 m i tillegg til de 3000 m fra før. Den endelige malmberegning fra NGU viste 9.944 mill. tonn med gjennomsnittlig 0,72% kobber, fordelt på 7 poster. Ved de utførte undersøkelser smeltet "linsene" sammen til større malmvolumer. Malmarealet i dagen i "Hovedfeltet" øket med 200% til over 30 000 m², mens gjennomsnittlig gehalt falt ned på omtrent det halve av tidligere beregninger. Mineraliseringen står vanligvis meget steilt, og hovedforekomsten faller på større dyp noe sydover mot Ariselveen, hvilket har en spesiell betydning for drift i dagbrudd.

I 1970 overtok Folldal Verk A/S feltet fra NI og reiste et nytt anlegg med flotasjonsverk hvor driften startet i midten av 1972. Anleggets kapasitet er 600 000 tonn råmalm pr. år. Oppredningsmessig synes malmen å gi konsentrater og ekstraksjoner som indikert i flotasjonsforsøk og forhåndsvurderinger. Etter anmodning av direktør Leiv Løvold utarbeidet jeg i april 1970 et P.M. "Videre malmundersøkelser i og omkring Repparfjordfeltet". Nærværende utredning befatter seg med Repparfjordfeltet og tiliggende områder. I april i år hadde jeg anledning til å iaktta malmbruddene og anleggene, likeledes i juli og i september.

Erfaringer opp til i dag.

Kobbermineraliseringen i Repparfjord er egenartet i forhold til det som hittil er kjent i Norge. I en feltspatførende kvartsitt/sandsten finnes soner med vekslende mengder av de tre kobbermineraler, bornitt (broket kobber), kobberglans og kobberkis. I ren tilstand fører de henholdsvis ca. 60%, 79,9% og 36,6% kobber. Malmsonene er ikke rikere enn at de fortrinnsvis må høstes ved dagbruddsdrift. Repparfjordmalmen er relativt enkel å anrike

ettersom et rensset bulkkonsentrat faller ut med gjennomsnittlig 40% kobber. Kobbermineraliseringen kan karakteriseres som tynne skyer i kvartsitten. Mineraliseringen har en utpreget strøkretning vestsydvest-østnordøst med steilt fall. I Hovedfeltet, som ligger ca. 400 m.o.h. og 3 km fra sjøen, er malmbredden i dagen opp til 100 m, og malmen er forfulgt med borer ned til ca. 200 m.o.h. I Hans-feltet som ligger lavere og nærmere sjøen er mineraliseringen påvist ned til 150 m.o.h. Aksefallet i malmsonene, mot vest eller øst, er enda ikke sikkert bestemt. Det synes å avvike lite fra horisontalen, hvilket kan være et pluss i jakten på nye soner. Feltets "konstruksjon" tyder på at det er stor sjanse for at kobbermineraliseringen i Ulveryggen fortsetter ned til havets overflate og enda dypere. Dette er mer sannsynlig fremfor at den ikke går så dypt, uten at det kan antydes dimensjoner eller kvalitet av mineraliseringen. Mest sannsynlig avviker ikke kvaliteten meget fra det som hittil er kjent, og at lengden av malmsoner også her er flere ganger mektigheten.

Området som omfatter de kjente malmkonsentrasjoner i kvartsitten ligger innenfor et areal på ca. $4 \times \frac{1}{2}$ km. Hele kvartsitten utgjør ca. 80 km^2 hvorav den østligste 1/4-del synes å være mest interessant. Grunnfjellsvinduet er ialt ca. 750 km^2 . Terrengtet over kvartsitten og vinduet er relativt rolig med endel høyder over 600 m og bare en på 700 m.o.h. (Skinnfjell 718). Eksempelvis er Ulveryggen 525 og Steinfjell 622 m.o.h., med sistnevnte som det høyeste i kvartsitten.

Ved siden av sten og grus er Repparfjordfeltet dekket med en meget beskjedne vegetasjon og grunne myrdannelser. Bergoverflaten som er utformet under siste istid er forholdsvis kupert sammenlignet med skiferformasjonene som omkranser grunnfjellsvinduet. Den nåværende bergoverflaten i feltet representerer et tilfeldig, tilnærmet horisontalt snitt i kvartsitten. Hovedmalmen har det største malmareal i dagflaten, og iserosjonen har fjernet en stor del av forekomsten. Skyvedekket - grensen mellom grunnfjellsoverflaten og overliggende bergarter - må en anta har ligget i flere hundre meter over det nåværende malmfelt. Det er derfor grunnlag for det resonnement at hovedmalmen, da den var dannet og intakt, var omtrent dobbelt så stor som det som er kjent, d.v.s. $4 \times 2 = \text{ca. } 8 \text{ mill. tonn}$. "Dypmalmen" som ligger like nordenfor, og som man til i dag ikke vet om går opp til overflaten, er foreløpig beregnet til 0,8 mill. tonn.

Disse tonnasjetall indikerer dimensjoner av malmdannelser en kan sikte mot om de naturlige betingelser er tilstede på samme måte som i Ulveryggen.

Det har lenge vært diskutert blant fagfolk, også før undersøkelsene begynte i 1964, om mineraliseringen i Repparfjord var supergen, d.v.s. tilført ovenfra og dermed hadde en begrenset utstrekning mot dypet. Den motsatte oppfatning var at mineraliseringen kunne være kommet fra hvilken som helst retning via egnete tilførselskanaler. Denne siste teori lå til grunn for at feltet ble prøvet på nytt, og den er senere ikke blitt avsvakket, men bestyrket.

Først i dette århundre var det en meget intens malmletingsvirksomhet flere steder i Nord-Norge. En alminnelig erfaring her i landet er at der hvor de gamle malmletere hadde mulighet for å se noe uvanlig på overflaten, rustsoner o.l., vises det spor etter skjerpinger. Utenom det engere Repparfjordfeltet - Ulveryggen - er det ikke kjent kobbermineralisering som går opp i dagen innenfor kvartsittområdet. På den annen side finnes det flere steder tegn på at det kan være muligheter for kobbermineralisering av praktisk størrelse, eksempelvis geokjemiske anomalier et par kilometer nord for Ulveryggen. Jakten på ytterligere malmmuligheter i kvartsitten må rimeligvis legges opp under den forutsetning at de ikke når opp til den nåværende dagoverflate. Det gjelder derfor å utnytte alle, selv svake tegn og indikasjoner på større kobbergehalter enn bakgrunnsmineraliseringen som vanligvis er 0,01 - 0,05% Cu. Prøver med kobber på 0,10% og derover følges nemlig i dette feltet erfaringsmessig av større volumer over bakgrunnsverdien. Dette er et viktig moment i strategien innen kvartsitten.

En av betingelsene for at kobbermineraliseringen er avsatt og malmforekomstene dannet, er en viss oppsprekking i den normalt tette og lite gjennomtrengelige kvartsitten. Med andre ord må det ha vært plass og mulighet for avsetning av malmmineralene. I enkelte av de rikere mineraliserte soner kan en iakttå en "forskifring" med samtidig dannelselse av serisitt, et lyst glimmermineral. Kobbermineraliseringen har gjerne en kjerne eller marg i midten med de høyeste gehalter. En spesiell undersøkelse viste at kobbergehaltene også varierer med det kobbermineral en har i bergarten. Rikere mineral ga tilsvarende høyere metallgehalter.

I dagbruddet som startet østligst i Hovedmalmen kunne det iakttas utpreget oppsprekking av malmen i flere retninger og på sprekkene var det utfelt sekundære kobbermineraler. Disse er det intenst blå mineralet azuritt - $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ - og grønn malakitt - $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ - det siste tilsvarer irrdannelsen på kobbertak. Lokalt er utfellingen av disse oksydiske kobbermineralene etter norske forhold meget imponerende med henholdsvis krystaller og kuleformede konkresjoner. Malmavsetningene i Repparfjordfeltet følger tilsynelatende visse oppsprekninger hvor det har vært mulig for kobberet både å bane seg vei og avsette seg. Med det kuperte terreng og de varierende høyder over havet, oppsprekkingen og gode muligheter for vanngjennomtrengning, kan den del av de geokjemiske indikasjoner komme fra kobberforekomster som ikke når opp til den nåværende fjelloverflate. Indikasjonene kan være forårsaket av vann som har passert forholdsvis lange strekninger i berggrunnen innen det kommer frem på overflaten medførende metallsmitte fra kobberimpregnert bergart. Ved Repparfjordfeltets beliggenhet nær havet kan saltførende atmosfære forsterke forvitringen og oppløsning av kobber i overflatevann som trenger ned i berggrunnen.

Jeg mener også å ha iakttatt en annen farvenyanse på kvartsitten der hvor kobberforekomstene ligger, et noe mere gulskjær enn den ellers vanligvis rent grå farvetonen i kvartsitten. Om dette er tilfelle, henger det sannsynligvis sammen med forvitring av feltspaten i sandstenen. Om de oppsprukne soner, hvor det registreres kobbermineralisering, har en annen farvetone, må undersøkes nærmere og med andre hjelpemidler enn øyet. Forekomstene i Ulveryggen ser i store trekk ut for å være omkranset av markerte sprekkesoner på flere kanter uten at en kjenner disse soners forhold til selve malmdannelsen.

Kobbermineraliserte løsblokker av kvartsitt stikker seg ikke ut fra vanlig kvartsitt. Slår man stykker av dem er det indre grønnfarget ved omvandling av de opprinnelige kobbermineraler til malakitt. På overflaten er det ikke noe igjen av hverken den primære eller sekundære kobbermineraliseringen. Tilsvarende kan større malmblokker og -flater være grønne av malakitt på lesiden, men utvasket på den siden hvor været står på.

Viscaria Alpina - fjellbjærebloss - opptrer utrolig hyppig i feltet, særlig der det er kobberholdig vann eller materiale, også på steder hvor jordsmonnet er ytterst sparsomt. Blossstringen kulminerer gjerne i annen halvdel av juli. Planten bærer med rette navnet "kobberbloss" idet den synes å være klart indikativ på det røde metall.

Forslag til arbeider og prioritering.

Innen Repparfjordfeltet og i det omsluttende grunnfjellsvinduet er det allerede utført betydelige undersøkelser. Delvis er disse fullført, mens andre arbeider kan eller bør fortsettes. Endelig er det fremgangsmåter som er lite eller ikke prøvd. I større utstrekning enn tidligere er en henvisning til bruk av indirekte metoder. Videre prospektering får en sjansetype karakter, her hvor oppgaven først og fremst dreier seg om å finne helt ny malm. Taktikken må være å forsøke alle metoder som kan gi indikasjoner på kobbermineralisering og med anvendelse av arealdekkende og billigere hjelpemidler i første omgang. Om reaksjonene blir positive settes mere intense og kostbarere undersøkelser inn, som f.eks. diamantboringer.

Til nå er disse arbeider utført. Geologisk kartlegging av grunnfjellsvinduet i skala 1:100 000 (NGU 221) og mere detaljerte geologiske arbeider i selve Repparfjordfeltet. Traktene omfattes også av NGU's aeromagnetiske målinger med kart i 1:50 000 og 1:250 000. Deler av feltet er dekket med vertikalfotos fra fly i sort/hvitt. Over området nærmest Repparfjorden, hvor anleggsvirksomheten har funnet sted, foreligger moderne kart i 4 blad, ved 1:5000 og med 5 m ekvidistanse. Geokjemisk kartlegging med prøvetaking av bekkesedimenter er nå foretatt i hele grunnfjellsvinduet idet den nordligste delen ble prøvetatt siste sommer. Hele underlaget finnes da for fremstilling av geokjemiske kart. I 1968 ble det rundt Ulveryggen samlet inn prøver av grunnvann fra naturlige kilder og borhull og som ble analysert på innhold av metaller. Kobberinnholdet viste seg å være påvisbart og ga tydelige variasjoner ettersom vannet kom fra nøytral eller mineralisert bergart. Flere geofysiske målemetoder har vært anvendt, elektromagnetiske, magnetiske, dessuten induert polarisasjon, selvpotensial og måling av ledningsevne. Under forberedelsen til driften og senere parallelt malm-

brytingen er det utført støvboring med kobberanalyse av borkakset. Disse gir raske og billige informasjoner om kobbermineraliseringens variasjon og grenser. Det foreligger også et betydelig materiale fra diamantboringene som er utført ved siden av erfaringer og resultater fra malmbrytingen. En rekke lokaliteter, hvor det tidligere er rapportert malmfunn, men på langt nær alle, er visitert.

Ved videre undersøkelsesarbeider antas følgende metoder å være tjenlige. Grunnvannsprøver tas systematisk over store deler av kvartsittområdet med parallell prøvetaking av lokalitetene fra 1968. Prøvepunktene plottes på kart og journal føres over karakteristika for hvert prøvested. Samtidig bør det tas prøver med jevne mellomrom året gjennom fra en del stasjoner, også under jord, for å bringe på det rene mulige variasjoner i kobberinnholdet, f.eks. med årstiden. Ved kartlegging av kobberføring i grunnvann i de forskjellige deler av kvartsitten, kan en få informasjoner om såvel bakgrunnsmineraliseringen som mulighet for kobbermineralisering av praktisk betydning. Grunnvannsundersøkelsene bør samtidig følges opp med en hydrogeologisk kartlegging for om mulig å få mer rede på vannets bevegelser i kvartsitten og for tydning av anomale kobberverdier. Her vil en ha nytte av sprekkeanalyser m.v. Det kan komme på tale å injisere sporstoffer av farve og/eller radioaktive elementer for nærmere å trace grunnvannets forløp. Det er tilstrekkelig nøyaktighet ved kobberbestemmelser med atomabs. Grunnvannanalyser kan og bli aktuelle på visse områder utenfor kvartsitten. Sammenholdt med det geokjemiske kart over bekkesedimentanalyser vil grunnvannsregistreringene sannsynligvis gi interessante, og jeg vil tro vesentlige informasjoner.

Støvboring, som allerede har vært anvendt i undersøkelsesøyemed, bør komme inn som en regional letemetode innen kvartsittområdet. Her kan en tenke seg systematisk boring i profiler (eventuelt i et rutenett) med 1 000, 500, 100 m eller kortere avstand. På denne måte kan en få rede på trender i bakgrunnsmineraliseringen og nærmere få bestemt partier hvor kobbergehaltene går over bakgrunnen. Støvboringene kan gå bare ned til noen få meters dyp, men omkostningene ligger neppe på mer enn 1/10 av diamantboringers kostende. Materialet fra støvboringene kan også anvendes til undersøkelser av fastfjellsgeokjemien utover selve kobberinnholdet. Geofysiske målinger, i første rekke sannsynligvis ved induisert polarisasjon, bør også settes inn på enkelte lokaliteter for å skaffe tilveie mest mulig av forhåndsinformasjon innen en starter diamantboringer.

Diamantboringene vil være utpreget sjanseartet, men de er den eneste praktiserbare måte for å skaffe frem fysiske prøver fra større dyp. Det vil og høre med til programmet at noen diamantborhull kjøres ned til et betydelig dyp selv om man ikke direkte har kontakt med eller viten om noen malmmineralisering.

Sannsynligvis vil opptak ved infrarød stråling komme på tale i tilfelle forsøksfotograferingen gir resultater. Den slags bilder/opptak kan avsløre variasjoner i tungmetallinnholdet i lavarter o.l.. Ved slik falsk fargefotografering må bildene "oversettes" innen de kan oppfattes av øyet. Deler av feltet bør også rimeligvis dekkes med vanlig fargefotografering. Denne kan ha store muligheter for å gi resultater i disse trakter, kfr. den foran nevnte feltspatforvitring, likeledes diabasganger, ultrabasiske bergarter, løsblokker med utpreget farge (hvit dolomitt og serpentinblokker dekket med rustfarget lav). Planten *Viscaria Alpina* bør heller ikke glemmes som en god støttespiller.

Videre undersøkelser i Repparfjordfeltet kan med fordel deles inn i 3 kategorier.

a. Undersøkelser i forbindelse med tilredning og bryting av malm er en gruppe. Her vil diamantboringer komme inn for oppfølging av soner registrert fra tidligere overflateundersøkelser og mineraliserte partier en støter på under driften. Tidligere er nevnt grunnvannsprøver under jord og prøver fra den løpende støvboring. Dette materialet har stor betydning som referanse. Utvinning av pukkmateriale fra sidestenen kan og bringe inn momenter av betydning for leting etter ny malm. Mulighetene for ytterligere malmfunn er tilstede såvel i øst som i vest for de kjente malm-partier og mot dypet. Undersøkelser i denne kategori har den fordel at de kan gjennomføres uavhengig av årstidene. Malmleting av denne type blir ikke omtalt nærmere i denne utredning.

b. Videre oppfølging av allerede kjente lokaliteter må omfatte Roar- og Paulfeltet og ikke minst forekomsten ved Hans. Data fra den sist nevnte lokalitet, som ligger meget nær det eksisterende transportnett, er interessante. Ut fra 3 gamle røsker i dagen med analyse fra 0 til 1,0% kobber kan det her anslås et areal på $3\,000\text{ m}^2$ med gjennomsnittlig 0,4% kobber, alternativt ca. $1\,700\text{ m}^2$ med 0,5% kobber. I forlengelsen langs strøket mot øst på sydsiden og vestover på nordsiden av Hans synes dette

feltet i dagen å ha en total utstrekning på 150 til 200 m. Lokaliteten Hans peker seg også ut som et prøveobjekt for en systematisk malmleting ved hjelp av støvboring. En inneslutning av "grønnsten" i kvartsitten ligger like syd for Vestre Ariselv, vis a vis John feltet. Her ble det i sin tid rapportert anomalier fra målinger av indusert polarisasjon, men det gjenstår å prøve lokaliteten på kobberinnhold. Skifergangen, Johan Adolf og den enda lengere vest liggende Rengangen bør også sees nærmere på ettersom de synes å ha en eller annen forbindelse med kvartsitten. Meget egenartet er skifergangen som er registrert i over 1000 m lengde langs en meget smal sone av kvartsitt inn i grønnstenen. Vestre Ariselv følger en markert forkastnings- eller bruddlinje. Denne har vært nevnt som mulig tilførselskanal for kobberavsetningen i kvartsitten. Det bør tas rede på om denne diskontinuitet og andre markerte slepper har sammenheng med kobbertilførselen. Det skulle i tilfelle gi seg til kjenne ved mineralisering på selve sleppepartiene og i bruddsonene. Det vises til bilag 02 i NGU rapport nr. 888 hvor en ser plasseringen av de nevnte lokaliteter.

I forbindelse med de kjente forekomster bør det gjøres en nærmere undersøkelse av edelmetallinnholdet. I en rapport fra bergingeniør H.H. Smith fra 1939 er det angitt gull- og sølvanalyser for 3 forskjellige malmtyper i Repparfjordfeltet. Disse viser vesentlig høyere gehalter enn det som ellers er registrert. Muligens kan det dreie seg om unøyaktighet ved analysene. Dette bør bringes på det rene idet rapporten ellers gir et meget tilforlatelig inntrykk. Bratthammergruben, som ligger i grønnstenen ikke langt fra kvartsitten, bør sjekkes på edelmetaller ettersom den synes å være en av malmtypene i rapporten fra Smith, men hvor lokalitetene ikke er nøyaktig angitt.

c. Undersøkelser forøvrig i kvartsittområdet med omgivelser er den tredje kategori. Kvartsitten opptar ca. 80 km². Etter den hittil utførte geokjemiske kartlegging er indikasjonene sterkest i den østligste fjerdedelen, d.v.s. den delen som ligger forholdsvis nær Repparfjorden og dessuten omfatter de kjente forekomster. Som tidligere pekt på bør hele kvartsittområdet undersøkes med systematiske grunnvannsanalyser og bergartsprøver fra støvboringer. Det er grunn til å legge særlig vekt på området nord for Ulveryggvannet. Her ble det tidlig konstatert relativt sterke geokjemiske anomalier over et større område. Anomaliene

er av samme styrke som tilsvarende kaldekstraherte prøver fra selve Ulveryggen. De syreekstraherte prøver på nordsiden ga ikke tilsvarende anomalier. Dette må utlegges derhen at anomaliene i nord bare er forårsaket av kobberholdig vann og ikke partikler av kobbermineraler. På nordsiden er heller ikke noe mineralisert utgående registrert. Det skulle være grunn til å starte utstrakte grunnvannsundersøkelser her for om mulig å komme på sporet av kobbermineralisering i berggrunnen. Videre bør det her gjøres hydrogeologiske undersøkelser idet terrengforholdene med betydelige høydeforskjeller skulle lette en slik analyse. Deler av kvartsittområdet mot nord er dekket av betydelige moreneavsetninger som også må tas med i bestikket. Orienterende geofysiske undersøkelser med IP vil melde seg på et forholdsvis tidlig tidspunkt. Det geokjemiske indikasjonsområdet nord for Ulveryggvannet og ca. 2 km nordvest av Hovedfeltet er særlig interessant også p.g.a. sin beliggenhet. Supplerende bekkesedimentanalyser og orienterende støvboringer er meget aktuelle her.

Den del av grunnfjellsvinduet som ligger nord for kvartsittområdet er forholdsvis lite undersøkt i senere tid. Her finnes store karbonatbenker som på sine steder er kobbermineralisert, med flere skjerp og forsøksdrifter fra eldre tid. Det geokjemiske kartbildet vil kunne peke ut de mer interessante lokaliteter her. Porsafeltet, som ligger i grønnsten ut mot Vargsundet og vestenfor kvartsitten, omfatter flere gamle gruber. Malmforekomstene her har etter Reitans oppfatning en begrenset utstrekning mot dypet og kan ifølge ham ikke ha særlig store dimensjoner. Et visst studium av disse forekomstene vil allikevel være naturlig ved en malmletingskampanje i disse trakter.

I grunnfjellsområdet syd for kvartsitten er det foruten svake indikasjoner på kobber, flere geokjemiske indikasjoner på nikkel og dessuten noen på zink. Før eller siden bør området undersøkes nærmere ettersom det gis diverse ultrabasiske bergartspartier i grønnstenen. Forholdsvis nær Repparfjorden er det fra tidligere påvist et blyskjerp. Ved overgangen fra grunnfjell til kaledonske bergarter kan det være generelle sjanser for blymineralisering. Denne skulle eventuelt kunne avspeile seg ved prøvetaking og analyse av bekkesedimenter.

Hele grunnfjellsområdet bør vurderes etterhvert som nye data bringes inn.

Videre malmleting i Repparfjordfeltet i stor utstrekning må starte med regionale undersøkelser, men det er 2 lokaliteter jeg er tilbøyelig til å fremheve. Disse er Hans-feltet og det foran omtalte geokjemiske indikasjonsområdet nordvest av Ulveryggen.

Økonomiske betraktninger og overslag.

Malmleting, i de tilfeller den fører til positive resultater, bør ikke koste for meget pr. tonn råmalm, eksempelvis innenfor 2 til 4% av malmverdien. I Repparfjordanlegget er denne ved "normale" variasjoner i kobberpris og råmalmsgehalter spillende mellom 40 og 75 kroner pr. tonn råmalm. Avbyggingstakten i Repparfjord i forhold til den opprinnelige malmbasis tilsier adskillig satsing på malmleting. Nedenfor er satt opp et overslag for 3 år over forskjellige undersøkelsesaktiviteter og som ialt går ut på vel 2,5 mill. kroner. Det er da forutsatt at løpende utgifter til undersøkelser parallelt malmbrytingen i det vesentlige kommer utenom.

Arbeider	1. år	2. år	3. år	Sum	Merknad
0. Undersøkelser i forb. med malmbrytingen	-	-	-	-	Se ovenfor
1. Grunnvanns-prøver	50000	25000	25000	100 000	Noe under jord
2. Geokjemi	25000	25000	25000	75 000	
3. Fargefoto + IR-opptak	50000	25000	25000	100 000	
4. Hydrogeologi	50000	25000	25000	100 000	Hovedfags-oppgave?
5. Geol. kartlegging m.v.	50000	50000	25000	125 000	
6. Støvboring	100000	150000	50000	300 000	Flere program
7. Geof. målinger	50000	50000	50000	150 000	
8. Diamantboring	200000	500000	300000	1 000 000	ca. kr. 200 pr. m
9. Speiding etter bly, nikkel etc.	25000	50000	50000	125 000	
10. Plotting av skjerp og befar.	50000	50000	50000	150 000	
11. Eventuelt	-	50000	100000	150 000	
12. Margin	50000	100000	125000	275 000	
Sum	700000	1 100000	850000	2 650 000	

De anførte tall i tabellen er alle anslagsvise. Av flere grunner må en regne med forskyvninger mellom de enkelte arbeider alt etter innvundne erfaringer og resultater. Programmet kan måtte forskyves innen de enkelte år avhengig av det personell som måtte stå til disposisjon og andre utenforliggende årsaker. Angrepsmetodene må vurderes og drøftes nærmere innen detaljert årsprogram for de enkelte operasjoner fikseres.

Oppboring i detalj av en eventuell ny forekomst og forberedelse til drift forutsettes å legge beslag på midler utover den anførte budsjettramme.

Konklusjon.

Hensikten med disse tanker er å legge frem et diskusjonsforslag for utvikling av et videre malmletingsprogram i Repparfjordfeltet. Taktikken bør være en skrittvis fremrykning med sterkere angrep hvor en støter på utfordringer. Sjansene for å finne mere malm skulle generelt sett ikke være de dårligste. Oppgaven er ikke direkte lett, det kan bli en lang vei å gå, men i andre land er det gjort malmsfunn hvor startgrunnlaget ikke har vært bedre enn tilfellet synes å være i Repparfjordfeltet.

Norges geologiske undersøkelse 1960



STED: TRONFJELL

KARTBLAD: 619 III

ANALYSE RESULTATER

[illegible]

ANALYSE RESULTATER

[illegible]

ANALYSE RESULTATER

[illegible]

[illegible]

OPPDAG: TUNGMETALLYASKING ÅR: 1975

PRØVETAKER: Kjell B. Carlsen

STED: TRONFJELL

KARTBLAD: 1919 III, II

ANALYSE RESULTATER

[illegible]

OPPDAG: TUNGMETALLYASKING

ÅR: 1975

PRØVE TAKER: Tyll B. Carlsen

STED: TRONFJEL

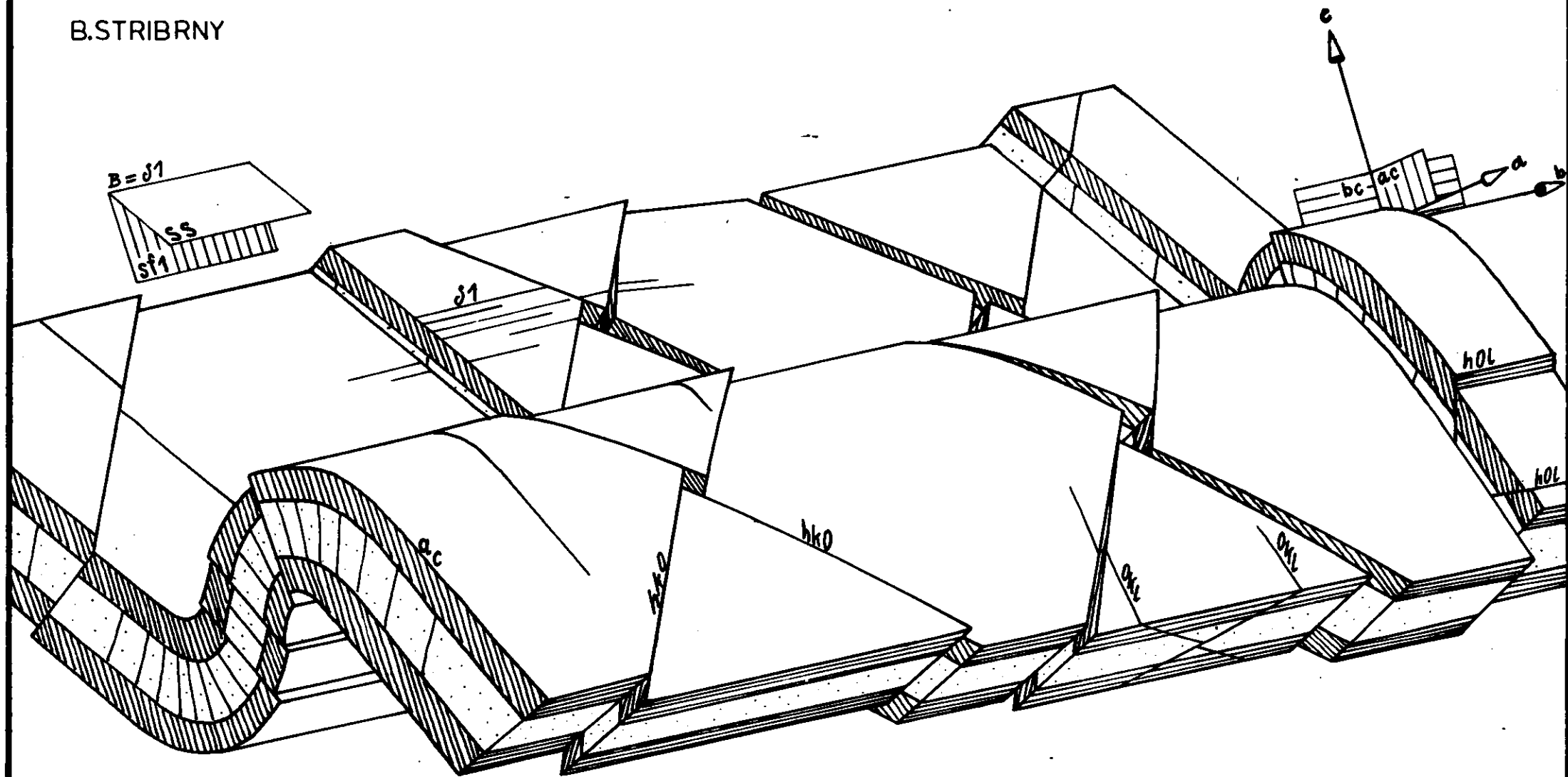
KARTBLAD: 19 II, III

ANALYSE RESULTATER

[illegible]

MODELL DES NW-VERGENTEN FALTENBAUES UND DES TEKTONISCHEN INVENTARS

B.STRIBRNY



cand.scient.Johs Fabricius.

Rungsted, den 2/1 1979.

V.Pennehavevej 7

DK 2960 Rungsted Kyst.

Danmark.

Tlf.02-861264.

Til

Folldal Verk A/S

Folldal

Norge.

v/ chefgeolog H.Heim.

Kære Heim.

Hermed fremsender jeg et eksemplar af min specialeopgave, hvortil jeg skal knytte følgende kommentarer:

- jeg beklager ikke at have flere papirbilleder til figur 3,4,5 og 6. Jeg håber, vedlagte diapositiver kan gøre fornøden fyldest.
- efter eksamen har jeg læst supplerende litteratur og diskuteret opgaven med forskellige forskere, blandt andet ved et foredrag - jf vedlagte foredragsannoncering. Her under er jeg blevet opmærksom på, at der for Ulveryggen sandsynligvis kan argumenteres for andre modeller end den af mig (og Vokes, 1956) beskrevne hydrotermale model. Der kan således være tale om en synsedimentær og en diagenetisk model modificeret under metamorfosen gennem mobilisering. Da malmmineraliseringen foruden at være dissemineret til lige i stor udstrækning findes på meso- og mikroårer og da de mikrotermometriske undersøgelser viser, at opløsningerne er høj-T og højsaline, er det ikke udelukket, at disse opløsninger, der måske ikke har været malmførende, har været i stand til at udlude sidestenen på dybere niveau og afsat malmmineralerne på årerne i malmfeltet.
- Jeg har ikke diskuteret min specialeopgave med H.Urban.
- Jeg henviser til kapitel 6 i BOWEN, R & GUNATILAKA, A. 1977: Copper: Its Geology and Economics. Applied Science Publishers Ltd. London. 366 pp.

Da jeg for tiden ikke har malmgeologisk arbejde, er jeg interesseret i arbejde i den kommende feltsæson. Hvis du kan tilbyde sådant arbejde, bedes du tidligst muligt kontakte mig på min privatadresse eller gennem Henrik Stendal, Københavns Universitet.

Med håbet om et godt nytår sender jeg de bedste hilsener.

Johs Fabricius.

Johs Fabricius.

Forslag til geofysiske bakkemålinger - Repparfjord 1979.

Bilaget viser resultatet av helikoptermålingene fra 1977 med ledningsevne-anomaliene nummerert fra SV til NØ, svartskifer-sonen i Kvalsund-dalen og Porsa er utelatt. Sommeren 1978 ble anomaliene 1-4, 9, 11-14, 15-19 og 27 oppfulgt med bakke-målinger og anomali-årsaken antas kjent for alle unntatt nr. 9.

Sommeren 1979 bør de resterende anomalier følges opp med bakke-målinger, morene/fastfjellsprøvetaking.

Dette arbeidet, med lokalisering av anomaliene samt prøve-taking kan utføres av 1 mann i løpet av ca. 2 uker.

Blysonen ved Rødfjell bør, på stross av stort sett negative resultater i 1978, følges videre sydover med 1P-RP-målinger, også Pb-Zn-anomaliene mellom Doggevaan og Repparfjordelva (se Krause 1977) undersøkes i denne forbindelse. Eventuelle anomalier fra disse målingene følges opp med moreneprøvetaking i enkelte profiler. Nødvendig tid for arbeidet antas ca. 1 mnd. for 4 mann, avhengig av oppnådde resultater.

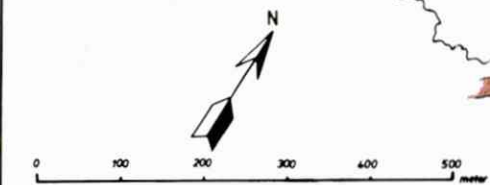
VLF-målingene ved Porsa 1978 indikerte flere anomale soner i grønnstein syd for ultrabasitten, en mulig anomali-årsak er magnetittrike soner i grønnstein, men dette bør kontrolleres med magnetiske målinger og endel prøvetaking. Måleområdet bør forøvrig utvides slik at det dekker endel mineraliserte soner som ble kartlagt av Skaldebø i 1978. Dette kan utføres av 1 mann i løpet av 1 uke.

De fleste prøvetatte ultrabasittene ble VLF-målt i 1978, det gjenstår bare områdene "Veivann" og "Breiryggen nord", den sistnevnte kunne muligens fortjene noen VLF-profiler, spesielt da den omgivende gabbroen som inneholder endel mineraliseringer (se Skaldebø 1978). Forøvrig finnes det endel ~~geologiske~~ *geokjemiske* anomalier fra NGU's undersøkelser og muligens også fra senere deltalj-geokjemi som bør undersøkes med geofysiske målinger, da i første omgang VLF.

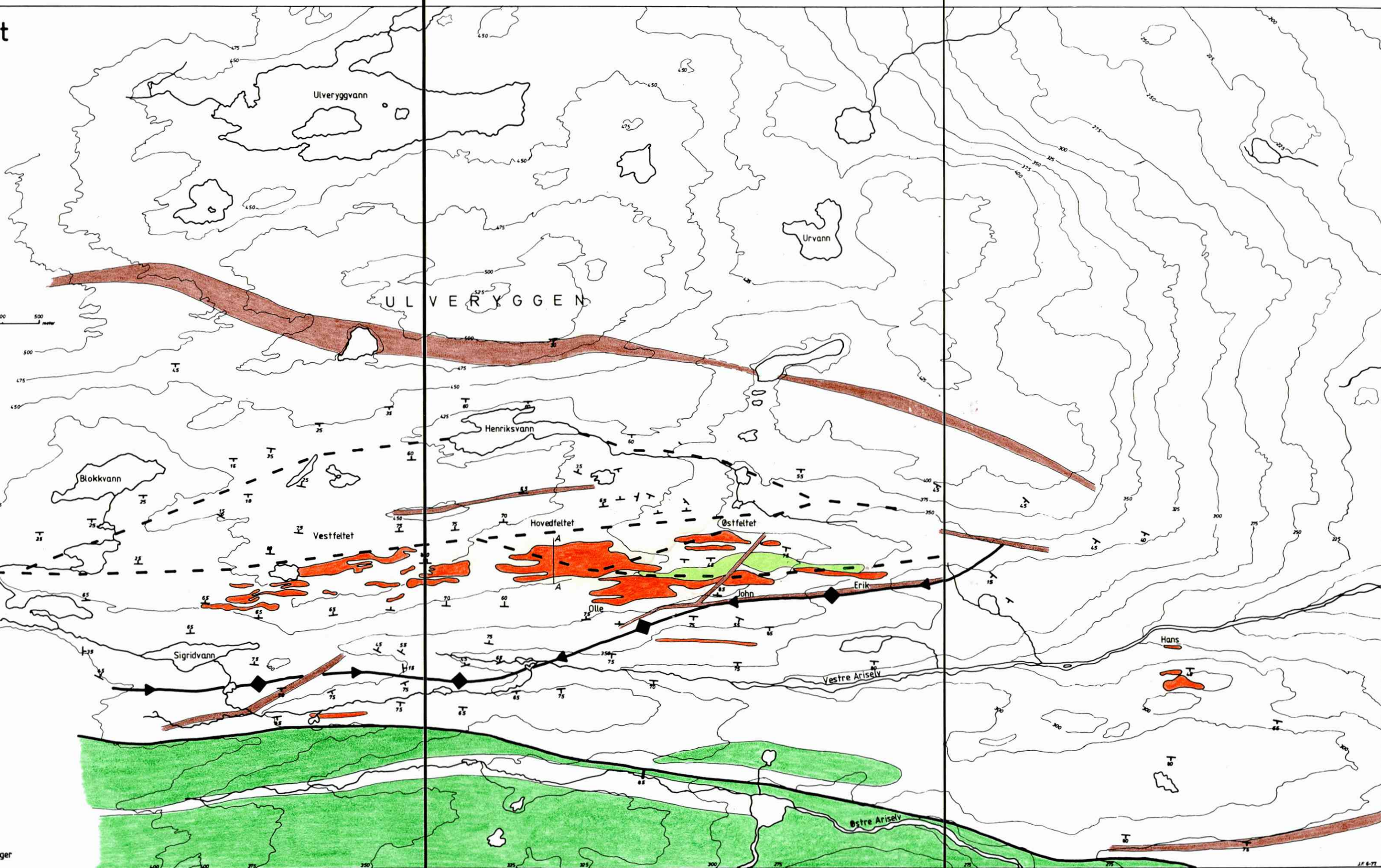
Tverrfjellet, 14.2.1979.

(Ivar Killi).

Geologisk kort over Ulveryggen, Repparfjord, Finnmark, Norge.



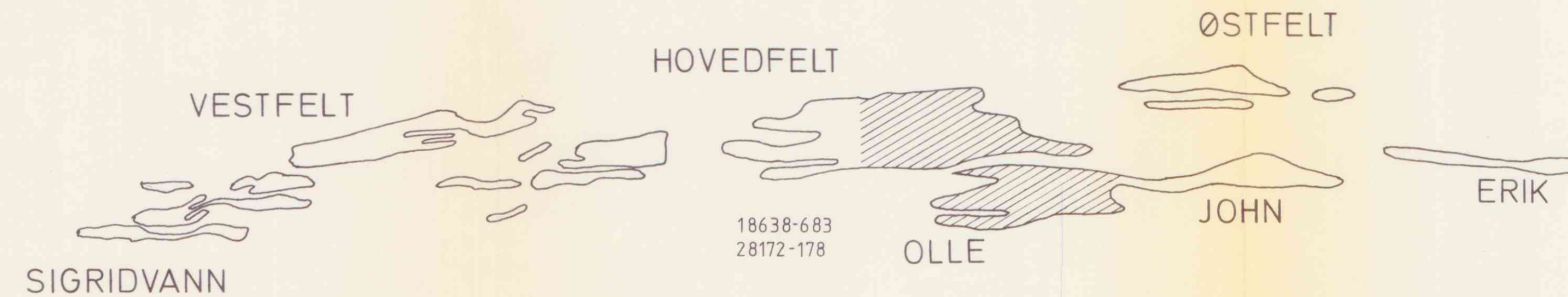
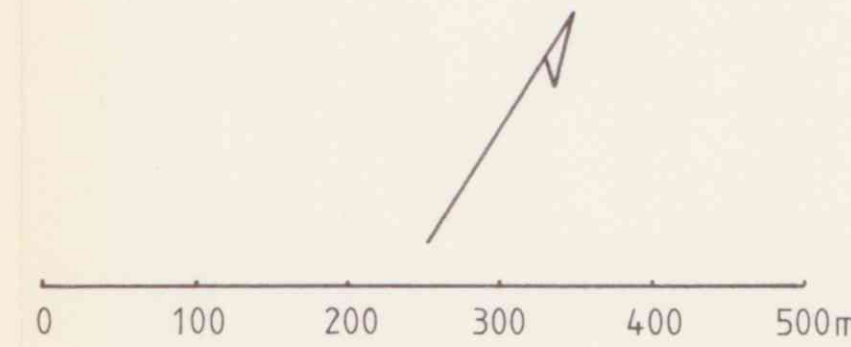
- Legende:
- Diabas
 - Malmmineralisering
 - Arkosisk sandsten
 - Chlorit-sandsten
 - Grønsten
 - Strykning/hældning, 360° cirkel
 - Antiklinal
 - Forkastning
 - Mindre forkastninger



Efter Archibald, C.W.(1956), Bruinsma, J.W.(1964), Reitan, P.H.(1963), Strand, I.(1952).

PRØVETAGNINGSKORT I.

Prøver taget i skraverede områder.



HROARFELT

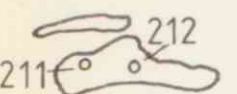
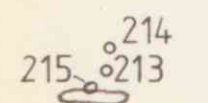
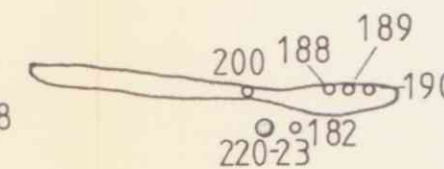
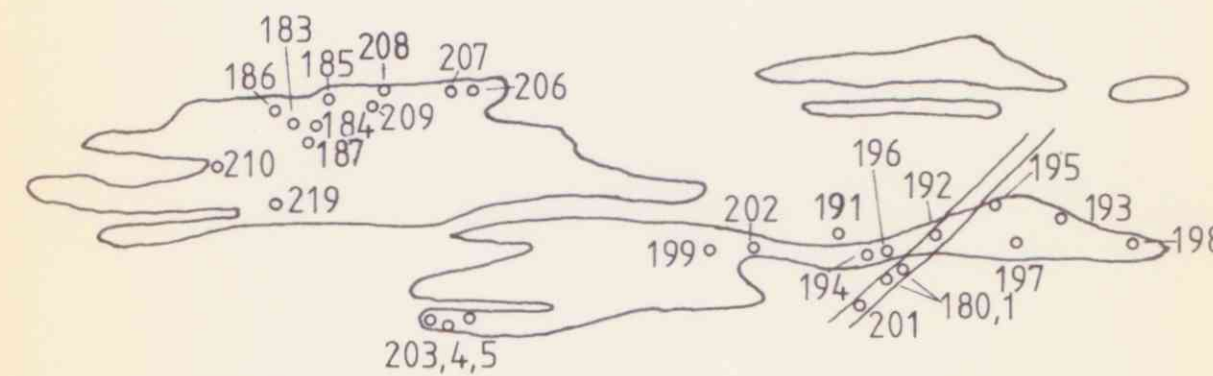
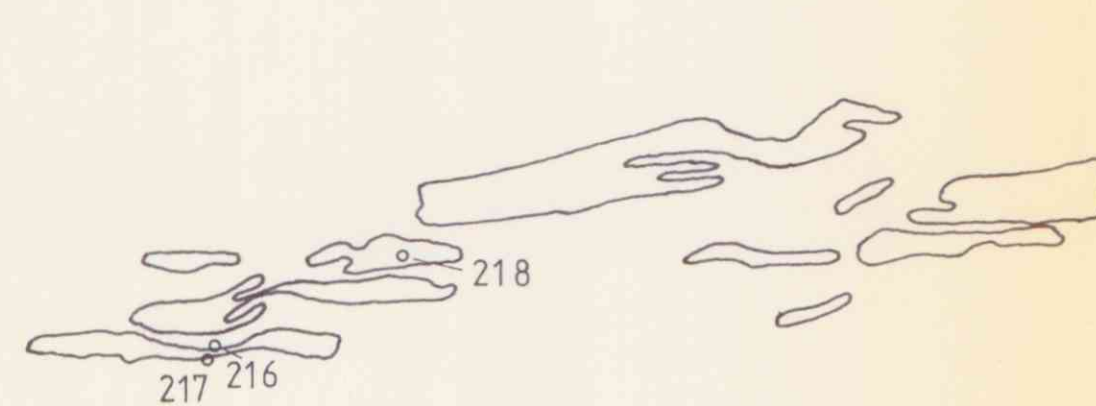
28021-26



PRØVETAGNINGSKORT II, jf. I.

Prøvenumre 28180-28223.

—○— Karls skjerp



03 APR. 1979

Til sjefsgeolog Dr. Johann Heim
Folldal Verk A/S, Oslo

Kort oversikt over utført feltarbeid innenfor enkelte av Komagfjordvinduets ultrabasitter samt hittil utført laboratoriearbeid på innsamlete prøver

1) Forhåndsbedømmelse av resultatene av arbeidet

Utsiktene til å gjøre malminn innen Komagfjordvinduets ultrabasitter i umiddelbar fremtid ser ikke ut til å være store. De kjente gehalter av krom og nikkel fra en omfattende overflateprøvetaking ligger stort sett under gjennomsnittsnivået for ultramafiske bergarter. Betydelige anomalier er ikke kjent (?), og større anrikninger/forekomster av krom og nikkel ble ikke observert i felt.

2) Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført i perioden 13/8-3/9 1978 og ble konsentrert vesentlig om Rødfjellintrusjonen og i mindre grad om den lille kroppen ca. 4 km syd for Rødfjell, Breiryggen og Småhaugene. De øvrige ultramafittlegemer ble ikke befart av meg, men jeg har fått prøver av O. A. Skaldebø fra Stjernevann-, Fjellvann-, Breiryggen-, Breiryggen-nord-, Småhaugene- og Porsaintrusjonen og prøver av R. Bøe fra Rødfjell-, Veivann- og Korsfjordintrusjonen. Feltarbeidet besto av prøvetaking og undersøkelse av de ultramafiske bergartene generelt så som beskrivelse og fotografering av karakteristiske mineralogiske, petrografiske og strukturelle trekk samt i å få en så god oversikt som mulig over fordeling og opptreden av de forskjellige ultramafiske bergarter. Videre ble undersøkt serpentiniseringsgrad, magmatisk lagning, kontakten til sidebergartene og sidebergartene, tektonisering, forskifring og forvitring samt sulfid- og oksydminaliseringer.

3) Laboratoriearbeid

Det innsamlede materiale (73 prøver) ble sammenholdt med 170 av Skaldebøs prøver og ca. 100 av R. Bøes prøver. 18 av Skaldebøs prøver, 11 av R. Bøes prøver samt 1 prøve fra Alta-Kvænangenvinduet innsamlet av Eirik Vik, NGU, ble sammen med 28 av mine egne prøver valgt ut for kjemisk analyse både på hovedelementer og sporelementer (atomabsorpsjon og røntgenspektrograf). 6 av disse 53 prøvene blir i tillegg til ovennevnte metoder analysert våtkjemisk. Prøvene er nå knust, malt og splittet. En del av hver prøve er gått til kjemisk analyse, mens det resterende materiale blir behandlet ved forskjellige mineralseparasjonsmetoder. Av disse 53 prøvene pluss 39 andre prøver (33 fra Komagfjordvinduet, 2 fra Alta-Kvænangenvinduet samt 4 "referanseprøver" fra Råna og Tysfjord) er det laget polerte tynnslip for undersøkelse både av bergarts- og malmmineraler.

Det arbeid som nå gjenstår er mikroskopering, mineralseparasjon samt diskusjon og databehandling av resultatene fra den kjemiske analyse når disse foreligger.

4) Motivering

NGU anser det viktig å få samlet informasjon om ultrabasittenes geokjemi og mineralogi, deres karakteristiske trekk og opptreden, samt å sette informasjonen inn i en regional sammenheng.

Ultrabasitter er de eneste potensielle krom- og platinamalmførende bergarter, og i tillegg er de potensielle nikkel- og koboltmalmførende. I Norge fins flere eksempler på krommalmførende ultrabasitter (Feragsfeltet, Rauhammeren m.m. i Trondheimsfeltet, samt flere felt på Helgelandskysten). Lovende nikkelgehalter er kjent fra Bruvassfeltet (Råna i Ofoten), fra svenske ultrabasitter både innen den kaldeonske fjellkjede og i prekambrium og fra prekambriske ultrabasitter i Finland.

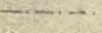
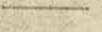
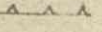
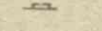
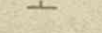
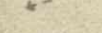
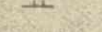
Platinamineraller er kjent fra Hitura nikkelforekomst i serpentinit i den vestlige delen av Finland. Disse eksempler bekrefter berettigelsen av å fortsette malmprospektering innenfor de ultramafiske bergarter, både i prekambriske områder og i Kaledonidene i Norge.

Tr. heim 02. 04. 79

Yaro Petter Wilson

Geological map of the Korsfjord ultramafite.

LEGEND:

-  Ultramafic rock
-  Gabbro
-  Quartzite & quartzite conglomerate
-  Nappe rocks
-  Fault
-  Lithological boundary,
dashed where uncertain
-  Thrust contact teeth point towards overthrust unit
-  Joint or fault surface
-  Main foliation or schistosity
-  Stretching lineation
-  Fold axis
-  Axial plane

Scale 1:11000

Korsfjorden



23 APR. 1979

Heim,

OH

Sjefsgeolog Heim.

- - - -

- - - -

Oslo l.

Fordørlige analyser fra gabbro-sillen ved Lennalandet

Telefonisk har jeg fra NGU fått følgende tall i %

Prøve nr	1.	2.	3.	4.	
V-atomabs.	0,22	0,08	0,23	0,47	Snitt 0,25%V = 0,45% V_2O_5
V-røntgen	0,21	0,08	0,21	0,44	Snitt 0,23%V = 0,42% V_2O_5
Cr-røntgen	$< \frac{1}{100}$	$< \frac{1}{100}$	$< \frac{1}{100}$	$< \frac{1}{100}$	(2,75-3,50) prisen på V_2O_5 var ca 3 dollar
Ni-røntgen	$< \frac{1}{100}$	$< \frac{1}{100}$	$< \frac{1}{100}$	0,02	(per pund i 1977 (oktober))
Cu-røntgen	0,04	0,02	0,01	0,03	

- Vi sender i dag inn mutingsbegjæring på 12 områder merket av på vedlagt kart.

- Prøve 1 og 3 anser jeg for sånn noenlunde representative for sillen, men dette baserer seg bare på hukommelse, idet jeg først og fremst så etter Cu-Ni-mineralisasjon. Jeg skal en av de første

- Det oksydriske laget er minst 50 m tykt (kanskje 150 m)

- Jeg antar at dette tilsvarer bunnsone til Veivanngabbroen, så om hele området skal mines får du ta første skritt til det.

- Jeg er veldig interessert i hva det røde (granat-rutil farge) består av, kan du om mulig få det fastslått (se på polerslipene under binokular)

- Det er mulig at de aller nederste metrene (inn mot sidekanten) fører anrikninger på Cu, Ni - fluttblokk + den sulfidrike prøven antyder det

Hilsen Hans Øines

Mutingur sendt inn

Heim

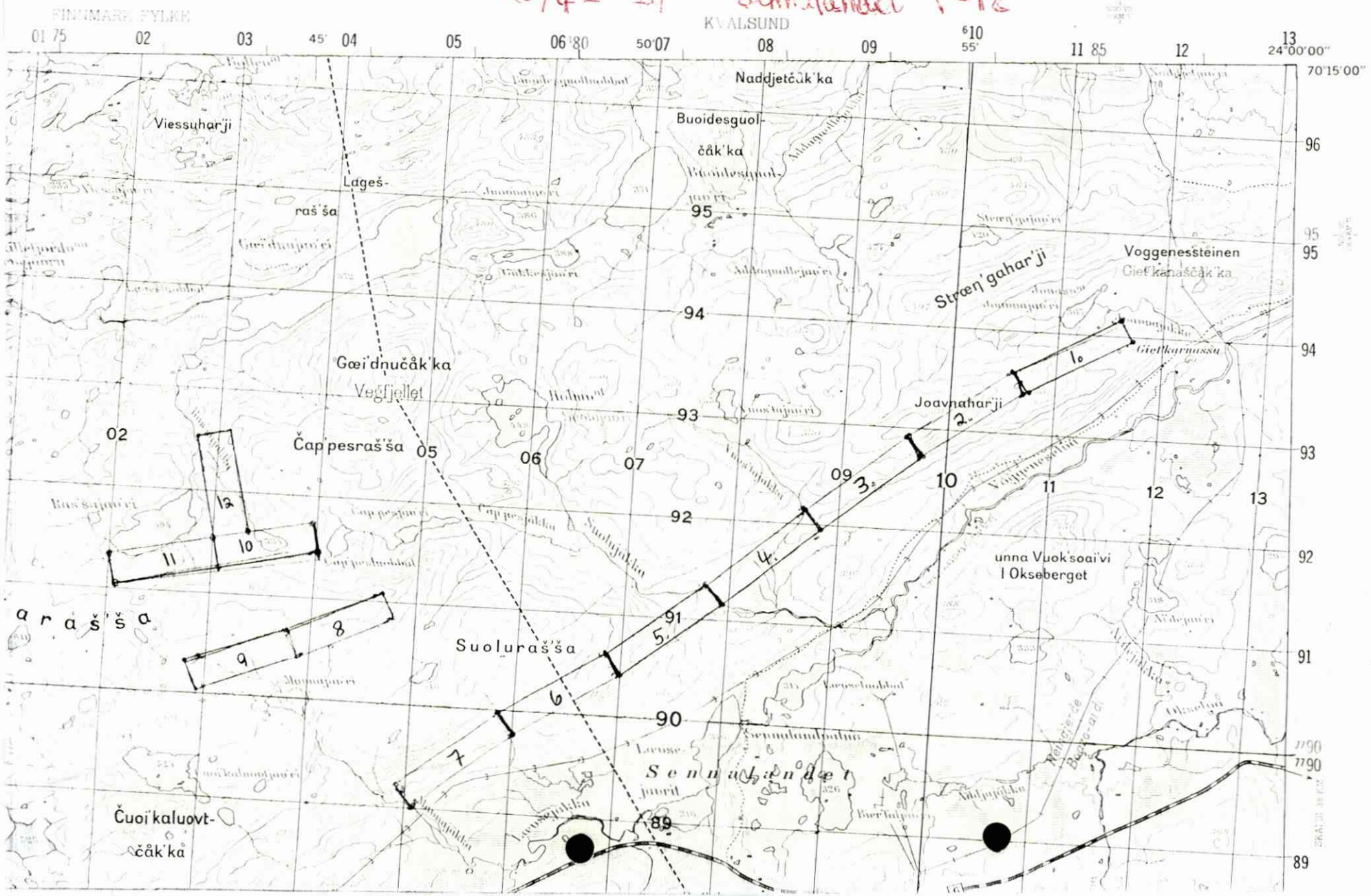
ENNALANDET

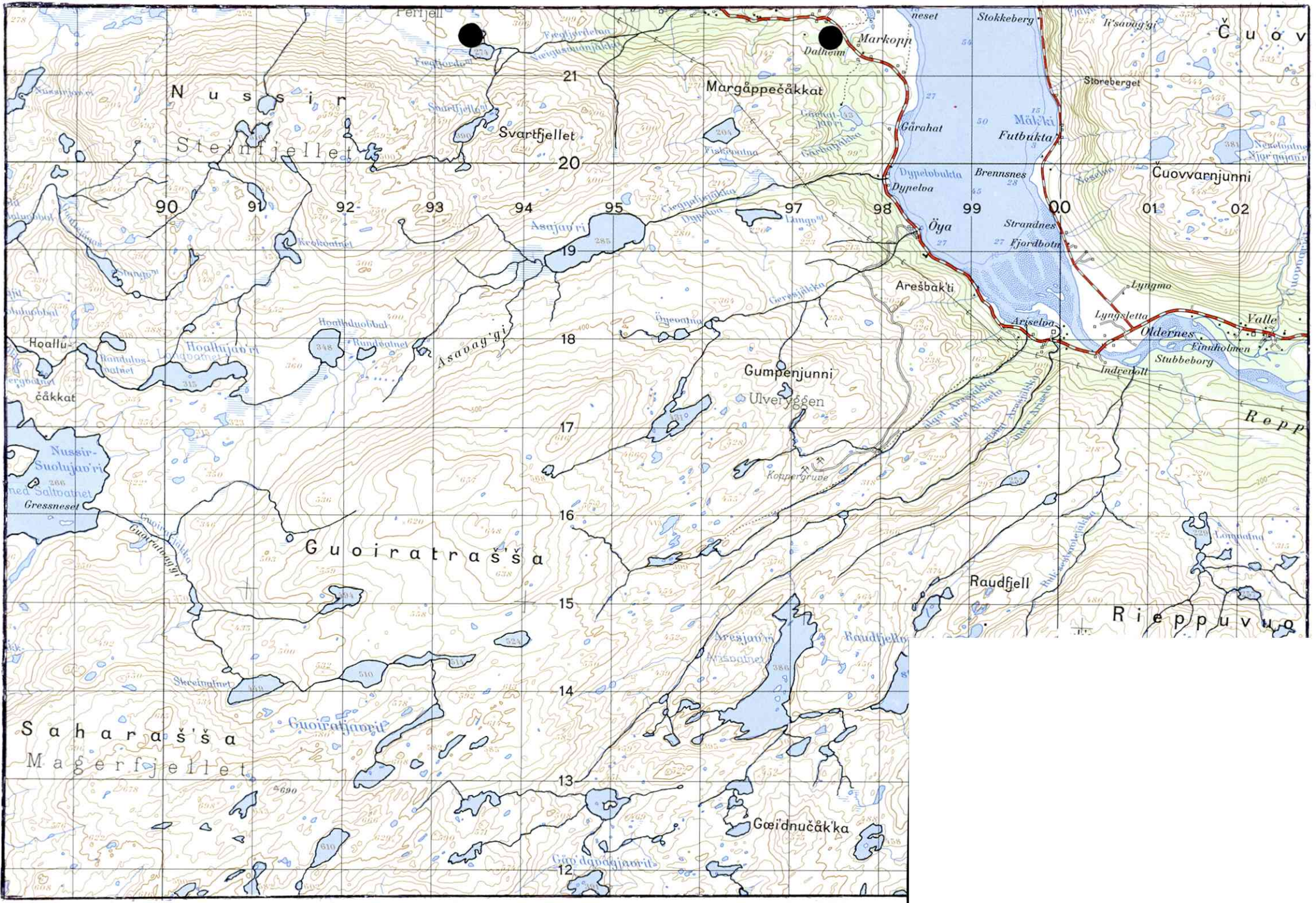
FOLLDAL V

FOLLDAL VERK A/S
avd. REPPARFJORD

1935 III

20/4 - 79 Sennalandet 1-12





REPPARFJORI

BLAD 1935 I

M 711

SENNALANDET

1:50000

23°25'10"

70°15'

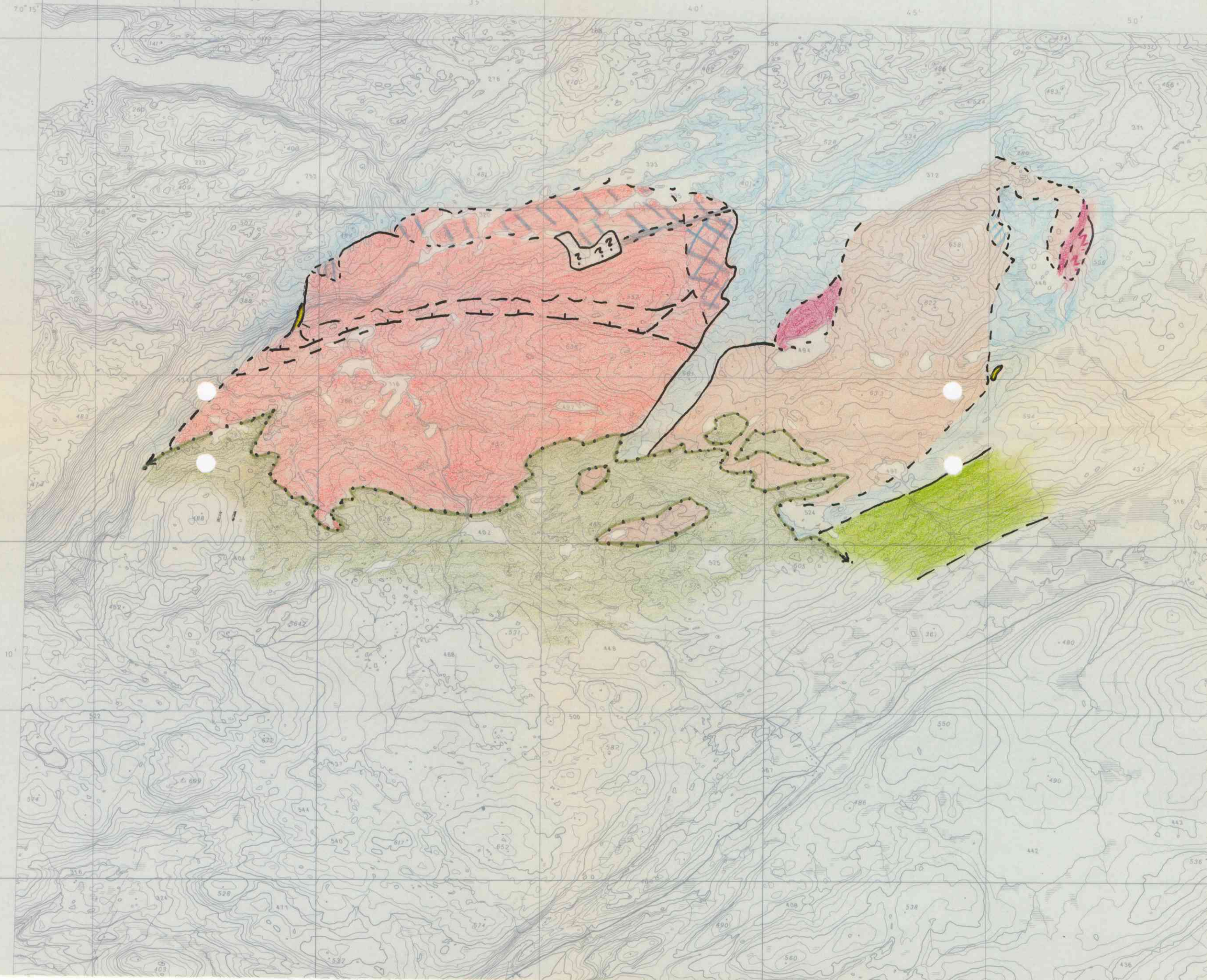
30'

35'

40'

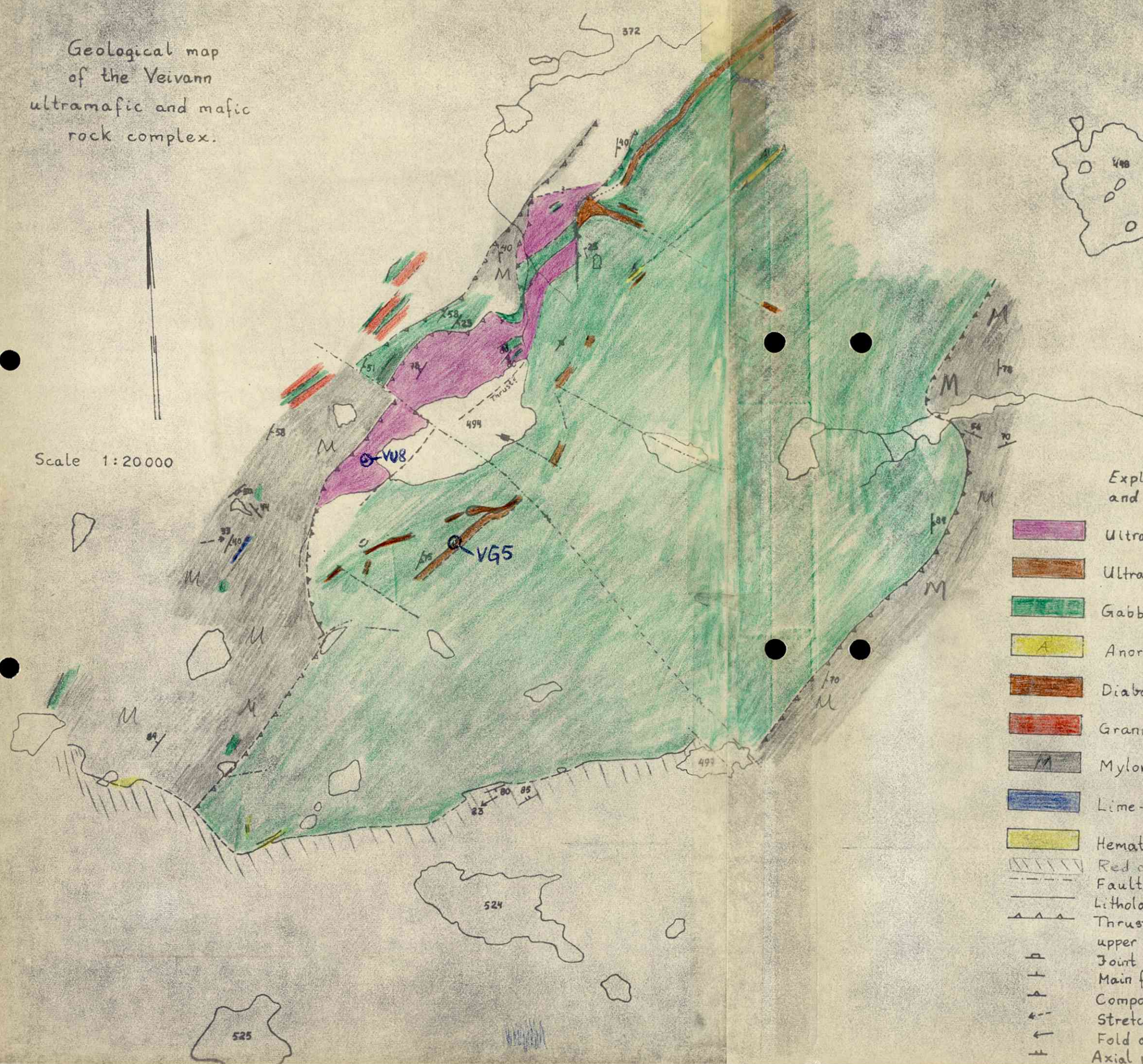
45'

50'



Geological map
of the Veivann
ultramafic and mafic
rock complex.

Scale 1:20000



Explanation of colours
and symbols.

- Ultramafic bodies
- Ultrabasic dyke
- Gabbro
- Anorthosite
- Diabase dyke
- Granite
- Mylonitic rocks
- Lime-silicate rock
- Hematite-rich clastic(?) rock
- Red and green slate
- Fault
- Lithological boundary, dashed where uncertain
- Thrust contact. Sawteeth point towards upper tectonic unit.
- Joint or fault surface
- Main foliation or schistosity
- Compositional layering
- Stretching lineation
- Fold axis
- Axial plane

Rødfjell PbS-Sone. Analyser i ppm.

Pr. nr.	Koordinat	Innv.	For- tykning	Pb Absorb.	Ag %	Cu Absorb.	Au	Zn Absorb.	Ni	Co Absorb.	Gr	P.P.I. Absorb.
1.(4)	"Metasomatisk sandstein 10% forvitret"	1000m	brongalleg	7500	5	37,5	(2)	17,5	37,5	12,5	95	
2.(3)	Gull mineral i sandenssone 90% forvitret			350	2,5	507,5	-	12,5	20	15	155	
3.(5)	Sandstein 75% forvitret			13000	2,5	90	-	102,5	22,5	7,5	62,5	
4.(2)	Kvartskonglomerat 50% forvitret			6800	2,5	42,5	-	92,5	20	12,5	95	
5.(8)	Kalksandstein 50% forvitret			ca 30000	anslått etter notater fra stedet							
6.(7)	Konglomeratsone 40% forvitret			35200	17,5	65	-	165	5	7,5	170	
7.(6)	Kalksone 30% forvitret			175	2,5	4700	(5)	125	80	50	110	
8.(1)	Blyskjerut. Konglomeratsone 10% forvitret			16000	5	42,5	-	12,5	25	2,5	137,5	

Polldal Verk A/S
Røysfjord

tall angir ppm.

Analysen av flotasjonsprodukt fra Røysfjell Pb-S-sonen.

Pr. nr.	Koordinat	Innv.	For- tynning	Pb Absorb.	Ag %	Au P.P.M./ Absorb.	Cu P.P.M./ Absorb.	Zn P.P.M./ Absorb.		P.P.M./ Absorb.		P.P.M./ Absorb.	
Angang		10g	forskjellig	1500	0,9	—	0 15	30					
Mellomprodukt 1		1g	forskjellig	5200	3	—	80	120					
Mellomprodukt 2		1g	forskjellig	58400	37	(5)	740	320					
Konsentrat		0,5 g	forskjellig	573000	190	(10)	6400	2100					



TEGNFORKLARING

- MINDRE KNUSNINGSSONER/FOLDEFORKASTNINGER
- FOLDET SKYVESENE/FOLDEFORKASTNING
- BERGARTSGRENSER sikre, usikre
- BERGARTSGRENSER fra NGU nr.221
- SKYVEDEKKETS BERGARTER
- HOVEDSKYVESON
- LOMVANNFORMASJONEN med transgresjonskonglomerat i bunn
- ULTRAMAFITT - serpentinisert.
(ved Klokkeuva, tilførselsrør til vulkan)
s = bergartinneslutninger, ~ = skiferflak
- TRONDHEJMITT { s = svært mye bergartinneslutninger
- GABBRO
- DOGGERELVFORMASJONEN - kvartsitt
- GRÖNNSTEIN
- HOLMVANN - FORMASJONEN ?
vesentlig grönstein og grönsteinskonglomerat
- HYDROTHERMALE AVSETNINGER
- KVARTS
- KALKSPAT?
- +CuFeS₂

BLYSØNEN - LODFJELL

Forhold til diamantbore og utslutt.

Hullene er satt i et rutennett - med 100 meter side - for eventuell statistisk beregning. De fleste hullene er av samme grunn satt loddrett.

Ca. 10 borhull 25 - 35 m lange.

1. Loddhull - ca. 15 meter langt	15 m.	
2. 2 hull 35-40 meter lange i 45 grader ned til begge sider vinkelrett på basislinja.	80 m.	
3. Loddhull - ca. 25 meter langt.	25 m.	
4. 2 hull - ca. 35 meter lange i 45 grader ut til begge sider vinkelrett på basislinja.	70 m.	sum 150 m.

Den blyglansførende transgresjonskonglomerasjonen ligger her blottet på begge sidene av en synklinal i en lengde av ca. 400 meter langs basislinja (og strekkretningen). Overflata er flatt og det er lite "overdekning" av overliggende bergart eller morene.

Dette området egner seg derfor til undersøkelser av variasjoner i mindre målestokk - f.eks. borhullsvifter eller ca. 15 meters borhull gjennom cone i 30-45 graders vinkel med fra 10 til 25 meters mellomrom.

Hensikten med sommerens borringer er orienterende undersøkelser etter malm, men hullene er satt slik at de evt. kan inngå i en slik undersøkelse senere.

5. Borhull i 45 grader mot SØ - ca. 10 meter langt.	10 m.	
7A. Loddhull - ca. 10 meter langt	10 m.	
7B. Loddhull - ca. 25 meter langt	25 m.	
6B. Loddhull - mindre enn 10 meter langt	10 m.	
6C. Loddhull - ca. 25 meter langt	25 m.	
8A. Loddhull - ca. 35 meter langt	35 m.	
9B. Loddhull - ca. 35 meter langt	35 m.	
9C. Loddhull - 35-50 meter langt	40 m.	
6D. Loddhull - ca. 20 meter langt	20 m.	sum 210 m

3 lengre hull.

11A. Loddhull - ca. 70 meter langt	70 m.	
11B. Loddhull - ca. 70 meter langt	70 m.	
11C. Loddhull - ca. 140 meter langt	140 m.	sum 280 m

2 hull gjennom bunnkonglomeratet der det ligger på bergarter utenfor Rødfjell-serpentinitten.- på hver side av den.

9A.Loddhull - ca.40 meter langt	40 m.	
8B.Loddhull - ca.60 meter langt(?)	60 m.	
6D.Loddhull - ca 25 meter langt	25 m.	
6E.Loddhull - ca.50 meter langt	50 m.	Sum 175 m
Totalt til hit		855 m.

2.Prioritet.

6A.Dersom det er fast fjell der 6A er satt bør det borres i 45 grader mot SØ - ca.10 meter langt 10 m.

Dersom 6B,6C,7A,7B,8A viser positiv mineralisering med Pb og Cu så bør 7D,8C og 9D borres.

7D.Loddhull - ca.50 meter langt	50 m.	
8C.Loddhull - ca.50 meter langt	50 m.	
9D.Loddhull - ca.70 meter langt	70 m.	sum 170 m

3.Prioritet.

Dersom man ønsker ytterligere opplysninger om sonen der den hviler på bergarter utenfor Rødfjell - serpentinitten.

7C.Hull i 45 grader mot SØ - ca.35-50 meter langt	45 m.	
7E.Loddhull - ca.50 meter langt. (100 m SØ for 7D)	50 m.	sum 125 m

Den antatte lengden på hullene er beregnet ut fra at foldeaksen stuper ned med 20 grader mot NØ. Imidlertid er det to sett med foldeakser her, noe som gir foldeflaten en kuleaktig form - og det vil medføre at enkelte hull vil bli litt lengre mens endel vil bli noe kortere enn beregnet.

For å få klar beskjed om dette bør man starte med hullene 11A,B,C.

Noen av hullene vil - ut fra kartet - kreve en vanntilførsel på ca. 400 meter. Dette kan man delvis avverge ved å starte på profil 11 og så ta de hullene som krever lengst vanntilførsel mens det ennå er snøsmelting.

Repparfjord 25/5 - 78

Hans Øines
Hans Øines

Him
Kopi: Husem ✓ *OK*V E S T F E L T E T

Vestfeltet ligger på Ulveryggen fra 9800 Y til ca 9100 Y og mellom ca 9200 X og ca 9350 X i det lokale koordinatsydetmet til Folldal Verk A/S, avd. Repparfjord.

Ut fra diamantborringer og overflateundersøkelser er det avgrenset en kobbermineralisering av mulig økonomisk interesse mellom 9500 Y og 9750 Y. Strøkretningen til denne kobbermineraliseringen - heretter kalt malmsonen - er V(SV)-Ø(NØ) og den ligger mellom to sprekke/forkastningssoner som går i omtrent samme retning.

I syd er malmsonen (sannsynligvis ?) avgrenset av en forkastningsone som går langs 9500 Y, står omtrent loddrett og går på tvers av malmsonen.

I øst er malmsonen avgrenset med at den kiler ut og sannsynligvis stikker ned mot dypet i noe mellom 20 og 50 grader (av 100) mot ØNØ. Om denne utkilingen skyldes forkastning(er) eller normal utkilning er ikke avklart.

Årsaken til malmdannelsen er sannsynligvis hydrotermal virksomhet i tilknytning til en knusningssone som - med noen hundre meters avstand - går parallellt med en regional skyvesone som krysser bergartsgrensene i området.

Både skyvesonen og knusningssonen er i dette området foldet i en S-fold. I den sentrale delen av denne S-folden ligger Vestfeltet, Hovedfeltet og Østfeltet enten inntil denne knusningssonen (heretter kalt hovedforkastningen) eller som fjærsprekker i tilknytning til den. (Hovedforkastningen må ikke forveksles med det som i NGU-rapportene er kalt den "store hovedforkastningen" i Vestre Ariselv som ligger mellom hovedforkastningen og skyvesonen.)

Opprinnelsen til denne kobbermineraliseringen er ikke avklart, heller ikke om den hydrotermale virksomheten skjedde før, under eller etter foldingen av sonene. Mulige årsaker er:

- Avsettniger fra løsninger i forbindelse med intrusjoner i området. (F.eks. i forbindelse med intrusjonen av den ultramafiske sillen (serpentinitten) i Rødfjellet - ca 2 km horisontalt fra malmfeltet.)
- Remobilisering fra en kobberholdig malm i dypet.
- Utlutning fra bergartene omkring (sandstein, grønnstein etc.).
- Andre årsaker.

Malmprøver og konsentrat fra Hovedfeltet er analysert ved IFA og holder foruten kobber målbare mengder av: Aluminium 4.4% i konsentratet og 4.4% i råmalm. Kalsium henholdsvis <0.01% og 0.3%, Titan henholdsvis 0.090% og 0.062%.

Jern:	2.8%	i råmalm,	11.3%	i konsentratet.
Magnesium:	0.58%	i råmalm,	0.15%	i konsentratet.
Mangan:	0.014%	i råmalm,	0.008%	i konsentratet.
Krom:	0.039%	i råmalm,	0.026%	i konsentratet.
Nikkel:	0.05%	i råmalm,	0.05%	i konsentratet.
Arsen:	≤0.01%	i råmalm,	≤0.01%	i konsentratet.
Sølv:	<0.0005%	i råmalm,	0.0077%	i konsentratet.

SAMMENFATTNING AV UNDERSØKELSENE AV MALMSONEN I VESTFELTET.

Se overflatekart (NGU)742-02 bak i rapporten sammen med blokkdiagrammet som er tegnet ut fra borprofilene.

Overflatekartlegginga og analysene av borkjernene skiller ut en relativt sammenhengende, nesten loddrett malmsone med en horisontal bredde på ca 15 meter. Den ligger intil hovedforkastningen på dens SSØ-side. Denne malmsonen blir heretter kalt hovedmalmsonen og den er gitt **blå farge** på blokkdiagrammet.

Øst for og ut fra hovedmalmsonen opptrer en mindre malmsone med fra 0 til 20 meter gråberg mellom den og hovedmalmsonen. Mektigheten er varierende og i overflaten fra 3 til 10-25 meter. Borkjernene i mellom 9620 Y og 9500 Y gir ikke tilstrekkelige opplysninger til å fastslå hvordan den opptrer nedover fra overflaten. Denne malmsonen er gitt **grønn farge** på blokkdiagrammet.

Vestfeltet fra 9650 Y og vestover til 9500 Y

I 1977 ble det brutt en pall i malmsonen i Vestfeltet. Vest for 9650 Y ble hovedmalmsonen og den tynnere malmsonen i SSØ brutt sammen med gråberget mellom dem og den gjennomsnittlige pågang til flotasjonsverket fra dette området ble beregnet til 0.85% Cu.- Som taes som en indikasjon på at hovedmalmsonen og den tynnere sonen tilsammen holder ca 1.0% Cu i gjennomsnitt i dette området.

Grensen for dagbruddet i vest er ca 9520 Y.

Dette står i stor motsetning til analysene fra borprofilene 950, 954, 958 og 962 som gir 0.59% Cu i gjennomsnitt over hovedmalmsonen. (Og langt mindre over hele bruddets bredde ?)

Den mest sannsynlige forklaring på dette er at borprofil 950 er satt i en forkastnings/knusnings-sone som går langs borprofilet og på tvers av malmsonen. Denne sonen er regional og kan følges over 10 km i terrenget. - Og at borprofil 958 er satt i en mindre sprekkesone som går på langs av profilet(ca 9580 Y) og på tvers av malmsonen.

Nå gir borhull 958 A 0.15% Cu i gjennomsnitt over hovedmalmsonen ca 20-25 meter under overflaten i 9577 Y, mens borstøvprøver(bor-kaks) fra 5 loddrette hull, 3 meter dype med ca 3,5 meters avstand over hovedmalmsonen i 9582 Y gir 2.56% Cu i gjennomsnitt over hovedmalmsonen. Dette er anormalt høye verdier for borkaks i forhold til vanlige høye verdier fra dagbruddsområdet i Ulveryggen, der borkaksprøver taes kontinuerlig som kontroll under malmbrytningen.

Dette resultatet åpner for tre muligheter til vurdering av malmsonen i Vestfeltet.

a. Kobberet er uregelmessig fordelt, enten som linser(eller klumper) eller som linialer med lite eller ingenting kobber mellom disse.

Hvis så er tilfelle, vil bare analyse av kobberinnholdet av et høyt antall systematiske skjæringer gjennom malmsonen gi en indikasjon på det gjennomsnittlige kobberinnholdet i den.

b. Borhullsprofilen er satt i eller tett intil en sprekkesone hvor kobberet er helt eller delvis fjernet ved utlutning i dens umiddelbare nærhet og ført vekk fra malmsonen. Kobberet i malmsonen er enten fordelt i linser(klumper), som linialer og/eller langs skjærsoner (parallellt med hovedforkastningen ?) .

c. Kobberet er oppløst og helt eller delvis fjernet langs sprekkesonen og dens umiddelbare nærhet, flyttet langs malmsonens strøkretting og utfelt i den med bare kort avstand fra sprekkesonen. Mulig fordeling av kobberet i selve malmsonen som under alternativ b.

Siden de fleste skjæringer med hovedmalmsonen viser en relativt skarpt avgrenset malmsone med fra 0.8% til 1.4% Cu, med et gjennomsnittlig kobberinnhold på ca 1% (over 15 meter) og i og med at pågangen fra denne delen av Vestfeltet som før nevnt holdt 0,85% Cu i gjennomsnitt, så tyder det på at alternativ c. er det mest sannsynlige.

Helt sikre opplysninger om dette kan bare en videre oppboring av malmsonen i Vestfeltet gi.

Man har for få opplysninger til å kunne vurdere den nevnte tynnere malmsonen som går SSØ for og nesten parallellt med hovedmalmsonen mellom 9540 Y og 9630 Y - med fra 0 til ca 10 meter gråberg mellom dem. De eneste malmskjæringer er i profil 9540 Y med ca 1% Cu over 6-8 meters mektighet(horisontal bredde), og i profil 9620 Y der borhull 962 A i de første 4 meter holder litt over 1% Cu.

Vestfeltet fra 9650 Y og østover til 9750 Y.

Her ble det (samtidig) i 1977 brutt en pall nesten fram til 9700 Y.

Det er imidlertid et "stort misforhold" mellom avtegningen av malmgrensene for hovedmalmsonen på kart (NGU)742-02, samt malmgrensene i borhull 970 A og 970 C - og de malmgrensene som kommer fram fra resten av borprofilene mellom 9620 Y og 9750 Y. Dette vises også på blokkdiagrammet.

Om denne forskyvningen av malmsonen skyldes feilmålinger eller forkastninger må avklares, men som det sees av kartet så går det flere sprekkesoner/forkastninger på skrå av malmsonen i dette området. Men malmskjæringen i borhull 975 A ligger i den "normale" strøkretningen til hovedmalmsonen.

Dette har imidlertid medført at sentrum av bruddet er drevet i gråbergsonen mellom hovedmalmsonen og den tynne kobberglangsbornittsonen SSØ for hovedmalmsonen, med en del av hovedmalmsonen i bruddets NNV-side og med den tynne malmsonen i bruddets SSØ-side. Som før nevnt sees dette på blokkdiagrammet og det forklarer hvorfor pågangen fra denne delen av bruddet i Vestfeltet bare holdt ca 0.4% Cu i gjennomsnitt.

Gjennomsnittlig kobberinnhold over 15 meters bredde i borhulls skjæringene av hovedmalmsonen i 9660 Y, 9680 Y, 9700 Y og 9750 Y er 1,0% Cu (med forbehold om utlutning av kobberet der borhull 970 C passerer synken, at borhull 972 A skulle vise mindre kobberinnhold i hovedmalmsonen, at borhullene 966 C og 975 A ikke er boret gjennom hovedmalmsonen.)

FORELØBIG VURDERING AV MALMMENGDE.

Ut fra brytningstekninske årsaker - med de maskiner og den brytningsmetode som nyttes på Ulveryggen nå - bør en malmsone være på minst 15 meters bredde.

I og med at hovedmalmsonen viser en skarp avgrensing (mot hovedforkastningen ?) mot NNV langs strøkretningen, er kobberinnholdet i 15 meters bredde i malmskjæringene i borprofilene regnet ut med utgangspunkt herfra. (Se "Sammenfattning av borkjerneanalysene lengre bak).

(Kjernene fra borprofilet i forkastningssonen langs 9500 Y viser et kobberinnhold på ca 0.2% der hovedmalmsonen "burde" ha vært.)

Orienterende borkaksprøver i profilene 954, 956 og 958 er tatt med i tabellen under.

Borhull nr.	%Cu over 15 m profil bredde	middels uten borkaks	middels med borkaks	malmskjæring dybde	Komentarer.
954 A	0.94%			0-25m	
A(B)	0.78%	0.86%	0.85%	20-30m	
Borkaks	0.83%			0- 3m	
956					
Borkaks	1.07%		1.07%	0- 3m	
958 A	0.15%			ca 35m	
B	0.52%	0.33%	1.08%	70-80m	
Borkaks	2.56%			0- 3m	
962 A	1.43%	0.96%	0.96%	30-40m	
B	0.48%			70-92m	
966 A	1.09%	1.02%(?)	1.02%(?)	35-45m	
C	0.95%(?)			65-80m	Hullet er borret inn i, men ikke gjennom malmsonen.
968 A	1.15%	1.15%	1.15%	32-45m	
970 A	0.80%			30-45m	
B	1.00%(?)	0.89%(?)	0.89%(?)	63-83m	Hull 970 B borret inn i men ikke gjennom malmsonen.
C	0.88%(?)			8-15m	Hull 970 C viser ut- luting av Cu intil synken.
(972 A)	(?)	(?)	(?)	(?)	Ikke ferdiganalys- ert.
975 A	0.95%(?)	0.95%(?)	0.95%(?)	ca 60m	Hullet er borret inn i men ikke gjennom malmsonen.
Gjennomsnitt		0.88%	1.00%		

Gjennomsnitt av alle malmskjæringer gjennom hovedmalmsonen i 15 meters bredde er: uten borkaksprøvene 0.86%, med borkaksprøvene 0.97%.

KONKLUSJON.

Hovedmalmsonen ser ut til å holde ca 1% Cu over 15 meters bredde.

Hovedmalmsonen står nesten loddrett og ser ikke ut til å være forskjellig i mektighet og kobberinnhold ned til 60 meters dyp.

En blokk på 15 meters bredde, 10 meters lengde og 60 meters dybde vil med et Cu-innhold på 1.0% inneholde kobber for ca 1,9 mill. kr. regnet etter kr.8,- pr kg kobber i konsentratet f.o.b. ved verket i Repparfjord. Herfra må regnes verdien av kobber som går i avgangen ved flotasjon.

Man har ennå for lite opplysninger om malmsonen mellom profil 9500 Y og profil 962 til å kunne fastslå hovedmalmsonens kobberinnhold med

noenlunde sikkerhet,

I tillegg vil en økonomisk lønnsom brytning ned til ca 60 meters dyp kreve en strengere selektiv brytning enn det til nå har vært vanlig med, og den vil kreve at malmgrensene kartlegges tilstrekkelig nøyaktig.

Diamantborehull med(fra)10(til 13,3)meters mellomrom som skjærer over malmsonen på fra 10 til 25 meters dyp vil sammen med grundige overflateundersøkelser gi et tilstrekkelig grunnlag. (Det vil brytningsteknisk ikke være mulig å benytte seg av opplysninger om variasjoner i malmgrensen på avstander som er noe særlig mindre enn 10 meter.)

FORSLAG TIL BORPROGRAM FOR DIAMANTBORRING I VESTFELTET I 1978.

1. For å fastslå brytbarhetsgrensen til malmsonen i strøkretningen mot vest.

Ett hull i Y 9530 - X 9275 i 45 grader (av 90) - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9520 - X 9272 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9510 - X 9268 i 45 grader - 60 meter langt.

Disse hullene analyseres fortløpende og i det siste profilet mot vest som viser malm blir det boret et hull som skjærer over malmsonen på ca 60 meters dyp. D.v.s.:

Ett hull i Y ? - X 9240 i 45 grader -100 meter langt.

2. For å få en kontroll av malmgrensene i heng og ligg som grunnlag for økonomisk lønnsom malmbrytning mellom 9540 Y og 9660 Y.

Ett hull i Y 9550 - X 9280 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9560 - X 9280 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9570 - X 9280 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9590 - X 9290 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9600 - X 9290 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9610 - X 9290 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9633 - X 9295 i 45 grader - 60 meter langt.

Ett hull i Y 9647 - X 9300 i 45 grader - 60 meter langt.

3. Ett hull i Y 9590 - X 9315 i 30 grader langs malmsonens strøkretning og ned mot VSV for å kunne bekrefte eller avkrefte om det langs sprekkesonen i profil 9580 Y er blitt oppløst kobber som er blitt avsatt igjen i malmsonen et stykke inn fra sprekkesonen, eller om kobberdet er fjernet fra sprekkesonen og vekk fra malmsonen. Resultatene fra dette hullet vil få betydning for malmbe-regningen. Hullets lengde - 20 meter.

4. For å fastslå brytbarhetsgrensen til malmsonen i strøkretningen mot øst.

Ett hull i Y 9710 - X 9320 i 45 grader - 50 meter langt.
Ett hull i Y 9720 - X 9325 i 45 grader - 50 meter langt.
Ett hull i Y 9730 - X 9330 i 45 grader - 50 meter langt.
Ett hull i Y 9740 - X 9335 i 45 grader - 50 meter langt.
Ett hull i Y ? - X 9315 i 30 grader -100 meter langt.
Dette siste hullet vil bli satt i det siste profilet som viser
brytbar malm i overflaten (eller i tilstrekkelig nært overflaten.)

Dette er tilsammen 1080 bormeter.

FORKLARING TIL GEOLOGISK KART OVER REPPARFJORDOMRÅDET

FORMÅLET MED UNDERSØKELSENE

A. Formålet med den regionale bergartskartleggingen var å undersøke om de geologiske strukturene i grunnfjellsvinduet rundt Repparfjord (Cu-)grube kunne påvises i det overskjøvnne Kalakdekket som ligger nord-øst for grubeområdet - i Cu-mineraliseringens strøkretning på nordøstsida av Repparfjorden.

B. Å oppspore et blyglansskjerp(PbS) i Rødfjellsområdet (ca 4 km syd for grubeanlegget ved Repparfjorden), å undersøke mineraliseringen i forbindelse med dette og å kartlegge bergartene i forbindelse med mineraliseringssonen.

C. Å få en oversikt over serpentiniten i Rødfjellsområdet og prøve å påvise en eventuell mineralisasjon av økonomisk interessante mineraler i den - spesielt nikkel(Ni).

Etter å ha påvist Ni-mineral - å ta endel prøver på oversiktsbasis etter Ni, samt å oversiktskartlegge serpentiniten og området rundt den.

Sammendrag.

A. Komagfjordvinduets grunnfjellsbergarter (se NGU nr 221) i området rundt Repparfjord Gruber er avsatt, foldet og betydelig erodert før Lomvann-formasjonen (som sannsynligvis tilsvare Hyolithus-sonen) er avsatt med et transgresjonskonglomerat i bunn. De øverste 50-100 meter av den gamle grunnfjellsoverflata under Lomvann-formasjonen viser tydelige spor av forvitring, med forvittringsrester bevart i lommer under Lomvann-formasjonen.

Lomvann-formasjonen og grunnfjellet er så igjen foldet før (eller muligens samtidig som) Kalakdekket ble skjøvet på plass.

Selve skyveplanet er bare svakt foldet og bergartene i Kalakdekket følger regionalt tilnermet hvelvingen av Komagfjordvinduet.

Strukturene i dekket tilsvare ikke strukturene i grunnfjellsets bergarter med unntak av de yngste NV-SØ gående forkastningene som går gjennom begge områdene. Det vil derfor ikke være mulig å nytte dekkets strukturer til å lete etter en eventuell fortsettelse av Cu-mineraliseringen på nordsida av Repparfjorden.

B. Det er funnet PbS-mineralisering i Basalkonglomeratsonen der denne ligger på serpentiniten i Rødfjellet, ellers er det ikke

- bortsett fra to steder med kobberkis - funnet friske sulfider. Men hele sonen - både på og utenfor serpentiniten - viser forvittringsrester etter ca 10% sulfider. P.g. av at sonen er kalkrik og porøs er forvittringen (og dermed fjerningen av metallinnholdet i) - av sulfidene i overflata så si total.

Analysen ~~av~~ av 8 bergartsprøver tatt over en lengde på ca. 1 km langs strøket viser fra 0,7 til 3,5 % Pb og fra 0,05 til 0,47 % Cu, der fra 10 til 90 % av sulfidene var fjernet ved forvittring. Basalkonglomeratsonen i dette området er fra ca 7 til 15 meter mektig.

C. Den ultramafiske bergarten ser ut til å være intrudert som flytende magma og har dannet en sill i grunnfjellet i prekambrisk tid. Deretter ser den ut til å være krystallisert med magmatisk differensiasjon til en olivin(+pyroksen)rik sone i bunn og med en gradvis overgang til gabbrosammensetning i toppen.

Det er observert magmatiske anrikningssoner av magnetitt (+ litt kromitt ?).

Etter avkjølingen er den foldet sammen med grunnfjellsbergartene til en U - form i sentrum av en synklinal.

Det er sannsynlig at den nokså tidlig har gjennomgått den første serpentiniseringsfasen. På de steder der mineralene (texturen) fra denne fasen er bevart, kan man ennå se omrisset av de (antatt) opprinnelige mineralene. Men under serpentineringen er de opprinnelige mineralene brutt ned til en meget finkornet mineralsammenvoksning, der Mg(magnesium) fra olivin og pyroksen er gått inn i serpentin, mens Fe(jern) fra de samme mineralene er utskilt både som frie korn og som inneslutninger i serpentin i form av magnetitt (oksydet er høymagnetisk). Ti(titan) opptrer på samme måte ved mineralet ilmenitt, og et nikkelsulfid - vesentlig Ni_6S_4 - (Hazlewoodit) - opptrer også på samme måte som magnetitt. men endel av nikkelet er tydeligvis bundet til serpentin idet analyser av rent serpentinmineral(?) gir opptil 0,3% Ni.

Etter erosjon av grunnfjellet og den etterpåfølgende avsetningen av lomvannformasjonen er hele bergartskomplekset med grunnfjellet, den U-formede serpentiniten, en skyvesone i grunnfjellet under denne og Lomvannformasjonen blitt utsatt for tektoniske krefter og hele komplekset er foldet ganske kraftig. Bunnen i den U-formede serpentiniten er løftet opp og brutt opp i forkastningsblokker.

Langs noen få kraftige skjærsoner (som følger akseplanskiffrigheten til den siste foldefasen) - er serpentiniten ytterligere påvirket. Inntil skjærsonene er den brutt opp i store blokker og langs disse og i selve skjærsonene er serpentiniten helt rekrystallisert slik at ~~alle~~ alle spor av tidligere mineraler er forsvunnet.

Dette skyldes sannsynligvis at det langs skjærsonene har vandret hydrotermale løsninger (metallførende ?).

De ytterste 15-30 meter av serpentiniten er omvandlet til talk og karbonat. Dette antas å ha skjedd i forbindelse med begge foldefasene. I denne sonen mangler nikkel og kobber nesten fullstendig.

Denne vurderingen av Rødfjellsområdet baserer seg på observasjoner i felt, vurdering av bergartsstykker i felt og under binokular, kjemiske analyser av bergartsstykker på Ni, Co, Cu, Pb, Zn og Ag og gransking av flyfoto.

Repparfjord 24/2 - 1978

Hans Øines

A. KALAKDEKKET

OPPGAVEN. Oppgaven var å kartlegge Kalakdekkets bergarter tilstrekkelig langt nord og østover ut fra Repparfjord gruber til at man enten kunne påvise eller avkrefte om strukturene i grunnfjellsbergartene rundt gruben fortsatte inn i det overskjøvnede dekket. Dette fordi man med positivt resultat kunne vurdere om det var hensiktsmessig å lete etter kobbermineraliseringen i dens strøkretning på østsida av fjorden ØNØ for gruba. Samtidig skulle kartleggingen gi et best mulig grunnlag til å vurdere hvor dypt det var ned til grunnfjellet der.

UTFØRELSEN. Siden Kalakdekket er kartlagt vestover fra Porsangerfjorden til litt vest for Skaidi (ca 5 km øst for gruben) og beskrevet i NGU nr , så ble først foretatt noen oversiktsturer i det aktuelle området. Deretter ble (type-)bergartene langs Porsangerfjorden befart for å få et sammenligningsgrunnlag.

Ut fra dette ble de enkelte bergartsenhetene i kartleggingsområdet utskilt. Lagrekken er meget lik den som er beskrevet fra typeområdet og enhetene er derfor gitt samme navn som i NGU nr . Grensene mellom dem var lett å påvise og de ble fulgt i terrenget og lagt inn på kart (hadde ikke tilgang på flyfoto)

LAGREKKEN. Den øverste enheten av dekkets formasjoner som ble kartlagt er:

Alkeberget-formasjonen. Den består av en mørk fyllitt med en tildels sterkt rustet forvitringsoverflate. Den er sterkt foldet og ligger enkelte steder tektonisk kontakt på underliggende Falkeberget-formasjonen - ofte med små linser av hydrotermalkvarts mellom. I den øvre delen er den lysere p.g. av økende innhold av siltlag.

Falkebergetformasjonen. Den består av lag med overveiende siltstein, vekstende med lag av arkose og fyllitt. Silt og sandsteinslagene er bare svakt foldet, mens fyllittlagene er tektoniserte og rike på kvartsslirer/linser. Denne formasjonen hviler med skarp grense på Billefjord-formasjonen.

Billefjordformasjonen. Øverst er det et 10-15 m tykt lag av mørk fyllitt. Resten av formasjonen består av lys grå kompakt og tykkbenket sandstein(arkose). I

den nedre delen blir den mere tynnbenket og et ca. 10 m mektig lag av mørk fyllitt ligger innskutt omtrent 40 m i mektighet over grensen til den underliggende Nilpavann-formasjonen.

Nilpavann-formasjonen. Den består av grå siltstein vekstende med sandstein. I de øvre 30-50 m går den over til en mørk grågrønn fyllitt. ■■■ Formasjonen hviler på den underliggende Gåradak-formasjonen med en skarp grense idet den er nokså finlaminert ned mot grensen.

Gåradakformasjonen. Gåradakformasjonen er den nedste formasjonen i Kalakdekket og skyveplanet danner bunnen på formasjonen. Den består av metertykke lag av grov sandstein med enkelte siltlag innimellom. Sandsteinen er lys av farge og kan lengre nede være mere tynnbenket.

Skyvesonen. Skyvesonen danner den nedre avgrensningen av Gåradak-formasjonen og Kalak-dekket.

TEKTONIKK

De lag som opprinnelig har vært leire i Kalak-dekket viser et svært krusfoldet utseende med tildels tallrike kvartsslirer. Det er tydelig at disse lagene har fungert som smurning under de tektoniske bevegelsene.

De lag som opprinnelig har bestått av silt eller sand har oppført seg som stive plater under de tektoniske bevegelsene, og de er sprukket opp i tallrike små forkastningsblokker under foldingen(e). Bevegelsene mellom de enkelte blokkene er stort sett bare fra mindre enn 1 mm til noen mm.

Men parallellt med grensen til Komagfjordvinduet går det større forkastninger med flere meters fall ned mot nord.

KONKLUSJON.

Grunnfjellsvinduetts strukturer ■■■ kan ikke spores i Kalak-dekket. Etter en vurdering av fallet til skyvesonen mot ØNØ må man minst 300 m ned før man kan vente å støte på grunnfjellet om man skal borre på den andre sida av Repparfjorden i kobbermineraliseringens retning.

SAMMENFATTNING AV BORKJERNEANALYSENE.

Hull 917 A. Borkjernene viser ikke kobbermineralisering av økonomisk interesse. (Fra 47 til 51 m 0.22% Cu)

Hull 927 A. Borkjernene viser ikke kobbermineralisering av økonomisk interesse. (Fra 2 til 11 m 0.33% Cu, fra 18 til 25 m 0.31% Cu)

Hull 946 A. Borkjernene ga ikke utslag av betydning på PIFAN, selv ikke i på den andre sida av den tversgående forkastningen i 950 profilet - i strøkrettinga til vestfeltets malmsone.

Hull 950 A, 950 B(C), 950 C(D) viser ugjevn fordeling og litt kobber i nesten hele lengden av hullene.

Hull 950 B var et langhull som skulle skjære over (den mulige) malmsonen på dypet. Det viste seg å være vanskelig å borre og en hadde svært mye kjernetap. Hullet ble ikke analysert.

Alt dette sammen med observasjoner i terrenget tyder på at hullene i profilet er boret i en forkastningssone som går langs profilet og på tvers av malmsonen i vestfeltet. Denne forkastningssonen ser ut til å være regional idet den kan følges i over 10 km lengde på flyfoto.

Det er sannsynlig at det har vært betydelige bevegelser og knusninger langs denne sonen, og at malmsonens kobber (delvis ?) er remobilisert og flyttet langs forkastningssonen.(?).Hvor langt inn i vestfeltets malmsone fra forkastningssonen denne effekten har gjort seg gjeldende kan bare en grundig undersøkelse gi svar på, men etter NGU's overflatekart (747-02) vil det neppe være mer enn 10-15 meter.

Resultatene fra dette profilet kan derfor bare tillegges den vekt at forkastningssonen begrenser malmsonen i Vestfeltet mot SV. De kan ikke nyttes i malmberegningen mellom profil 950 og 954.

Det bør derfor diamanborres mellom disse profilene for å finne SV-grensa til drivverdig malm i Vestfeltet.

Hull 954 A skjærer gjennom malmsonen fra 1,3 til 35,4 meter fra 1 til 25 meters dyp.

Analysene gir: fra 2 til 35 m 0.90% Cu - 24 m horisontalt, derav fra 2 til 10 m 1.10% Cu, fra 10 til 14 m 0.26% Cu, fra 14 til 35 m 0.94% Cu. Henholdsvis 6 - 3 - 15 m horisontalt. Den siste sonen regnes som hovedmalmsonen.

Hull 954A(B) skjærer gjennom malmsonen fra 68 til 101 meter på fra 20 til 30 meters dyp. Analysene gir:

Fra 77 til 101 m 0.76% Cu. (Fra 74 til 77 m 0.4% Cu). Derav fra 77 til 84 m 1.02% Cu - 7 m horisontalt, fra 84 til 94 m 0.35% Cu - 10 m horisontalt, fra 94 til 101 m 1.07% Cu - 7 m horisontalt.

Hovedmalmsønen regnes fra 80 til 101 meter som holder 0.78% Cu over 20 meter horisontalt.

I høyde Z 417 er det borret ca 3 m dype hull i en avstand av ca 3,5m langs profilet. Borkaksen fra hullene ble samlet opp og analysert. X 9309,5 - 0,37% Cu, X 9306 - 1.40% Cu, X 9302,5 - 1.20% Cu, X 3299 - 0.99% Cu, X 9296 - 0,20% Cu. - Gjennomsnitt 0.83% Cu over hovedmalmsøen.

Hull 954 B(C) er ikke analysert ennå, men utslagene på PIFAN viser kobbermineralisering i ca 15 meters horisontal bredde over hovedmalmsønen på ca 55 meters dyp.

Profil 956. I høyde Z 417 er det borret ca 3 m dype hull i en avstand av ca 3,5m langs profilet. Over hovedmalmsønen ga borkaksprøvene følgende analyser.

X 9311 - 1.60% Cu, X 9307,5 - 1.40% Cu, X 9304 - 0,39% Cu, X 9301,5 - 0.88% Cu. Gjennomsnitt 1.07% Cu.

Hull 958 A og hull 958 B gir et lignende resultat med hensyn til kobberinnholdet som hullene i profil 950. Kobberet er fordelt spredt over 60-70 meter og med lave gehalter med unntak av fra 104 til 112 meter i 958 B der det er 0.91% Cu i gjennomsnitt.

Profilet ligger i et søkk i terrenget som går på tvers av malmsønen og det er derfor sannsynlig at også her er det borret i en (mindre) svakhetssone (parallell forkastningen langs 950) hvor det har vært bevegelser og remobilisering av kobberet.

Dette styrkes av resultatet fra borkaksprøvene som ble borret i profil 958,25 dvs bare 2,5 meter fra diamantborreprofilet. Analysene gir:

X 9318 - 2.93% Cu, X 9314,5 - 3.24% Cu, X 9311 - 5.04% Cu, X 9307,5 - 0,43% Cu, X 9304 - 1,20% Cu. Gjennomsnitt over hovedmalmsønen blir da 2.56% Cu noe som er anormalt høyt.

Mulige forklaringer på dette resultatet er enten:

1. at kobberet er veldig ugjevnt fordelt i malmsønen i vestfeltet.
Dette medfører at en malmberegning bare er mulig statistisk sett ved at gjennomsnittet av antall skjæringer med malmsønen indikerer malmgehalten, slik at man må ha analyser fra et høyt antall skjæringer over malmsønen i vestfeltet før man ^{kan} vurdere om man har brytbar malm eller ikke.
2. at hullene ved en tilfeldighet er satt i spesielt rike soner, men da burde disse sonene vært registrert i borhull 958 A.

3. at kobberet er remobilisert fra en svakhetssone og flyttet inn derfra.

Alternativ 3 synes å være det mest rimelige når man tar i betraktning borhullsanalysene og søkket i terrenget.

Man bør derfor her sette et diamantborrehull som skjærer over søkket i terrenget langs strøkretningen til malmsonen og analyserer ca 10 meter på hver side ut fra svakhetssonen. Dette for å få en kontroll over malmberegningen. Det går 2 slike søkk til innenfor det aktuelle brytningsområdet. Analysene burde gi svar på om kobberet bare er remobilisert og flyttet innen malmsonen, om noe av kobberet er fjernet eller om mesteparten er fjernet.

(Analysene fra pågangen til verket fra den første pallen i vestfeltet indikerer at hovedmalmsonen fra 962 til 954 holder ca 1% Cu i gjennomsnitt.)

Analysene fra hull 958 A viser fra 79 til 95 m 0.15% Cu over hovedmalmsonen. Horisontal bredde ca 15 meter. Ca 35 meters dyp.

Analysene fra hull 958 B viser fra 93 til 113 m 0.52% Cu i 15 meters bredde over hovedmalmsonen.- Fra 70 til 80 meters dyp.

Hull 962 A skjærer gjennom malmsonen fra 37,5 til 58 m på fra 30 til 40 meters dyp. Analysene gir:

Fra 39 til 57 m 1.61% Cu - horisontal malmbredde 13 meter.

Fra 36 til 57 m 1.43% Cu - horisontal malmbredde 15 meter som blir å regne som hovedmalmsonen.

Fra 31 til 57 m 1.17% Cu - horisontal malmbredde 19 meter.

Hull 962 B skjærer gjennom malmsonen fra 70 til 92 meter på fra 55 til 75 meters dyp. Analysene gir:

Fra 72 til 92 m 0.50% Cu - horisontal malmbredde 13 meter.

Fra 70 til 93 m 0.48% Cu - horisontal malmbredde 15 meter som blir å regne som hovedmalmsonen.

Hull 966 A skjærer gjennom kobbermineralisering fra 37 til 40 m med 0.42% Cu, fra 46 til 51 m med 0.47% Cu, fra 56 til 61 m med 0.41% Cu og gjennom hovedmalmsonen fra 69 til 86 meter på fra 35 til 45 meters dyp. Analysene gir:

Fra 69 til 86 meter 1.09% Cu - horisontal malmbredde 15 meter.

Fra 69 til 85 meter 1.14% Cu - horisontal malmbredde 14 meter.

Hull 966 C skjærer gjennom kobbermineralisering fra 49 til 64 meter med 0.52% Cu inkludert 3 meter kjernetap, (Fra 49 til 57 meter 0.69% Cu og fra 49 til 55 meter 0.72% Cu.) og fra 91 til 115 meter på fra 65 til 80 meters dyp der hullet slutter i malm (0.67% Cu i den siste meteren). Analysene gir:

Fra 91 til 115 meter 0.82% Cu - horisontal malmbredde 18 meter.

Fra 95 til 115 meter 0.95% Cu - horisontal malmbredde 15 meter.

- som blir å regne som hovedmalmsonen.

Fra 96 til 112 meter 1.06% Cu - horisontal malmbredde 12 meter.

Hull 968 A skjærer gjennom malmsonen fra 42 til 63 meter på fra 32 til 45 meters dyp. Analysene gir:

Fra 42 til 63 meter 1.15% Cu - horisontal malmbredde 15 meter - som blir å regne som hovedmalmsonen.

Fra 42 til 58 meter 1.36% Cu - horisontal malmbredde 12 meter.

Hull 970 A skjærer gjennom malmsonen fra 37 til 58 meter på fra 30 til 45 meters dyp. Analysene gir:

Fra 38 til 54 m 0.90% Cu - horisontal malmbredde 12 meter.

Fra 37 til 58 m 0.80% Cu - horisontal malmbredde 15 meter som blir å regne som hovedmalmsonen.

Hull 970 B skjærer gjennom malmsonen fra 92 meter og slutter i malm på 116.2 meter (1.44% Cu den siste meteren) - på fra 63 til 83 (?) dyp. Analysene gir:

Fra 100 til 116.2 meter 1.22% Cu - horisontal malmbredde 12 meter.

Fra 96 til 116.2 meter 1.00% Cu - horisontal malmbredde 15 meter. (som blir å regne som hovedmalmsonen.)

Fra 92 til 116.2 meter 0.90% Cu - horisontal malmbredde 17-18 meter.

Hull 970 C skjærer gjennom malmsonen fra 22 til 40 meter på fra 8 til 15 meters dyp. Analysene gir:

Fra 22 til 40 meter 0.88% Cu - horisontal malmbredde 17 meter som blir å regne hovedmalmsonen.

Hullet skjærer imidlertid tett intil synken som er drevet ned her og der hullet passerer synken mangler kobber nesten helt i borkjernene. I og med at synken er drevet ned i malm så er det mulig at kobberet her er helt eller delvis oppløst og fjernet ved forvittring et stykke inn fra synkens vegger og bunn. Er da kobberet flyttet nedover så burde gjennomsnittet for kobber være større i sonen enn det analysene gir.

Hull 972 A. Borkjernene fra dette hullet har ikke gitt utslag på PIFAN i det området man ventet hovedmalmsonen. Men det har skåret gjennom følgende kobbermineralisering: Fra 40 til 41 meter 2.79% Cu, fra 47 til 51 meter 0.69% Cu og fra 73 til 78 meter 0.32% Cu.

På mistanke ble kjernene fra 87 til 98 analysert og de ga 1.00% Cu i gjennomsnitt (horisontal bredde 9-10 meter), noe som medfører at

PIFAN-måligene ikke har vært helt å stole på. Resten av hullet vil bli analysert. Dybden på malmskjæringen er her ca 45 meter.

Undersøkelse av borkjernen i hullet ved 100 og 110 meter viser at bergarten her har vært utsatt for (skjær-)stress. Langs tynne soner er kvartskornene helt eller delvis oppløst og langs disse sonene er det avsatt et lyst gult mineral. Det er observert kobberkis- og bornitt-korn og fra 1 til 5% av et stålblått mineral med brun strek. To kjernebiter på 5 cm hver ble splittet og analysert og de holdt begge 0.04% Cu. Det lyse gule mineralet har hardhet ca 3 og er meget tungt løselig i syre. Kjernebitene er sendt til nærmere analyse av disse mineralene.

Hull 975 A skjærer inn i hovedmalmsonen fra 65.80 meter og går i malm til hullets slutt ved 76,90 meter på ca 60 meters dybde under overflata.

Det ble forsøkt å borre videre i hullet sist sommer, men ras i hullet stoppet forsøket. Analysene ga:

Fra 65,80 til 76,20 meter 1.60% Cu - 8 meter horisontal malmbredde.

Fra 58,20 til 76,90 meter 0.95% Cu - 13 meter horisontal malmbredde.

Hull 975 B skjærer gjennom små kobbermineraliseringer fra 15 til 22 meter med 0.46% Cu og fra 34 til 36 meter med 0,47% Cu, fra 65 til 74 meter med ca 0.1% Cu og fra 104 til 108 meter med 0.28% Cu.

Hull 975 C skjærer gjennom tre små kobbermineraliseringer - fra 5 til 10 meter med 0.28% Cu, fra 31 til 38 meter med 0.40% Cu og fra 50 til 53 meter med 0.41% Cu.

Hull 978 A viser ikke nemneverdig innhold av kobber, men er ikke borret langt nok til å kunne skjære inn i hovedmalmsonen.

Hull 980 A skjærer gjennom små kobbermineraliseringer fra 13 til 37 meter med 0.17% Cu (derav fra 18 til 21 meter med 0.48% Cu), fra 70 til 72 meter med 0.20% Cu og fra 96 til 102 meter med 0.24% Cu.

Hull 980 D skjærer gjennom to kobbermineraliseringer - fra 27 til 35 meter med 0.34% Cu og fra 67 til 68 meter med 0.30% Cu.

Hull 980 E skjærer gjennom en kobbermineralisering fra 0 til 19 meter med 0.36% Cu, (Derav fra 0 - 12 meter med 0.44% Cu, fra 14 til 16 meter med 0.51% Cu).

PIFAN har ikke registrert kobber av betydning i slutten av hull 980 D, men det er mulig at det kan ha skåret seg inn i hovedmalmsonen helt i slutten av hullet og denne delen vil bli analysert på mistanke.

VNV

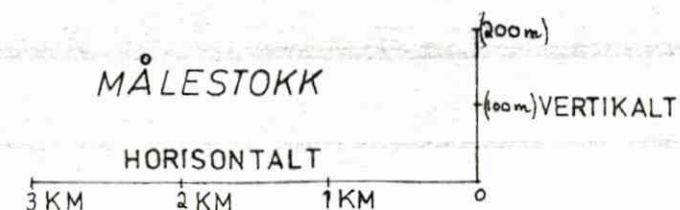
ØSØ

- DOGGELVFORMASJONEN (KVARTSRIK)
- KARBONATER
- HOLMVANNFORMASJONEN (GRØNNSTEINSSERIEN)
- FISKEVANNFORMASJONEN
- DJUPELVFORMASJONEN
- STEINFJELLFORMASJONEN (KVARTSRIK)

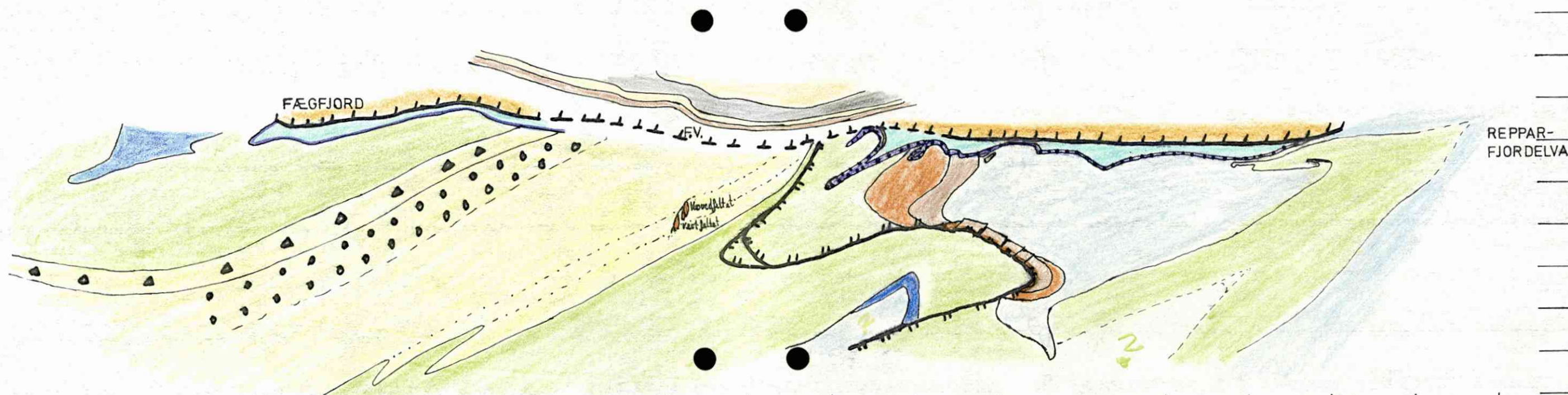
- GABBRO
- ULTRAMAFITT (SERPENTINITT)

- LOMVANNFORMASJONEN
- M/BUNNKONGLOMERAT

- ALKEBERGETFORMASJONEN
- FALKEBERGETFORMASJONEN
- BILLEFJORDFORMASJONEN
- NILPAVANNFORMASJONEN
- GÅRADAKFORMASJONEN



- SKYVESONE I GRUNNFJELLET
- KALAKDEKKETS SKYVESONE
- AKSEPLAN SKJERSONER
- USIKKER BERGARTSGRENSE



VERTIKALSNITT LANGS N135(av 400) – LANGS REPPARFJORDDALEN
bergartsgrensene er ført ned med 5m pr 100m (3°) i retning N 35(av 400)

FOLLDAL VERK $\frac{9}{16}$
avd. REPPARFJORD

Målestokk	Tegn. HØ	20/2-78
	Trac. HØ	26/2-78
	Kfr. HØ	20/2-78
Erstatning for:		
Erstattet av:		

B. BLYGLANS(PbS) - SKJERPET I RØDFJELLSOMRÅDET.

OPPGAVEN. Oppgaven var å oppspore et PbS - Skjerp som skulle være i Rødfjellsområdet ca 4 km syd for oppredningsverket til Folldal Verk, å undersøke mineraliseringen og kartlegge bergartene i forbindelse med skjerp.

SAMMENDRAG. En PbS - mineralisering kan følges i basalkonglomeratsonen til Lomvannformasjonen der den ligger på ultramafitten i Rødfjellsområdet - i ca 1 km lengde langs strøket.

Basalkonglomeratsonen og bergartene på begge sider av den ble kartlagt (flyfoto D18-822) 2-3 km på hver side i strøkretningen ut fra mineraliseringssonen, men PbS ble ikke påvist av andre steder enn der basalkonglomeratsonen ligger på ultramafitten - selv ikke der bekkesedimentanomalier antyder anrikning av bly i sonen.

Basalkonglomeratsonen består mest av fragmenter av kvarts og kvartsitt i en karbonatrik grunnmasse. Bergartsprøver ned til ca 15 cm dybde fra overflata viser forvittringsrester av ca 10% sulfider jevnt over hele sonen. Av identifiserbare mineraler er det bare funnet blyglans og kobberkis. Sonen er 10-15 m mektig i området.

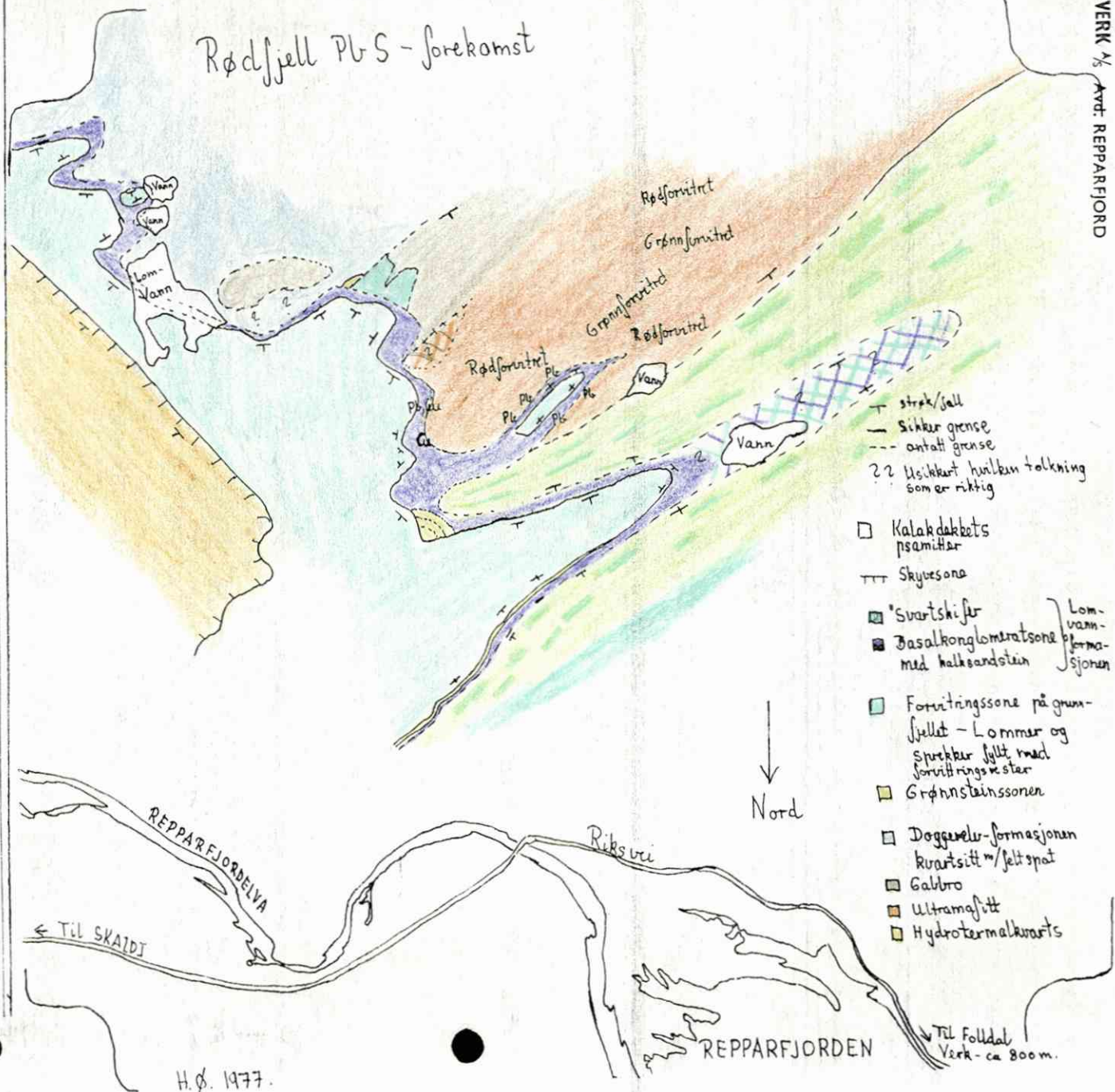
Bergartsprøver som er tatt fordi de viste ~~synlige~~ korn av blyglans og kobberkis viser følgende metallinnhold. - I gram pr tonn. (1000g/t = 0,1%)

	Pb	Ag	Cu	Zn	Ni	Co	Cr
1. 90% av sulfidene forvitret bort. Kvartsrik. Sand.	17500	5	400	20	40	10	100
2. 90% av sulfidene forvitret bort. Kvartsrik. Sand.	350	2	510	10	20	10	160
3. 75% av sulfidene forvitret bort. Kvartsrik. Sand.	13000	3	90	100	20	10	60
4. 50% av sulfidene forvitret bort. Kvartskonglomerat.	6800	2	40	90	20	10	100
5. 50% av sulfidene forvitret bort. Kvarts-kalksand.	+30000	anslått etter notat fra stedet.					
6. 40% av sulfidene forvitret bort. Kvartskonglomerat.	35000	17,5	66	170	5	5	170
7. 30% av sulfidene forvitret bort. Kalkrik. Sand.	180	2	4700	130	80	50	110
8. 10% av sulfidene forvitret bort. Kvartskonglomerat.	16000	5	40	10	20	2	140

Flyfoto.

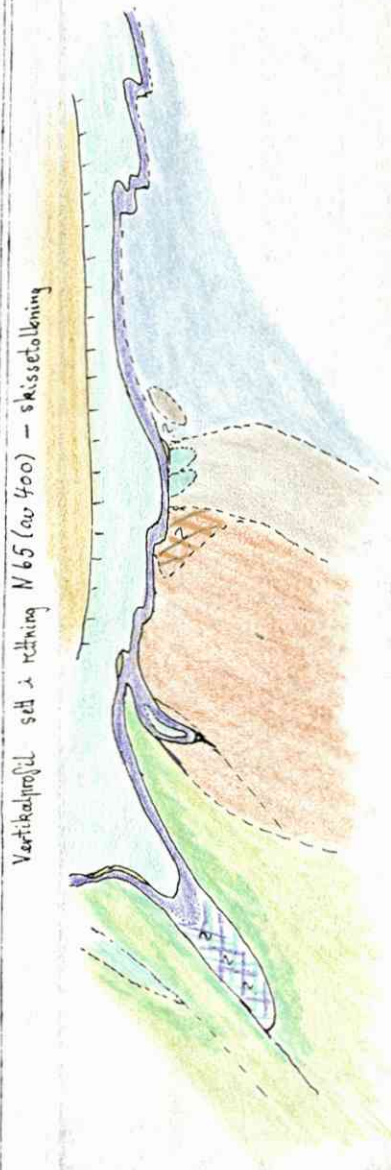
D18 - 822

Rødfjell PbS - forekomst

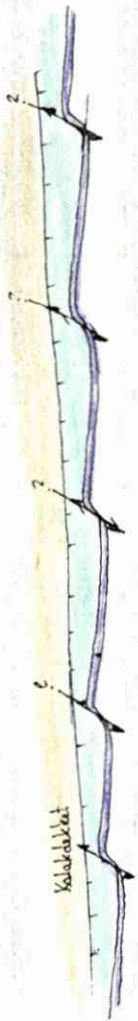


H. Ø. 1977.

Vertical profile sat. refilling N/b5 (w/400) - Skistofkoning.



Vertikalprofil sett i retning N 65 (av 400) - skissettelling



Friske bergartsprøver vil neppe kunne nåes før på 2-3 m dyp.

LAGREKKEN. Den øverste formasjonen som ble kartlagt i området er:

Gåradak-formasjonen. Den tilhører Kalak-dekket, er en lys grå sandstein (psamitt) og ligger med skyve (dekke-) kontakt på den underliggende lomvannformasjonen.

Lomvann-formasjonen. Den består av vekstende tynne lag av silt og mørk fyllitt (karbonholdig?). Den er sterkt tektonisert og den opprinnelige lagningen er bare sporadisk bevart.

Transgresjonskonglomeratsonen. Den tilhører Lomvann-formasjonen og danner bunnen av den. Sonen ligger diskordant med erosjonskontakt på de underliggende formasjoner og de må ha blitt betydelig erodert - minst 2-3000 m - før transgresjonskonglomeratet ble avsatt. Sonen består nederst av et kvarts og kvartsittrikt konglomerat med litt innblanding av andre typer bergartsfragmenter. Konglomeratet er fra $\frac{1}{2}$ til $1\frac{1}{2}$ m mektig og går gradvis over fra 10-12 cm store blokker til en sandfraksjon på 2-3 mm korn. Over konglomeratet følger (porøs?) sandsteinslag med vekslende innhold av kalksand. Dette laget er 7-15 m mektig og forvittringsrester viser jevnt over et sulfidinnhold på ca 10%.

Det er bare funnet rester av blyglans og kobberkis i bergartsprøver fra sonen. Svovelkis er ikke observert, og siden mineralet ikke opptrer i de mest kalkrike lagene er det lite trolig at det finnes i større mengder i sonen. Magnetkis er et mulig hovedmineral som kan være totalt oppløst gjennom forvittring i den øverste meteren under overflata. Men en god del av blyglansen må være forvitret bort idet en god del av forvittringsrestene har den karakteristiske rødfargen.^{Min. 2} Endel av kobberkisen må også være forvitret bort, men selv om man finner ørsmå rester av kobberkis i de brune restene etter sulfider så er det ikke sikkert at alt har vært kobberkis, det kan ha vært en blanding av kobberkis og magnetkis.

Forvittrret grunnfjellsoverflate med lommer av forvittringsrester.

GRUNNFJELLSBERGARTER.

Grønnsteinssonen - Holmvann-formasjonen.

Doggerelv-formasjonen. Kvartsitt.

Ultramafitt. Intrudert mellom Holmvann og Doggerelv-formasjonene som en sill. Serpentinisert.

Gabbro. Er en del av en magmatisk differensiasjon av den smeltemassen som dannet ultramafittkomplekset i Rdfjellet.

Gabbro. Ukjent alder. Yngre enn Doggerelv-formasjonen.

Kort geologisk historie.

Etter at Holmvann og Doggerelvformasjonene ble avsatt trengte en ultramafisk smeltemasse fram fra dypet og dannet en sill mellom formasjonene. Den krystalliserte med magmatisk differensiasjon og det ble dannet en ultramafisk del nederst og en gabbro øverst. Dette komplekset ble så foldet og deretter erodert betydelig ned (flere tusen meter). Ultramafitten ble serpentinisert før erosjonen (?)

Deretter trengte havet inn over grunnfjellet og det ble avsatt et transgresjonskonglomerat og over dette en blanding av silt og leirelag. (Lomvannformasjonen) Lag over Lomvann-formasjonen er ikke blottet i området.

Senere - sannsynligvis i kaledonsk tid-er hele lagrekken foldet etter en foldeakse med retning N 65 (-70) (av 400 grader). Dette er den samme foldeakse som påvises i de tilsvarende bergarter på sydsiden av Komagfjordvinduet (men hvor foldeaksen stuper ned i motsatt retning) - der transgresjonskonglomeratet ligger på granitten.

Den tektoniske påvirkningen må ha vært sterk idet de mindre "regionale" foldene delvis er avsluttet i foldeforkastninger. Samtidig har ultramafitten langs de tektoniske skjærsonene gjennomgått en ny serpentiniseringsfase der den et stykke ut fra sonene er helt rekrystallisert med serpentin, oksyder og nikkelsulfid som "nye" mineraler.

Det er sannsynlig at det samtidig har vandret [redacted] hydrotermale løsninger langs skjærsonene.

Deretter er [redacted] Kalakdekket skjøvet på plass. Dekkets bergarter og selve skyvesonen er bare svakt foldet og overskyvningen må ha funnet sted i en sen fase av foldingen av de underliggende bergartene eller senere.

Mineraliseringen.

Blyglans (PbS) er funnet både i selve transgresjonskonglomeratet og i kvarts - kalksand-lagene over konglomeratet der sonen hviler på ultramafitten. Dvs. ca 700 meter langs ultramafitten og ca 900 m langs strøket.

Kobberkis (CuFeS₂) er funnet to steder på østsida av ultramafitten i kvarts - kalksand-lagene.

Begge mineralene opptrer ~~dvs~~minert med korn opptil 2-3 mm tykkelse (kobberkisen muligens bare opptil 1 mm).

I kvarts - kalksand-lagene er det gjevnt over hele sonen funnet forvittringsrester som indikerer ca 10% sulfider i den. I noen av restene etter sulfidkornene er det små rester av blyglans med rødt forvittringspulver rundt. I noen av restene er det små rester av kobberkis med brunt forvittringspulver rundt. I over halvparten av restene etter sulfidkornene er det bare brunt pulver.

Det er ikke påvist svovelkis i sonen her, men i den tilsvarende transgresjonssonen på sydsiden av Komagfjordvinduet, der den ligger på granitten (mellom Sennalandet og Skillefjorden), er det opptil 10% svovelkis både i konglomeratet og i sand-lagene. Denne svovelkisen er ikke noe særlig forvitret bare ca 5 cm inn fra overflata.

Det mest sannsynlige blir derfor at det er rester etter magnetkis som opptrer slik. Men på den annen side er sonen forbausende lite rustfarget og det burde den etter all erfaring ha vært.

For å få friske - uforvitrede - prøver av sonens bergarter må man sannsynligvis ned på 2-3 meters dyp.

Årsaken til mineraliseringen.

Det er vanskelig å uttale seg om årsaken til mineraliseringen med et så lite grunnlag å bygge på, men følgende trekk blir muligens sentrale.

Den siste serpentiniseringen langs skjærsonene i ultramafitten antyder at det langs skjærsonene har vandret hydrotermale [redacted] løsninger.

Avsettninger av hydrotermalkvarts i foldeknær og langs folde-forkastninger i, under og over transgresjonskonglomeratsonen tyder på at kvarts er løst og flyttet med løsninger under den siste foldefasen.

Antydninger av metasomatisk omvandlet kvarts - kalk-sand i sonen finnes (med blyglans), selv om den under binokular viser normalt mineralinnhold minus kalksand.

Det er derfor sannsynlig at det har vandret løsninger gjennom sonen

under den siste foldefasen - og at løsningene har ført med seg mobilt bly og kobber.

I tillegg danner sonen i området en antiklinal og det er tydelig at sonen er vesentlig tykkere her enn i flankene og synklinalene på begge sider. Under den siste foldefasen må trykket ha vært minst i antiklinalen og sonens sedimenter er da blitt presset inn i den, muligens samtidig med den hydrotermale aktiviteten, og tilstedeværelse av svovel fra før har ført til avsetning av bly og kobber.

En liknende antiklinal ca 1,5 km mot SØ fra denne viser bekkesediment-anomalier på fra 155 til 450 ppm Zn over 500 m - og fra 50 til 197 ppm Pb over samme strekning. Dette er langt over gjennomsnittet i området og over det denne sonens anomalier viser.

FORSLAG TIL VIDRE UNDERSØKELSER.

Tidligere erfaring med tilsvarende kalkholdige berkarter tilsier at man må ned på minst 2-3 m dyp, kanskje 5-6m, før man kan vente å finne frisk bergart med uforvitrede sulfider, og det må man ha før man kan fastslå metallinnholdet med sikkerhet.

Siden det vil bli like kostbart å frakte opp utstyr til å skyte og renske røskegrøfter i 20-30 meters lengde/3 meters dybde som å frakte opp diamantboreutstyr, så vil det være klokt å satse på det siste når man tar i betraktning fordelene med nøyaktig (og systematisk prøvetaking) gjennom sonen ved diamantboring - og sikkerhet for friskt fjell.

Man bør i første omgang satse på korte hull med 100 m mellomrom som skjærer gjennom transgresjonssonen på fra 10 til 30 meters dyp. Disse hullene bør undersøkes og analyseres fortløpende.

I tillegg bør det borres tre hull nordøst for antiklinalen ved blysonen - som skjærer denne sonen ved ca 100 m dyp. Dette for å undersøke om blyglansmineraliseringen fortsetter nedover mot nordøst.

Indikerer diamantboringen en malm må et vidre borprogram legges opp etter de resultater man får.

Det bør også vurderes om man skal borre gjennom transgresjonskonglomeratet SØ og NV for antiklinalen (og ultramafitten) for å få en kontroll over om bly (og kobber)-mineraliseringen går ut over det området der sonen ligger på ultramafitten (og utenfor antiklinalen).

10 hull fra 25 til 35 meters lengde -----	300 m
3 hull i ca 100 meters lengde -----	300 m
4 hull - 2 på hver side av ultramafitten - 50 m lange -----	200 m

Tilsammen 800 m

Med langhullene vil man få et bilde over tungmetallvariasjonen i Lomvann-formasjonen.

Siden bekkesedimentanalyser antyder anomalier på bly i transgressjonskonglomeratsonen sørøst for området med blymineralisering - på høyden og nedover mot Repparfjordelva bør man (ihvertfall i anomaliområdene) prøveta sonen systematisk med bergartsprøver i en avstand av 100 til 150 meter. Avstanden til Repparfjordelva langs strøket er ca 6 km. Med 100 m mellom hvert prøveprofil og 4 prøver i hvert profil skulle det gi:

60 profiler a 4 prøver = 240 prøver

Dette skulle normalt gi en ukes arbeid for to mann i felt og en ukes arbeid på laboratoriet i Repparfjord.

Sølvinnholdet i blyglansen.

En del av prøve 1,2,3,4,6, og 8 tilsammen ca 330 gram ble slått sammen og malt i kulemølle, ~~slått~~ deretter flotttert i tre steg og de 4 produktene analysert for å finne ~~slått~~ sølvinnholdet i blyglansen.

Analysene indikerer et sølvinnhold på ca 500 gram pr tonn blyglans men variasjonene i analyseverdiene gjør tallene usikre idet det ble observert utfelling av hvite korn på bunnen av målekolbene. (se også prøve 6) Man bør huske at dette er gjort på tildels meget forvitret bergart(og sulfider).

Ca 30 gram slam ble ikke analysert.

Metallinnhold i gram pr tonn (PPM) (1000 gr/tonn = 0,1%)

	Pb	Ag	Au	Cu	Zn
Avgang - 270 gram	1500	0,9	-	15	30
Mellomprodukt 1-22,4 gr	5200	3	-	80	120
Mellomprodukt 2- 4,6 gr	58000	37	(5)	740	320
Konsentrat 4,0 gr.	573000	190	(10)	6400	2100

Dette gir et sølvinnhold i blyglansen på.(i gram pr tonn PbS)

Prøve 6	Avgang	Mellompr.1	Mellompr.2	Konsentrat
430	520	500	550	290

Hans Øines

Rødfjell PbS-Sone. Analyser i ppm.

Pr. nr.	Koordinat	Innv.	For- tynning	Pb P.P.M./ Absorb.	Ag % P.P.M./ Absorb.	Au P.P.M./ Absorb.	Zn P.P.M./ Absorb.	Ni P.P.M./ Absorb.	Co P.P.M./ Absorb.	Cr P.P.M./ Absorb.	P.P.M./ Absorb.
1.(4)	"Metasomatisk sandstein 90% forvitret	1000mg	jærskjelling	7500	5	37,5	(2)	17,5	37,5	12,5	95
2.(3)	Gullmineral i sandstein 90% forvitret			350	2,5	507,5	-	12,5	20	15	155
3.(5)	Sandstein 75% forvitret			13000	2,5	90	-	102,5	22,5	7,5	62,5
4.(2)	Kvartskonglomerat 50% forvitret			6800	2,5	42,5	-	92,5	20	12,5	95
5.(8)	Kalksandstein 50% forvitret			ca 30000	anslått etter notater fra stedet						
6.(7)	Konglomerat 40% forvitret			35200	17,5	65	-	165	5	7,5	170
7.(6)	Kalksone 30% forvitret			175	2,5	4700	(5)	125	80	50	110
8.(1)	Blykjert Konglomeratsone 10% forvitret			16000	5	42,5	-	12,5	25	2,5	137,5

Følgeskriv

Heim. (Privat)

Sender en rapport som omfatter Kalakdekket, blysonen og Rødfjell.

Med hensyn til PbS-mineraliseringen ved Rødfjell så ligger den i den nærmeste antiklinalen i Lomvannformasjonen som ligger intil det sentrale akseplanet for den "siste" foldefasen i grunnfjellet.

(Jeg setter "siste" i gåseøyne fordi jeg ikke ser bort fra to foldefaser med nokså lik foldeakse og at den siste i tilfelle bare har foldet ^{eller utfaltet foldene i} de øvre deler av den gamle grunnfjellsoverflata med Lomvann-formasjonen.)

Det samme er tilfelle med bly-sink anomalierne over konglomeratsonen ca 1,5 km videre mot SØ.

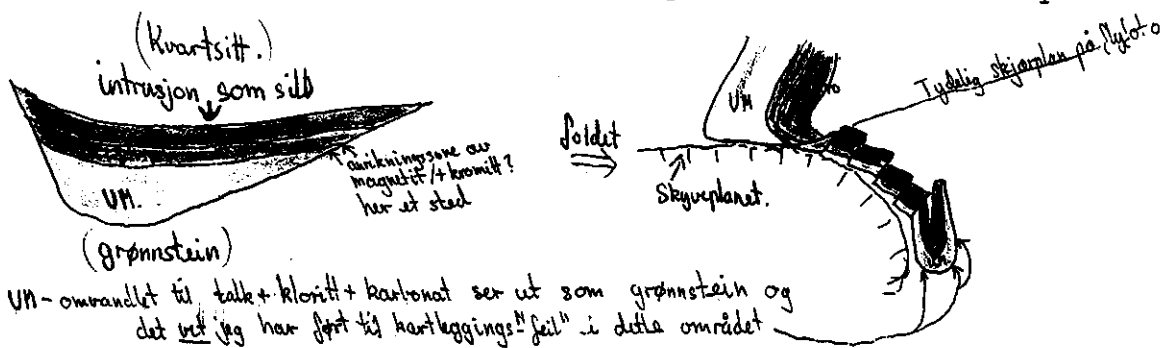
Du bør vurdere om det i konglomeratsonen på Rødfjell kan være anriktet platina. Pt er anriktet på samme måte som gull i elvesand i forbindelse med de sterkt eroderte ultramafittene i Ural-fjellene som opprinnelig holder nesten ingenting Pt. Men jeg vet ikke om dette kan ha vært mulig i sjøvannet på den tid ~~selv~~ serpentiniten ble erodert - selv om ^{selv} erosjonen må ha skjedd over havnivå.

Som føringslinje for bergartsgrensene i profilet (til det store kartet) har jeg brukt retningen til akseplanets skjæring med overflata i bergartene over skyveplanet i grunnfjellet. ^(I området nord for Arisvann) Selve foldeaksen peker vel mere mot øst, men forholdet mellom bergartsgrensene etc. blir det samme - bare med andre fall - og jeg tror jeg har fått fram et svært nyttig bilde til bruk for vurdering av mineralisasjonen i området.

Forekomsten på Ulveryggen har jeg ført langs samme linje, og de andre kobberforekomstene ligger som perler på en snor rundt folden - i samme avstand fra skyveplanet i grunnfjellet - dvs. tensjonssprekker ~~ixxxxxxx~~ knyttet til foldingen.

Sammen med hydrotermal virksomhet langs spesielle skjærplan parallelt med akseplanskifriheten for foldingen og hydrotermal virksomhet i forbindelse med disse tror jeg du kommer langt i vurdering av årsaken til malmdannelsen i Ulveryggen.

Rødfjell tror jeg har utviklet seg slik - sett i loddprofil.



Hø.

A Sub-Caledonian Unconformity within the Finnmarkian Nappe Sequence and Its Regional Significance

DONALD M. RAMSAY & BRIAN A. STURT

Ramsay, D. M. & Sturt, B. A. 1977: A sub-Caledonian unconformity within the Finnmarkian nappe sequence and its regional significance. *Norger geol. Unders.* 334, 107–116.

An unconformable relationship has been discovered between upper greenschist facies Caledonian metasediments and a basement of higher grade, granite-veined gneisses within the Kalak Nappe Complex on Kvaløi. This focuses attention on the status and tectonic significance of widely developed gneiss units within the regional tectonostratigraphy of Finnmark and North Troms. The lithofacial and metamorphic character of the gneisses is very different from the sub-Caledonian Raipas sequence exposed in the major tectonic windows of Finnmark and available evidence points to them being older. Basement gneisses on the mainland some 40 km to the south-west, and probably correlatable with those on Kvaløi, provide Rb/Sr ages between 1469 and 2760 m.y. B.P.

It is considered that, within the Finnmarkian nappe sequence, several such gneiss units have been subjected to Caledonian reworking and mylonitisation especially in the vicinity of thrusts, with the ultimate production of banded successions simulating Caledonised metasediments. An implication of a major involvement of pre-Caledonian basement in the nappe sequence is that pre-orogenic reconstructions must now be reassessed to accommodate an extensive development of sialic crust well into the orogenic interior, a crust which formed a floor to the late Precambrian–Cambrian sedimentation.

D. M. Ramsay, Department of Geology, The University, Dundee, Scotland

B. A. Sturt, Geologisk Institutt, Universitetet i Bergen, N-5000 Bergen, Norway

Introduction

Until recently the rocks of the island of Kvaløi were regarded as an assemblage of Caledonian metasediments, migmatites and 'gneissified' metasediments (Heggelund 1968, Roberts 1974). Heggelund (1968) distinguished two major units, the Stallogargo Group and the Hammerfest Group, each further divided into two formations. Difficulties arise when it comes to correlating this sequence with those of adjacent districts (e.g., Worthing 1971a). In the 250 km strike belt of coastal Norway from Porsangerfjord to Kvænangen (Fig. 1) local Caledonian lithostratigraphies can be correlated with the standard Sorø succession (Armitage et al. 1971, Ramsay 1971). The rocks of Kvaløi, however, together with those of north-east Seiland occupy a somewhat enigmatic position in the stratigraphy of Finnmark. In the absence of any direct evidence they were tacitly assumed to underlie the succession of the adjacent island of Sorø. This assumption appeared to be supported by the occurrence of extensive psammitic sequences similar to the widespread basal member of the West Finnmark succession, i.e. the Klubben Psammite Group (Ramsay 1971). While the thick mica schists, porphyroclastic schists and migmatitic assemblages have been attributed to Caledonian metamorphism,

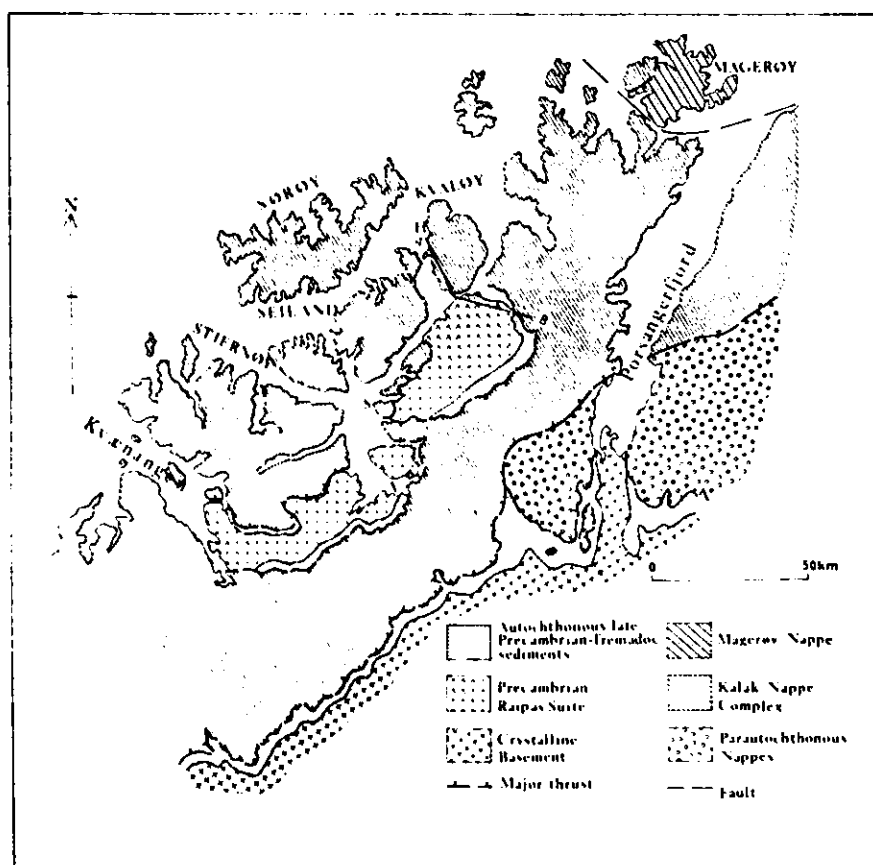


Fig. 1. General map of the main tectonic units of West Finnmark and North Troms. A-B represents the line of section in Fig. 2c. II - Hammerfest; Ø - Oksfjord; S - Storekorsnes; A - Alta.

striking differences exist between these and the migmatisation of definite Finnmarkian age (Ramsay & Sturt 1976) on northern Soroy.

Reconnaissance studies by the authors and initial detailed mapping currently in progress by Ø. Jansen have revealed that Kvaloy comprises a sequence of at least three major thrust nappes. On the 1:250 000 Hammerfest map sheet (Roberts 1974) three nappes are identified, based mainly on the work of Heggelund (1968), although neither the boundaries nor basic morphology of the units accord with those of the present authors. The published sequence is:

Upper Nappe	gneissified psammite banded veined gneiss, augen gneiss and migmatite garnet mica schist
Middle Nappe	pelitic and semi-pelitic schist thin-banded gneiss and amphibolite
Lower Nappe	garnet-biotite schist arkosic psammite

Correlation with the adjacent island of Seiland was first achieved through the distinctive Eidvågeid Schist (Worthing 1971a, 1971b) which occurs on both islands, separated by 1 km of water at the narrowest point. This lithology is a rusty-weathering, coarse-grained garnet-mica schist with numerous augen of feldspar, quartz-feldspar and large garnets, the latter frequently mantled by feldspar. The dominant aspects of the formation, however, is one of a thick pelitic schist. Worthing (1971a) identified this thick schist as a blastomylonitic assemblage created prior to the second phase of Finnmarkian deformation (D_2) and before much of the basic magmatism of the region. Despite the mylonitic character of the Eidvågeid Schist, Worthing regarded this unit as a pelite and an integral part of the stratigraphy. The mylonitic rocks of the Eidvågeid Schist are substantially recrystallised as a result of Caledonian amphibolite facies metamorphism. He did not appreciate, however, the full significance of this tectonic unit in the regional orogenic time-plan. Roberts (1974), in recognising that the Kalak Nappe was in fact a nappe complex, identified the mylonitised Eidvågeid Schist as constituting a boundary zone between his Korsfjord and Seiland Nappes.

The present study reinterprets the lithostratigraphic assemblage of Kvaløy and recognises the following tectono-stratigraphy:

Hammerfest Nappe
Kvaløy Nappe
Kvalsund Nappe

The rocks of the Kvalsund and Kvaløy Nappes are broadly equivalent to Heggelund's (1968) Stallogargo Group. The lower or *Kvalsund Nappe* outcrops in the southernmost part of the island (Fig. 2) and comprises a thick psammitic member resting unconformably on veined banded gneiss and overlain by mica schist.

The *Kvaløy Nappe* is a thick unit running through central Kvaløy and is principally composed of blastomylonites. These mylonitic rocks were derived in the main from a migmatite and pegmatite-veined gneiss complex characteristically containing large garnets. Relics showing original gneissic textures can be found in varying stages of degradation. The deformation fabrics range from augen gneiss through porphyroclastic blastomylonites with abundant or sparse augen to porphyroclastic ultramylonite. At the top of this nappe a thin development of several members of the Sørøy sequence is involved in a complex imbricate zone.

The upper or *Hammerfest Nappe* comprises a lower gneiss member unconformably overlain by a psammitic cover folded into a large synform, the Hammerfest Synform, which is overturned south-eastwards in the Hammerfest area.

The one striking and consistent tectonic feature throughout the nappe sequence is the evidence of strong flattening strains. In the cover metasediments this is expressed as a ductile layer-parallel strain while in the gneiss

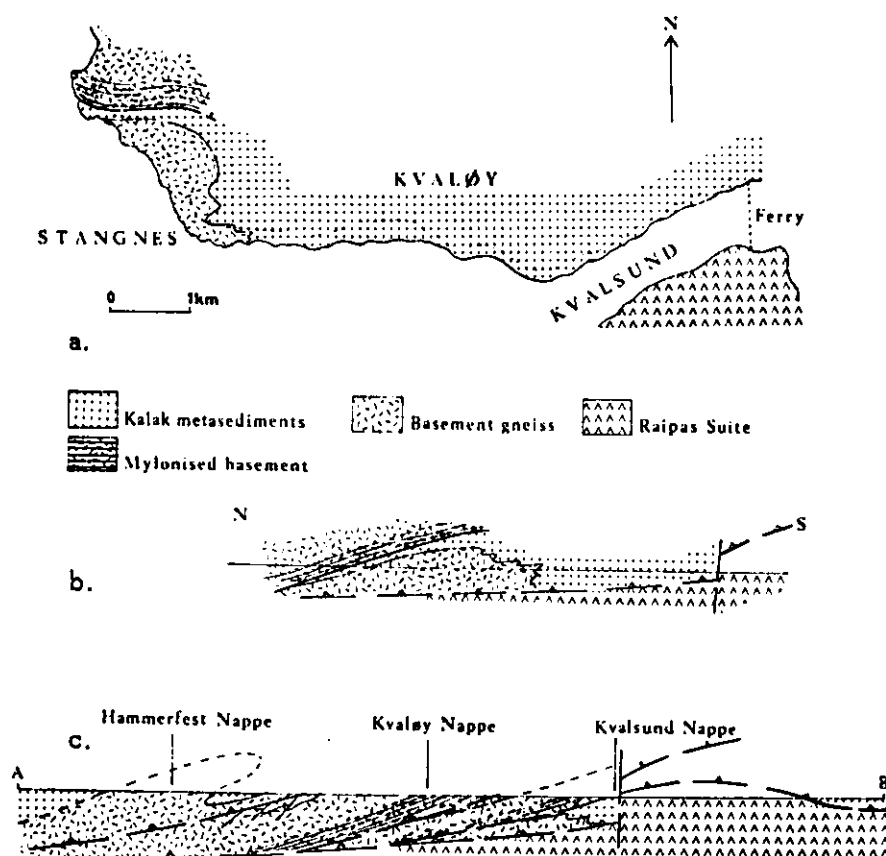


Fig. 2. (a) Geological sketch map of S.W. Kvaløya showing the location of the Stangnes unconformity within the Kvalsund Nappe. (b) Diagrammatic cross-section through the Stangnes unconformity. The upper thrust marks the base of the Kvaløya Nappe. (c) Diagrammatic cross-section along line A-B in Fig. 1. Thrust plane ornament as follows: - open triangles - sole thrust of Kvalsund Nappe; single tick - Kvaløya Thrust; double tick - minor thrust within the Kvaløya Nappe; filled triangles - thrust beneath the Hammerfest Nappe.

it is typically pervasive cataclasis leading to mylonitic banding. Veins originally transgressive to these new tectonic surfaces can still be recognised, albeit folded along their length with axial surfaces parallel to the mylonitic banding.

Primary stratigraphic unconformity within the Kvalsund Nappe

In a new road-cutting at Stangnes 7 km west-southwest of the Kvalsund ferry an unconformable contact is preserved between the Caledonian cover sequence and a gneissic basement within the Kvalsund Nappe (Fig. 2).

The basement is composed of streaky to well-banded, coarse-grained, grey, intermediate and basic gneisses with concordant and transgressive sheets of medium-grained pink granite and white pegmatite. The cover sequence is a well-banded series of psammites with subordinate mica schist (Klubben Psam-

mite Group). In the less deformed middle limbs of folds abundant examples of current-bedding, occasional channel structures and dewatering lobes all indicate younging away from the gneiss. At one location on the contact a thin development of granule conglomerate fills a small depression in the basement in which clastic quartz and feldspar grains attain sizes of 5 mm. The actual surface of contact has been modified slightly by layer-parallel strain in the subsequent deformation of the sequences, but it is not in a mylonitic condition.

Caledonian deformation has resulted in macroscopic, monoclinical to recumbent, easterly-facing coupled folds, up to 30 m in wavelength (Fig. 2b). The pattern of deformation is characterised by the layering in the long limbs of these folds, being dramatically attenuated, in some cases to complete excision (Fig. 3). In the portions of the common limb which are not overturned the layers remain thicker and it is in such limbs that the sedimentary structures are preserved. In these thicker limbs there is also some evidence of pre-fold flattening, while on the crests of the folds one can recognise a thinly-spaced axial plane strain-slip cleavage in the pelitic layers which deforms the penetrative schistosity. This prominent folding of the unconformity is therefore not the earliest Caledonian deformation. The character of the earlier Caledonian strain at this locality is a flattening affecting both basement and cover. In other districts of the region such a flattening characterises the final phase of Finnmarkian D_1 strain (Sturt et al., in press).

Across the surface of unconformity there is a marked break in metamorphism from the high-grade conditions of the coarse gneiss to upper greenschist facies in the psammite. The numerous foliated granite veins in the gneiss, which do not breach the unconformity, transgress and post-date an older foliation in the gneiss (Fig. 3). Thus, it is clear that the Klubben Psammite was deposited on a deeply eroded gneissic substrate.

The petrological character of this sub-Caledonian gneiss on Kvaløy and Seiland contrasts markedly with the basement found on the adjacent mainland. In the large Komagfjord and Alta-Kvænangen tectonic windows and along the Caledonian front in Finnmark a thin autochthonous sequence of late-Pre-cambrian sediments (Dividal Group and equivalents) rests on a low-grade volcanogenic and clastic sedimentary sequence (Fig. 1) (Reitan 1963, Roberts & Fareth 1974, Sturt et al. 1975, Jansen 1976). This assemblage of greenstones and volcanoclastic sediments with subordinate carbonates, psammites and psephites (Raipas Suite) is equated with Karelian successions in northern Finland (Reitan 1965). In a few conglomerate horizons within this sequence pebbles of coarse acid-intermediate plutonics and gneiss have been observed. The authors consider that gneisses of a type similar to those on Kvaløy could have been the source of the pebbles and may underlie the Raipas assemblages of the windows.

On a regional scale the Finnmarkian nappe sequence is characterised by repetitions of gneissic units with envelopes of Caledonian or Raipas meta-sediments (Sturt et al., in press). Where internal strains are lower, as in the Kvalsund Nappe, an original basement-cover unconformity is preserved, though

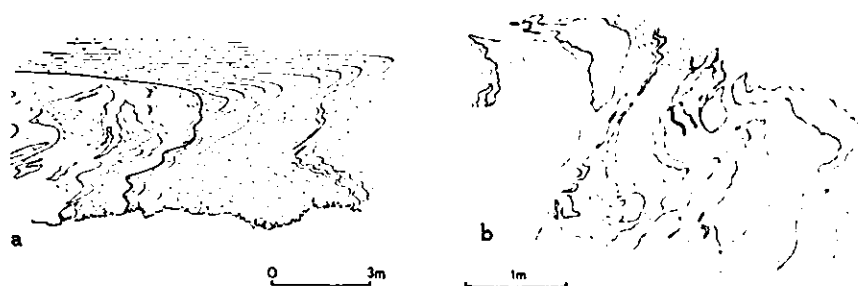


Fig. 3. Sketches from the Stangnes locality. (a) Sketch, looking north, of part of the unconformity folded by large D_2 Caledonian folds; basement gneiss occurs in the core of the fold with a cover of Klubben Psammite (dotted). (b) Typical aspect of the basement gneisses. Fine lines – basic gneisses; unornamented – acid veins.

more commonly there has been tectonic uncoupling and thrust relationships prevail. The gneissic units have generally experienced large penetrative strains with variable developments of augen gneiss and blastomylonites. They may also be strongly attenuated or smeared-out in specific areas where they have overridden by the cover. During the evolution of the orogen, thrusts penetrated into the basement and translated gneissic slabs south-eastwards with their supracrustal covers. During the course of this process the cover in many cases was detached or became the focus of large shear strains. In such a tectonic regime preservation of a primary stratigraphic unconformity is unusual but its presence, as at Stangnes, is of great importance in an appreciation of the significance of the various gneiss members in the tectono-stratigraphy of the Finnmarkian nappe complexes. This pattern of nappes has been found by the authors to extend from Porsangerfjord to Lyngenfjord, south-west of Kvænangen, and has also been reported independently by K. B. Zwaan (pers. comm. 1976) from the interior south of Kvænangen.

Evidence of Caledonian sediments resting on a gneissic substrate poses several important questions for the current evolutionary models of the region (Ramsay 1973, Robins & Gardner 1974). The occurrence of gneissic elements in the allochthon implies a distal provenance well within the orogenic belt, placing some restraint on reconstructions of a proto-Atlantic or Iapetus ocean based in terms of a present-day Atlantic model.

In any palinspastic reconstruction of the nappes the monotonous sandstone sequences of Finnmark must extend across the orogen for something between 150 km and 400 km from the Caledonian front, reflecting a broad epicontinental sea. It is only in the upper nappes of the sequence that significant developments of younger neritic to bathyal turbiditic sediments occur, suggesting a distal sedimentation close to the possible edge of the continental shelf. The large volume of gneisses involved in the Kalak Nappe sequence implies the existence of a considerable mass of continental crust extending north-westwards beneath the Kalak sediments. The restriction of Raipas rocks to the lower nappes suggests that former extension of this group was not too far north-west of the present coastline. Caledonian metasediments rest on the

Raipas Suite in the autochthon and parautochthon while in the upper nappes they overlie presumed pre-Karelian gneisses. There is no evidence, therefore, for any break in the sialic basement north-west of the present shoreline.

The sialic character of the basement elements in the nappes is the only positive indication of the nature of the substrate beneath the Caledonian geosyncline. Based on our own work and that of K. B. Zwaan (1976) on the 1:250,000 map sheet Nordreisa, such gneisses occur in at least five discrete horizons in West Finnmark and North Troms. No definite evidence of basaltic oceanic crust has yet been distinguished in the Finnmarkian belt.

The absence of any evidence of the Finnmarkian diastrophic cycle in north-east Greenland (Higgins 1976) suggests that these two regions were separate entities during the period of compressive strains of this late Cambrian – early Ordovician phase.

Tectonic lithologies

Study of the contact relationships between gneiss and cover throughout the region and even recognition of gneiss itself can frequently be difficult. During progressive straining at elevated temperatures the effects of stress and temperature combine to reconstitute the rocks texturally and mineralogically and to produce superficial fabric convergence towards the Caledonian psammitic sequences. The parent rocks so far identified in the basement gneisses include banded acid, intermediate and basic gneisses, agmatitic and veinitic migmatites. Suites of granite and pegmatite sheets intrude both para- and orthogneiss.

As a result of the mylonitisation process the gneiss acquires a progressively well-marked banding, accompanied by greatly reduced grain-size until ultimately the fabric is of a very regular, thinly laminated rock with or without porphyroclasts of feldspar, quartz-feldspar and garnet. At intermediate stages the form of augen and augen strings can be more closely related to the original feldspar. This is particularly marked where pegmatites are involved in the cataclastic process. The matrix of the mylonitic rocks is considerably recrystallised with development of polygonal grain mosaics with triple-grain junctions approaching angles of 120° . Small new garnets also develop during this recrystallisation.

The banded rocks resulting from cataclasis can often be mistaken at first sight for a pale grey to white psammite, here referred to as pseudo-psammite. Depending on original composition such pseudo-psammites may be predominantly feldspathic or quartz-feldspathic rocks. The ultramylonitic facies is a black to dark grey microcrystalline rock with variable preservation of small porphyroclasts.

In some situations, especially where intermediate acid or migmatitic gneisses are involved, the combination of high temperature and large strains with hydrothermal activity results in the prominent development of white mica. This may become a significant constituent so that the rock assumes the aspect of a mica schist characterised by coarse phacoidal micas.

Age of the gneisses

At the present time little geochronological evidence is available from the gneisses of the Kalak Nappe sequence (Sturt et al. in press). The relative age, however, is explicit on geological grounds through the unconformable relationship observed between the gneisses and late Precambrian-Cambrian sediments at Stangnes. In the wider region the gneisses of the allochthon are generally separated from the other members of the tectono-stratigraphy by tectonic junctions although the repetitions of gneiss-Raipas or gneiss-Caledonian sequences can be interpreted most rationally as the shuffling of thrust slices of basement and thin supracrustal cover. The identification of a Caledonian age for most of these gneisses was based on their intimate association or alternation with the late Precambrian-Cambrian metasediments. The previously unsuspected blastomylonitic facies of the gneisses with their superficial resemblance to feldspathised or migmatised psammities were also included as Caledonian gneisses. The abundant non-tectonised relics, however, provide proof of a high-grade gneiss parentage distinctly atypical of the well-documented Caledonian migmatites.

In the Øksfjord region and on the islands of Stjernøy and Seiland, gneiss occurs in screens between Caledonian basic plutons (Sturt et al. 1975) and was regarded by Hooper & Gronow (1969) as occupying an anticlinal arch of gneissic rocks of Caledonian age. Near Øksfjord Brueckner (1973) reported an Rb/Sr isochron of 1035 m.y., i.e. a Sveconorwegian or Grenvillian age, from a quartz-rich gneiss.

On the peninsula of Storekorsnes (Fig. 1) the north-western cover of the Komagfjord tectonic window is a sequence of nappes of gneisses separated by thin skins of metasediments (see also Jansen 1976). These gneisses occupy a similar structural setting to the Kvaløy gneisses. The uppermost nappe is dominated by basic and dioritic gneisses cut by a plexus of feldspathic and quartzo-feldspathic sheets. The rocks of this upper unit are locally reduced to foliated amphibolites and striped basic gneisses. A preliminary Rb/Sr whole-rock isochron age from a microcline-rich pegmatitic dyke yields an age of 1469 ± 70 m.y. B.P. and an earlier, foliated, plagioclase-rich dyke gives an indication of a much older age with a preliminary isochron age of 2760 ± 150 m.y. (I. R. Pringle, pers. comm. 1976; $^{87}\text{Rb} = 1.39 \times 10^{-11} \text{yr}^{-1}$).

Conclusions

The tectonostratigraphy of Kvaløy provides evidence which is important to an understanding of the significance of gneissic elements in the Kalak Nappe Complex of Finnmark and North Troms. Recent investigations reveal that the Finnmarkian segment of the Caledonian orogenic belt of northern Norway comprises a sequence of extensive yet thin nappes, each with a consistent pattern of lithostratigraphy (Sturt et al. 1975, Zwaan 1976). Typically these contain basal gneisses succeeded by a truncated, attenuated or complete

succession of the standard Sorøy succession. The gneiss units may be thick or reduced to thin mylonitic slivers. The gneisses vary from ones exhibiting original Precambrian features through varying stages of Caledonian reworking to essentially 'Caledonised' gneisses. This reworking produces a banded sequence of rocks some of which were previously regarded as variably feldspathised or migmatised metasediments and amphibolites of unknown, but supposed Vendian-Cambrian age (e.g. Roberts 1974).

Contacts between the Caledonian supracrustals and the older gneisses are generally surfaces of thrusting with a variable development of mylonite. The Stangnes unconformity, in preserving an original sedimentary relationship, becomes a feature of considerable importance for interpreting the basement-cover repetitions in the tectono-stratigraphy of the nappe pile. It is proposed that in many cases the cover sequences in the nappes were uncoupled from their substrate in their translation and slid independently, and in some cases even cut through the gneissic basement.

The repetition of allochthonous gneissic units within the Finnmarkian nappe stratigraphy suggests that a sizable development of continental crust continued into the orogenic interior and formed the substrate on which Caledonian supracrustals were developed. It is, as yet, too early to speculate whether this represents merely an extraordinarily wide continental shelf or if a separate continental area was sited between Scandinavia and Greenland, although the former alternative is provisionally favoured.

The Finnmarkian Phase of the orogeny has apparently no parallel in north-east Greenland where Caledonian deformation and metamorphism equates with the main Scandinavian phase, i.e. late Silurian. This implies a separation of the northern Baltic and Greenland sedimentary basins where evorogenic deformation proceeded on one side and is absent on the other. If an Iapetus Ocean model is maintained for Caledonian evolution therefore, sufficient intervening ocean must have separated the two areas.

Acknowledgements. - The authors wish to acknowledge grant support by the Natural Environment Research Council (N.E.R.C.) and by the Norwegian Research Council for Science and Humanities (N.A.V.F.) project No. D.48 22-18. This paper represents work done in relation to the I.G.C.P. project 27- Caledonide Orogen.

International Geological Correlation Programme
Norwegian contribution No. 7 to Project Caledonide Orogen

REFERENCES

- Brueckner, H. K. 1973: Reconnaissance Rb/Sr investigation of salic, mafic and ultramafic rocks in the Øksfjord, Seiland province, northern Norway. *Norsk geol. Tidsskr.* 53, 11-23.
- Gayer, R. A. & J. Roberts 1971: The structural relationships of the Caledonian nappe of Porsangerfjord, West Finnmark, N. Norway. *Norges geol. Unders.* 269, 21-67.
- Heggelund, K. 1968: *En geologisk undersøkelse av Kvaløya i Vest-Finnmark*. Unpubl. Cand. real thesis, Univ. of Oslo.
- Higgins, A. K. 1976: Pre-Caledonian metamorphic complexes within the southern part of the East Greenland Caledonides. *Geol. Soc. London Quart. Jour.* 125, 193-217.

- Hooper, P. & Gronow, C. W. 1969: The regional significance of the Caledonian structures of the Sandland peninsula, West Finnmark. *Geol. Soc. London Quart. Jour.* 125, 193-217.
- Jansen, Ø. 1976: *Strukturell og metamorf utvikling i den vestlige del av Komagfjord vinduet og overliggende dekker*. Unpubl. Cand. real thesis, University of Bergen.
- Ramsay, D. M. 1971: Stratigraphy of Sorøy. *Norges geol. Unders.* 269, 314-7.
- Ramsay, D. M. 1973: Possible existence of a stillborn marginal ocean in the Caledonian orogenic belt of north-west Norway. *Nature Phys. Sci.* 245, 107-9.
- Ramsay, D. M. & Sturt, B. A. 1976: The synmetamorphic emplacement of the Magerøy Nappe. *Norsk geol. Tidsskr.* 56, 291-307.
- Reitan, P. H. 1963: The geology of the Komagfjord Tectonic window of the Raipas suite, Finnmark, Norway. *Norges geol. Unders.* 221, 71 p.
- Reitan, P. H. 1965: Correlation of Doggelv and Lomvann formations, Komagfjord Tectonic Window, Finnmark: an alternative suggestion. *Norges geol. Unders.* 234, 192-5.
- Roberts, D. 1974: Hammerfest: Beskrivelse til de 1:250 000 berggrunnsgeologi kart. *Norges geol. Unders.* 301, 66 p.
- Roberts, D. & Fareth, E. 1974: Correlation of the autochthonous stratigraphical sequences in the Alta-Reppafjord Region, West Finnmark. *Norsk geol. Tidsskr.* 54, 123-129.
- Robins, B. & Gardner, P. M. 1975: The magmatic evolution of the Seiland Province and Caledonian plate boundaries in northern Norway. *Earth and Planet. Sci. Lett.* 26, 167-78.
- Sturt, B. A., Pringle, I. R. & Roberts, D. 1975: Caledonian nappe sequence of Finnmark, Northern Norway and the timing and orogenic deformation and metamorphism. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 86, 710-8.
- Sturt, B. A., Pringle, I. R. & Ramsay, D. M. 1977: The Finnmarkian Phase of the Caledonian Orogeny. *Geol. Soc. London Quart. Jour.* (in press).
- Worthing, M. A. 1971a: *Studies in the structure and metamorphic petrology of the Eocambrian rocks of Eastern Seiland, north Norway*. Unpubl. Ph. D. thesis, Univ. of London.
- Worthing, M. A. 1971b: The stratigraphy of part of Eastern Seiland, West Finnmark. *Norges geol. Unders.* 269, 323-327.
- Zwaan, K. B. 1976: Berggrunnsgeologisk kart Nordreisa, 1:250 000: preliminaer utgave. *Norges geol. Unders.*

RECEN

(A list of earl
and including

MAPS PRINT

1:250 000 Sa

Te

Os

1:100 000 H

N

1: 50 000 1:

20

20

15

13

17

19

16

19

20

B

11

1: 20 000 G

MAPS IN BE

or as transpa

1:250 000 E

N

S

1:100 000 Y

Y

Z

J

K

K

1: 50 000 1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

1:

Metamorfose: Cu, Ni, Co settes fri ved overgangen fra Epidot-Amfibolitt-Fasies i Granulittfasies (De Vore (1955) The role of absorption in the fractionation and distribution of the elements. J. Geol. 63 (1955) 1959)

Ti, Y, Zr, Nb, Cr → stabil i regionalmetamorfose [Conn J.R.: Rb, Sr, Y, Zr and Nb in some ocean floor basalts: E. Pl. Sci. L10 1970 7]

Na, K Lokale til- og vekstførelser regional immens utjevnet!

Partiell smelting → anrikning av TR, Zr, Hf, Ta i Sirkon og granat
→ stigende metamorfose → Allanitt instabil → Uran migrert før Thorium.

Kalimetamorfose ødlegger Monazit og Xenotim de viktigste bæremineraler for sjeldne jordmineraler (RE).

Økende Kaliumgehalter → økende gehalter i Li, Be, Rb, Ga, Sn, Pb i Pegmatitt

Gehalter i Au og Pt av ortoamfibolitter:

Pt: 0.08 - 0.8 ppm

Pd: 0.08 - 0.1 "

Au: 0.08 - 0.2 "

Noen bemerkninger til mineraliseringer i ~~svartskiffer~~ svartskiffer.

Som ~~det~~ anomaliene i det aeromagnetiske kartbildet viser finnes det en del områder med grafittførende skiffer i Komagfjordvindu og dens eokambriske rammen. En større kompleks med svartskiffer ligger syd for Kvalsund. Komplekset representerer en spesiell fasies (tidal flat fasies) innenfor Kvalsundformasjonens skiffer, kvartsitt og konglomeratbergarter.

Det geokjemiske kart viser her anomale verdier for Zn, Cu, Co

P.g. av prioriteringer ble det i 1977 ikke foretatt detaljerte undersøkelser i dette feltet.

Svartskiffer er generelt interessante undersøkelses og studieobjekter på grunn av dens evne å konsentrerer mer eller mindre sjeldne elementer. ~~hvor~~ som kan være bunnet i silikatiske, karbonatiske mineralkomponenter, i sulfider eller i organiske substanser (primaert i bitumen, humater, porfyriner o.a.)

Reduktive og sorptive egenskaper av organisk materialet konsentrerer elementer som V, Ni, Cr, Mo, Co, U og andre.

Den primære anrikningen kan foregå a) organogen : akkumulatift gjennom levende organismer. b) adsorptift under kompleksdannelsen f.eks. porfyrin kompleks (V, Ni, Zn). c) Bakterielt sulfidutfelling og anrikning av Cu, Pb, Zn under produksjon av H_2S

Sedimentasjon av slike svartskiffer har foregått i gunnt vann med en sedimentasjonsraten på 30 - 50 cm per 1000 år. Tungmetallionkonsentrasjonen har formodentlig hele tiden vært ovenfor det toksiske nivå (ellers hadde organisk materiell ikke dannet seg). Konsentrasjonene i slike svartskiffer kan komme opp i økonomisk interessante størrelser ("Kupferschiefer" i middeleuropa)

Metallenes opprinnelse er etter alt å bedømme å regne fra utluting av

preeksisterende sedimenter. Det eksisterer f. eks en markert proporsjonalitet mellom Fe_2O_3 -gehalten i sandsteiner og mengdeandel i sporelementene som V, Pb, Cu, U, Bi, Zn, Ag.

Svartskiffere dannes oftest i hypersalint miljø. Under diagenesen øker mobiliteten av tungmetallionene i høysalint porevann. Ved metamorfosen dannes grafitt og tungmetallene migrerer til den såkalte fremmedskiven d.v.s. til de gråsteinsbånd (kvartsitt) mellom biolittlagene.

Svartskiffere syd for Kvalsund har dannet seg formodentlig i et "tidal flat" som var avskjermet fra havet gjennom en reef eller barriere. Kobbermineraliseringen i en elvedelta i nærheten (Steinfjell-Formasjon) kan tyder på at også på "tidal flat" arealet var det tilbud på tungmetallioner.

I 1978 skal dette område spesielt nøyaktig granskes med hjelp av geokjemiske metoder.

Fasiesmodell (Strigmy & Steffan)

Som forberedelse til sedimentologiske undersøkelser med sikte på å få genetisk kontroll over mineraliseringer av ulveryggen-type har vi begynt å lage et teoretisk fasiesmodell. Utgangspunkt for dette fasiesmodellet var følgende observasjoner i terrenget.

1. Kvalsund^{IF}formasjonens svartskiffer forekommer i et begrenset område i NW-delen av Komagfjorduinduet. De ~~ligger~~ hviler direkte på Holmvann-Formasjonens fyllittiske grønnskiffer.
2. Doggelv-Formasjonens arkoser og småkonglomerater ligger også direkte på massive basiske metavulkanitter og metavulkanittkonglomerater.
3. I Doggelvendistriktet forekommer det linser av kvartsittisk svartskiffer av kvalsund-typen innleiret i Doggelv-Formasjonens arkoser.

Man kan derfor ikke utelukke at kvalsund-Formasjonen og Doggelv-Formasjonen er stratigrafiske ekvivalenter, som har gjennomgått betydelige fasiesforandringer.

Som er skilt gjennom ↗

4. Doggelv- og Steinfjellformasjonens bergarter viser ingen litologiske forskjell i mesoskopis målestokk. Begge litostratigrafiske enheter er dessuten karakterisert gjennom småkonglomerater og skråskiltningsplaner.
5. Det synes at Doggelv-Formasjonens bergarter viser avtagende kornstørrelse mot SSE (tiltappende antall rippler).

Doggelv-Formasjonen kan derfor betraktes som lateral ekvivalent til Steinfjell-Formasjonen

6. Steinfjell-Formasjonen har sedimentær kontakt til Djupelv-Formasjonen. Djupelv-Formasjonen er derfor yngre enn Steinfjell-Formasjonen. (se REITAN, 1963).

7. Fiskevann - Formasjonen er skyvet over Djupelv - Formasjonen

8. Både Djupelv - og Fiskevann - Formasjonen viser grovklastiske sedimenter på basisen (konglomerater) og går mot hengen over i mere finklastiske bergarter (arkoser, kvartsitter).

Fiskevann - Formasjonens bergarter antas derfor å være eldre eller Like gamle som Djupelv - og Steinsfjell - Formasjonen.

9. Sedimentære linser med høyt feldspattinnhold finnes på toppen av Holmvann - Formasjonen (Kvalsunddalen ca. 800 m ESE for Langvann og ved Store Lerrisfjord - tuffitter?).

10. Karbonater og kvartsitter på toppen av Holmvann - Formasjonen forekommer bare i NW - delen av vinduet (Stromatolitter på en lystparallel barriere)

Ut fra de ovenpå nevnte 'statements' resulterer følgende fasiesmodell: (se bilag)

1. Over peneplaniserte ? arkaiske gneiser flytter ut basaltiske og keratofyriske lavaer, som er presset opp gjennom dilatasjonssprekker etter at vinducts areal hadde senket seg mot syd
2. Basaltene og keratofyrer ble opparbeidet av et hav som transgrederer fra syd mens vulkanismen vedvarer (skråskiktning i gråvåttene, omlagrede tuffer, vulkanitt-bånd i grønnstenskonglomeratene ved Saltvann).
3. Et svakt regression i nord forårsaker dannelsen av grunne områder i havet hvor veksten av Stromatolitter ble mulig.
4. I dette rel. grunne havområde transporterer en kjempemessig elv store mengder med deltasedimenter. Mellom havet og kysten ligger dessuten en barriere som skiller havet utenfor fra et "tidal flat" område.

Sedimentasjonsretning: Målingene på skråskiktningssflater i Ulveryggenområde og langs Doggeelven viser transportretning fra NW resp. WNW.

I gruveområde dominerer transport fra NW, langs Doggeelven fra WNW.

Tektonisk modell (Stribrny & Steffan)

Etter at alle tilgjengelige geologiske data om komagfjordvinducts bergarter ^{var} ~~ble~~ vurdert og kombinert med observasjonene fra feltsesongen 1977, har vi funnet frem til en modellutkast for komagfjordvinducts historiske utvikling:

1. Basement (Arkaiske gneiser)

2. Vulkanisme

Avsenkning mot syd. I forbindelse med dilatasjonsbruddet → transportveier for vulkanisk materiell.

3. Vulkanisme

(Lava - gråvauke - tuffitter)

Transgression (Grønnstenstransgressionskonglomerat med komponenter av basiske vulkanitter og basalgneis).

4. Avtagende vulkanisme fra

SE mot NW.

Utvikling av et "tidal flat" som er skjermet fra åpen hav gjennom en barriere.

Finklastisk sedimentasjon i "tidal flat" område og vekst av Stromatolitter på barriøren og på eksponerte områder på "tidal flats". → svartskifferer med karbonatstriper.

Svak regression

5. Under vedvarende sedimentasjon av svartskifferer oppbygging av et elvedelta i arealet foran barriøren. → Arkoser og konglomerater av Steinfiell og Doggelv-Formasjonen.

6. Konglomerater av Djupelv-Formasjonen. → Djupelv-Formasjonens arkoser og kvartsitter.

Transgression

7.

Utvikling av geosynklinalen

8. Oppressing av ultrabasitter på dilatasjons-sprekker

9. Oppressing av gabbroene

10. Intrusion av sure magmatitter

Hovedfoldning (Innsnevring NW-SE)

11.

Erosion

↑
Ka -
Le -
don -
sk -

12. Tillitter ? Varvitter ?
i Lomvannformasjonen

Glasial

fold-

ning

13. Dekkeoverskyvning

Dekkeoverskyvning

14. Dannelse av kinkbåndstrukturer
(se flybildestrukturkart)

Innsnevring E-W

15.

Opphvelving av vinduets område

Inhaltsverzeichnis

1.	Ziele der durchgefuehrten Untersuchungen	3
2.	Arbeitsgebiet	
2.1.	Topographie	3
2.2.	Abriss der Geologie des Arbeitsgebietes	4
3.	Eh- und pH - Messungen	5
3.1.	pH	6
3.2.	Eh	8
4.	Probennahme	11
5.	Die Ionenaustausch-Methode	11
6.	Analysen	
6.1.	Die Dithizon-Methode	13
6.1.1.	Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes in Bachsedimenten (cxHM)	15
6.1.2.	Bestimmung von Kupfer in Bachsedimenten (cxCu)	16
6.1.3.	Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes in Wässern (cxHM)	18
6.2.	Analyse der Ionenaustauscher	20
6.3.	Gesteinsanalysen	20
7.	Analysenergebnisse	
7.1.	Gesteinsanalysen	20
7.2.	Dithizonanalysen	20
8.	Diskussion der Anomalien und Beschreibung der Vererzungen	20
	Literaturverzeichnis	26

Anhang:

- Karte I: Lage der Probenpunkte und Bachnummern
Karte II: Dithizonanalysen, Bachsedimente, Kupfer (cxCu)
Karte III: Dithizonanalysen, Bachsed., Schwermetalle (cxHM)
Karte IV: Dithizonanalysen, Bachwässer, Schwermetalle (cxHM)
Karte V: Geologie des suedöstlichen Teils des Komag-
fjord-Fensters mit Bachsystemen, nach P.Reitan, 1960

1. Ziele der durchgefuehrten Untersuchungen

Ein Ziel dieser Untersuchungen war, mit geochemischen Methoden, die regional relativ grosse Gebiete erfassen, im suedoestlichen Teil des Komagfjord-Fensters, Finnmark, Norwegen, Bereiche geochemischer Anomalien und eventuell damit verbundene Erzvorkommen der Elemente Cu, Zn, Pb, Co und Ni zu lokalisieren. Dazu wurden Bachsediment- und Bachwasserproben genommen, die die sekundären Dispersionshoefe der genannten Elemente erfassen sollten. Zur Schwermetallgehaltsbestimmung in den beiden Untersuchungsmedien wurde die Dithizon-Methode verwandt, die es ermoglicht, die Analysen direkt im Gelände durchzufuehren und somit Analyseergebnisse und Geländebeobachtungen an Ort und Stelle zu korrelieren.

Ein anderes Ziel der hier durchgefuehrten Untersuchungen war, die Anwendbarkeit der Ionenaustausch-Methode zu pruefen, die es ermoglichen wuerde, einfache Analysen von Bachwassern zur geochemischen Prospektion durchzufuehren und geochemische Anomalien in Bachwassern praezise festzulegen, da Störeinfluesse wie starke Wasserstandsschwankungen und somit Verdünnungsschwankungen ausgeschaltet wuerden. Somit koennten grossere Gebiete mit vergleichbaren Werten an Schwermetallgehalten bearbeitet werden. Die Anwendbarkeit dieser Methode sollte durch Vergleich mit den Dithizon-Analyseergebnissen und den im Gelände gefundenen Vererzungen geprueft werden.

2. Arbeitsgebiet

2.1. Topographie

Das Arbeitsgebiet liegt zwischen $70^{\circ}25'$ und $70^{\circ}18'$ nördlicher Breite und zwischen $24^{\circ}15'$ und $24^{\circ}33'$ östlicher Länge. Es bedeckt den zentralen bis östlichen Teil der topographischen Karte Blatt Repparfjord 1935 I (1:50 000) und umfasst eine Fläche von ca. 90 km^2 .

Das Gebiet ist bis auf einige Wochenendhäuser entlang des Flusses Repparfjordelv unbesiedelt. Die nächste Ortschaft ist Skaidi, die von der nordöstlichsten Grenze des Arbeitsgebietes ca. 2 km entfernt ist. Durch das Gebiet verläuft

entlang des Repparfjordelv die Staatsstrasse 6 auf eine Länge von ca. 15 km. Der Fluss ist an zwei Stellen durch Bruecken zu ueberqueren.

Die Drainage ist gut entwickelt, so dass Bæche und Seen zahlreich vorhanden sind.

2.2. Abriss der Geologie des Arbeitsgebietes

Das Arbeitsgebiet liegt im suedøstlichen Teil des Komag-fjord-Fensters und greift im æussersten Suedosten bis in die kaledonische Ueberschiebungsdecke hinein.

Die Gesteine sind im grøssten Teil des Gebietes gut aufgeschlossen, nur suedwestlich des Repparfjordelvs sind grøssere Bereiche mit Morænenschutt bedeckt.

Die vorliegenden Gesteine lassen sich Reitans Repparfjord-Gruppe zuordnen, woraus Teilbereiche der Holmvann-, Doggeelv- und Lomvann-Formation auftreten. Die Doggeelv-Formation wird von einigen gabbroiden Intrusiva durchschlagen.

Die Holmvann-Formation besteht innerhalb des Arbeitsgebietes aus massiven Gruensteinen, in die østlich des Brattelvs einige geringmæchtige feldspatreiche Sandsteine eingeschaltet sind. Ausserdem treten innerhalb dieser Formation zahlreiche Quarzgænge z.T. mit Calcit auf, die stellenweise mineralisiert sind (Cu). Die Doggeelv-Formation besteht ueberwiegend aus reinen Quarziten in denen sich Sedimentstrukturen wie Kreuz- und Schragsschichtung sowie Rippelmarken hæufig beobachten lassen. Innerhalb dieser Formation wurden auch Horizonte mit ungerundeten Milchquarzgerøllen beobachtet, die z.T. einen Durchmesser von mehr als 10 cm besitzen. Die Lomvann-Formation besteht aus Tonschiefern, in die bræunlich verwitternde Kalksteinbænkchen sowie Quarzite eingelagert sind. Die kaledonische Ueberschiebungsdecke besteht innerhalb des Arbeitsgebietes aus Quarziten.

Die Gesteine innerhalb des Fensters streichen NE-SW. Sæmtliche vorliegenden Gesteinseinheiten sind stark verfaltet. Entlang des Doggeelv læsst sich innerhalb der Quarzite eine Serie von Anti- und Synklinen beobachten. Die Gruensteine der Holmvann-Formation bilden eine Antiform, die von NE nach SW durch das gesamte Arbeitsgebiet verlæuft.

Innerhalb des Arbeitsgebietes kommen verschiedene Kupfer-Mineralisationen vor. Die meisten Vererzungen sind an Quarzgänge und -linsen innerhalb der Gruensteine gebunden. An Erzmineralen kommen vor: Kupferkies, Pyrit und sekundäre Kupferminerale. Ein anderer Typ von Kupfer-Mineralisation liegt in einem an der Staatsstrasse 6 aufgeschlossenen Meta-Gabbro vor, der an dieser Stelle eine Mächtigkeit von ca. 30 m besitzt. Die Hauptmineralisierungszone ist jedoch nur wenige Meter breit. An Erzmineralen kommen hier vor: Pyrit, Kupferkies, Magnetkies und Malachit. Innerhalb der Tonschiefer der Lomvann-Formation liessen sich lokal Anreicherungen von Magnetkies und auch Pyrit beobachten.

3. Eh und pH - Messungen

In sämtlichen Bächen innerhalb des Arbeitsgebietes wurden Eh und pH - Messungen durchgeführt. Dazu wurde ein Taschen-Eh-pH-Meter der Firma SCHOTT&GEN., Mainz, Typ CG 717 verwandt. Fuer die pH-Messungen wurde die Glas-Kalomel-Elektrode Typ N 62 und fuer die Eh-Messungen die Platin-Kalomel-Elektrode Typ Pt 62 benutzt. Bei den Eh-Messungen wurde die Spannung Platin-Kalomel gemessen und 256 mV fuer die Spannung Kalomel-Normalwasserstoffelektrode fuer Wassertemperaturen $=5^{\circ}\text{C}$ addiert.

Die Messungen hatten den Zweck, Aussagen ueber die Mobilität der untersuchten Elemente machen zu können, sowie Aufschlusse ueber die Oxidationskraft der vorliegenden Bäche, also die Fähigkeit Erzminerale zu zersetzen, zu erhalten und somit festzustellen, ob die Bachwasser als Untersuchungsmedium zur geochemischen Prospektion geeignet sind. Die Messergebnisse sind aus Tab. 1 zu ersehen.

Tab. 1, Ergebnisse der Eh- und pH - Messungen

Bach Nr.	pH	Eh (mV)	Bach Nr.	pH	Eh (mV)	Bach Nr.	pH	Eh (mV)
I	6,3	+520	XIV	6,0	+490	XXIV	6,9	+530
II	6,3	+530	XV	6,8	+480	XXV	6,5	+500
III	5,7	+560	XVI	6,9	+460	XXVIII	6,6	+480
IV	6,8	+480	XVII	6,9	+470	XXIX	7,0	+510
V	6,7	+500	XVIII	7,1	+460	XXX	6,4	+500
VI	6,5	+500	XIX	7,0	+460	XXXI	6,6	+510
VII	6,7	+490	XX	6,7	+460	XXXII	6,3	+520
VIII	6,6	+520	XXI	7,0	+460	XXXIII	6,6	+470
IX	6,6	+510	XXII	7,0	+480	XXXIV	6,7	+460
X	6,8	+490	XXIII	6,9	+450	XXXV	6,4	+480

3.1. pH

Der pH ist einer der wichtigsten Faktoren, die die Löslichkeit der Elemente in wässrigen Lösungen bestimmen. Als Faustregel lässt sich sagen, dass die Elemente löslicher sind, je geringer der pH ist.

Steigt der pH in Richtung alkalisch, erreichen die Elemente den Punkt ihrer Hydrolyse, das heisst, sie fallen als Hydroxide aus. Tab. 2 zeigt den pH der Hydrolyse einiger

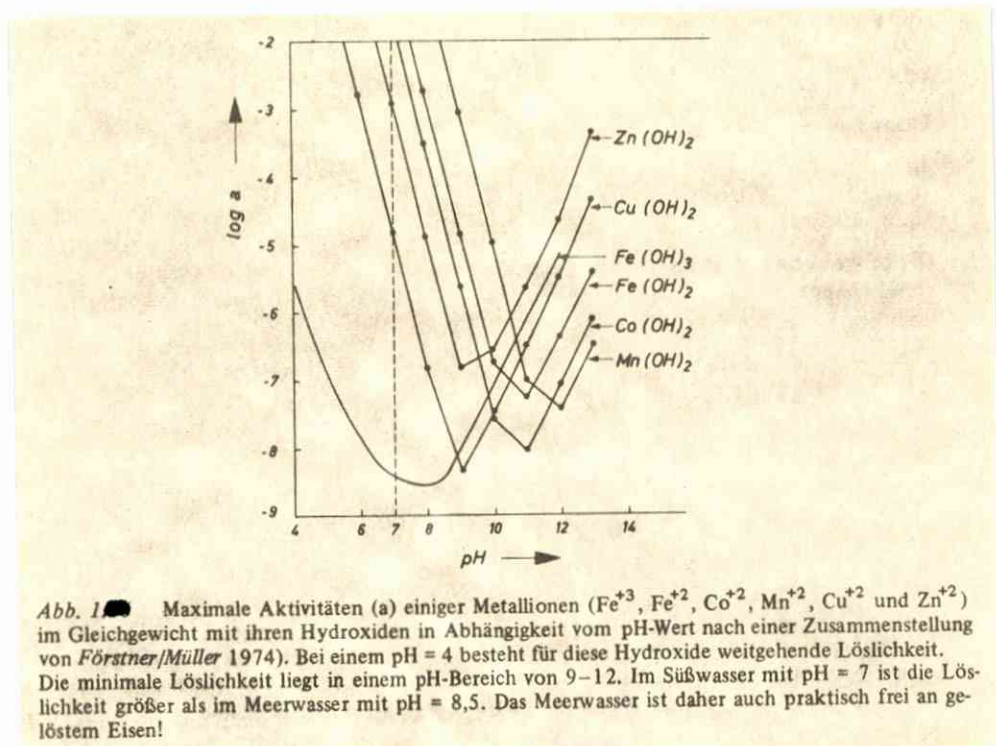
Tab. 2 pH of hydrolysis (hydroxide precipitation) of some elements from dilute solutions (from Britton, 1955, vol. 2, p. 102)

Element	pH	Element	pH	Element	pH	Element	pH
Fe ⁺³	2.0	Al ⁺³	4.1	Cd ⁺²	6.7	Pr ⁺³	7.1
Zr ⁺⁴	2.0	U ⁺⁶	4.2	Ni ⁺²	6.7	Hg ⁺²	7.3
Sn ⁺²	2.0	Cr ⁺³	5.3	Co ⁺²	6.8	Ce ⁺³	7.4
Ce ⁺⁴	2.7	Cu ⁺²	5.3	Y ⁺³	6.8	La ⁺³	8.4
Hg ⁺¹	3.0	Fe ⁺²	5.5	Sm ⁺³	6.8	Ag ⁺¹	7.5-8.0
In ⁺³	3.4	Be ⁺²	5.7	Zn ⁺²	7.0	Mn ⁺²	8.5-8.8
Th ⁺⁴	3.5	Pb ⁺²	6.0	Nd ⁺³	7.0	Mg ⁺²	10.5

wichtiger Elemente, wobei die bei diesen Untersuchungen bearbeiteten Elemente unterstrichen sind. Der pH der Hydrolyse hängt auch von der Konzentration der Metalle in der Lösung ab. Fuer diese Untersuchungen wurde der Fall in Tab. 2 fuer sehr niedrige Konzentrationen angenommen.

Ebenso kann man sagen, dass die Löslichkeit der Hydroxide mit steigendem pH abnimmt, die Löslichkeit ist jedoch von Element

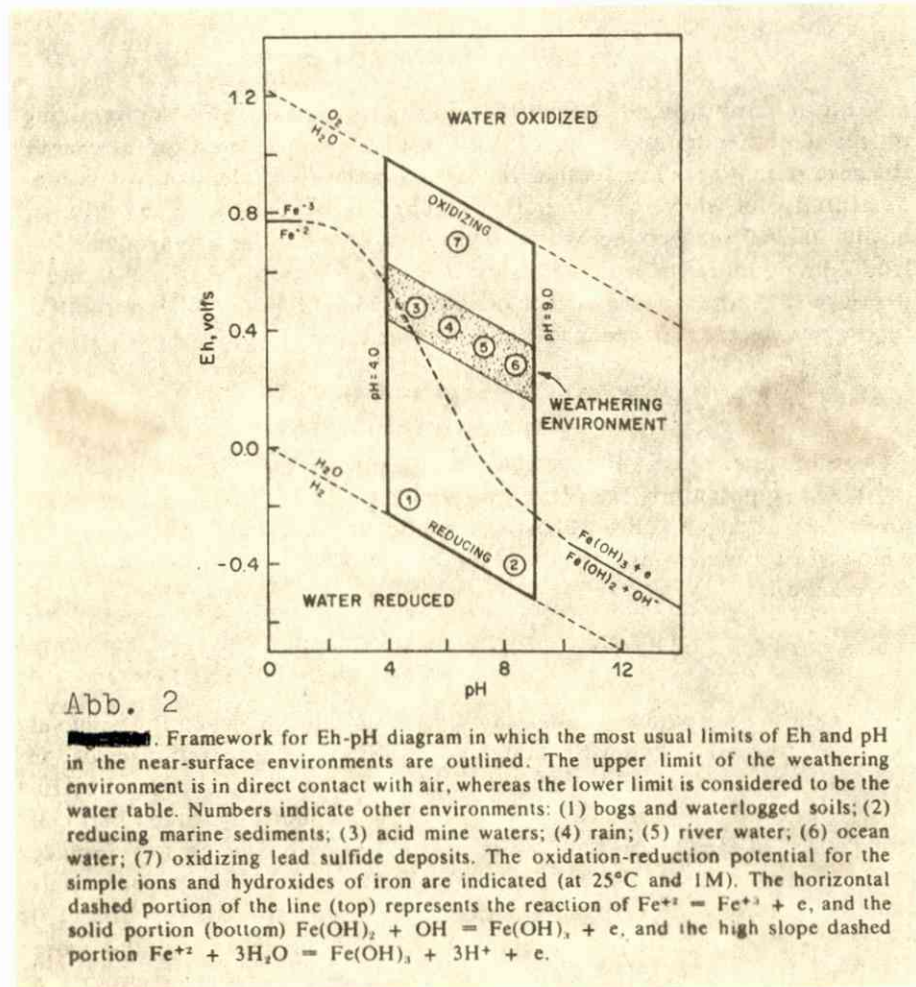
zu Element verschieden, was aus Abb. 1 zu entnehmen ist. Wie



aus Tab. 1 ersehen werden kann, sind die Bäche innerhalb des Arbeitsgebietes leicht sauer bis neutral. Das bedeutet, dass die Elemente Zn, Co und Ni mit Sicherheit die Möglichkeit haben in Lösung zu gehen. Die Ionen Cu^{2+} und Pb^{2+} erreichen den Punkt ihrer Hydrolyse bei pH 5,3 bzw. 6,0. Jedoch müssen alle oben genannte Daten nur als erste Näherung ueber die Löslichkeit der Elemente in wässrigen Lösungen im naturerlichen Bereich angesehen werden. Faktoren wie die Bildung anorganischer und organischer Komplexe sowie der Einfluss der Anwesenheit organischer Substanzen verschieben den pH der Hydrolyse weiter in Richtung des alkalischen Bereiches und sind dabei nicht in Rechnung gezogen, so dass in der Praxis davon ausgegangen werden kann, dass eine Löslichkeit sämtlicher untersuchter Elemente (Zn, Cu, Pb, Co, Ni) in den vorliegenden Bächen gegeben ist und die Bäche des Arbeitsgebietes somit hinsichtlich der Löslichkeit der Elemente zur hydrogeochemischen Prospektion geeignet sind.

3.2. Eh

Der Eh, auch Redoxpotential genannt, ist ein Mass fuer die Oxidations- bzw. Reduktionfähigkeit eines Systems und bestimmt, in welcher Oxidationsstufe die Elemente in den Lösungen vorliegen. Er wird in Volt gemessen. Er bestimmt somit auch indirekt den Hydrolyse-Punkt und die Löslichkeit



eines Elements. In Abb. 2 ist der Bereich der Verwitterung dargestellt (in einem sogenannten Eh-pH-Diagramm) in dem die meisten Verwitterungsvorgänge auf der Erdkruste ablaufen. In Abb. 3 sind zum Vergleich die beprobten Bäche in einem Eh-pH-Diagramm dargestellt, wobei die Punkte fuer die einzelnen Bäche stehen. Diese Lage ist typisch fuer Bachwasser generell. Wie aus den beiden Diagrammen zu ersehen ist, ist der Eh vom pH stark abhängig.

In Abb. 4, S. 10, ist ein Eh-pH-Diagramm dargestellt, das das Redoxpotential einiger Sulfide darstellt. Daraus kann ersehen

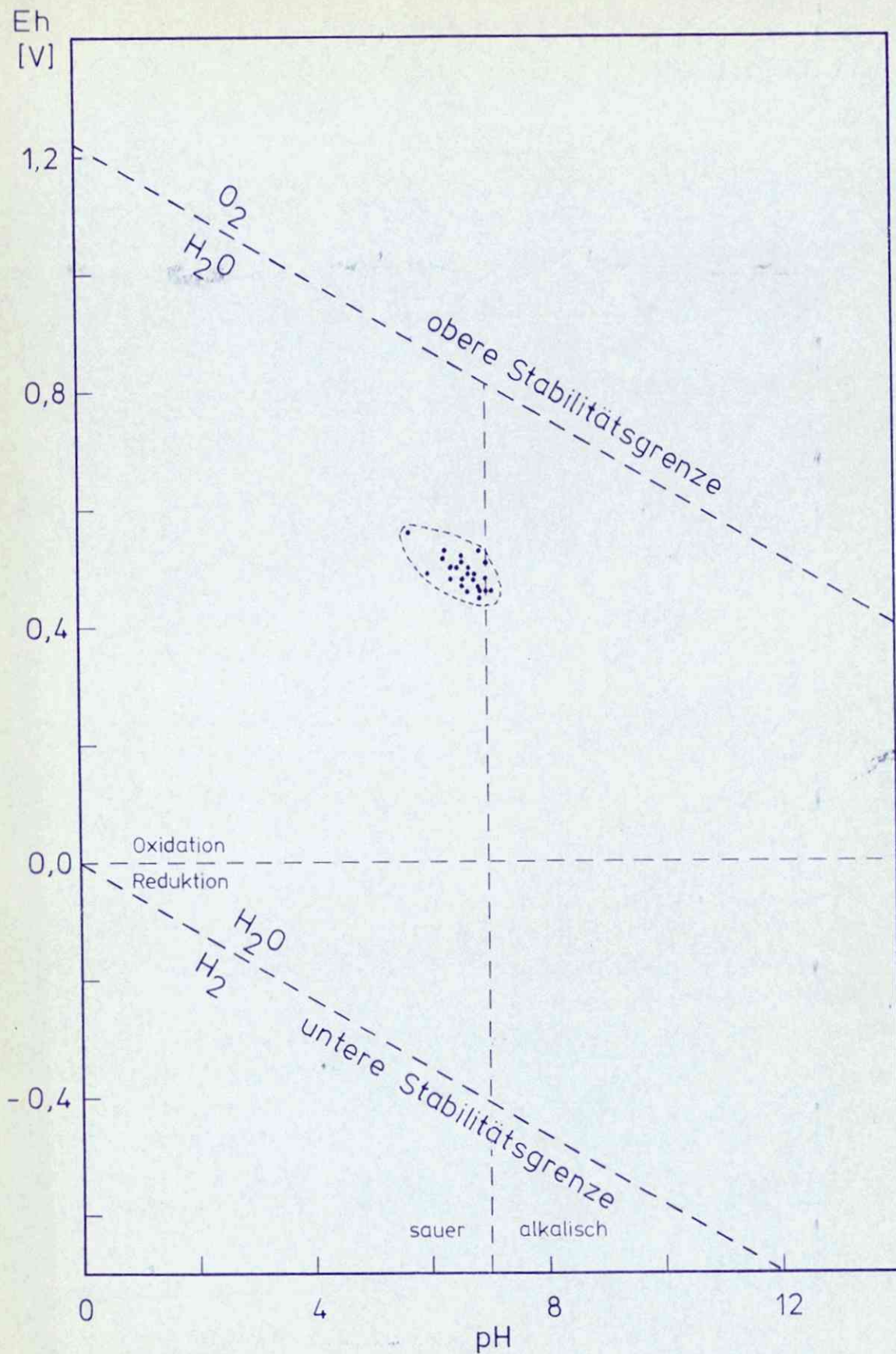


Abb. 3, Lage der beprobten Bäche im Eh-pH-Diagramm

werden, dass Zinkblende und Bleiglanz leicht oxidiert werden können, dagegen Kupferglanz, Covellin, Molybdänglanz und Argentit schwerer. Aus diesen Mineralen sind also Zink und Blei wesentlich leichter zu mobilisieren als Kupfer, Molybdän oder Silber. Das Potential von ged. Gold ist ebenfalls zum Vergleich angegeben.

Die beprobten Bäche liegen im Bereich der Kupfer-Sulfide und darüber, was bedeutet, dass Cu, Pb und Zn in den Bachwässern des Arbeitsgebietes mobilisiert werden können. Ist organische Substanz vorhanden, so wird die Mobilität noch gesteigert.

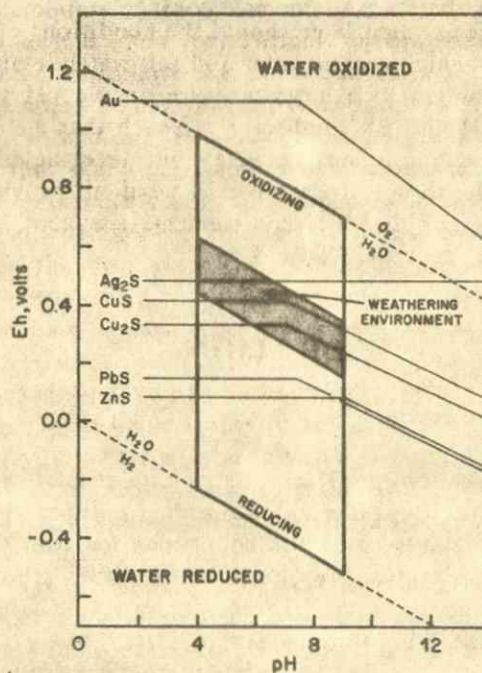


Abb. 4

■ Oxidation-reduction potentials for some simple sulfides. (Temperature, 25°C; Pressure, 1 atmosphere; metal ion activity, $10^{-6}M$). Modified from Hansuld (1967).

4. Probennahme

Innerhalb des Arbeitsgebietes wurden alle fliessenden Gewässer, die in den Repparfjordelva münden, beprobt. Der Probenabstand entlang der Bäche betrug im allgemeinen 200 Meter. Die verschiedenen Arten der Proben (Bachsedimente, Bachwasser und Ionenaustauscher) wurden an den gleichen Probenpunkten genommen. Die Lage der Probenpunkte ist in Karte I dargestellt.

Bei der Probennahme der Bachsedimente wurde die Kornfraktion $-200+63\mu$ genommen. Diese Fraktion wurde deshalb gewählt, weil die in diesem Bereich liegenden Korngrößen unter gleichen Bedingungen etwa die gleichen Konzentrationen an Schwermetallen besitzen (siehe auch Hawkes & Webb, 1962). Die Bachsedimentproben wurden mit zwei übereinanderliegenden Polyamidsieben (Siebgewebe "Monodur" von der Firma Vereinigte Seidenwebereien, Krefeld) der Maschenweiten 200 und 63μ nass abgesiebt. Bei der Probennahme der Bachsedimente wurde darauf geachtet, dass nur das anorganische, bewegte Sediment, wo möglich, aus der Bachmitte entnommen wurde, um eventuelle Fehler durch Entnehmen aus Bereichen mit angereicherten Schwermineralen zu vermeiden.

Ausserdem wurden von den innerhalb des Arbeitsgebietes vorkommenden Gesteinsformationen der Repparfjord-Gruppe einige Gesteinsproben genommen, um die Durchschnittsgehalte der Schwermetalle und somit die Background-Verteilung der untersuchten Elemente in diesen Gesteine zu ermitteln. Die Proben wurden alle aus nicht vererzten Bereichen genommen.

5. Die Ionenaustausch-Methode

Die Ionenaustausch-Methode wurde in der Literatur erstmals von Asmund (1974) in einer kleinen Veröffentlichung erwähnt. Untersuchungen in einem solchen Umfang, wie die hier durchgeführten, sind aus der Literatur nicht bekannt.

Die Ionenaustausch-Methode kann zur hydrogeochemischen Prospektion auf Schwermetalle aber auch für andere Elemente eingesetzt werden. Sie beruht darauf, dass, bei der Prospektion auf Schwermetalle, ein schwermetallselektiver Kationenaustauscher für eine gewisse Zeitdauer Bachwässern ausgesetzt wird.

Im einzelnen wurde dabei folgendermassen vorgegangen:

Etwa 2 g des schwermetallselektiven Kationenaustauschers wurden in einen aus Polyamid-Siebgewebe bestehenden Beutel gefüllt. Die Beutel wurden an den Kanten verschweisst, damit kein Material verlorengelht. Die Maschenweite des Polyamid-Siebgewebes betrug 31μ . Eine so enge Maschenweite wurde deshalb gewählt, um die Wasserdurchflussrate in allen Probenbeuteln etwa gleich zu halten und um so gut vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Die gefüllten Beutel wurden dann, an Angelschnur befestigt, fuer eine Dauer von 3 Wochen an den Probenpunkten der zu untersuchenden Bäche ins fliessende Wasser gehängt. Nach dieser Zeit können die angereicherten Schwermetalle analysiert werden.

Ein grosser Vorteil dieser Methode liegt darin, dass Fehlerquellen wie Verduennungsschwankungen im Wasser, bedingt durch starke Niederschläge, ^{gleichm.} ausgeschaltet werden, da man ueber einen grösseren Zeitraum integriert. Man erhält also kein Analysenergebnis der Probe vom Zeitpunkt einer Probennahme, sondern Ergebnisse, die sich mit den anderen vergleichen lassen. Somit könnten grössere Gebiete mit vergleichbaren Werten hydrogeochemisch bearbeitet werden. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist, dass die Konzentration der im Ionenaustauscher angereicherten Schwermetalle so hoch ist, dass sie bequem mit AAS, eventuell auch mit XRF analysiert werden können, was bei normalen Wasserproben meist nicht möglich ist.

6. Analysen

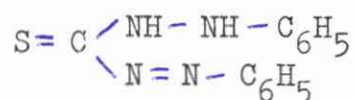
6.1. Die Dithizon - Methode

Die Bachsedimentproben wurden mit der Dithizon-Methode auf Kupfer- und Gesamtschwermetallgehalte (cxCu + cxHM) direkt im Gelände analysiert. Die Proben der Bachwässer wurden ebenfalls mit der Dithizon-Methode analysiert, jedoch nur auf Gesamtschwermetallgehalte.

Dithizon ist ein organisch-chemisches Reagenz, das fuer die angewandte Geochemie bei der Erzexploration eine ausserordentliche Bedeutung besitzt. Mit diesem Reagenz kann man schnell und auf einfache Weise Schwermetallgehaltsanalysen durchfuehren. Dank der einfachen Handhabung ist es möglich, diese Analysen sofort im Gelände durchzufuehren und so bei der geochemischen Exploration während der Feldbegehung geochemische Anomalien festzustellen. Die Dithizon - Methode wird heute insbesondere verwandt, um noch vor der geologischen Kartierung eine erste Uebersichtsverteilung festzustellen und um hoffige von nicht hoffigen Gebieten auszu-sondern.

Zur Feststellung von geochemischen Anomalien kann man im Gelände Böden, Bachsedimente und Oberflächenwässer analysieren. 1878 wurde Dithizon von E.Fischer synthetisiert, der herausfand, dass es mit Schwermetallen gefärbte Verbindungen eingeht. 1925 entdeckte sein Sohn H. Fischer, dass Dithizon auch zur quantitativen Bestimmung von geringen Konzentrationen (bis in den untersten ppb-Bereich) von Schwermetallen geeignet ist.

Dithizon ist eine Abkuerzung fuer Diphenylthiocarbazon. Es handelt sich dabei um eine schwarze kristalline Substanz mit der chemischen Formel



Es handelt sich um eine sehr licht- und wärmeempfindliche Substanz, die weder in Wasser noch in verdünnnten Mineralsäuren löslich ist, wohl aber in verdünntem Ammoniak und in verschiedenen organischen Lösungsmitteln. Dithizon

Probensubstanz, der durch eine hinzugegebenen Pufferlösung eingestellt wird.

Bei der Schwermetallgehaltsbestimmung werden die Schwermetalle aus ihrer in der Natur vorliegenden Bindung (meist nur aus der lockeren Bindung) herausgelöst, um mit dem in der organischen Phase befindlichen Dithizon reagieren zu können. Diesen Vorgang nennt man Extraktion. Dabei gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten: entweder man extrahiert heiss oder kalt. Fuer Analysen im Gelände ist die kalte Extraktion zu bevorzugen und wurde auch bei den hier durchgefuehrten Untersuchungen angewandt. Man kann verschiedene Extraktionsmittel anwenden wie H_2O , Na- bzw. NH_4 -citrat, H_2O_2 , HCl , $HCl-HNO_3$, EDTA u.a. Bei den hier durchgefuehrten Untersuchungen wurde fuer die Bestimmung der Schwermetalle im Bachsediment eine Ammoniumcitrat-Lösung (fuer cxHM) und fuer die Bestimmung von Kupfer im Bachsediment eine Ammoniumcitrat-HCl-Lösung verwandt. Fuer die Gesamtschwermetallbestimmung in den Bachwässer wurde eine Acetat-Lösung benutzt.

Bei der kalten Extraktion wird nicht der gesamte Schwermetallgehalt herausgezogen sondern nur ein Teil nach einer bestimmten Zeit und zwar meist nur der adsorptiv gebundene Anteil.

Die Zeitdauer der Extraktion ist so gewählt, dass das Gleichgewicht zwischen extrhierten und nicht extrahierten Schwermetallen eingestellt ist. Es wurde experimentell festgestellt, dass bei ähnlicher Matrix mit gleichen Schwermetallgehalten der Probensubstanz, ähnliche Anteile an Schwermetallen extrahiert werden. Dass nur ein Teil der Schwermetalle aus der Probe extrahiert werden kann, ist fuer die geochemische Prospektion von untergeordnetem Belang. Man erhält dabei relative Werte mit denen man Gebiete geochemischer Anomalien festlegen kann.

6.1.1. Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes in Bachsedimenten (cxHM):

Bei der hier beschriebenen Methode werden etwa 10-20% der in der Probe enthaltenen Schwermetalle extrahiert. Dabei entnimmt man eine bestimmte Menge des Probenmaterials. Die Probensubstanz

lässt sich gut mit einem geeichten Messlöffel entnehmen, der aus Plexiglas besteht und der fuer Mengen zwischen etwa 0,1 und 0,4 g geeicht ist. Die Probe sollte bei der Entnahme nicht mit den Fingern beruehrt werden, da sie dadurch kontaminiert werden könnte, weil an den Fingern meist Metallspuren hängen (von Muenzen in der Hosentasche beispielsweise). Diese Probe spuehlt man dann mit der Ammoniumcitrat-Pufferlösung in einen 30 ccm Messzylinder mit Plastikstopfen und fuehlt mit der Pufferlösung auf 5 ml auf, die eben die Aufgabe hat, zu extrahieren und einen pH-Wert von 8,5 einzustellen, bei welchem die meisten Schwermetalle schnell reagieren. Bei dieser Methode reagieren die Elemente Zn, Cu, Pb, Co und Ni. Das am stärksten reagierende Metall ist hierbei Zn. Die Pufferlösung enthaelt ausserdem Hydroxylaminhydrochlorid, welches Eisen von der Reaktion ausschliesst. Nun gibt man 5 ml von der Dithizon - Geländelösung hinzu. Das Dithizon ist hierbei in Benzol gelöst. Dann schuetzelt man den mit dem Plastikstopfen verschlossenen Messzylinder fuer 30 Sekunden kräftig. Man lässt die Benzolschicht dann absetzen und beobachtet daran die Farbe. Ist sie unverändert gruen, so ist der Schwermetallgehalt kleiner als 5 ppm, welcher fuer die geochemische Exploration keine Bedeutung hat. Ist die Farbe blaugruen (Umschlagspunkt), so betraegt der extrahierte Gehalt 5 ppm. Ist die Farbe blau, violett oder rot, so ist der extrahierte Gehalt grösser als 5 ppm und könnte fuer die geochemische Exploration interressant werden. Sollte dies der Fall sein, so muss man mehr Dithizon-Ragenzlösung hinzufuegen, bis man nach jedem Zugabeschritt 10 Sekunden geschuetzelt hat, wieder bis zu dem blaugruenen Umschlagspunkt gelangt. Der kalt extrahierte Gesamtschwermetallgehalt errechnet sich dann nach der Formel:

$$\frac{1}{\text{Gew.d.Probe(g)}} \times \frac{\text{ml Dz.-Lsg.}}{5} = \text{ppm}$$

6.1.2. Bestimmung von Kupfer in Bachsedimenten (cxCu):

Die Bestimmung des Kupfergehaltes in den Bachsedimenten geht im Prinzip genauso vor sich, wie die Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes. Die Unterschiede liegen nur darin,

dass man eine andere Pufferlösung (Ammoniumcitrat-HCl-Lösung) anwendet, die einen pH-Wert von 2,0 einstellt. Ein zweiter Unterschied besteht darin, dass die Extraktionszeit nicht 30 Sekunden, sondern 1 Minute beträgt.

Herstellung der Dithizon - Reagenzlösung:

Zunächst stellt man sich eine sogenannte Stammlösung her. Dazu löst man 0,1 g Dithizon in 100 ml Chloroform (Chloroform zur Dithizon-Bestimmung!), so dass man eine 0,1 %-ige Lösung hat. Diese Stammlösung kann man mehrere Wochen verwenden, wenn man sie immer dunkel, kühlt und in einer braunen Flasche lagert. Die Dithizon-Geländelösung muss täglich neu hergestellt werden. Hierbei löst man 1 ml der Stammlösung auf 100 ml in Benzol (p.a.), so dass man eine 0,001 %-ige Lösung hat, die grün gefärbt ist. Diese füllt man in eine Polyäthylen-Tropfflasche, die mit einer Aluminiumfolie o.ä. zum Lichtschutz umwickelt ist. Diese Flasche kann man dann mit ins Gelände nehmen.

Das Benzol sollte vor der Ansetzung der Geländelösung kühlt gelagert gewesen sein.

Herstellung der Pufferlösung zur Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes in Bachsedimenten:

Man gibt 200 g Ammoniumcitrat und 32 g Hydroxylaminhydrochlorid in einen 600 ml-Kolben. Man füllt dann diesen Kolben mit metallfreiem Wasser und erwärmt bis sich alles gelöst hat. Dann gibt man diese Lösung in eine grosse Polyäthylenflasche und füllt mit metallfreiem Wasser bis zu 2 Liter auf. Danach fügt man konzentrierten Ammoniak hinzu bis der pH-Wert 8,5 beträgt.

Herstellung der Pufferlösung zur Bestimmung des Kupfergehaltes in Bachsedimenten:

Man löst 50 g Ammoniumcitrat und 20 g Hydroxylaminhydrochlorid in 800 ml metallfreiem Wasser. Dann gibt man konzentrierte Salzsäure hinzu bis der pH-Wert 2,0 beträgt. Danach füllt man auf 1 Liter mit metallfreiem Wasser auf und überprüft abschliessend noch einmal den pH-Wert.

6.1.3. Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes in Wässern (cxHM):

Die Prozedur zur Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes in Wässern geht ähnlich vor sich wie die bei Bachsedimenten. Dazu wird ein 100 ml Messkolben mit Plastikstopfen benötigt. Der Zylinder wird vor der Probennahme erst mehrmals mit dem Wasser ausgespült, das analysiert werden soll. Dann entnimmt man vorsichtig (ohne Schwebstoffe) 50 ml des zu untersuchenden Wassers in den Messzylinder. Dann fügt man 5 Tropfen der Azetat-Pufferlösung hinzu und 5 ml der Dithizon-Geländelösung. Das Dithizon ist hierbei in Tetrachlokokohlenstoff gelöst. Dann schüttelt man den Zylinder fuer 1 Minute lang kräftig. Nun lässt man die CCl_4 -Schicht absetzen und beobachtet die Farbe. Jetzt gibt es zwei Möglichkeiten: Die Farbe ist entweder noch gruen, dann ist der Schwermetallgehalt kleiner 25 ppb. Sollte dies der Fall sein, so gibt man 3 Tropfen 2n NH_4OH hinzu und schüttelt weitere 10 Sekunden lang kräftig. Eine rötliche Färbung der CCl_4 -Schicht zeigt jetzt die Anwesenheit von Schwermetallen an. Die Menge wird wie folgt bestimmt:

gelb-sehr schwach rosa	- 2,5 ppb
schwach rosa	- 5 ppb
mittel rosa	- 10 ppb
stark rosa	- 20 ppb

Die einzelnen rosa-Färbungen kann man, falls notwendig erscheinend, mit Teststreifen oder mit Reagenzgläsern, die Standards enthalten, vergleichen.

Wenn die Farbe der CCl_4 -Schicht nach der 1 Minute Schütteln jedoch blau, violett oder rötlich war, so ist der Schwermetallgehalt grösser als 25 ppb, welches eine sehr hohe Konzentration in Bachwässern wäre. Jetzt fügt man Schrittweise 1-2 ml Reagenzlösung hinzu und schüttelt jeweils 10 Sekunden. Wird die Farbe der CCl_4 -Schicht wieder gruen bis blaugruen, so ist man am Umschlagspunkt angelangt und die Untersuchung ist beendet. Der Schwermetallgehalt der Probe wird jetzt nach folgender Formel berechnet:

$$\frac{1}{\text{Vol. Wasser (ml)}} \times \frac{\text{ml Dz.-Lsg.}}{4} = \text{ppm}$$

Herstellung der Dithizon-Reagenzlösung fuer Schwermetallbestimmungen in Wässern:

Hierzu kann die gleiche Stammlösung verwendet werden, wie die zur Schwermetallbestimmung in Bachsedimenten. Man entnimmt 1 ml der Stammlösung und füllt auf 100 ml mit Tetrachlorkohlenstoff (Tetrachlorkohlenstoff zur Dithizon-Bestimmung !) auf, so dass man eine 0,001%-ige Lösung hat. Diese Lösung muss ebenfalls täglich neu angesetzt werden und wird im Gelände am besten in einer lichtgeschützten Polyäthylentropfflasche transportiert.

Ausser den hier angewandten Methoden lässt sich Dithizon auch zur Bestimmung einer Reihe von anderen Schwermetallen anwenden. Die Bestimmungen gehen im Prinzip genauso vor sich wie die hier geschilderten. Abschliessend seien die Vorteile der Dithizon-Methode hier noch einmal zusammengefasst:

Es ist möglich während der Messungen uninteressante Gebiete auszusondern im Gegensatz zu Labormethoden, wo dies erst nach längerer Zeit möglich ist. Bei hohen Schwermetallgehalten während der Messungen ist es möglich sofort im Gelände durch systematisches Suchen Erzausbisse zu finden. Ausserdem lassen sich durch anthropogene Contamination verursachte Anomalien, die durch im Bach liegende Zinkeimer, Dosen oder Abflusszuläufe u.s.w. verursacht werden, sofort im Gelände erklären. Bei einfacher Probesammlung und anschliessender Analyse im Labor führt dies nicht selten zur erneuten Detailexploration und damit verbundenen Kosten. Zu beachten ist natürlich, dass infolge der extrem hohen Empfindlichkeit von Dithizon mit äusserster Sauberkeit gearbeitet werden muss, was viele Leute von dieser Methode abschreckt. Wie wirkungsvoll die Methode ist, erkennt man daran, dass aufgrund von Dithizon-Untersuchungen mehrere Lagerstätten in Kanada, USA und Neuseeland gefunden worden sind. Einschränkend muss man erwähnen, dass die Methode in Mitteleuropa, insbesondere in Wässern, infolge zu starker anthropogener Verschmutzung nur noch bedingt tauglich ist. Andererseits sollte man sich bei der Vielzahl geochemischer und geophysikalischer Explorationsmethoden auf Lagerstätten, ohnehin nicht auf eine einzige Methode beschränken.

6.2. Analyse der Ionenaustauscher

Die Ionenaustauscher sollen mit XRF, eventuell auch mit AAS auf die Elemente Zn, Cu, Pb, Co und Ni analysiert werden.

6.3. Gesteinsanalysen*

Die genommenen Gesteinsproben wurden pulverisiert, mit heisser konzentrierter Salpetersäure aufgeschlossen und mit AAS auf einem Gerät der Firma PERKIN-ELMER, Typ 403 fuer die Elemente Zn, Cu, Pb, Co und Ni analysiert.

*Analysen durchgefuehrt von Hans Øynes

7. Analysenergebnisse

7.1. Gesteinsanalysen

Die Ergebnisse der Gesteinsanalysen zeigen, dass die Gruensteine die höchsten Konzentrationen an Schwermetallen, hauptsächlich Nickel, besitzen. Relativ hohe Gehalte an Schwermetallen zeigen auch die gabbroiden Intrusiva sowie die Tonschiefer der Lomvann-Formation. Die niedrigsten Schwermetallgehalte haben die Quarzite der Doggeelv-Formation und die der kaledonischen Ueberschiebungsdecke. Die Analysenergebnisse sind im einzelnen in Abb. 6, S. 21 dargestellt.

7.2. Dithizon-Analysen

Die Ergebnisse der Dithizon-Analysen sind im Anhang in folgenden Karten dargestellt:

Karte II: Dithizonanalysen, Bachsedimente,
Kupfer (cxCu)

Karte III: Dithizonanalysen, Bachsedimente,
Schwermetalle (cxHM)

Karte IV: Dithizonanalysen, Bachwasser,
Schwermetalle (cxHM)

8. Diskussion der Anomalien und Beschreibung der Vererzungen

Innerhalb des Arbeitsgebietes lassen sich im wesentlichen zwei verschiedene Kupfervererzungstypen unterscheiden:

Der eine Typ tritt innerhalb der Gruenstein-Antiform der Holmvann-Formation auf. Es handelt sich dabei um mineralisierte

Mittlere Schwermetallgehalte der Gesteine im südöstlichen Teil des Komagfjord-Fensters

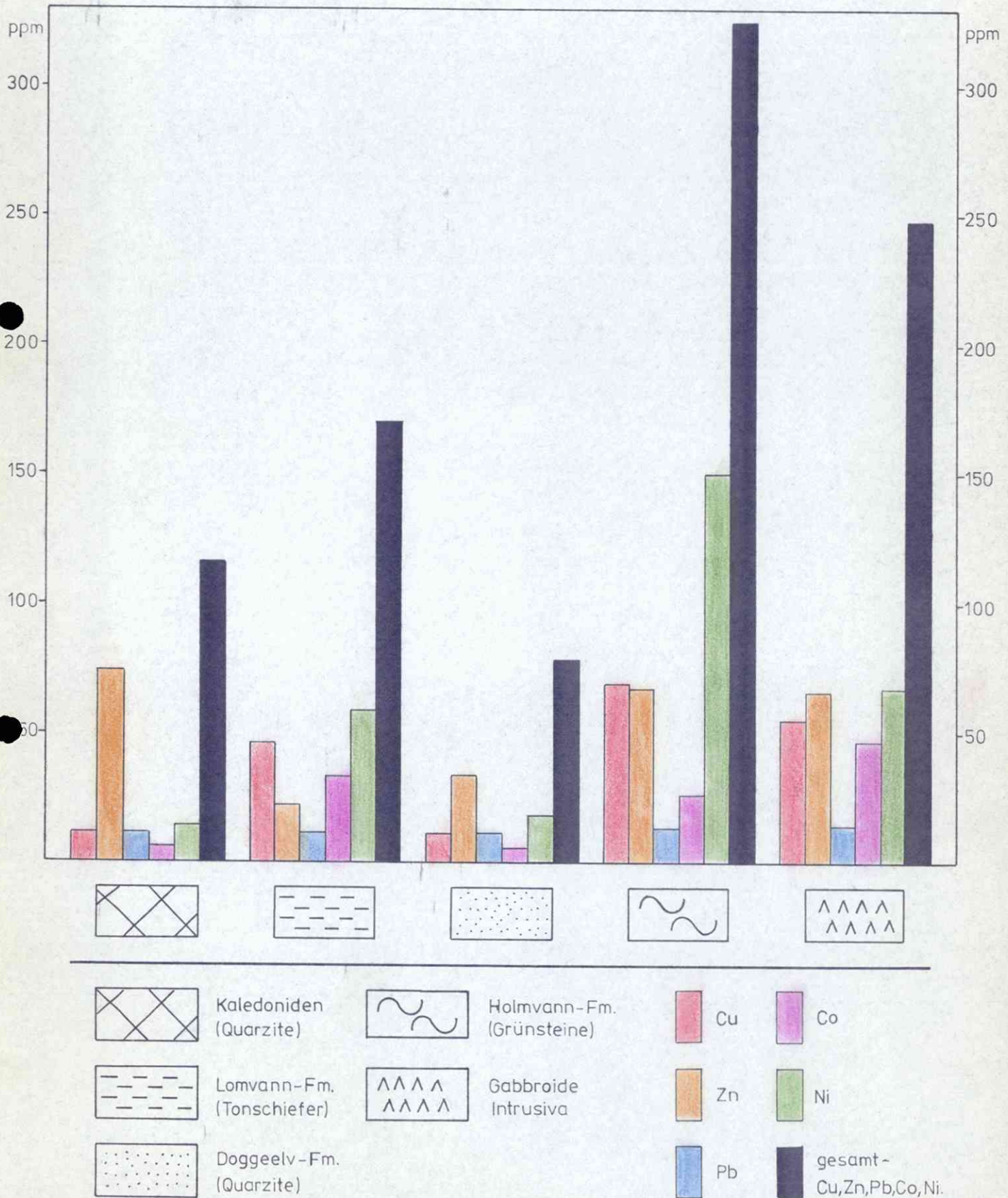


Abb. 6

Quarzgänge und -linsen, die meist mit Kupferkies, Pyrit und sekundären Kupfermineralen vererzt sind. Die Entstehung dieser Vererzungen ist wahrscheinlich auf eine Mobilisierung des Kupfers aus den Gruensteinen während der kaledonischen Faltung zurückzuführen. Diese Vorkommen sind meist sehr klein und von keiner ökonomischen Bedeutung.

Der andere Kupfervererzungstyp befindet sich in einem Metagabbro, der an der Staatsstrasse 6 aufgeschlossen ist.

Die Überprüfung der geochemischen Anomalien brachte im einzelnen folgende Ergebnisse:

a) Anomalienfeld östlich des Brattelvs (Pr.Nr. 1-8, 11-13, 367-370):

Diese Anomalien werden durch zwei Kupfervererzungen verursacht, die dem Quarzgang-Typ zuzuordnen sind. Die weiter westlich liegende der beiden Vererzungen ist wohl die grösste dieses Typs innerhalb des gesamten Arbeitsgebietes. An Erzmineralen kommen hier Kupferkies, Pyrit und sekundäre Kupferminerale vor. Die weiter östlich liegende der beiden Vererzungen ist wesentlich kleiner. Hier konnte als einziges Cu-Mineral nur Malachit beobachtet werden.

b) Anomalienfeld nordöstlich des Breiddalsfjells (Pr.Nr. 266-270, 263, 264, 237, 238, 272, 234, 235,):

Dieses Anomalienfeld wird ebenfalls durch eine Vererzung des Quarzgang-Typs bedingt. Der Quarzgang ist ca. 30 cm mächtig. An Cu-Mineralen kommen vor: Kupferkies, Pyrit, Malachit.

c) Anomalien westlich des Viruśók (Pr.Nr. 325-327):

Hierbei handelt es sich um eine Vielzahl kleiner, sehr dünner Quarzgänge. An Erzmineralen treten Kupferkies und Pyrit auf.

d) Anomalien südlich des Breiddalsfjells (Pr.Nr. 314-317):

Diese Anomalien werden durch mit Kupfermineralen vererzte Quarzgänge verursacht, die unmittelbar westlich des Breiddalsfjells auftreten. Dabei konnte auch ein mit Calcit gefüllter vererzter Gang beobachtet werden. Die vererzten Gänge sind hier recht zahlreich. An Erzmineralen kommen hier vor: Kupferkies, Pyrit und sekundäre Kupferminerale.

e) Anomalien östlich des Repparfjordfjells (Pr.Nr. 152, 154, 155):

Diese Anomalien sind auf eine vererzte gabbroide Intrusion, die die Quarzite der Doggeelv-Formation durchschlägt, hat,

zurueckzufuehren. Es handelt sich hierbei um einen Meta-Gabbro, der leicht metamorphisiert ist (low grade). Das Gestein ist stark zerscheert. Der Gang steht seiger und ist an dem Aufschluss an der Staatsstrasse 6 ca. 30 m mächtig. Die Hauptmineralisierungszone innerhalb des Meta-Gabbros ist jedoch nur wenige Meter breit. Unterhalb dieses Aufschlusses, am Repparfjordelv, ist die Mineralisation schwächer. Bei den Schwermetallbestimmungen der Bachsedimente wurde festgestellt, dass der Gesamtschwermetallgehalt etwas höher liegt als der des Kupfers. Die Hauptmineralisierung dürfte jedoch Kupfer sein. An Erzmineralen wurden beobachtet: Pyrit, Kupferkies, Magnetkies und sekundäre Kupferminerale. Gesteinsanalysen aus der Hauptmineralisierungszone ergaben Werte von 0,5-1% Cu und ca. 0,05% Ni.

f) Anomalien in Bach XXXII (Pr.Nr. 194- 201):

Die Anomalien betreffen nur den Gesamtschwermetallgehalt im Bachsediment. Kupfer konnte nicht nachgewiesen werden. Die Ursache dieser Anomalie konnte nicht eindeutig bestimmt werden. Innerhalb der hier anstehenden Quarzite konnte keine Mineralisation beobachtet werden. Es sei hier jedoch erwähnt, dass im Bachbett Geroelle von Gneisen und Gruensteinen und Gabbro-Gerölle beobachtet wurden, die möglicherweise diese Anomalie verursachen.

g) Anomalien im Unter- und Mittellauf des Doggeelvs (Pr.Nr. 137, 173, 174, 96, 98,):

Im Mittellauf des Doggeelvs (Pr.Nr.137) wurden Anomalien im Gesamtschwermetallgehalt des Bachsediments und im Bachwasser nachgewiesen. Diese Anomalien sind auf eine gabbroide Intrusion zurueckzufuehren, die östlich dieses Probenpunktes aufgeschlossen ist. Die Anomalie setzt sich in der westlichen streichenden Verlängerung in einem Nebenbach des Doggeelvs fort (Pr.Nr. 173, 174), wo jedoch keine Aufschlüsse vorhanden sind. Es wird daher vermutet, dass sich die Gabbro-Intrusion hier im Untergrund fortsetzt. Die Anomalien im Seitenbach im Unterlauf des Doggeelvs (Gesamtschwermetalle im Bachsediment) konnten nicht geklärt werden. Aufschlüsse sind hier sehr selten zu beobachten.

h) Anomalienfeld westlich von Luoftabojeoaiivve (Pr.Nr. 14, 16-18,75,76,79-81,33,56,52,):

Dieses Anomalienfeld wird durch den relativ hohen Background an Schwermetallen in den Tonschiefern der Lomvann-Formation bedingt. Kupfer konnte im Bachsediment nicht nachgewiesen werden. Lokal wurde im Gestein Anreicherungen von Magnetkies und Pyrit beobachtet. Der hoehere Background dieser Gesteine tritt hier starker hervor als bei den Gruensteinen. Das ist wohl dadurch bedingt, dass die Schwermetalle in den Tonschiefern innerhalb der Sulfide vorliegen und sich somit leichter mobilisieren lassen als Schwermetalle, die in Silikaten eingebaut sind, welches wohl bei den Gruensteinen der Fall ist. Gesteinsanalysen der Tonschiefer in Bereichen, wo staerkere Sulfidanreicherungen vorlagen, gaben keine besonders erhoehten Werte an Schwermetallen. Dort wo die Baechen unmittelbar ueber die Ausbisse der Tonschiefer laufen, konnten auch erhoehte Gehalte im Wasser nachgewiesen werden.

Abschliessend lasst sich sagen, dass die Bachsedimente wesentlich laengere Dispersionszuege an Schwermetallen aufwiesen als die Bachwaesser. Vererzungen konnten durch Anomalien im Bachsediment auch dort gefunden werden, wo die Baechen nicht unmittelbar ueber die Ausbisse der Vererzungen liefen, - Anomalien im Wasser traten dagegen nur dort auf, wo das Wasser unmittelbar ueber die Vererzung laeuft.

Rechts- und Hochwerte der Vererzungen:

Alle hier aufgefuehrten Rechts- und Hochwerte beziehen sich auf das aufgedruckte Gitternetz auf Blatt Repparfjord 1935 I (1:50 000).

Vererzungen østlich des Brattelvs:

westliche Vererzung: R: ⁴03 900 H: ⁷⁸12 650

østliche " : R: ⁴04 300 H: ⁷⁸13 150

Vererzung nordøstlich des Breiddalsfjells:

R: ³99 500 H: ⁷⁸09 200

Vererzung westlich des Viruśćk:

R: ⁴01 000 H: ⁷⁸10 550

Vererzung suedlich des Breiddalsfjells:

R: ³97 950 H: ⁷⁸07 550

Vererzung østlich des Repparfjordfjells (Meta-Gabbro):

R: ³96 500 H: ⁷⁸04 300

Literaturverzeichnis

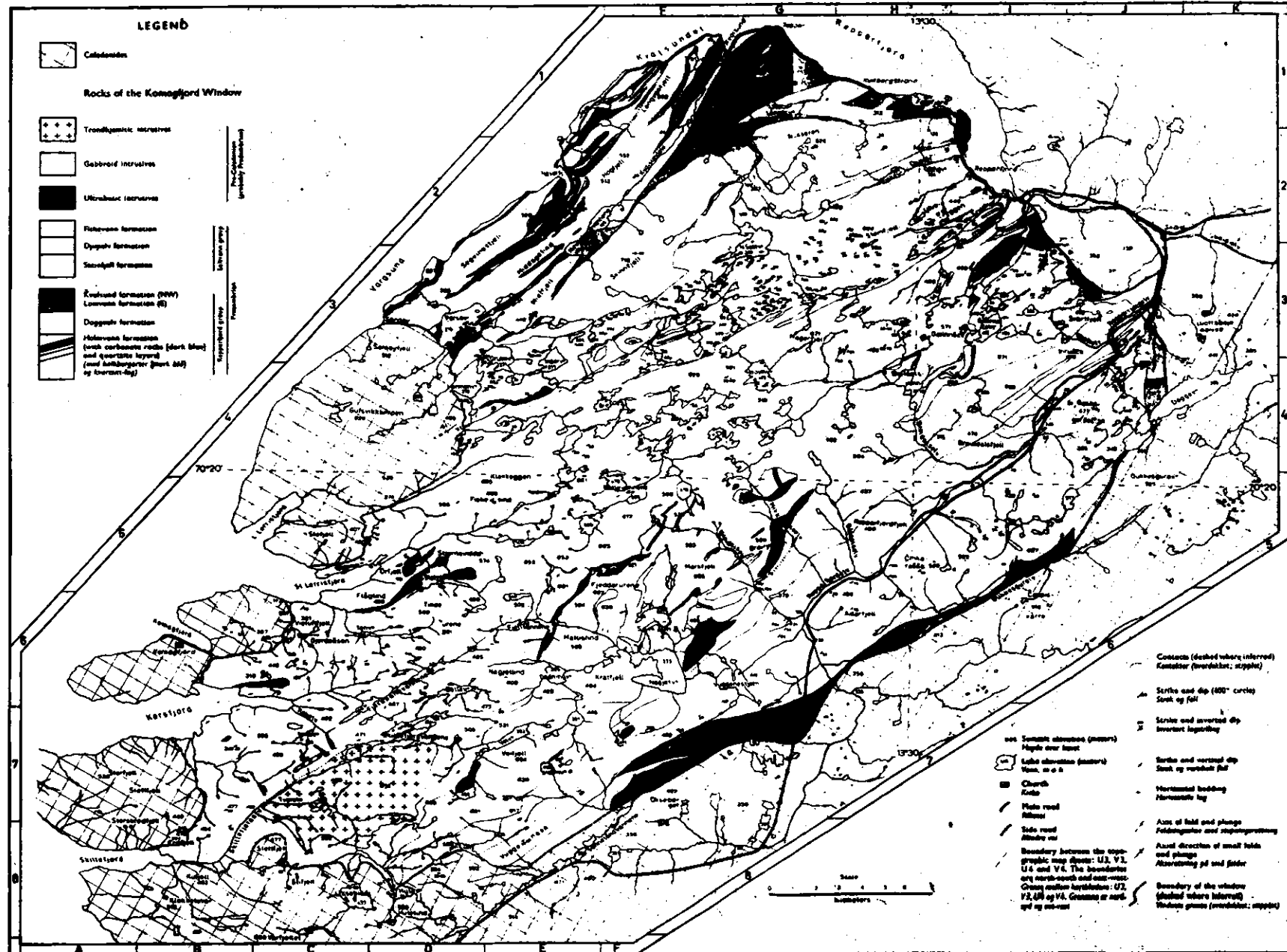
- ASMUND G. (1974) Hydrogeochemical investigations on river water in West, South and East Greenland. Rapp. Grøn. Geol. Unders., 65: 71-73
- ASMUND G. and STEENFELT A. (1976) Uranium analysis of stream water, East Greenland. J.Geochem.Explor. Vol.5, No.3, p.374-380
- BRITTON H.T.S. (1955) Hydrogen Ions (4th edition). Chapman and Hall. London
- GARRELS R.M. and CHRIST C.L. (1965) Minerals, Solutions and Equilibria. Harper and Row.
- HANSULD J.A. (1967) Eh and pH in geochemical prospecting. Geol. Surv. Canada Paper 66-54, 172-187
- HAWKES H.E. and WEBB J.S. (1962) Geochemistry in Mineral Exploration. Harper and Row.
- HOLMAN R.H.C. (1963) A method for determining readily-soluble copper in soil and alluvium. Geol.Surv.Canada Paper 63-7
- KOCH O.G. und KOCH-DEDIC G.A. (1974) Handbuch der Spurenelementanalyse, Teil 1. Springer. Berlin
- LEVINSON A.A. (1974) Introduction to Exploration Geochemistry. Applied Publishing Ltd. Maywood Illinois.
- REITAN P.H. (1963) The geology of the Komagfjord tectonic window of the Raipas suite, Finnmark, Norway. Norges. Geol. Unders. Nr. 221
- SCHROLL E. (1976) Analytische Geochemie. Band II: Grundlagen und Anwendungen. Ferdinand Enke. Stuttgart
- SMITH A.Y. (1964) Cold extractable "heavy metal" in soil and alluvium. Geol.Surv.Canada Paper 63-49

Geologic Map of the Komagfjord Tectonic Window, Vest-Finnmark, Northern Norway

Poul H. Røe

Geologisk kart over Komagfjord vinduet, Vest-Finnmark, Nord-Norge

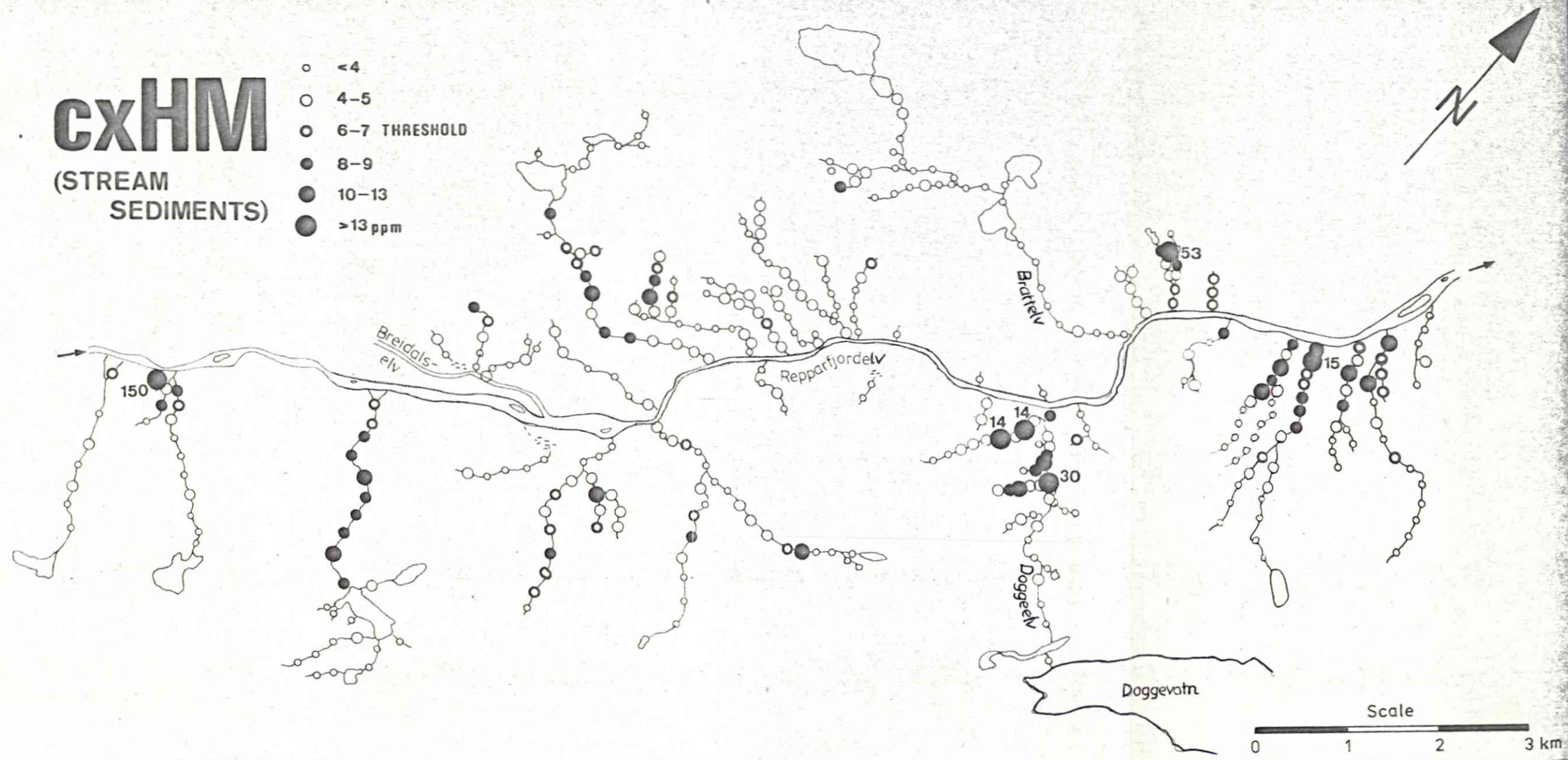
Norges geologiske undersøkelse 1968



CxHM

(STREAM
SEDIMENTS)

- <4
- 4-5
- 6-7 THRESHOLD
- 8-9
- 10-13
- >13 ppm



cxCu

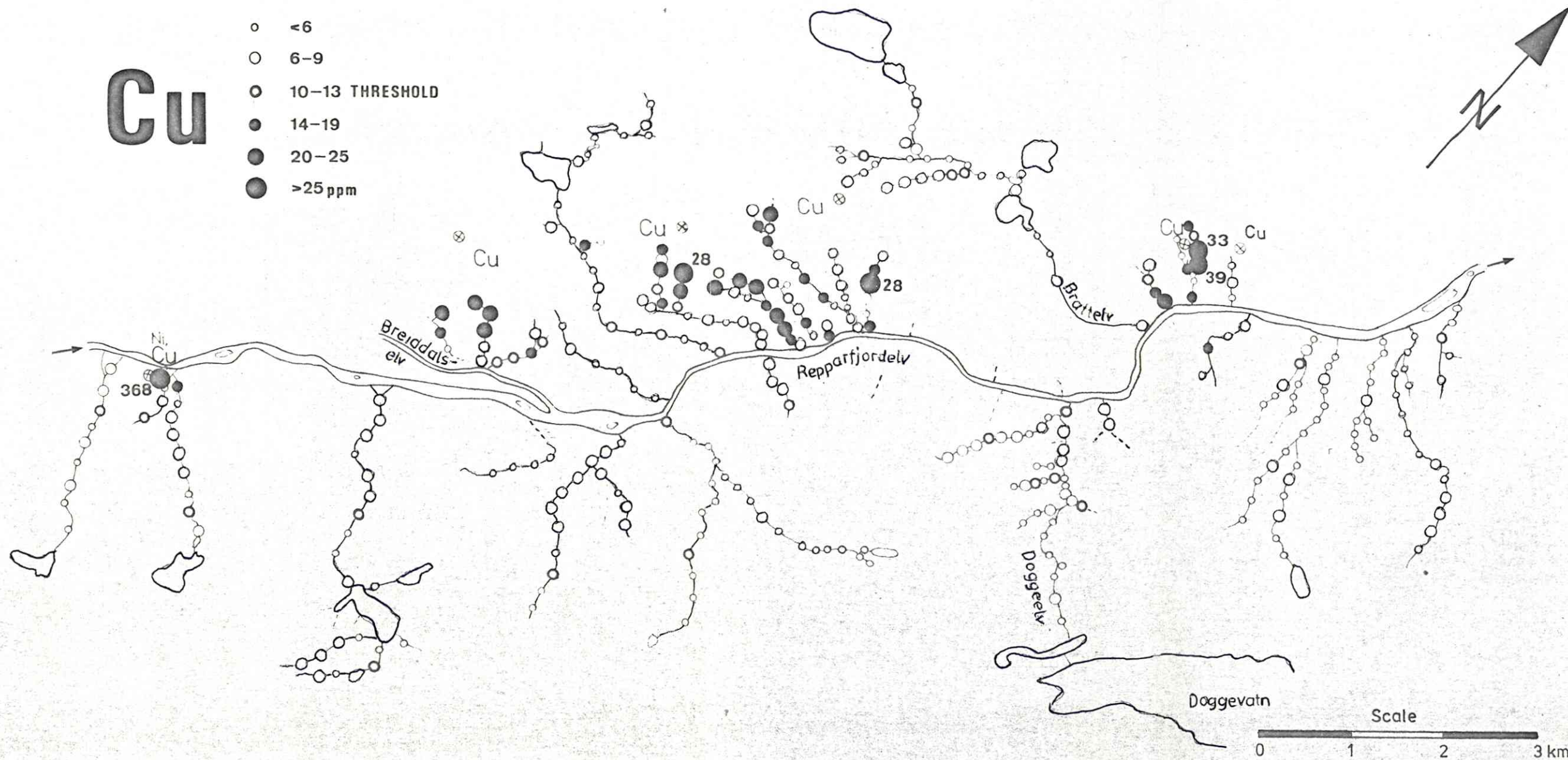
(STREAM
SEDIMENTS)

- <3
- 3. THRESHOLD
- 4-5
- 6-9
- >9 ppm



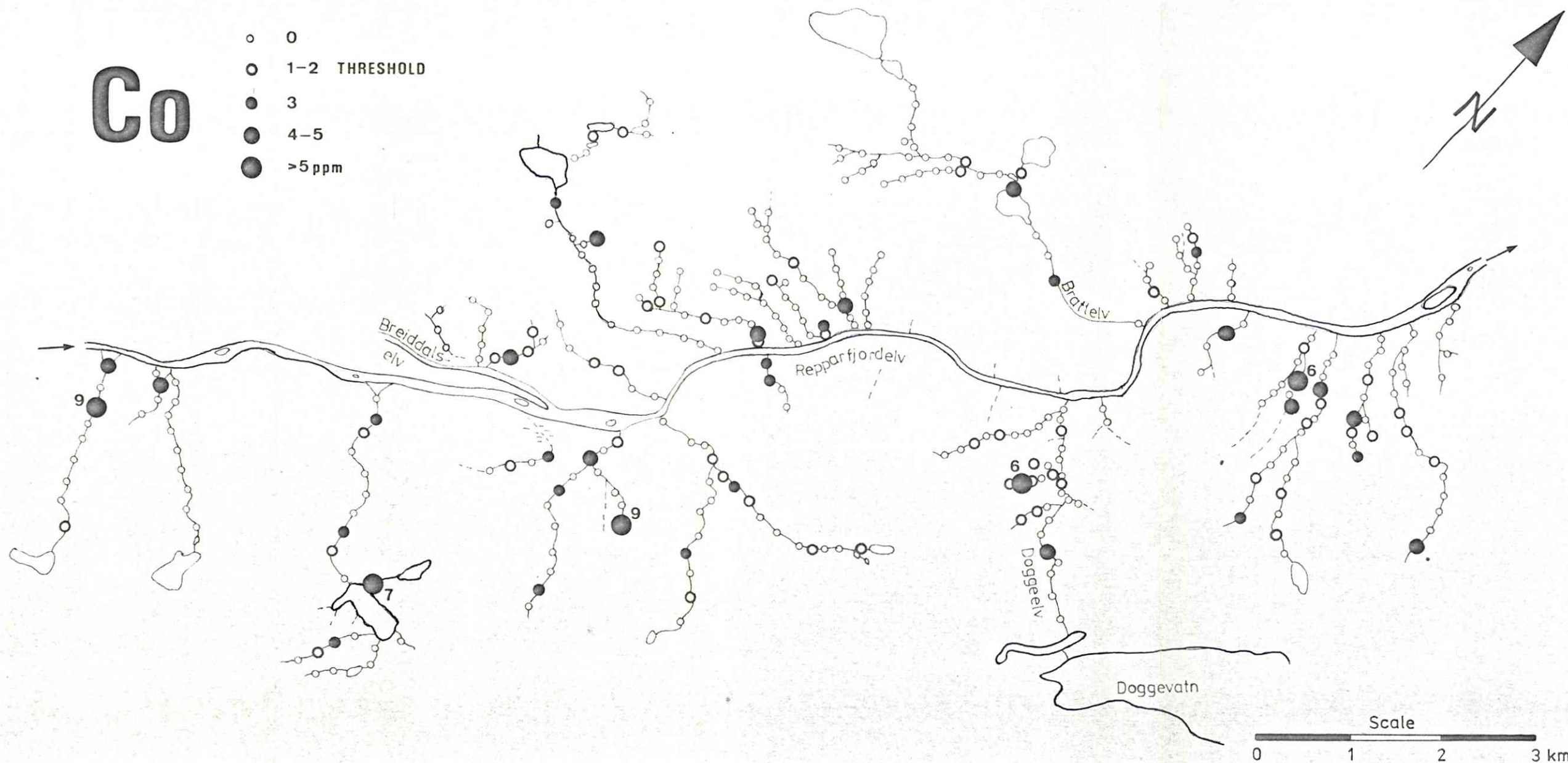
Cu

- <6
- 6-9
- 10-13 THRESHOLD
- 14-19
- 20-25
- >25 ppm



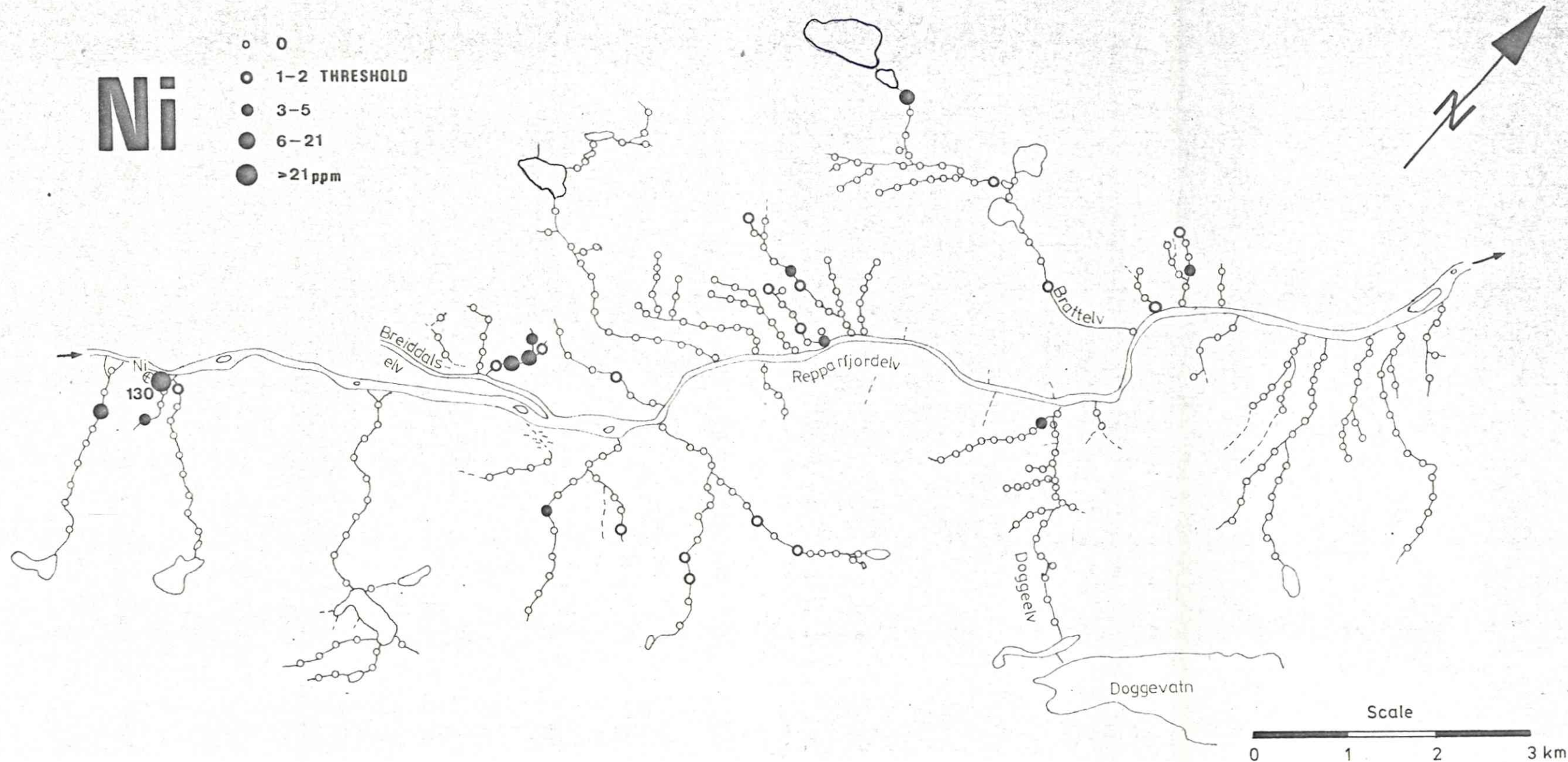
Co

- 0
- 1-2 THRESHOLD
- 3
- 4-5
- >5 ppm



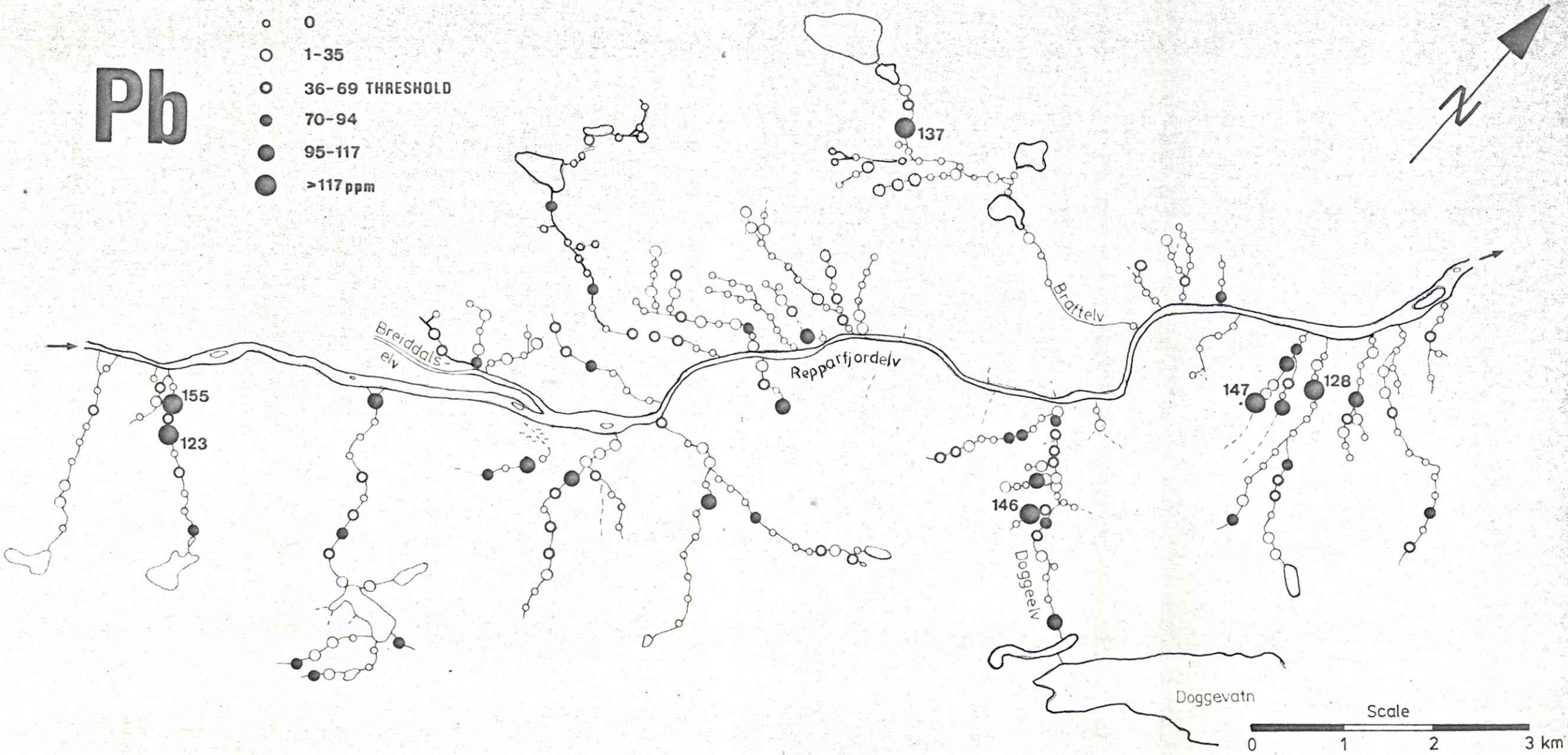
Ni

- 0
- 1-2 THRESHOLD
- 3-5
- 6-21
- >21 ppm



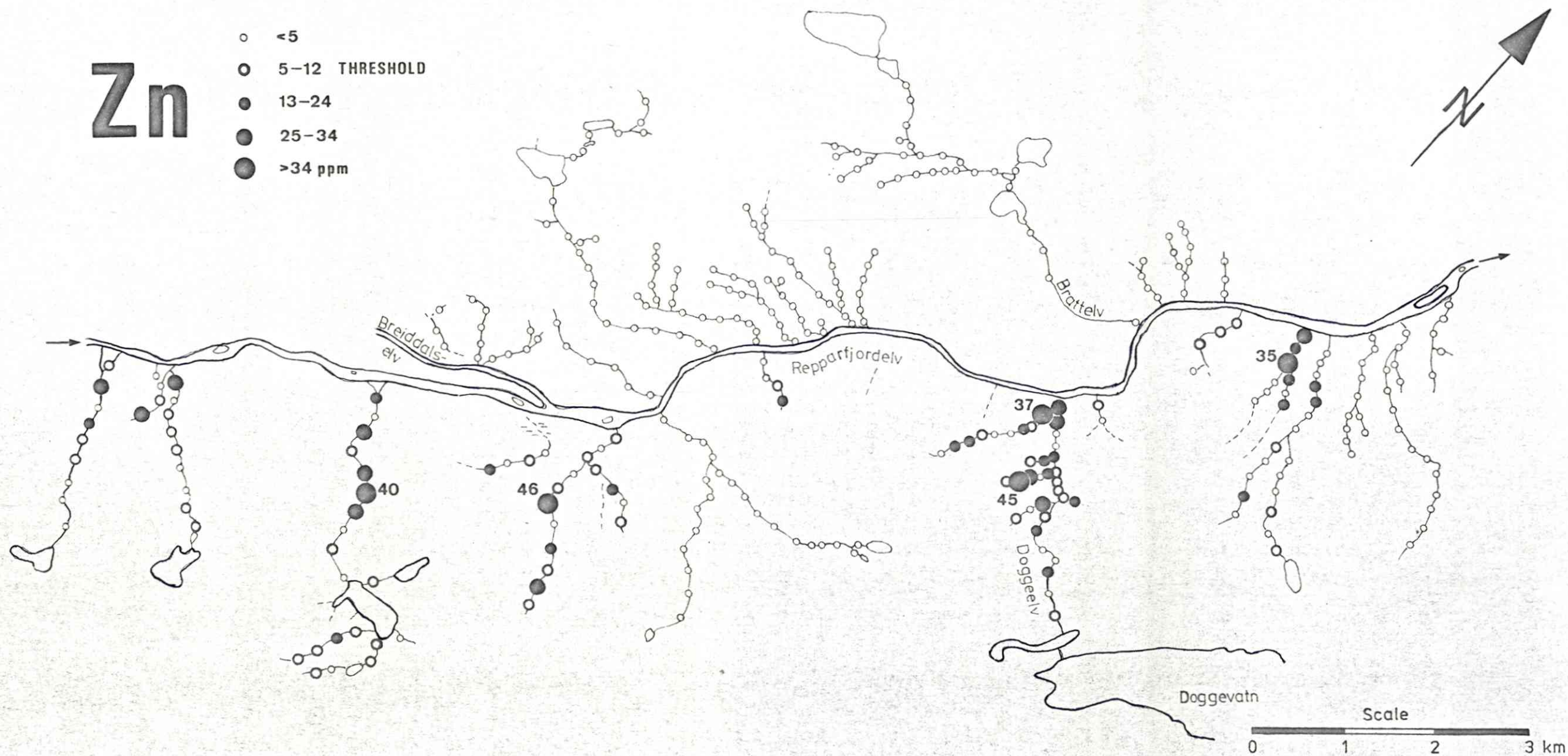
Pb

- 0
- 1-35
- 36-69 THRESHOLD
- 70-94
- 95-117
- >117 ppm



Zn

- <5
- 5-12 THRESHOLD
- 13-24
- 25-34
- >34 ppm

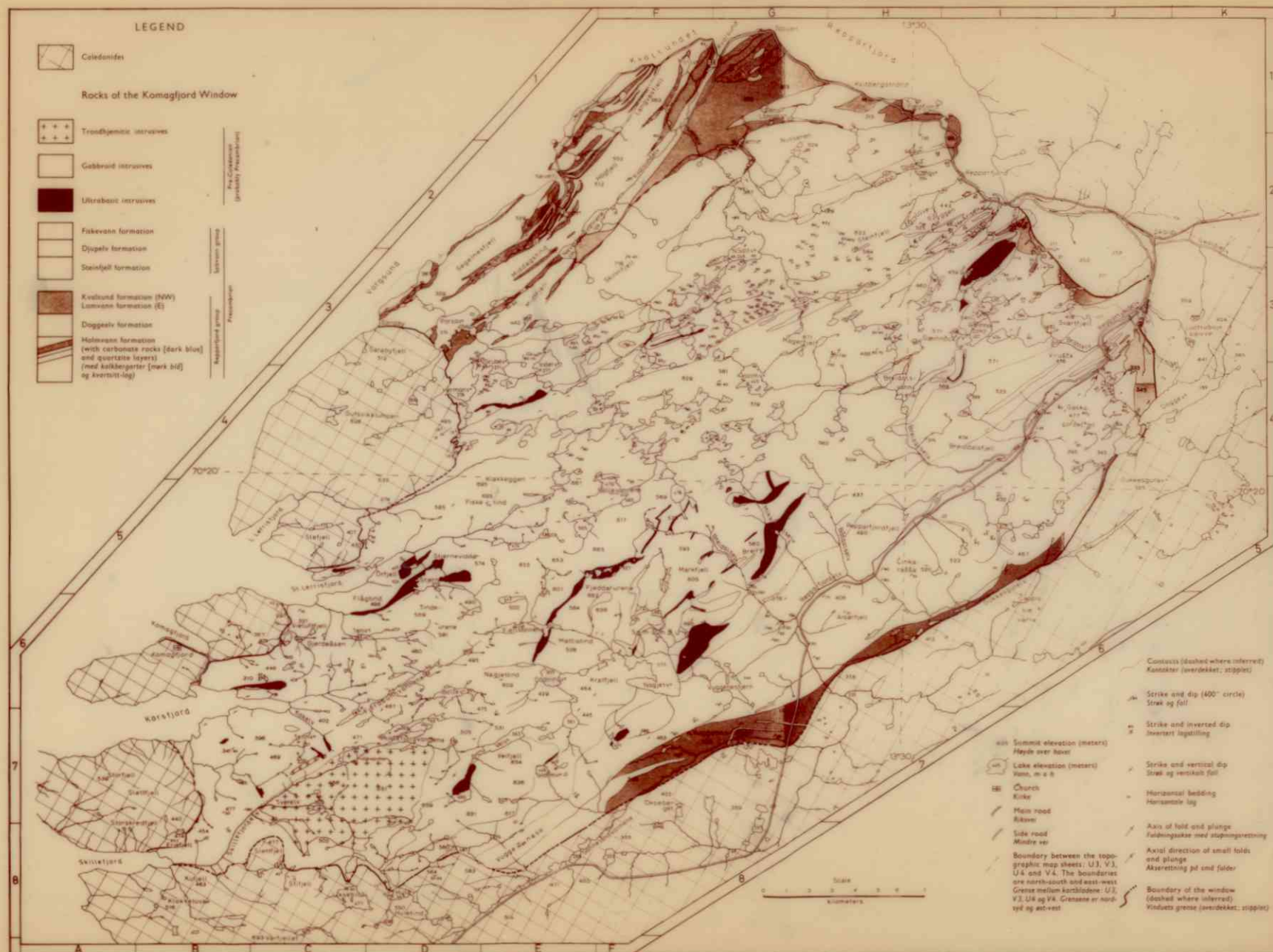


Geologic Map of the Komagfjord Tectonic Window, Vest-Finnmark, Northern Norway

Paul H. Reitan

Geologisk kart over Komagfjord området, Vest-Finnmark, Nord-Norge

Norges geologiske undersøkelse 1960



Literaturverzeichnis

- AHRANS, L.H. (1954):
The lognormal Distribution of the elements.-
Geochim. Cosmochim. Acta 5, 49-73, 6, 121, 131.
- ANDREWS-JONES, D.A. (1968):
The application of geochemical techniques to mineral exploration.-
Colo. School Mines, Mineral Indust. Bull. 11, No. 6.
- BAIRD, A.K. et al. (1967):
A test of chemical variability and field sampling methods, Lakeview Mountain tonalite, Lakeview Mountains, Southern California batholith.-
Calif. Div. Mines. Geol., Spec. Rept. 92.
- X BLOOM, H. (1955):
A field method for the determination of ammonium-citrat-soluble heavy metals in soils and alluvium.-
Econ. Geol., 50, 533.
- X BLOOM, H. (1963):
Toxic properties of several organic solvents used in exploration Geochemistry.-
Econ. Geol., 58, 1000-1002.
- BOLVIKEN, B. (1971):
A statistical approach to the problem of interpretation in geochemical prospecting.-
Geochemical Exploration. CIM Spec. Vol. 11, 564-567.
- BOLVIKEN, B. + SINDING LARSEN, P.
(1973): Total error and other criteria in the interpretation of stream sediment data.-
Geochemical Exploration 1972, 285-295. IMM, London.
- BOYLE, R.W. (1971):
Geochemical Exploration.-
Canadian Institute of Mining and Metallurgy (CIM) Spec. Vol. 11, 1.594.
- BOYLE, R.W. + DASS, A.S. (1967):
Geochemical prospecting-use of the A horizon in soil surveys.-
Econ. Geol., 62, 274-276.

BROWN, B.W. (1964):

A statistical case study in geochemical prospecting for copper.-
Econ. Geol., 59, 492-500.

CAMERON, E.M. (1967):

A computer program for factor analysis of geochemical and other data.-

Geol. Surv. Canada Paper 67-35.

X CANNEY, F.C. + NOWLAND, G.A. (1964):

Determination of ammonium-citrate-soluble cobalt in soils and sediments.-

Econ. Geol., 59, 1361-1367.

X CLOKE, P.L. (1966):

The geochemical application of Eh-pH diagrams.-

J. Geol. Education, 14, 140-148.

COOPER, J.R. + HUFF, L.C. (1951):

Geological investigations and geochemical prospecting experiment at Johnson (Arizona).-

Econ. Geol., 46, 731-756.

DAVIS, J.C. (1973):

Statistics And Data Analysis In Geology.-

Wiley & Sons.

FEIGL, F. (1958):

Spot Tests In Inorganic Applications.- (4th ed.)

Elsevier.

X GARRELS, R.M. + CHRIST, C.L. (1965):

Minerals, Solutions and Equilibria.-
Harper and Row.

GIBBS, R.J. (1973):

Mechanism of trace metals transport in rivers.-

Science 180, 71-72.

GILBER, M.A. (1959):

Laboratory methods for determining copper, zinc and lead.-

Geol. Surv. Canada Paper 59-3.

GOLDSCHMIDT, V.M. (1937):

The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks.-

J. chem. Soc. 1937, 655-673.

- X GOVETT, G. J. S. + WHITEHEAD, R. E. (1973): Errors in atomic absorption spectrophotometric determination of Pb, Zn, Ni and Co in geologic materials.-
J. Geochem. Explor., 2, 121-131.
Eh and pH in geochemical prospecting.-
Geol. Surv. Canada Paper 66-54, 172-187.
- HAWKES, H. E. + REED, J. S. (1962): Geochemistry in Mineral Exploration.-
Harper and Row.
- X HOLMAN, R. H. C. (1965): A method for determining readily-soluble copper in soil and alluvium.-
Geol. Surv. Canada Paper 63-7.
- X IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) (1964): Reagents and Reactions For Qualitative Inorganic Analysis.- (5th report)
Butterworths, London.
ebenso in: Pure and Applied Chemistry, 8, No. 1, 1964.
- X JENNY, E. A. (1968): Controls of Mn, Fe, Co, Ni, Cu and Zn concentrations in soils and water: The significant role of hydrous Mn and Fe oxides.-
Amer. Chem. Soc., Advances in Chemistry Series, No. 73, 337-387.
- KOCH, O. + KOCH-DEBIC, G. A. (1974): Handbuch der Spurenanalyse (Teil 1 und 2).- (2. Aufl.)
Berlin, Heidelberg, New York (Springer)
- Krause, M. (1977): Geochemische Untersuchungen zur Erzprospektion im suedoestlichen Teil des Komagfjord-Fensters, Finnmark, Norwegen.-
Dipl. Arbeit, Mainz.
- KVALHEIM, A. (Ed.) (1967): Geochemical prospecting in Fennoscandia.-
New York, London, Sidney (Wiley & Sons).

- LEVINSON, A.A. (1974): Introduction to Exploration Geochemistry.-
Wilmette (USA) (Applied Publishing Ltd.).
- LIVINGSTONE, D.A. (1963): Chemical composition of rivers and lakes.-
U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 440-G.
- X MITCHELL, R.L. (1964): Trace elements in soils.-
in: Chemistry of the soil (2nd ed.)
(Bear, F.E. (Ed.)).
Amer. Chem. Soc. Mono. Ser. 160, 320-368.
Reinhold.
- MITCHELL, R.L. (1972): Trace elements in soils and factors
that affect their availability.-
Geol. Soc. Amer. Bull. 83, 1069-1076.
- X NOWLAN, G.A. (1971): A field method for the determination
of cold-extractable Nickel in stream
sediments in soils.-
U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 700-B, B177-
B 180.
- PARKER, R.L. (1967): Composition of the Earth's Crust.-
U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 440-D.
- PHAROAH, T. (1976): Geological report on the Komagfjord
Tectonic Window, Finnmark, Norway.-
Unveroeffentlicht.
- REITAN, P.H. (1963): The Geology of the Komagfjord tecto-
nic window of the Raipas suite, Finn-
mark Norway.-
Norges Geol. Unders., 221.
- TAYLOR, S.R. (1964): Abundance of chemical elements in
the continental crust: a new table.-
Geochim. Cosmochim. Acta 28, 1273-1284.
- X SANDELL, E.B. (1959): Colorimetric Determination of Traces
of metals.- (3rd ed)
Interscience.
- SCHROLL, E. (1976): Analytische Geochemie.- (Band I und II)
Stuttgart (Enke).
- SMALES, A.A. + WAGER, L.R. (Ed.)
(1960): Methods in geochemistry.-
Interscience.
- X SMITH, A.Y. (1964): Cold extractable "heavy metals" in soil
and alluvium.-
Geol. Surv. Canada Paper 63-49.

STANTON, R.E. (1966):

Rapid methods of trace analysis for geochemical application.-

London (Edward Arnold).

VOKES, F.M. (1957):

Some copper sulfide parageneses from the Raipas formation of Northern Norway.-

Norges Geol. Unders. 200, 74-111.

WARD, F.N. et al. (1963):

Analytical methods used in geochemical exploration by the U.S. Geological Survey.-

U.S. Geol. Surv. Bull. 1152.

WENNERVIRTA, H. et al. (1971):

Summary of research and development in geochemical exploration in Scandinavian countries.-

Geological Exploration CIM Spec.

Vol. 11, 11-14.

Strand, T. 1932 Biolite - sårte på Sjøndy. Vest-Finnmark
NGU 183

Sturt B.A. & Ramsay D.M. 1965 The alkaline complex of
Breivikbotn area Sørø, northern Norway
NGU 231

Worthing, M.A. 1971: Studies in the structure and metamorphic
petrology of the eocambrian rocks of
Eastern Seiland, north Norway
Unpubl. Ph. D. thesis Univ. of London, England

Roberts, D. 1968 The structural and metamorphic history
of the Langstrand - Finfjord area, Sørø,
Northern Norway. NGU 253

Ramsay, D.M. & Sturt, B.A. 1963: A study of feld dykes,
their associations and symmetry relationships
from Sørø, Northern Norway, NGT 43

Kranskott, H.B. 1954 Igneous and metamorphic rocks
of the Ousfjord area, Vest Finnmark
NGU 188

Appelyard, E.C. 1965: A preliminary description of the
geology of the Dønnesfjord area
Sørø NGU. 231

Barth, T.F.W. 1927: Die pegmatitgänge der haledonischen
Intrusivgesteine in Seilandgebirge
Norw. Vid. Akad. skr. I No. 8 1927

Hoel, A. & Schetelig J. 1916: Neptulini bearing pegmatitic dykes
in Seiland.
Festschrift til professor
A. Helland, Kristiania

Sturt B.A. & Taylor J. 1972 The Timing and Environment
of Emplacement of the Storø
Gabbro, Sørø NGU 272

Speedyman, D.L. 1972 Mechanism of Emplacement
of Plutonic Igneous Rocks
in the Høsfjord Area of Sørø
Vest Finnmark NGU 272

Robins B. 1972 Syenite Carbonatite Relationships in
the Seiland Gabbro province, Finnmark
NGU 272

Vohes, F.M. 1956 Some copper sulphide parageneses from the Raipas formation of Northern Norway

Vohes, F.M. 1956 On the presence of minerals of the linxite series in some copper ores from the Raipas formation of Northern Norway

Robins, B. 1974,

Flørén, K.S. 1961 Layered gabbro, hornblende, carbonatite and nepheline syenite on Stjernøya, north Norway *N.G.T.* 41

Oostervom, M.C. 1954: En hornblendesitt Soner i Seiland peridotitten *NGU* 188

" 1963 The ultramafites and layered gabbro sequences in the granulite facies rocks on Stjernøya, Finnmark, Norway *Leidsa, Geol. Medel.* 28

Pringle, I. & Stuart B.A. 1969 The age of the main Caledonian orogenic metamorphism in Sørøya *NGT* 49

Robins, B. 1971: The plutonic geology of the Caledonian complex of southern Seiland northern Norway unpubl. Ph.D. thesis University of Leeds, England.

Robins, B. 1972a: Syenite-carbonatite relationships in the Seiland Gabbro Province northern Norway. *N.G.U.* 272

Robins, B. 1972b Crescumulate layering in a gabbroic body on Seiland, northern Norway *Geol. Mag.* 109

1974
Brooks, M. & Chroston, P. N.: Gravity Survey Data
from North Troms and West Finnmark
NGU 311

Speedymann, D. L. 1973: Relict Dykes and Relict Pseudo Dykes
in the Komasfjord Area of Sørø, Finnmark
NGU 289

1973
Ponagle, I. R. & Roberts, D.: A preliminary Rb-Sr. Isochron
Study from N.E. Sørø, Finnmark
NGU 294

~~ZWAAN, B.C. 1977 *gitt ut i bokstapp*~~

A stratigraphic-structural-geological section through the
Komagfjord tectonic window, Norway, Finnmark

by E. Michael Steffan and Bernhard Stribny
Frankfurt/Main - West Germany.

Summary.

The precambrian and eocambrian rocks of the Komagfjord tectonic window are caledonic folded and postcaledonic erroded. During the caledonic main folding a central synklinorium and two adjacent antiklinoriums got built up. A late caledonian deformation coursed the overthrusting of the nappe. At the postcaledonian uplifting the area of the window got fractured and blockfaulted.

Zusammenfassung.

Die präkambrischen und eokambrischen Gesteine des Komagfjord Fensters sind kaledonisch gefaltet und postkaledonisch freigelegt worden. Bei der kaledonischen Hauptfaltung wurden ein zentrales Synklinorium und zwei randliche Antiklinorien angelegt. Während einer späteren Beanspruchung erfolgte eine Deckenüberschiebung. Bei der postkaledonischen Hebung wurde der Fensterbereich in einzelne Segmente gegliedert.

Introduction.

The Komagfjord window consists of precambrian and eocambrian mafic metavolcanic basement rocks overlain by clastic series. All rocks are intensively caledonic deformed.

Geography.

The section starts at the riksvei 6 in the southeast and ends at the Neverfjord in the northeast. (see plate I)

Stratigraphy: after P.H. Raitan (1963), B. Stribny and E.M.Steffan
(1977)

Investigation results:

Structure geology.

We can distinguish between two main structural deformations, separeted in time.

At first an early caledonian main-folding building up large anticlinoriums and synclinoriums with diverging and converging c-axes, (axis vertical to the fold-axis) accompanied by overthrusts.

Later a nappe overthrusts of late caledonian age. In post-caledonian time the Komagfjord area was uplifted, exposed and the nappe eroded, while the window got fractured and block-faulted.

Section description.

The early caledonian deformation.

The section shows a central synclinorium with adjacent anticlinoriums.

The northwestern anticlinorium is characterised by many overthrusts, as a result of different competency of rocks.

Measurements:

1. Width of exposed anticlinorium: 10 km
2. Mean length of main folds: 2,7 km
3. Mean amplitude of main folds: 1,1 km
4. Angle of divergence (Vergenz-fächerwinkel) half angle: 35°
5. Angle of inclination of the tangent to folds (Measured from horizontal) (Klinenz): 5° to the southeast
6. Factor of linear shortening of folds: 0,77

The synclinorium is on both sides overthrust by anticlines built up by metavolcanics. The rocks of the synclinorium are arkoses and conglomerates of the Steinfjell-, Djupelv and Fiskevann formation.

The synclinorium shows from NW to SE the following main elements: a faulted syncline. Next to that a faulted anticline.

Measurements:

1. Width of exposed synclinorium: 8 km
2. Mean length of main folds: 2 km
3. Mean amplitude of main folds: 0,7 km
4. Angle of convergence: 60°
5. Angle of inclination of the tangent to folds (Klinenz):
 - SE-limb: 15°
 - NW-limb: 15°
6. Factor of linear shortening of folds: 0,68

Where the southeastern anticlinorium borders the synclinorium the Roedfjellintrusion took place. To the southeast the fractured NW-limb of the anticlinorium is followed by the closely folded southeastern part of the anticlinorium.

Measurements:

1. Width of exposed anticlinorium: 6 km
2. Mean length of main folds: decreasing to the southeast.
3. Mean amplitude of main folds: 0,3 km
4. Angle of divergence: 60°
5. Angle to folds (Klinenz):
 - SE-limb: 15°
 - NW-limb 15°
6. Factor of linear shortening
of folds: 0,8

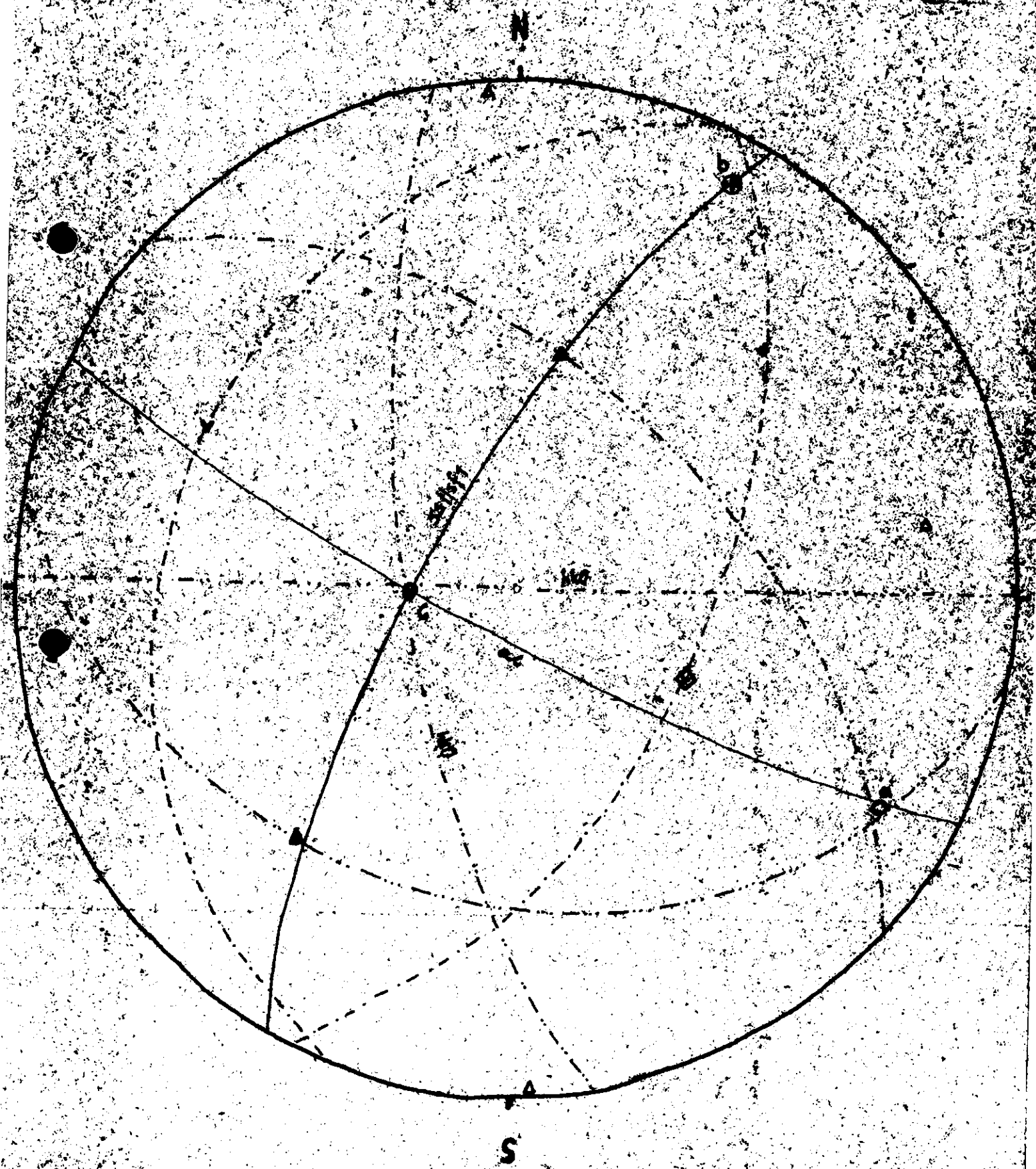
The postcaledonian uplifting.

The section shows eight striking faults along which vertical movements took place. They separate the window in several segments. Reconstructing the directions of movements the shows us that parts of maximum uplifting are located in the central part of the window right angle to the main deformation axis.

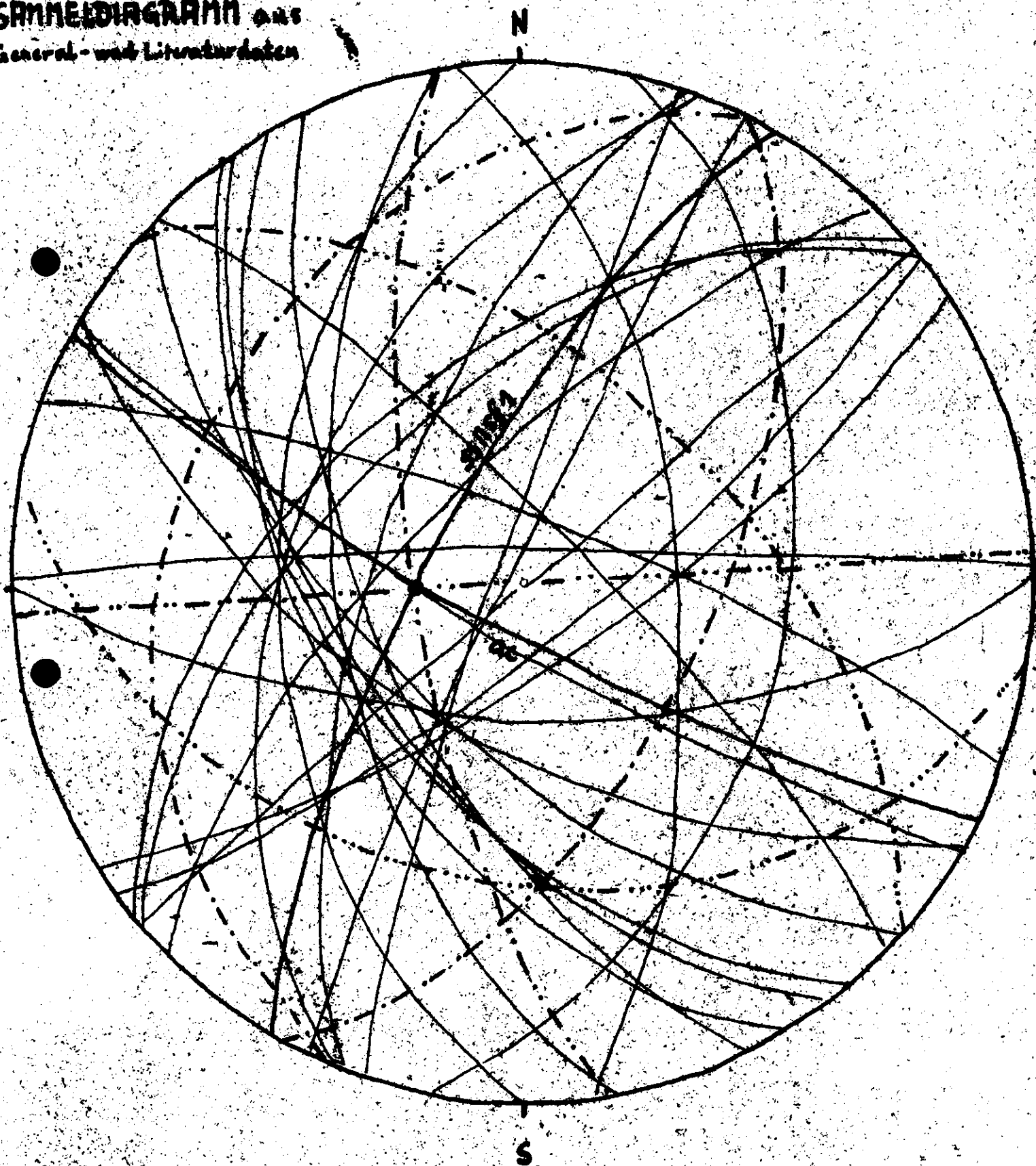
This investigation and publication was supported by Follidal Verk A/S and chief geologist Dr. J. Heim.

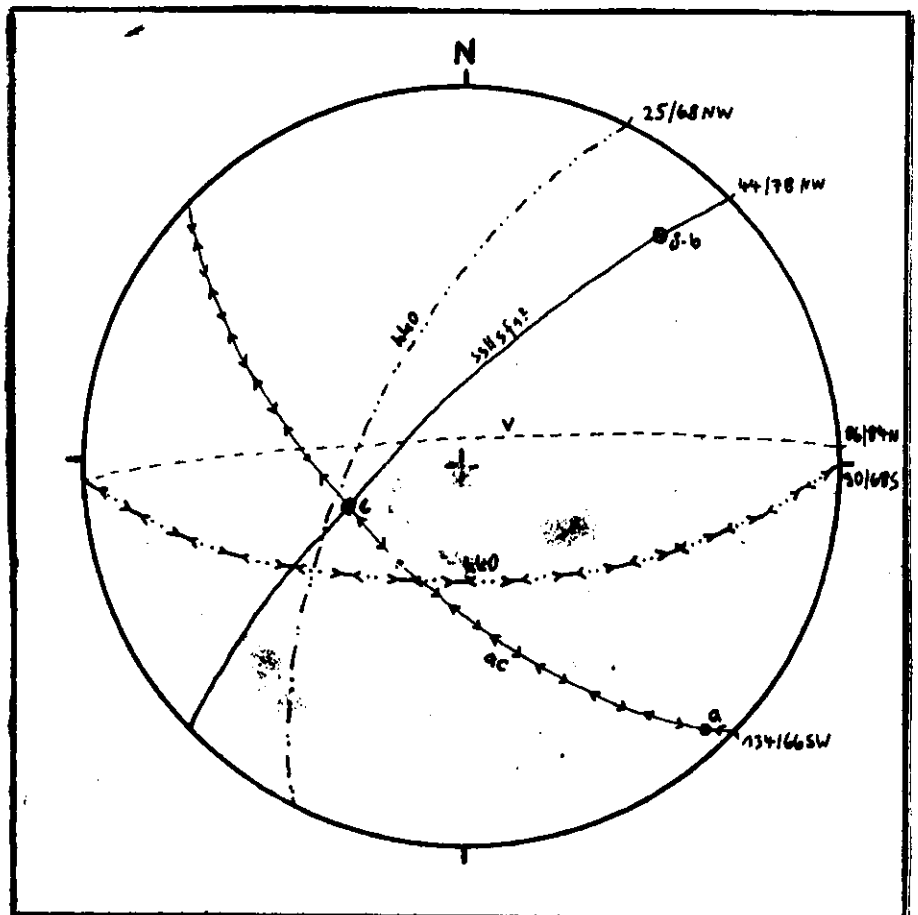
References:

- REITAN P.H. (1963) The geology of the Komagfjord tectonic window of the Raipas suite, Finnmark, Norway. Norges. Geol. Unders. Nr. 221
- B. STRIBRNY and E.M. STEFFAN (1977) Unpublished field report 1977

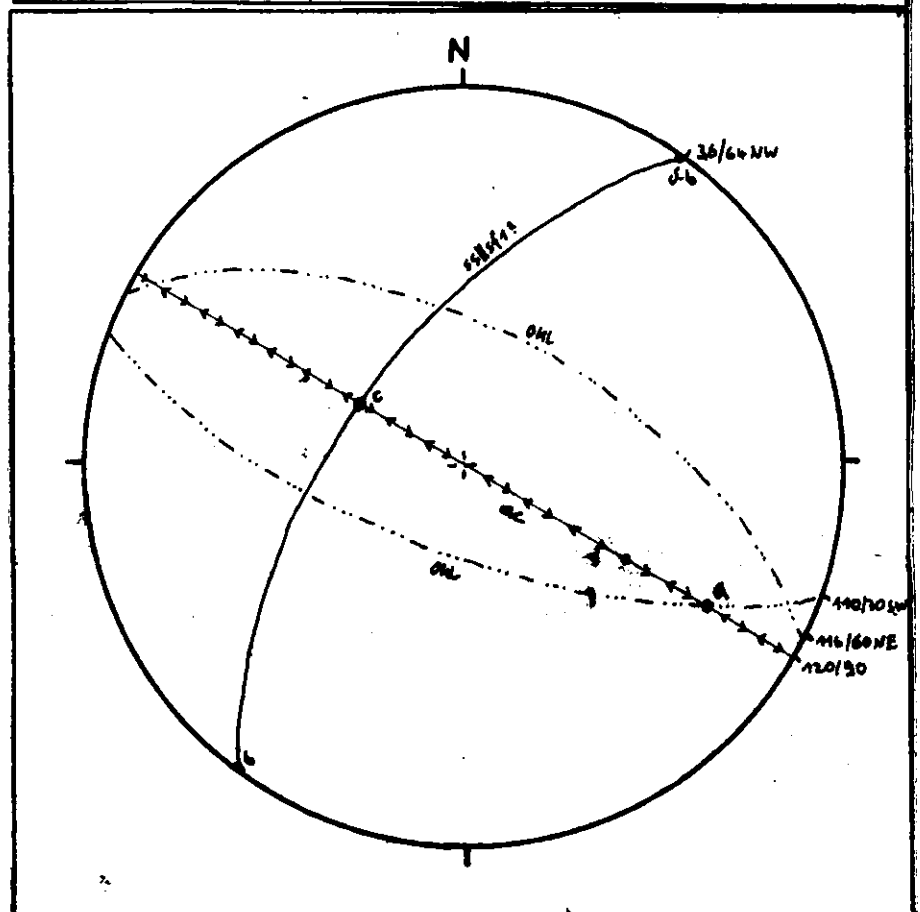


SAHNEBILDUNG aus
General- und Literaturdaten

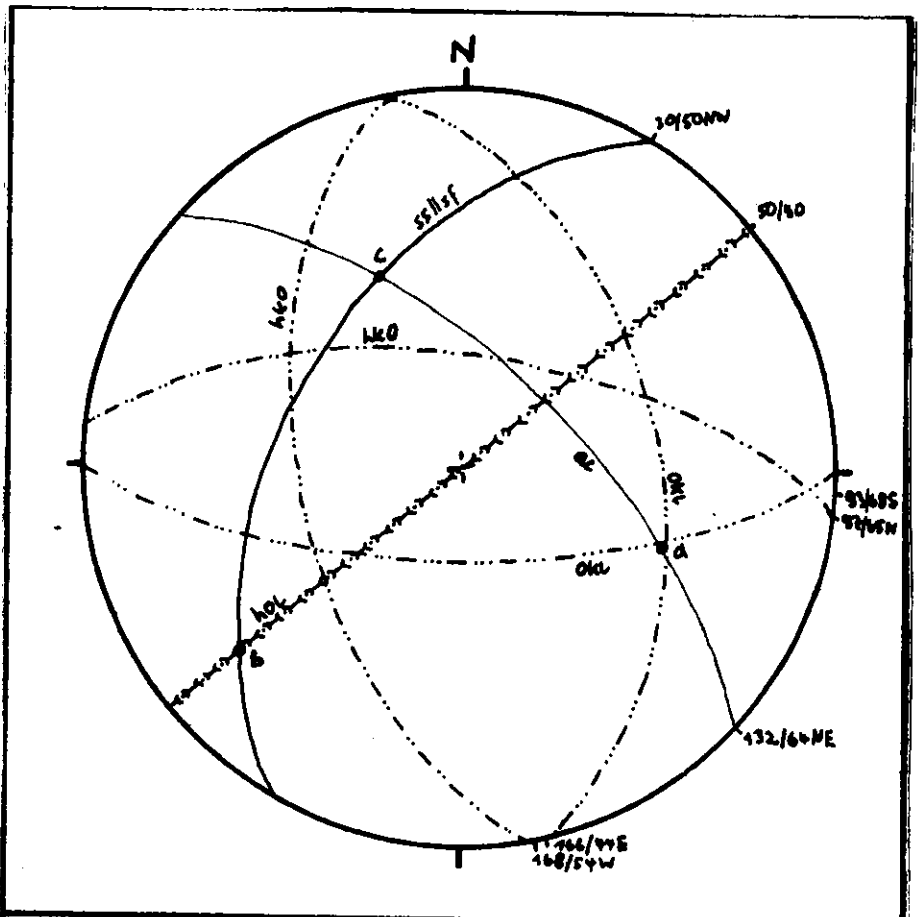




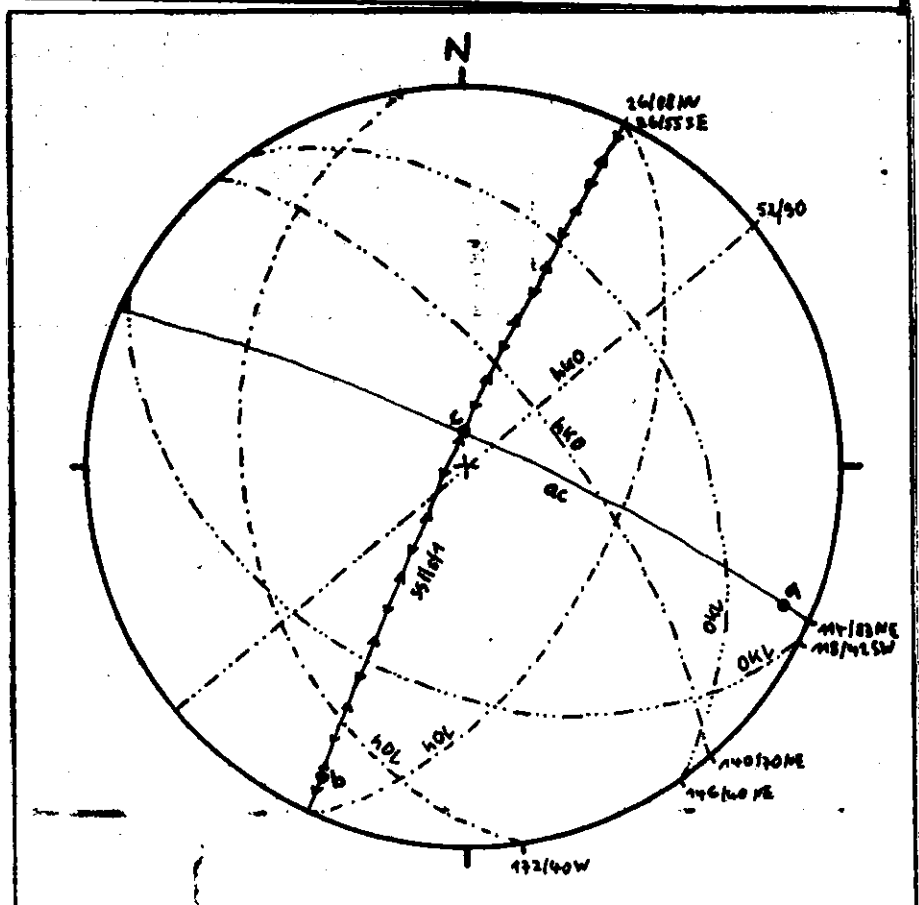
Überlaufrinne Stauwehr PORSA



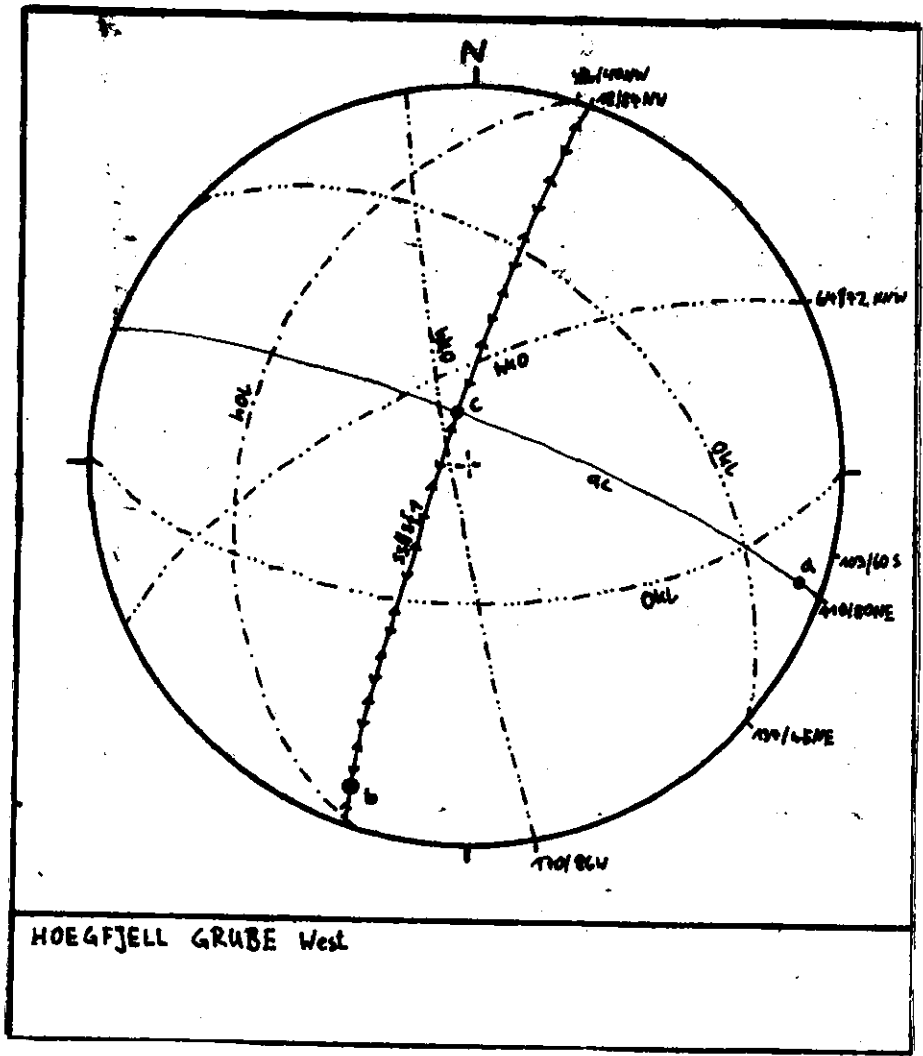
BAHR'S GRUBE

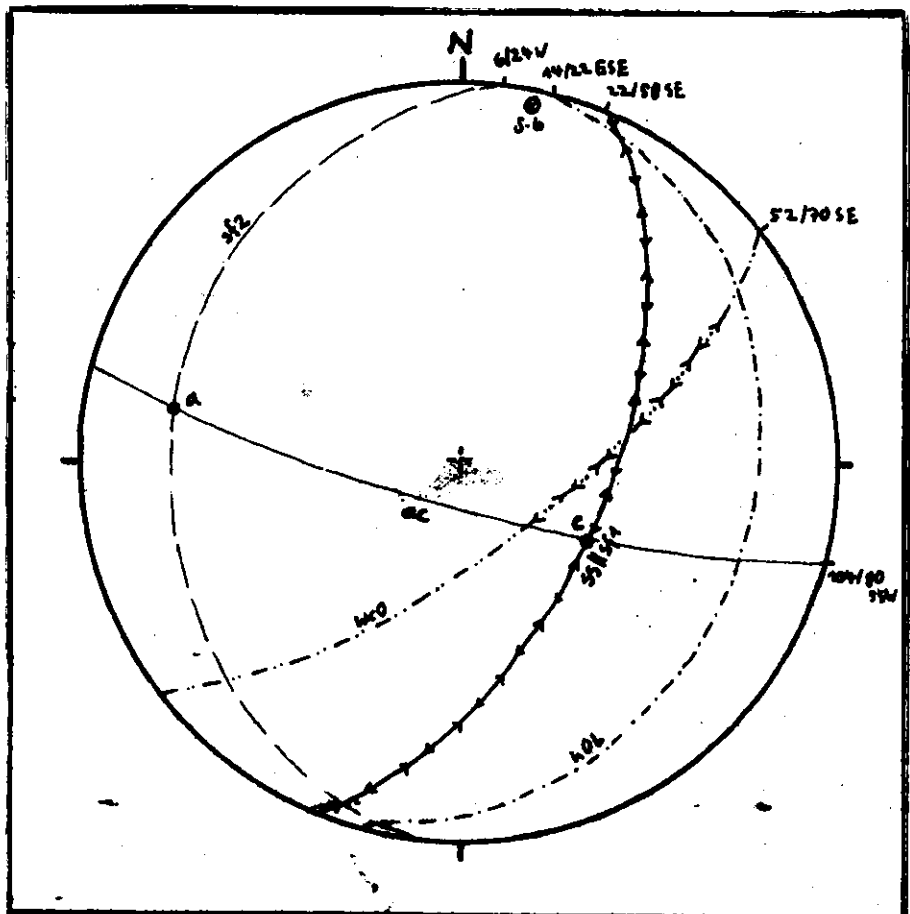


OLDERVIK GRUBE

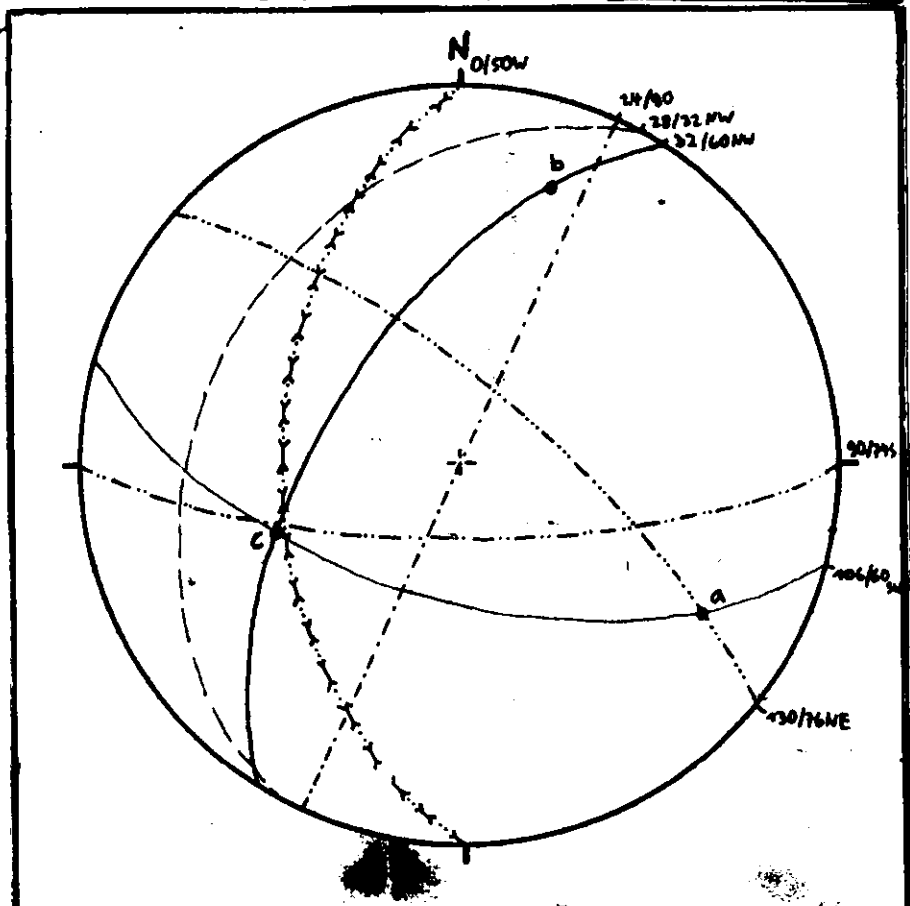


HØEGFJELL GRUBE Ost

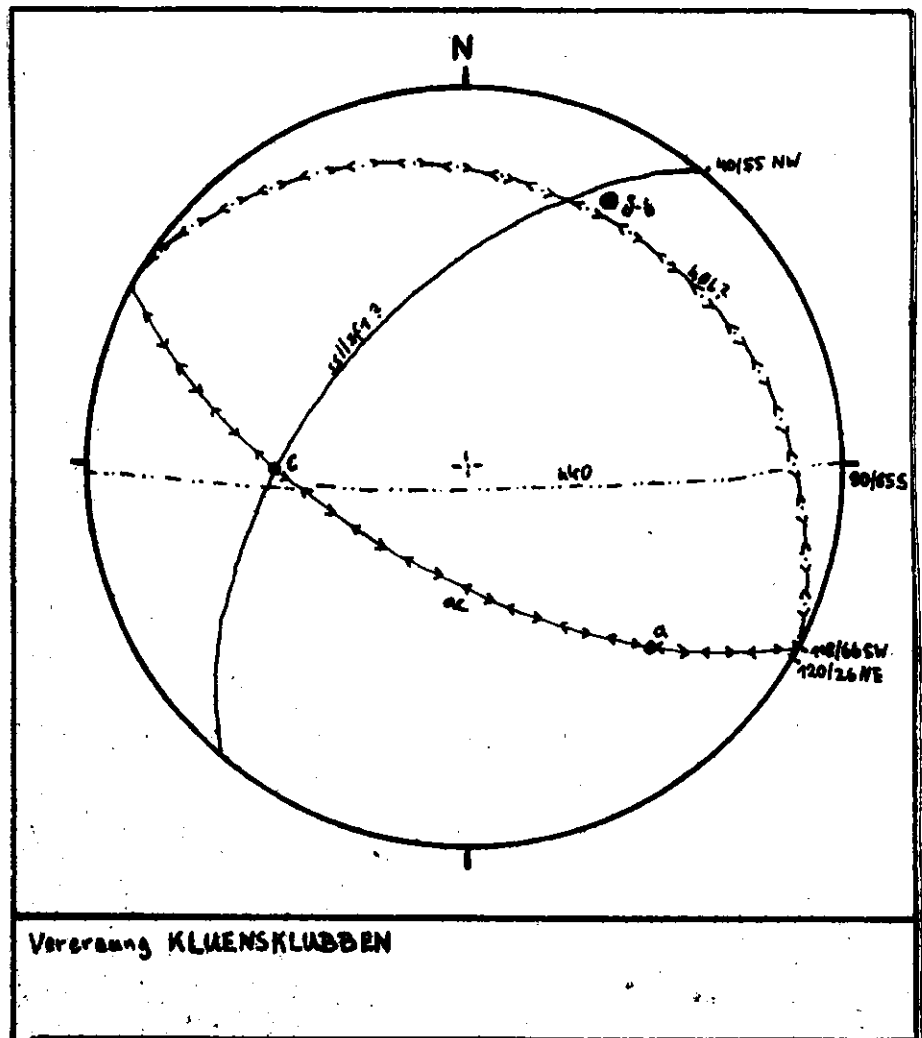




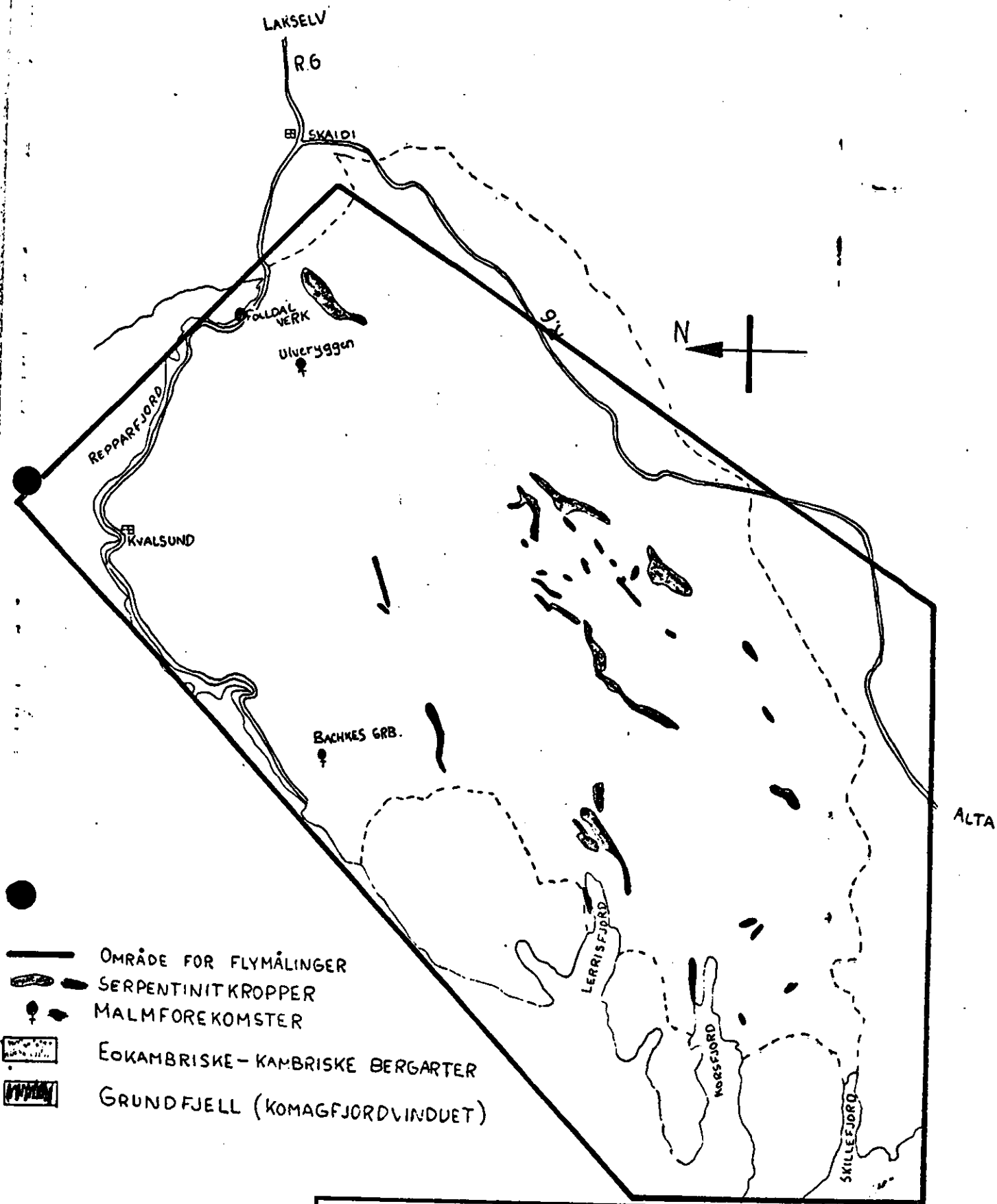
BERITSFJORD GRUBE Ost



BERITSFJORD GRUBE Vest



[illegible]



KOMAGFJORD VINDUET	Malestokk 1:250 000	Tegn. RH
	Trac.	Kfr.
	Erstattet for:	
	Erstattet av:	

UTKAST

PLAN FOR
PROSPEKTERING I KOMAGFJORDVINDUET
1977 - 1981

Repparfjord 1.12. 1976

Roar Hovland

Paul J. Paulsen

PROSPEKTERING I KOMAGFJORDVINDUET 1977 - 1981.

Utviklingen med sterkt stigende omkostninger og lavere markedspris for kobber har gjort at små fattige kobberforekomster som f.eks. Repparfjord neppe kan drives med balanse i fremtiden. For å få et bedre driftsresultat vil Folldal Verk A/S, Repparfjord fra årsskiftet 76/77 legge om driften slik at gjennomsnittsgehalten i råmalm øker fra 0,65 % til 0,85 % Cu samtidig som produksjonen reduseres fra 450.000 tonn/år til 200.000 tonn. Denne reduksjonen gjør at 40 av 90 ansatte ved bedriften må slutte i løpet av første halvår 1977.

En vurdering av de muligheter som finnes for øking av sysselsettingen og trygging av arbeidsplassene ved bedriften peker *desten* mot en intensivering av malmløtingen i området. Løtingen må være rettet mot både en øking av bedriftens malmbasis og funn av nye malm- og mineralforekomster som kan være gjenstand for økonomisk utnyttelse.

De senere års undersøkelser i Komagfjord grunnfjellsvindu som er ca. 1200 km² (kart bilag I) har omfattet vesentlig geokjemisk prøvetaking og geologisk kartlegging.

06.2.78

områder med en godde bakt og vakkert landskap

Undersøkelsene har vist en rekke anomalier som bør følges opp og som berettiger en øket letteinnsats i området.

En del av disse anomalier skyldes mineraliseringer av nikkel, krom og vanadium, metaller som har en høyere og mer stabil markedspris enn kobber.

En letoperiode på 5 år med en total ramme på 10 mill. kroner antas å kunne føre frem til en konklusjon om det finnes økonomisk utnyttbare forekomster i området. Da prospekteringsprogrammet for en sesong alltid må bygge på foregående års resultater er det bare programmet for 1977 som er utarbeidet i detalj. For å gjennomføre dette kreves 2,2 mill. kroner samt en investering i utstyr på kr 320.000,-.

I den utstrekning det er mulig vil lokal arbeidskraft bli benyttet, og gjennomføringen av programmet vil gi 8 - 10 ekstra arbeidsplasser ved bedriften.

Prospekteringsvirksomheten ved Folldal Verk A/S, Repparfjord bør som nevnt konsentrere seg om følgende oppgaver i årene som kommer:

1. Å finne nye og rikere malminforekomster i området rundt de kjente forekomster i Ulvenyggen eller i dybde-fortsættelsen av disse (kart bilag II).

Lokale letteområder

I 1976 fant man ved diamantboring levende malminindikasjoner i fortsættelsen av Vestfeltet mot Hovedfeltet (bl.a. 1,6 g Cu over 10 m i hull 975A). Dette området undersøkes nærmere ved diamantboring i 1977. Likeledes bør Vestfeltets eventuelle ~~fortsettelse~~ ^{sublekkasje} mot syd-vest klarlegges. Senere vil det bli aktuelt å utføre diamantboringer i fortsættelsen av Øst-feltet og i området rundt Hønsfeltet.

Fra stollen må man få klarlagt malmfeltenes dybdefortsettelse, bl.a. hvordan forkastningssonen på hengsiden har forskjøvet malmsonene.

2. Å undersøke om det finnes andre drivbare malmbeforekomster eller forekomster av industrielle mineraler i grunnfjellsvinduet Komagfjord eller i de ^{overskjøyne} bergarter rundt Repparfjord - Kvalsund.

De geokjemiske kart viser en rekke ^{områder som viser en meget høy} interessante ^{verdier for} anomalier. ^{60-70 km} For bedre å kunne prioritere oppfølgingen av disse anomalier, er det høyst nødvendig å få utført geofysiske målinger med helikopter. Området som viser både geokjemiske og geofysiske anomalier bør da prioriteres ved det videre oppfølgingsprogram.

I Komagfjord grunnfjellsvindu ^{forholdet} har man en rekke serpentinittkropper ^{er store og er blitt med} som ved prøvetaking har vist seg å føre noe nikkel, kobolt, krom, kobber, ^{vanadium} og magnetisk jern. En detaljert prøvetaking av disse ^{områder} kropper bør gjennomføres for å se om noen av disse kan føre så store konsentrasjoner av de ^{kan føre} nevnte metaller at de kan være økonomisk utnyttbare. ^{med store}

^{dekkene} I de ^{kan de utbrenne?} overskjøyne bergarter rundt Repparfjord - Kvalsund ^{har} man flere rusthorisonter. En geokjemisk prøvetaking ved bekkesedimenter kan klarlegge om man har noen konsentrasjon av tungmetaller i området. Ellers bør kvartsitt og dolomittdragene i grunnfjellsvinduet prøvetas og ^{salgsmulighetene} for slike produkter undersøkt. /x

* ^{imidlertid} bemerkelsesverdig ^{høye} verdier ^{for} Fe, V og også for mangan, ^{at det består} men meget små ^{for} sporer ^{for} gull.

- A -

PROSPEKTERING I KONGSFJORDVINDUET 1977 - 1981.

NØDVENDIG INVESTERING.

For gjennomføringen av det planlagte prospekteringsprogram er det nødvendig med innkjøp av følgende maskinelle utstyr og måleinstrumenter:

1 X - Ray Fluorescence Analyser	kr 50.000
1 Diamack 250, Diamantbormaskin, Rørgang	" 400.000
1 V.D.F - EM 16, Geonics	" 25.000
1 Magnetometer 30-40m.	" 25.000
2 Semimobile arbeidsbakkor	" 20.000
	kr 520.000
	=====

Investeringene avskrives over en 5-års malmletingsperiode.

PROSPEKTERING I KOMAGNJORDVINDUET

BUDSJETT 1977

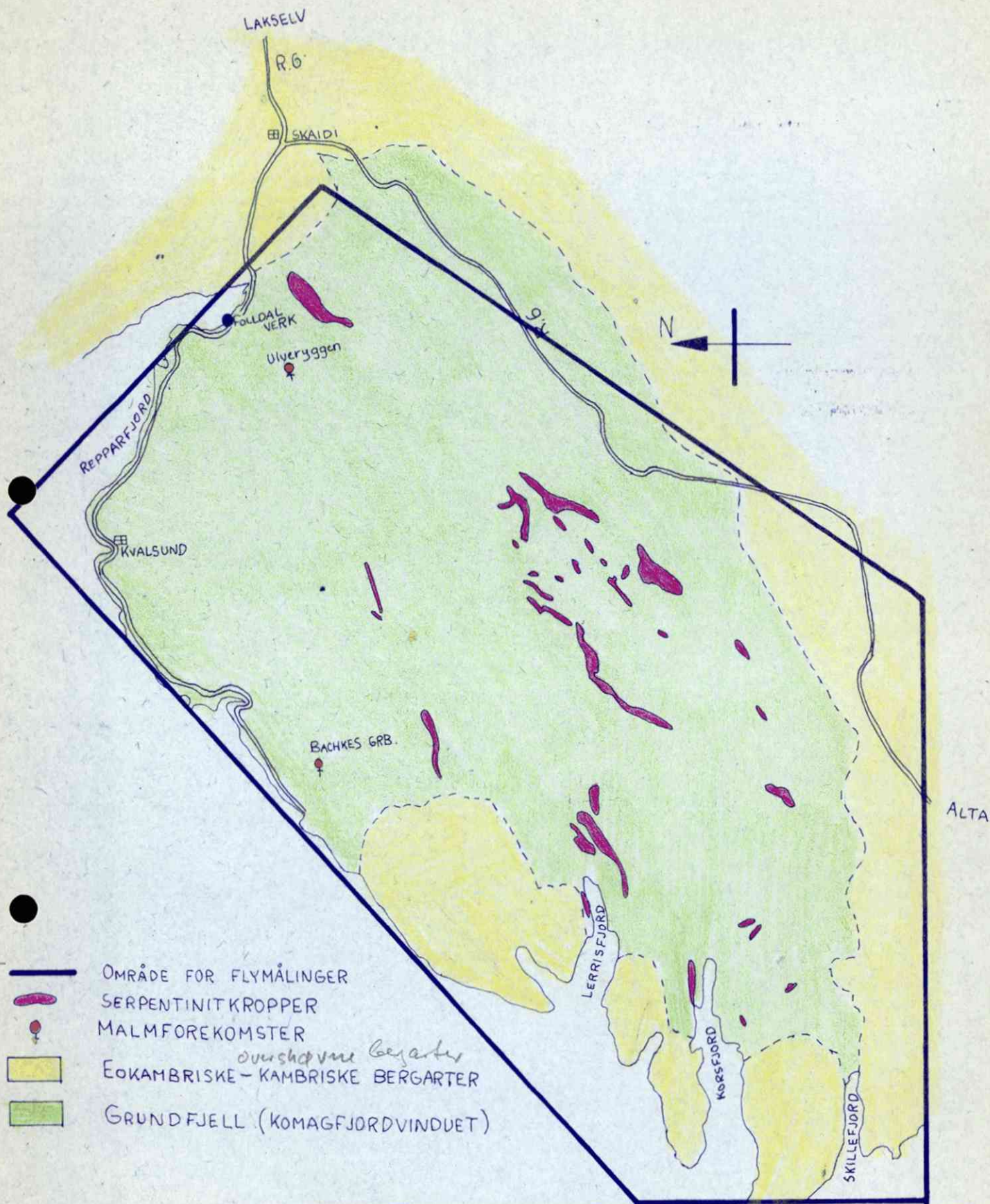
<u>1. Helikoptertermålinger</u> 5000 pr.lm x 160 kr		= kr	900.000
Mosaikk, kart utsetting av fastplkt.		= "	50.000
<u>2. Diamantboringer</u>			
Vestfeltet	1200 m	= kr	192.000
Bachkes grube	500 m	= "	80.000
Øvrig felt	800 m	= "	128.000
		= "	400.000
<u>3. Prøvetaking</u>			
Knakkpr. o/serpentinitene		= kr	40.000
Prøver for videre forsch		= "	40.000
Støvsøring		"	50.000
Bekkosedimenter		"	50.000
Jordprøver		"	50.000
		= "	220.000
<u>4. Geofysikk</u>			
Magnetiske, elektromagn. bakkemålinger		= "	200.000
<u>5. Analysering</u>			
1500 m diamantborkjerner		kr	40.000
3000 bekkosed. pr.(8 elem.)		"	120.000
1000 jordprøver (8 elem.)		"	40.000
1000 knakkprøver		"	40.000
2000 borstøvsprøver		"	10.000
		= "	250.000
Borstøvsprøvene analyseres med X - Ray Analyser.			
<u>6. Forbruksmateriell</u>			
Feltutstyr, prøvetalm.materiell etc.		= "	25.000
<u>7. Avskrivning / renter på investeringer</u>			
		= "	100.000
		kr	2.200.000
		=====	

PROSJEKTERING I KOMAGFJORDVINDUET

LANGTIDSBILAG 1977 - 1981

	1977	1978	1979	1980	1981
DIAMANTBORING	Vest-feltet Baches grb. Øvrig felt	Østfeltet Serpentinitter	Hansfeltet Serpentinitter Geof/geokj.anom..	Malm u/stollnivå Geof/geokj.indik.	Malm u/stollnivå Geof/geokj.indik.
HELIKOPTERMÅLINGER	Komagfj.vinduet		"Eokambriske omr"		
PRØVETAKING	Støvb.serpentin. Bekkesed."Eokambr" bergarter Jordpr.geof.anom.	Støvb.serpentin. Jordpr.geof.anom.	Jordpr.geof.anom.	Jordpr.geof.anom.	
GEOFYSIKK	Bakkemålinger Helikopteranom./ geokj. anom.	Bakkemålinger Helikopteranom./ geokj. anom.	Bakkemålinger Helikopteranom./ geokj. anom.	Bakkemålinger Helikopteranom./ geokj. anom.	
ANALYSERING	Diamantborkjerner Støvprøver Bekkesedimenter Jordprøver	Diamantborkjerner Støvprøver Jordprøver	Diamantborkjerner Jordprøver	Diamantborkjerner Jordprøver	
BUDSJETT	2.200.000	1.800.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000

Avskrivningen av innkjøpt utstyr er imbefattet i budsjettallene.



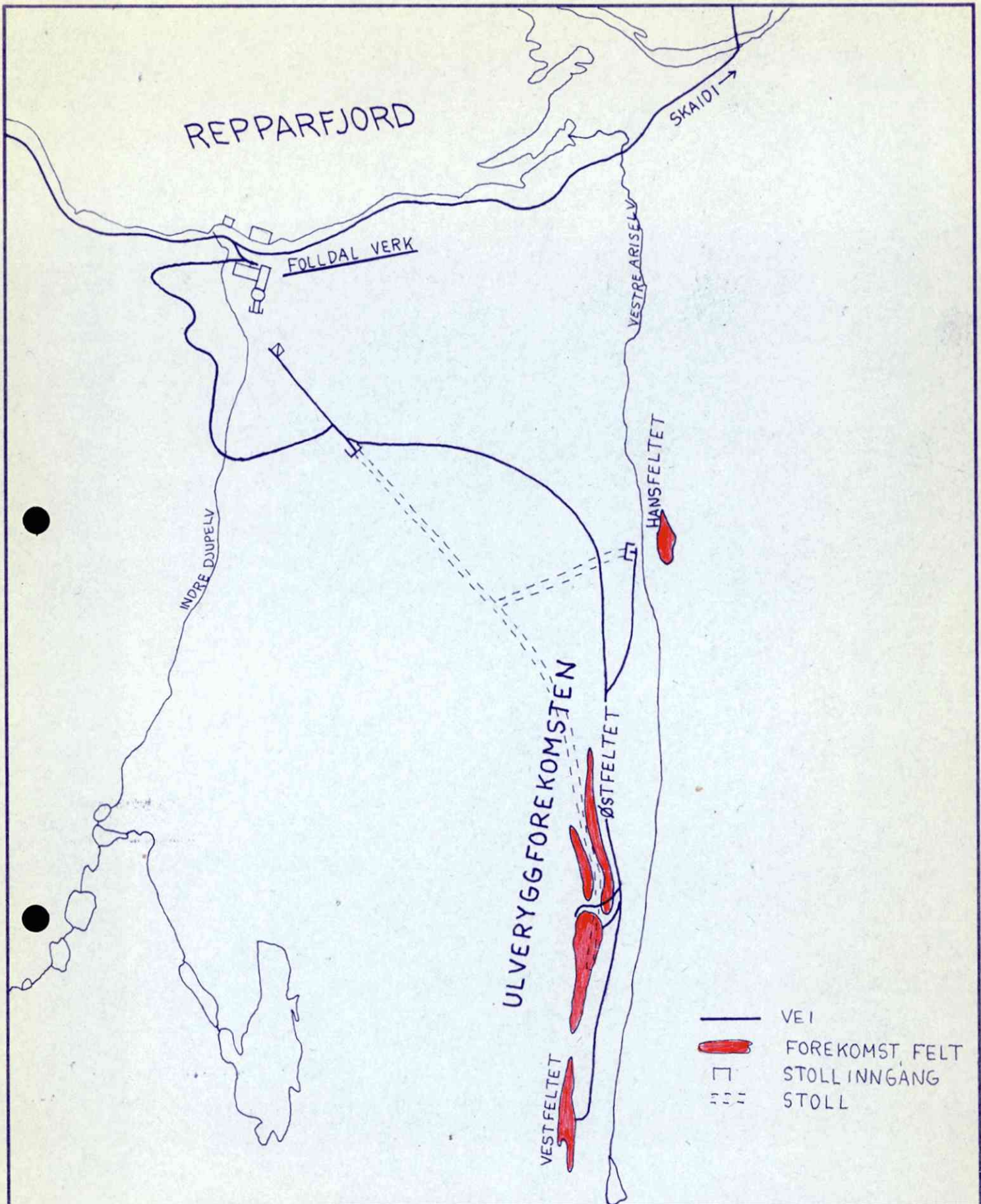
KOMAGFJORD VINDUET

Målestokk
1:250 000

Tegn. RH
Trac.
Kfr.

Erstatning for:

Erstattet av:



KARTSKISSE
FOLLIDAL VERK

Målestokk
1: 20.000

Tegn. *RTK*
Trac.
Kfr.

Erstatning for:

Erstattet av:

AEROMAGNETISK KART

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

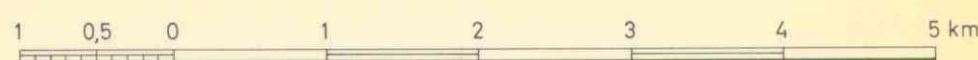
(1835 IV)

ØKSFJORD - 1835 III



(1834 IV)

MÅLESTOKK 1:50.000



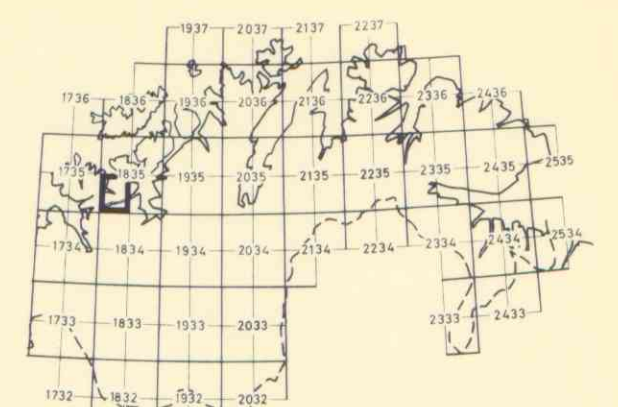
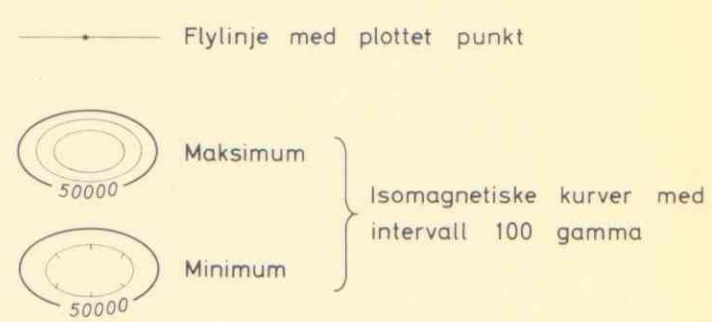
De magnetiske data er utarbeidet av Geofysisk afdeling ved NGU på grunnlag av målinger utført i 1965 med et kontinuerlig registrerende flux-gate magnetometer av type AN/ASQ-3A montert i fly.

Ved samtidige målinger med et protonmagnetometer av type ELSEC 592 er feltets absolutte verdi bestemt. De angitte verdier viser det magnetiske totalfelt i gamma.

Flygingen er utført etter kart i målestokk 1:50.000 og flylinjene er senere fastlagt ved hjelp av 36 mm film av bakken. Bildene er tatt under målingen med tidsintervall på 2 sekunder.

Flyhøyden er forsøkt holdt mellom 100 og 150 meter over bakken i den utstrekning terrengforhold og flyets yteevne har tillatt dette.

All topografi er basert på Norges geografiske oppmålings kart, serie M.711. Bare de viktigste elver og vann samt kystkontur er tatt med.



Kartet er utgitt av Norges geologiske undersøkelse, Trondheim, i desember 1966.

Vedrørende flotasjonsproblemer i Repparfjord

I anledning de lave utvinningsprosenter i slutten av 1965, var det kommet igang en diskusjon for om mulig å finne årsaken til at den del av Cu-mineralene ikke floterte. Det ble foreslått justeringer i reagenstilsetning, og både Salas og Warren Spring laboratoriums rapporter er blitt gransket i begynnelsen av 1976. Flotasjonsingeniøren ytret mistanke om at den dårlige flotasjons- evnen av kobberglans kunne være grunn til de høye Cu-gehaltene i avgangen. Generelt hadde man inntrykk av (Sala-rapport) at en form for oksydasjon eller også kobberoksyder fantes i pågangen. Man hadde imidlertid ikke funnet nevneverdig mengder av kobber- karbonater (oksyder) i de områder man drev ut malmen på det aktuelle tidspunkt.

Gruvegeologen ble derfor anmodet om å ta seg av detaljerte studier av kobbermineralene og dens fordeling på Ulveryggen.

I sammenheng med en befaring i september 1976, ble det tatt prøver av karakteristiske bergartsgyper fra Ulveryggen. Undertegnede ~~ble~~ bedt ~~av~~ Dr. Urban om nærmere gransking av malmmineralene. I en prøve som var betegnet som hematittførende kvartsitt, fant Dr. Urban at alt som var antatt for å være hematitt var kupritt: Cu_2O .

Undertegnede har kontrollert prøven med reflektometer under monokromatisk lys med varierende bølgelengder og etterpå med røntgenfluoressens. Det er ingen tvil om at det dreier seg om kupritt. Man holder enda på med mikrosondeundersøkelser.

Den omtalte bergartsprøven hadde en rødlig farge. Det fantes ingen sulfider i den.

Innholdet av Cu_2O i noen lag på Ulveryggen har i det vesentlige to konsekvenser:

- a) Teknisk: Beregningsfeil vedrørende utvinnbar malmmengde må elimineres ved nøyaktig lokalisering og kartlegging av Cu_2O soner.

For flotasjonen bør avgangslutning diskuteres om Cu_2O -mengden (mot forventning) skulle øke i noen arealer av Ulveryggen.

- b) Genetisk: Mye tyder på at mineraliseringen ved Ulveryggen er en infiltrativ kobberforekomst, det vil si malmanrikningen skjedde gjennom kobberomlagring forårsaket gjennom sirkulerende grunnvann.
 - Primærmineraliseringen antas å ha kommet igang fra et dispersift Cu-anrikning i H_2S -miljø. Sulfidene er så blitt oksydert under forvitringen, ført vekk som sulfater i grunnvannet og deretter felt ut i uregelmessige "reder".

Under vannspeilet har det dannet seg kobberkis og svovelkis, sammen med gedigen kobber. Mens over vannspeilet og kobberet har det blitt felt ut som oksyd eller karbonat.

Kuprittbåndene i Ulveryggen kan tolkes som fossile oksydasjons-soner hvor kupritten forelå som primærutfelt mineral. Under metamorfosen forandret ikke kupritten seg der hvor det manglet svovel. Og svovel var det lite av i oksydasjonssonen.

Kupritt kan bestemmes optisk, røntgenografisk og også kjemisk^x (^x hvis andre Cu-mineraler ikke er til stede). Makroskopisk er den lett å forveksle med hematitt.

Heim



Fig. 2. Profile of a copper-nickel deposit.

1 - massive sulphide ore; 2 - impregnated ore in serpentinite; 3 - serpentinite; 4 - gabbro; 5 - phyllites.

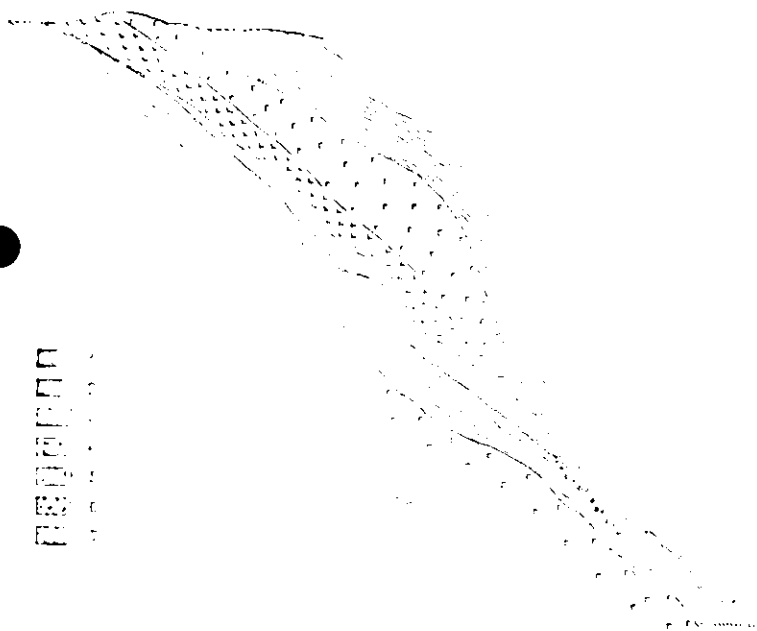


Fig. 3. Schematic profile of an ore deposit.

1 - massive sulphide ore; 2 - dense impregnated ore in serpentinite; 3 - poor impregnated ore in serpentinite; 4 - serpentinite; 5 - gabbro; 6 - mineralized phyllites; 7 - phyllites.

at a depth of only about 7 kilometers in the region of Pechenga, i.e., at the very basement of the folded belt. Toward northeast and southwest, namely in the directions of Barents Sea and the inland, respectively, the Konrad boundary gradually dips down to 15-30 kilometers.

The distribution of nickel-bearing intrusions within the structural-facial zone is controlled by lithologic and structural factors which altogether were responsible for their localization in curved, rootless layered phacoliths. The phacoliths were formed mainly along the foliation and schistosity planes in the rocks of tuffaceous and sedimentary series (Pechenga, Fig. 2) or along the fractures at their contact with underlying gneisses (Moncha tundra, Fedorov ore deposit). It is not so frequent that the nickel-bearing intrusions are localized in disturbed zone of underlying Archean gneisses and amphibolites adjacent to the synclinal zone (the Allarechenskoye ore deposit).

Copper-nickel sulphide deposits of Kola Peninsula are associated with differentiated gabbro-peridotite (Pechenga) or gabbro-peridotite-monzonite (Moncha) massives. No common deposits are connected with undifferentiated monzonite, gabbro or peridotite. The distribution, even, mode of occurrence of the ore

deposit.

Internal structure of ore bodies is characterized by asymmetrical banding. In all the deposits ore bodies occurring as curved bed-type deposits in the lower peridotite zone of the intrusions, consist of syngenetic, liquational impregnation ores. The sulphide content gradually increases downwards from the hanging to the foot wall (Fig. 3).

Along the disturbed zone in the depth of intrusions, mainly along the contact with the wall rock, occur epigenetic massive and brecciated sulphide ores which often extend over the limit of main intrusions (Pechenga). In Moncha-tundra, the epigenetic massive ores are localized in a series of steeply dipping veins in the axial and bottom part of an intrusion.

It was established that in all ore deposits of the Pechenga ore region the folded structures have extensively influenced the distribution and localization of the mineralization. The thickness of ore bodies increases conspicuously in troughs and depressions of the bottom of an intrusion, while decreases in antiforms and often completely thins out. The thicker bodies are more heavily impregnated with sulphides ore, are composed of massive and brecciated

sulphide ores (Fig. 3). A close spacial relationship between the distribution of rich syngenetic impregnation ores and epigenetic massive sulphide ores suggest their common source and genetic affinity.

The localization of epigenetic massive and brecciated ores is entirely controlled by tectonic disturbances; first of all by interformational slips and thrusts, clearly developed along the lower contacts of intrusions. Cross upthrusts were of less importance. The sulphide ores fill these disturbed zone only in the vicinity of main intrusions, deviation being not more than 50 meters. Only in the Kaula ore deposit the sulphide ores are located as far as 200-250 meters. A large number of small bedded sulphide injections are found in phyllites, and the impregnated ores carry a lot of cross-cutting sulphide veins. In the latter case the mineralization in the veins is certainly of an epigenetic character.

Massive and brecciated ores are found to be distributed in certain zones; toward down-dip the quantity of ore gradually increases, and major portion of it is concentrated in the deeper part of the ore bodies following the foot-wall contact of intrusions, especially where transversal upthrusts are crossed by interformational tectonic zones. The ore continues to follow the tectonic zones to a certain distance, even after the main intrusion is completed

thinned out.

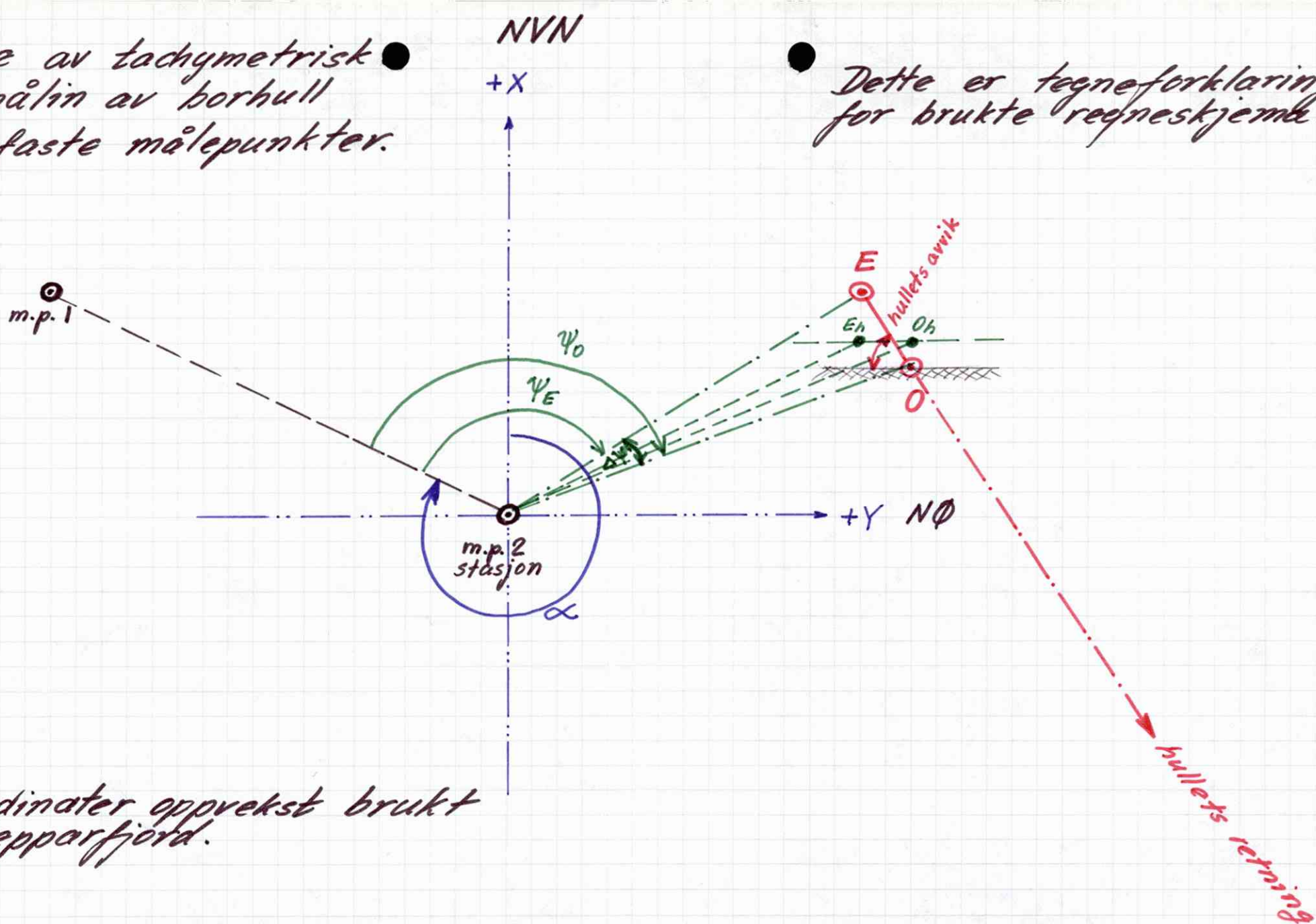
The injection-type streaky impregnation in phyllites is completely controlled by fractures, and the mineralization takes place simultaneously with the wall rock metasomatism.

Thus, the localization of sulphide ore in each deposits depends on the elements of internal structure and form of main intrusion, and especially on the conaguration of the bottom part. On the other hand, it is also dependent on the post-magmatic structural elements. Detailed analysis of the structure of ore bodies allows a recognition of the role of individual structural element in the genesis of the form of ore deposits (stereogenesis). The principal characteristic element is always a main intrusion. Tectonic disturbances must, first of all, be considered as mineralizing and ore-distributing channels, along which epigenetic sulphide masses were moved from the main intrusion into the wall rock, but they are also ore-holding structural forms for brecciated and massive sulphide ores.

Post-mineralization disturbances have much bearing on the original structural features. These disturbances are responsible for rupture and displacement of separate parts of massives over considerable distances as well as for the intensive dynamo-metamorphism undergone by some of the ores.

Skisse av tachymetrisk
oppmålin av borhull
fra faste målepunkter.

Dette er tegneforklaring
for brukte regneskjema.



Koordinater oppvekst brukt
i Repparfjord.

POLYGON-beregningsskjema for diamantborhull nr.

Fra m.p.	Horisontalvinkel						Vertikal vinkel	Side		Koordinat tilvekst		Koordinater		Koordinat Z	Til m. p. eller punkt	symbol		
	Brytningsv.			Retningsv.				Målt	Redusert	$b \cdot \sin \alpha$	$b \cdot \cos \alpha$	$XA + \Delta X$	$YA + \Delta Y$					
	ψ			α				ϑ			a	$a \cdot \cos \vartheta = b$	ΔX				ΔY	X
A	°	'	''	°	'	''	°	'	''	m	m	m	m	m	m	m	m.o. h.	B
																		1
																		0
																		E

Beregning av diamantborhullsfall i begynnelse

Koordinat Z BO	Koordinat Z BE	1 ± 2	Redusert side O	Redusert side E	Vinkel mel- lom m.p.-O og m.p.-E	Horizontal lengde mellom O - E	Fall av hullet
1	2	a	b	c	δ	$d = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \delta}$	$\tan \gamma = \frac{a}{d}$
m.o. h.	m.o. h.	m	m	m	° / '	m	° / '

ETTER M. MOTYS

ANMERKNING:

Dette skjema er riktig for alle horisontale vinkler mellom begynnelse av hullet (O) og enden av rør (nipel av vannsvirvel etc.) (E). Det skjema som jeg brukt tidligere er bruktbare for horisontale vinkler mellom O og E over 30°.

Trondheim, 9. september 1976.

A n a l y s e r a p p o r t

fra : Norges geologiske undersøkelse, Trondheim

til : Direktør Karl Ingvaldsen, Østerliveien 4, Trondheim

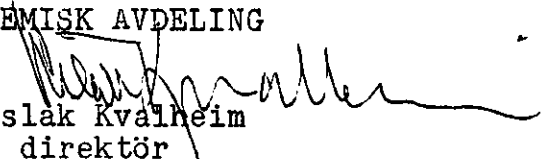
Oppdrag: Analyse på Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Ni, Co og
ulöst i en malmp prøve fra Bratthammer gruve,
Repparfjord.

Resultat:

Au	-	0.53 g/tonn
Ag	-	25 ppm
Cu	-	3.7 %
Zn	-	125 ppm
Pb	-	80 ppm
Co	-	0.3 %
Ni	-	800 ppm
ulöst	-	1.6 %

Med hilsen

KJEMISK AVDELING


Aslak Kvalheim
direktør

Geochronology of the Alta - Kvaenangen Window rocks
(northern Norway).

André GAUTIER, Fazil GULACAR and Michel DELALOYE,
Mineralogy Department, University of Geneva, Switzerland.

RESUME

Une approche géochronométrique par la méthode K-Ar a été tentée sur les roches vertes de la fenêtre tectonique d'Alta-Kvaenangen en Norvège septentrionale. Ces roches ont livré des âges minimum compris entre 1400 et 1500 m.a. confirmant l'âge Précambrien de ces séries ophiolitiques.

1. INTRODUCTION

Precambrian terranes of Northern Norway are not well known particularly from the geochronological point of view. Many factors contribute to this fact. Among them, the lack of fossiliferous formations and an uncomplete knowledge of the geological evolution can be pointed out.

The mapping of the area known as the Alta-Kvaenangen Window (Zwaan et al. 1973; Gautier 1977) has been carried out by one of us (A.G.) during four summers from 1971 to 1975. In the same time, samples of pillow lavas and metadiabases have been collected to be dated by radiometric methods. We present here the results of this work.

2. GEOLOGICAL SETTING

The geological frame of the Alta-Kvaenangen Window is the following:

- a Precambrian basement, the Raipas Group, with an overlaying sedimentary Eo-Cambrian cover, the Bossekop and Borrás Groups, occur in a window below the Caledonide nappes.
- The Raipas Group is 2000 to 2500 meters thick and can be divided in two sub-groups: the Lower and Upper Raipas (Holtedahl et al., 1960). The Lower Raipas Group shows intrusive as well as ocean floor-type metavolcanic rocks of basaltic composition with a spilitic trend. They are interbedded with tuffs, clays and dolomites. Locally ultramafic bodies have been incorporated tectonically to this assemblage which is metamorphosed in the greenschist facies.
- The Upper Raipas Group consists of the Skoadduvarri sandstones and the Luovusvarri sandstones and dolomites (Gautier 1977 and unpublished data).
- As fossils are absent, the stratigraphic and tectonic relations between the different formations described above have been established in using the polarity criteria of pillow lavas and of sedimentary structures such as ripple-marks, graded bedding, etc.

On a general point of view, the tectonic style of the area is characterized by large isoclinal foldings and of thrust sheets. Major vertical faults cut across the whole window.

The Bossekop and Borrás Groups of the overlying cover (Fjøl, 1964) are composed mainly of quartzites, schists and tillites.

The Caledonide nappes of Norway rest over this basement and its cover.

3. TYPES OF ROCKS USED FOR DATING

Radiometric dating by the Potassium-Argon method has been carried out on three different types of igneous rocks from the Lower Raipas Group: pillow lavas, fine grained metadia-

bases and coarse grained metadiabases. The chemical composition of these rocks is given in table 1.

3.1. Pillow lavas

Field evidence shows bona fide pillow lavas which are not or only slightly deformed. Their typical texture is well recognizable; a rim of chloritic material followed by a thin variolitic sheet and an important amygdulitic zone of intersertal structure are typical. Plagioclase has an acicular habit and the matrix is made mostly of actinolite and chlorite. Chlorite is less abundant toward the center of the pillows where epidote and leucoxene are also present.

3.2. Metadiabases

The structure of these rocks is ophitic or intersertal but is usually erased by the secondary development of metamorphic minerals.

The major mineral assemblages observed are the following: albite - augite - epidote - chlorite - leucoxene $\pm$ actinolite $\pm$ biotite.

albite - ouralite - leucoxene $\pm$ hornblende

albite - actinolite - epidote - leucoxene $\pm$ chlorite.

It is evident from petrographic studies that the fine grained diabases were more affected by the metamorphism than the coarse grained rocks. Primary minerals like augite are found only in coarse grained samples.

3.3. Tuffs

Tuffs having the same bulk composition than the diabases are common in the Window. These rocks have a relatively high specific gravity (2.86 to 2.94) but show clearly cross beddings and other sedimentary features.

4. EXPERIMENTAL PROCEDURES

4.1. Potassium-Argon method

Radiometric dating using the K-Ar method has been used extensively in this study.

Potassium has been determined by flame photometry or by X-Ray fluorescence spectrometry, while argon composition has been measured by isotopic dilution using an AEI MS10 mass spectrometer. The ^{38}Ar spike is from Schumacher, Bern (purity 99.99%). The decay constant used is $\lambda = 5.544 \cdot 10^{-10} \text{ y}^{-1}$. Analytical procedure as well as statistical data on error calculations are described in Delaloye et al. 1974.

Potassium content of rocks with less than 0.1% K_2O has been measured by isotopic dilution on a mass spectrometer. This procedure increases the accuracy so that the ages obtained of these rocks have also a significance.

The spike used in this technique is prepared with enriched KCl ($^{39}\text{K} = 61.10\%$, $^{40}\text{K} = 35.71\%$, $^{41}\text{K} = 3.18\%$) from Oak Ridge Laboratories. 100 to 300 mg of rock is digested by 1 ml HClO_4 conc. and 3 ml HF 40% in a Teflon bomb during 24 hours at 110°C . A known weight of spike is added before the acid attack. The ratio weight of sample versus weight of spike is calculated in order to have on the mass spectrometer a ratio $^{40}\text{K}/^{41}\text{K}$ close to one.

The isotopic analysis is carried out on an Atlas-Bremen CH4 mass spectrometer. A tantalum thermoionisation filament is used. The isotopic ratios of K are measured for 6 different temperatures of the filament. At each temperature 10 swipes are registred. The accuracy on the K content varies between 0.3 and 0.6%. The blank of the overall procedure gives a K content of $0.288 \mu\text{g}$.

4.2. Rubidium - Strontium Method

An assay has been made with this method on the same samples used for the K-Ar age determinations. The rubidium concentration was very low (< 2 ppm) on all measured samples from this area and while on the contrary the strontium content was relatively high (> 100 ppm). This unfavourable ratio introduces an analytical error which is very large, so we cannot attribute much significance to the Rb-Sr calculated ages.

5. DISCUSSION OF THE RESULTS

The rocks of the Alta-Kvaenangen Window have low potassium concentrations which strongly limit the choice of the samples for K-Ar dating purposes. It was also impossible to carry out mineral separations because of the ophitic texture: metamorphic minerals are inclosed within primary minerals. Consequently only whole rocks have been analysed.

5.1. Pillow Lavas

Radiometric ages obtained for the lavas (Table 2) are spread over a very large period of time. The explanation has to be found in the various stages of alteration which must have caused possible loss of argon in variable amounts. The alteration is visible under the microscope. Some kind of a plateau at 1200 m.y. as it is shown in Fig. 1. points probably toward a maximum apparent age for the pillow lavas as the samples no KA-820 to KA-823 are less altered than the others.

5.2. Fine grained metadiabases

Except for the samples no KA-579 (2509 m.y.) and no KA-748 (1947 m.y.), the ages of the fine grained metadiabases are grouped between 640 and 840 m.y.. It is possible that these diabases were rejuvenated under the green-schist facies metamorphic conditions. It seems that the loss of radiogenic argon has been more or less homogeneous for most of the dif-

ferent outcrops of fine-grained diabases. Sample no KA-579 seems to us to be without any statistical significance. Sample no KA-748 comes from a typical columnar basalt flow from Middavarre. Its granulometry is intermediate between coarse and fine-grained diabase. In the coarse-grained group, the 1900 m.y. age obtained on this flow would fit better with other samples, particularly no KA-749.

5.3. Coarse-grained metadiabases

It seems clear, as shown by the petrographic observations that the coarse grained diabases are less altered than the other rock-types. They show a cluster of ages between 1300 and 1500 m.y. in spite of the fact that they have also undergone a certain metamorphism. As pointed out above, the age of about 1990 m.y. appears twice. This suggest that 2000 m.y. is the true age of these formations but we have no other evidence to verify this hypothesis.

6. CONCLUSIONS

Field evidence shows that coarse grained diabases are interbedded with pillow lavas, tuffs and also fine grained metadiabases. Consequently these rocks must have approximately the same age. From the table 2, we see that the coarse grained diabases yields the oldest ages. A possible explanation of our results is that the pillow lavas and the fine grained metadiabases were strongly rejuvenated by the green-schist facies metamorphism. The coarse grained diabases in contrast, resisted better to the same metamorphism lossing much less radiogenic argon.

As a general conclusion, it is possible to say that the igneous rocks of the Alta-Kvaenangen Window have a minimum age of 1400 to 1500 m.y. so that they are probably of Middle Proterozoic age. A formation age of 1800 to 2000 m.y. according to some of our data is also probable.

Acknowledgments

We thank A/S Sulitjelma Gruber and Elkem Spigerverket A/S for permission to publish these results and the Swiss National Foundation for financial assistance.

Critical reading of the text and helpfull suggestions have been made by Professor Roger Laurent, Laval University, Quebec.

Delaloye, M. and Wagner, J.J. 1974: Potassium-Argon Dating: an automatic equipment with digital output for computer processing.

C.R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève, 9, 66-74.

Føyn, S. 1964: Den tillittførende formasjonsgruppe i Alta-en jevnføring med Øst-Finnmark og med indre Finnmark.

Nor. Geol. Unders. 288, 139-150.

Gautier, A. 1977: Géologie de la fenêtre précambrienne d'Alta-Kvaenangen (partie NE), W-Finnmark, Laponie norvégienne.

Thèse no 1740, Université de Genève.

Holtedahl, O. et al. 1960: Geology of Norway.

Nor. Geol. Unders., 208.

Zwaan, K.B., Gautier, A.M., Føyn, S. and Ryghaug, P. 1973: Berggrunnskart Alta 1834 I (M:1/50.000).

Nor. Geol. Unders.

Table 1. Chemical analyses of dated samples

KA	573	576	583	820	821	822	823	560	572	575	579	580
PILLOW LAVA								FINE GRAINED METADIABASES				
SiO ₂	52.33	42.37		48.92	49.48	45.93	46.79	50.45	50.31	49.81	47.97	
TiO ₂	1.13	2.14		0.96	0.95	1.03	0.97	1.24	1.28	1.34	1.54	
Al ₂ O ₃	12.45	14.18		11.96	11.94	14.19	12.51	11.30	13.18	13.01	13.84	
Fe ₂ O ₃	4.30	6.20		2.55	2.40	2.92	3.08	3.05	4.21	3.70	6.09	
FeO	9.48	14.03		9.97	9.81	10.64	11.00	7.25	8.22	9.41	8.33	
MnO	0.23	0.50		0.19	0.19	0.26	0.28	0.14	0.19	0.20	0.23	
MgO	6.64	7.05		9.82	9.61	9.81	10.63	5.89	6.38	8.05	6.72	
CaO	6.87	5.36		9.32	8.50	8.89	9.23	10.30	11.16	9.30	8.23	
Na ₂ O	4.32	3.25		2.23	2.72	1.60	0.90	1.86	2.18	2.01	3.31	
K ₂ O	0.03	0.01	0.15	0.01	0.01	0.06	0.03	0.17	0.17	0.76	0.02	1.38
P ₂ O ₅	0.09	0.18		0.14	0.15	0.17	0.17	0.10	0.13	0.13	0.13	
H ₂ O ⁺	3.10	6.12		3.25	3.25	3.83	3.57	3.71	2.96	3.57	3.96	
CO ₂	0.05	0.32		0.39	0.51	0.21	0.21	3.50	0.21	0.00	0.08	
SOMME	101.02	101.71		99.71	99.52	99.54	99.37	99.05	100.58	101.29	100.45	

KA	581	744	748	559	574	578	582	743	745	747	749	746
	FINE	GRAINED	M.	COARSE GRAINED METADIABASES								TUFF
SiO ₂		46.60	47.33	48.83	48.52	49.70		49.11	47.11	49.06	49.14	45.69
TiO ₂		1.47	1.05	1.31	2.09	1.81		0.95	1.40	1.33	1.08	1.15
Al ₂ O ₃		14.18	12.43	13.74	11.52	11.83		13.39	13.66	12.39	14.04	13.75
Fe ₂ O ₃		3.42	2.50	3.56	5.09	11.18		3.13	3.79	3.51	3.30	4.54
FeO		11.51	7.95	8.99	11.20	6.86		11.39	11.66	11.36	9.77	9.22
MnO		0.22	0.22	0.20	0.22	0.11		0.29	0.28	0.20	0.22	0.18
MgO		6.84	13.19	6.97	5.28	6.18		6.02	6.43	6.42	6.82	5.03
CaO		8.24	13.37	10.89	10.59	4.49		8.92	10.35	8.90	10.11	11.34
Na ₂ O		3.80	0.16	2.11	1.57	4.94		2.77	2.26	2.76	2.13	2.52
K ₂ O	0.70	0.37	0.10	0.61	0.06	1.15	0.32	0.40	0.10	0.64	0.11	0.13
P ₂ O ₅		0.19	0.16	0.12	0.19	0.17		0.18	0.16	0.19	0.13	0.15
H ₂ O ⁺		3.63	1.62	3.27	3.68	2.08		2.43	2.15	2.64	2.60	3.54
CO ₂		0.19	0.46	0.00	0.17	0.16		0.23	0.29	0.16	0.10	2.97
SOMME		100.66	100.54	100.60	100.18	100.66		99.21	99.64	99.56	99.55	100.21

Table 2. Potassium-Argon Data and Age Results

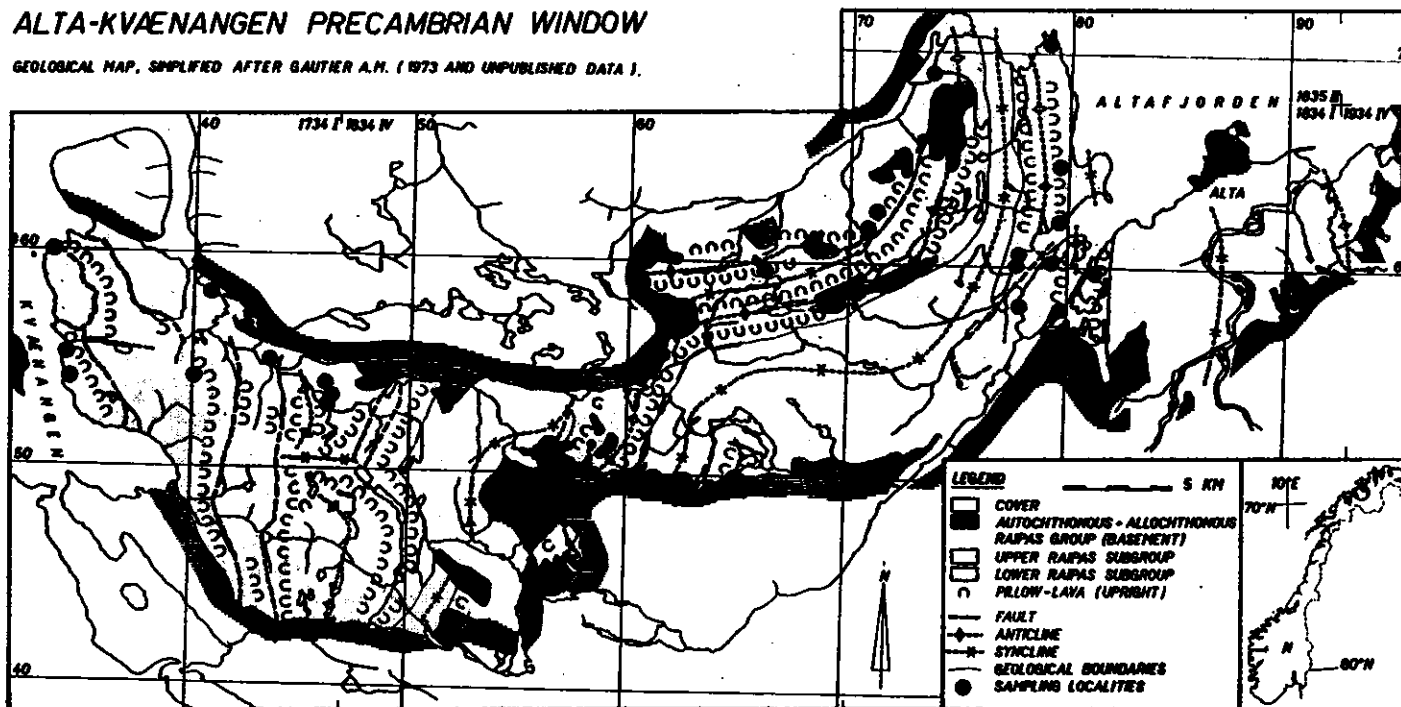
No	Rock type/location	% K1)	% Ar ⁴⁰ _{rad}	Ar ⁴⁰ _{rad} moles/g	Age (m.y.)
<u>Pillow lava</u>					
KA-573	EC 661595	0.0399	64.1	0.501·10 ⁻¹⁰	600 ± 80
576	EC 796581	0.0578	81.3	0.186·10 ⁻¹⁰	172 ± 12
583	EC 797622	0.1308	87.9	0.259·10 ⁻⁹	872 ± 61
820	rim } EC 462531	0.0580	77.8	0.183·10 ⁻⁹	1257 ± 58
821		core }	0.0874	85.0	0.214·10 ⁻⁹
822	rim } EC 342541	0.2000	90.6	0.470·10 ⁻⁹	1011 ± 38
823		core }	0.1270	89.8	0.268·10 ⁻⁹
<u>Fine grained metadiabases</u>					
KA-560	EC 813598	0.14	89.9	0.196·10 ⁻⁹	641 ± 22
572	EC 708616	0.18	92.8	0.320·10 ⁻⁹	801 ± 55
575	EC 778581	0.69	95.2	0.115·10 ⁻⁸	761 ± 78
579	EC 712622	0.0690	92.8	0.645·10 ⁻⁹	2509 ± 128
580	EC 736690	1.15	96.3	0.181·10 ⁻⁸	737 ± 33
581	EC 791705	0.5853	95.6	0.110·10 ⁻⁸	840 ± 38
744	EC 435550	0.3452	94.9	0.481·10 ⁻⁹	664 ± 23
748	2) EC 461540	0.0860	94.6	0.522·10 ⁻⁹	1947 ± 71
<u>Coarse grained metadiabases</u>					
KA-559	EC 792600	0.56	97.0	0.917·10 ⁻⁹	746 ± 77
574	EC 797647	0.1059	78.3	0.427·10 ⁻⁹	1488 ± 170
578	EC 776602	0.96	99.9	0.376·10 ⁻⁸	1457 ± 70
582	EC 776605	0.2748	88.2	0.106·10 ⁻⁸	1444 ± 103
743	EC 401542	0.3351	84.0	0.114·10 ⁻⁸	1324 ± 141
745	EC 342552	0.1091	96.5	0.457·10 ⁻⁹	1533 ± 52
747	EC 409581	0.5405	92.5	0.178·10 ⁻⁸	1297 ± 44
749	EC 334602	0.1149	96.0	0.724·10 ⁻⁹	1990 ± 71
<u>Tuff</u>					
KA-746	EC 464533	0.1629	93.6	0.444·10 ⁻⁹	1130 ± 40

1) K values with 4 digits were determined by isotopic dilution and values with 2 digits by flame photometry.

2) Columnar basalt of Middavarre.

ALTA-KVAENANGEN PRECAMBRIAN WINDOW

GEOLOGICAL MAP, SIMPLIFIED AFTER GAUTIER A.M. (1973 AND UNPUBLISHED DATA).



NØDVENDIG CU - KOSTPRIS	27,10	20	15,20	12,30
	24,50	17,40	13,70	11,70
	21,00	15,60	12,40	10,60
	19,10	15,80	11,00	9,50
	16,40	12,00	9,70	8,40
	15,70	10,20	8,40	7,30
	12,00	8,40	7,00	6,20
	8,30	6,60	5,70	5,10
	5,60	4,30	4,40	4,00
	0,4 %	0,6 %	0,3 %	1,0 %

100 I RÅMALM

Nødvendig markedspris på kobber for ved forskellige Cu-gehalter & dekkende udgifter iflg. diagrammet.



TONN RÅMALM PR. ÅR.

Utgifter og investeringer afhængig af årlig råmalmsproduktion.

FOLKEMINISTERIET
KØBENHAVN

JANUAR 1975

PROSPEKTERING I KOMAGFJORDVINDUET

1973 - 1976

Oversikt over utførte arbeider

1. Regional geologisk kartlegging

Store deler av Komagfjordvinduet og de omgivende, overskjøvnne bergarter er i de senere år blitt kartlagt i målestokk 1:20.000 av geologer fra Bergen Universitet og Dundee Universitet i Skottland, i samarbeid med Folldal Verk.

Bilag 1., viser et kart over de yngre , overskjøvnne bergarter langs sundet fra Porsa til Skillefjord. Geolog Øyvind Jansen fra Bergen Universitet har stått for kartleggingen.

Bilag 2., viser et geologisk kart som dekker området langs fjorden fra Neverfjord til Repparfjord. Professor D. Ramsey, Dundee Universitet har utført kartleggingen.

Bilag 3., viser et geologisk kart over et område fra Neverfjord og vestover. Geolog T. Pharaoh har utført kartleggingen i 1975. Han arbeidet i feltet også i 1976 og har utvidet det kartlagte området betraktelig. Folldal Verk vil i løpet av våren motta hans rapport og det nye kartet.

Den utførte kartlegging har allerede bidratt til en større forståelse av Komagfjordvinduet geologi, noe som vil være til stor hjelp for det videre malmletingsarbeid.

2. Regionale geokjemiske undersøkelser

Norges Geologiske Undersøkelse har etter oppdrag fra Folldal Verk, dekket Komagfjordvinduet og de omgivende bergarter med en bekkesedimentprøvetaking. Resultatene finnes tilgjengelig i to N.G.U - rapporter. Konklusjonen på disse undersøkelser var at det finnes en rekke områder som burde undersøkes nærmere på kobber og nikkel.

3. Detaljprospektering

I områder hvor det tidligere har vært gruvedrift og skjerpearbeid, eller hvor bekkesedimentprøvetakingen har gitt interessante verdier, har Folldal Verk foretatt en detaljprospektering som har innbefattet jordprøvetaking, geofysiske målinger, geologisk detaljkartlegging og diamantboringer. Resultater og anomalikart fra noen av disse områder er gjengitt i denne rapport.

BERITSJORD GRUBE

Beliggenhet

Gruven ligger ca. 800 meter fra bebyggelsen ved Beritsjord, på veien mot Neverfjord og ca. 100 meter over denne. I skråningen mot veien går det inn en stoll. Utenfor stollinngangen er det en ganske stor gråbergstipp.

Mineralisering

Malmmineraliseringen er knyttet til en smal, uregelmessig kvartsgang som stedvis fører en rik bornitt/kobberkismineralisering. Gangen ser ut til å ha en strøketning NNV - SSØ. Omgivende bergart er grønnsten/grønnskifer.

Utførte arbeider

En basislinje er lagt langs høydedraget ved gruve, og området er prøvetatt detaljert med jordprøver. Profilavstanden var 25 meter, prøveavstanden i profilet 25 meter. Prøvene er blitt analysert på Cu og Ag.

Resultat

Bilag 4 viser et anomalikart over jordprøvene (Cu). Flere prøver hadde et usedvanlig høyt Cu-innhold. Høyeste verdi var 7.400 ppm Cu (0,74 %). Tre av de høyeste verdier ligger langs et anomalidrag som går fra 100 V/50 N (vest for gruve) til 125 Ø/300 S. Et annet drag går fra 25 V/50 N til 200 Ø/225 S. Disse anomalidrag kan være forårsaket av kobbermineraliserte ganger som stryker NNV - SSØ. En tredje konsentrasjon av anomale jordprøver har man i områdets østre begrensnig 200 - 300 Ø/100 - 200 S. Ingen prøver viste noe sølvinnhold.

Konklusjon

Ved videre arbeider, innbefattet geofysikk og diamantboring, er det gode muligheter for å kunne påvise nye kobberførende ganger.

VESTERDALEN MALMFELT

Beliggenhet

Malmfeltet ligger ved Langvann, øverst i Vesterdalen, ca. 5 km fra Neverfjord. Flere gruver og skjerp er anlagt her.

Mineralisering

To typer kobbermineralisering er kjent fra dette området. Den ene er knyttet til dolomittdraget og fører en uregelmessig Kobberglans/bornittimpregnasjon (skjerp %). Den andre typen er knyttet til NNV - SSØ -,strykende kvartsganger i grønnsten som fører kobberkis (Hallingstad og Bachkes grube).

Utførte arbeider

En basislinje ble stukket ut langs Vesterdalens nordside. Basislinjens retning er ca. NØ -SV. Et 2.200 meter langt og 300 meter bredt område ble prøvetatt med jordprøver. Profilavstanden var 50 meter, prøveavstanden i profilet var 25 meter. Prøvene ble analysert på Cu og Zn.

Resultat

Bilag 5 og 6 viser anomalikartene.

De kjente gruver og skjerp kommer tydelig frem på Cu-kartet. I tillegg har man et anomalidrag langs linjen 300 S, som kan markere en fortsettelse av Bachke-malmen. Høye Cu-verdier har man også ved Ø-enden av Langvann (5.340 ppm = 0,53 % Cu) og langs sydsiden av vannet.

Zn-kartet viste lite samsvar med Cu-kartet. Ved de kjente gruver og skjerp har man imidlertid funnet prøver med noe høyere Zn-innhold enn det normale. Høyeste enkeltverdi 6.720 ppm (0,67 %) ble funnet i en prøve fra dolomittdraget på nordsiden av Langvann.

Konklusjon

Ved videre arbeider i dette området, (geofysikk, diamantboring), kan man finne nye Cu-mineraliseringer - fortrinnsvis av Bachke-typen (kobberkismineraliserte kvartsganger). Dolomittdraget nord for Langvann har gitt relativt få jordprøveanomalier, så kobbermulighetene her må ansees å være relativt begrensede.

LOMVANN

Beliggenhet

Området ligger ved Lomvann, på sydsiden av Repparfjorddalen, ca. 4 km SØ for Repparfjord bru.

Mineralisering

I et område hvor man har svartskifre, kvartsitter og yngre over-skjøvne bergarter, er det ved bekkesedimentprøvetaking funnet prøver med høye Cu og Pb-verdier. Ingen ertsmineralisering er tidligere kjent i området.

Utførte arbeider

En basislinje ble stukket ut i retning NNV - SSØ. Lomvann ligger i området omkring 250 S/400 V på anomalikartene. Et 2.400 meter langt og 750 meter bredt område ble dekket med jordprøver. Profilavstanden var 100 meter, prøveavstanden i profilet var 25 meter. Prøvene ble analysert på Cu og Zn.

Resultater

Bilag 7 viser jordprøvekart Cu, og bilag 8 - jordprøvekart Zn.

Man har en rekke anomalidrag som viser høye Cu-verdier, opp til 7.700 ppm Cu (0,77 % Cu). Områder med Cu-anomalier viser også anomale Zn-verdier. Høyeste Zn-verdi var 2.400 ppm (0,24 % Zn.)

Konklusjon

Området er lovende og undersøkelsene bør utvides til å omfatte geofysiske målinger og diamantboringer. Jordprøvene bør også analyseres på Pb.

KVALSUNDDALEN

Beliggenhet

Det prøvetatte området ligger 100 km syd for veien til Neverfjordvannene, ca. 1 km opp fra Kvalsund senter.

Mineralisering - utførte arbeider

Den regionale bekkesedimentprøvetakningen har vist høye Zn-verdier i dette området. For om mulig å finne en Zn-mineralisering som forårsaker disse anomalier, ble det foretatt en jordprøvetaking.

Resultat - konklusjon

Prøvetakingen, bilag 9, viser at man har en anomalisone med høye Zn-verdier. Sonen har en strøkretning SØ -NV og går på tvers av dalen. Høyeste Zn-verdi var 3.600 ppm (0,36 %). Området bør undersøkes nærmere med andre prospekteringsmetoder.

BORRAS - FELTET

Beliggenhet

Feltet ligger ved sydenden av Skogvann ved Lille Borras-feltet i Alta kommune.

Utførte arbeider

Feltet, som tidligere har vært gjenstand for skjerpearbeider, ble geologisk kartlagt, geokjemisk prøvetatt og diamantboret.

Mineralisering

I en sprekkefylling i grønnskifer har man en mineralisering av kobberglans, kobberkis, bornitt, jernglans og Ni-Co sulfider, sammen med kvarts/kalkspat.

Resultater

Bilagene 10 - 13 viser resultatene. Det geologiske kartet viser at ertsmineraliseringen kan påvises en rekke steder. Jordprøvekartene synes å fortelle at man har en lang, sammenhengende mineraliseringssone.

400 meter ble diamantboret i områder med de rikeste dagprøver. Boringene viste at mineraliseringen var et dagfenomen, som ikke fortsatte mot dypet. Beste analyse var 0,42 % Ni. (over 1 meter).

Konklusjon

Undersøkelsene har vist at Borrás-mineraliseringen ikke er økonomisk interessant.

Arbeider knyttet til serpentitbergarter

Det er utført vaske-prøvetaking i noen bekker som går gjennom ultrabasiske bergarter, og tungfraksjonen ble analysert på Co, Cr, Cu, Fe, Ni og V.

De høyeste verdiene var i den megnetiske fraksjon. 0,065 % Co, 21,3 % Cr, 0,025 % Cu, 0,20 % Ni og 0,24 % V.

Bilag 14 viser lokalitet og prøveverdier.

Det er blitt samlet inn knakkprøver fra forskjellige ultrabasiske kroppene. Prøvene har vist et interessant nikkelinnhold, og arbeidet med de ultrabasiske kroppene bør derfor fortsette.

Tabellen nedenunder viser lokalitet og gehalter på knakkprøvene:---

<u>Lokalitet</u>	<u>Bergart</u>	<u>% Ni</u>	<u>% Co</u>	<u>% Cu</u>	<u>% Cr</u>	<u>% Fe</u>
Rødfjell I	Serpentinit	0,070	0,0095	0,0025	0,220	3,96
Rødfjell II	"	0,079	0,010	0,0043	0,023	3,40
Rødfjell III	"	0,069	0,011	0,0018	0,158	3,74
Småhaugen	Gabbro/serp.	0,112	0,016	0,033	0,021	4,55
Fjellvann S I	Serpentinit	0,188	0,021	0,0157	0,080	5,01
Fjellvann S II	"	0,109	0,017	0,0071	0,094	4,88
Fjellvann S III	"	0,125	0,020	0,0063	0,066	7,50
Mikkeldal SV	"	0,15	0,008	0,007	0,038	3,42
Mikkeldal N	"	0,13	0,011	0,008	0,012	4,09
Mikkeldal SØ	"	0,17	0,011	0,010	0,016	4,23
Nagjet I	"	0,08	0,005	0,008	0,055	2,35
Nagjet II	"	0,09	0,006	0,010	0,051	2,65
Breidalen I	Gabbro/serp.	0,225	0,025	0,014	0,015	2,75
Breidalen II	"	0,295	0,030	0,114	0,025	3,08
Breidalen III	"	0,245	0,035	0,030	0,015	3,09
Breidalen IV	"	0,240	0,035	0,018	0,020	2,60

Oslo, 14. mars 1977

Roar Hovland (s)

NGU - brev.

Sammenarbeidsprosjekt NGU - Folldal Votr 4/8

Ultrabasittprosjektet har vist seg å være fore til resultater som ligger
fakt dagens teknologi i betraktet, ~~ikke~~^{ikke} økonomiske muligheter.
Prosjektet har bestådd i at man ~~kan~~ prøvelø ultrabasittene innen
komagj, ordvindret i 200 m profilerstand og med 5 m prøveavstand.

~~Etter at NB pros ikke viste i 1978 sesongen seg det er økonomisk~~
~~ikke~~

Resultatene av EV ultrabasittprosjektet i 1977 sesongen var negative
det var ikke funnet økonomisk drivbare konsentrasjoner av Ni, Cu eller Co
~~spesifiser~~

• Motivering for dette undersøkelse er at ultrabasitter av lignende petrologiske
sammensetning ~~er~~ viser drivbare Ni konsentrasjoner i Petoenja feltet
og ~~spesifiser~~ av samme aldersgruppe.

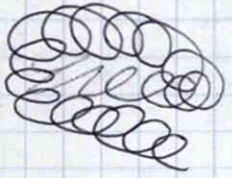
Prosjektets gjennomføring var dithert av de spesielle omstendigheter
helt malerleilingsprosjektet innen komagj, ordvindret & belast med

Etter at resultatene var vurdert synes det at storvel portialprosser under
dannelseprosessen har vært meget liten så at det sikkert bindes Ni
ikke var løst ut av sin binding og i dag foreligger i nærmest "cosmisk" jevn
fordeling eller lavere

Viste variasjonen i Ni/Cu - gehalten spesielt i område småhøyene
kan tydelig på at der foreligger et utviklingsstrøm av en m til i dag
ikke kjent differensiasjonsprosessen.

Et videreføring av prosjektet vil da bestå i å se med yorelement
fordelingen og mineralogiske variasjoner i kombinasjon med tungmetall-
fordelingen.

Stalder &
preparation



~~Arbeidsoppgaver~~

arbeidsoppgaver

Emne: Zur Geologie und Lagerstättenkunde des Kupfervorkommens
Ulveryggen bei Repparfjord in Finnmark (Norwegen)

1. Kartlegging av et stort område rundt Ulveryggen 1:20 000 resp.
1:5000. (Fotomosaikk) her inngår: petrografi, sedimentologi og
strukturgeologi.

2. Kartleggingen skal sammenlignes med "modellen" som var diskutert i 1977
det skal lages snitt gjennom malmsonen og omgivelser og settes sammen
det hele til et bildebilde.

På den petrografiske siden skal det undersøkes noen profiler mot så spesielt,
med brynn og polerslipsmikroskopi. → multifase-system - fluid incl. mm.

På den geologiske siden bør det undersøkes standardprofiler gjennom
malmsonen og omgivelser (heng og ligg.). Vesentlig skal analyseres
funnmetaller av paragenesen og sporlementer og dens forhold.

På den tektoniske siden bør mineraliseringen settes i forhold til
sprekkelens dannelses tid, så at man også ser den siden møter opp
et evt. multifase-system av mobiliseringer.

Bemerkninger: etter Øinus utsagn er mineraliseringen bunnset på et
strøperlag og følger i den tektoniske variasjonen. - på denne måten
kan man formulere det meget uregelmessige bildet av mineraliseringen
- forutsett noen stilstående foldningsaksler
Strömberg påstår at slike strukturer ikke finnes.
Ørege mener at forekomsten er sedimentært i en renne og det er
kommet til mineraliseringer gjennom strømmende grunnvann.
"Rothfärd" tilsvarende dannelser i kupferskifer.



PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

Table of Radioactive Isotopes

[illegible]

Naturally occurring radioactive isotopes are indicated by a blue mass number. Half lives are in parentheses where s, m, h, d and y stand for seconds, minutes, hours, days and years respectively. The symbols describing the mode of decay and resulting radiation are defined as follows:

α	alpha particle	L	L-electron capture
β^-	beta particle	SF	spontaneous fission
β^+	positron	γ	gamma ray
K	K-electron capture	e^-	internal electron conversion

INERT GASES

2 4.0026

The diagram shows a periodic table element box for Zinc (Zn) with the following labels and values:

- ATOMIC NUMBER:** 30
- ATOMIC WEIGHT (2):** 65.37
- OXIDATION STATES (Bold most stable):** 2
- SYMBOL (1):** Zn
- ELECTRON STRUCTURE:** [Ar]3d¹⁰4s¹
- NAME:** Zinc
- BOILING POINT, °C:** 906
- MELTING POINT, °C:** 419.5
- DENSITY (g/ml) (4):** 7.14

NOTES:

- (1) Black — solid.
Red — gas.
Blue — liquid.
Outline — synthetically prepared.
- (2) Based upon carbon — 12. { } indicates most stable or best known isotope.
- (3) Proposed; not officially accepted

SIDE 1

© COPYRIGHT 1964 BY
E. H. SARGENT & CO.

SARGENT® E.H. SARGENT & CO.
SCIENTIFIC LABORATORY INSTRUMENTS • APPARATUS • CHEMICALS

CHICAGO • ANAHEIM, CALIF. • BIRMINGHAM • CINCINNATI • CLEVELAND
DALLAS • DENVER • DETROIT • SPRINGFIELD, N. J. • TORONTO, CANADA

CHICAGO • ANAHEIM, CALIF. • BIRMINGHAM • CINCINNATI • CLEVELAND
DALLAS • DENVER • DETROIT • SPRINGFIELD, N. J. • TORONTO, CANADA

INSTITUTT FOR ATOMENERGI



Sivilingeniør Heim
Folldal Verk
Ruseløkkveien 28
Oslo 1

YOUR REF.

OUR REF. KC/TM

N-2007 KJELLER, 18. januar 1978
NORWAY

Ang. E. D. analyse.

Vedlagt et sec.em.-bilde og et fordelingsbilde $\text{Fe}_{K_2} = 6.4 \text{ KeV}$.
Negativene beholder jeg foreløpig.

Med hilsen

Kjell Caspersen

Vedlegg.



27 SEPT. 1977



UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE

THE UNIVERSITY OF TRONDHEIM
THE NORWEGIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Division of Petroleum Engineering
and Applied Geophysics

Folldal Verk A/S
Sandakerv. 56
Oslo 4

Institutt for petroleumsteknologi
og anvendt geofysikk

Norges tekniske høgskole
N 7034 TRONDHEIM - NTH

TELEFON (075) 30 100
TELEX 55185 nthhb n

Deres ref./Your ref.

Deres brev/Your letter

Vår ref./Our ref.

Dato/Date

OBL/agø

23.9.77

Att. J.G. Heim

Analyse av ultrabasitt fra Rødfjell.

For ordens skyld gir jeg her de analyseresultatene som du også fikk over telefon for noen dager siden. Analysene er på en liten prøve av ultrabasitt som jeg fikk i Kautokeino, og som jeg forsto var fra Rødfjell i Repparfjord.

Kjemisk analyse på Ni ble utført med to oppslutningsmetoder. For å få Ni i sulfider, ble det oppsluttet med Bromvann (mettet løsning ved 100°C over natten). Total Ni ble bestemt i løsning oppsluttet med Lunges væske til inndamping, deretter saltsyre og flussyre.

Resultat:	Ni i sulfider:	0,05%
	Ni totalt :	0,19%

Det ble videre laget planslip av prøven. Foruten magnetitt var det ett sulfid-mineralkorn i slipet. Dette var vanskelig å bestemme med mikroskop. Det ble derfor kjørt mikrosonde på det. Som standard ble brukt milleritt (NiS).

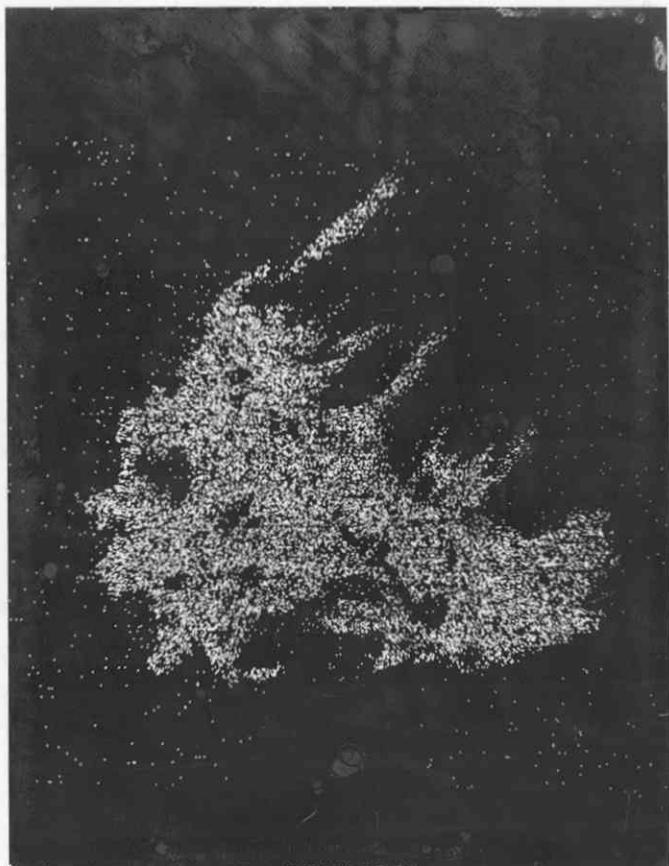
Resultat:	Ni	=	74,1%
	S	=	25,9%
			<u>100,0%</u>

Formelen bestemmes da til: $\text{Ni}_{1,56}\text{S}$ som tilsvarer meget nært til Ni_3S_2 , Heazlawooditt.

Vennlig hilsen

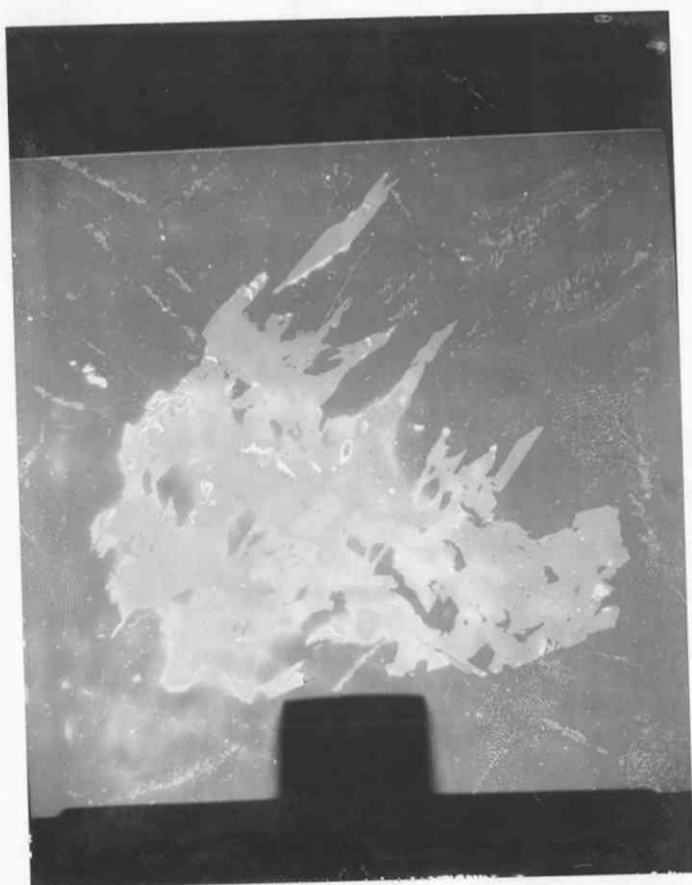
Ole B. Lile
Ole B. Lile

Kopi: Folldal Verk A/S
Repparfjord



Ni $U_{\alpha} = 7.5 \text{ Kev}$; 2004

Sc SE.C. biele 30/8.77 Caspersen JFA



Prøve B₂ - Rådjeil
B-Heim
Lab. nr. 59685

Analysen fortæller ved
400x forstørrelse på
Ni-partikkel slik
at en del av matrix
er med.

Matrix: Mg, Si-oksyl
Partikkel: Ni og Si: NiSi_x

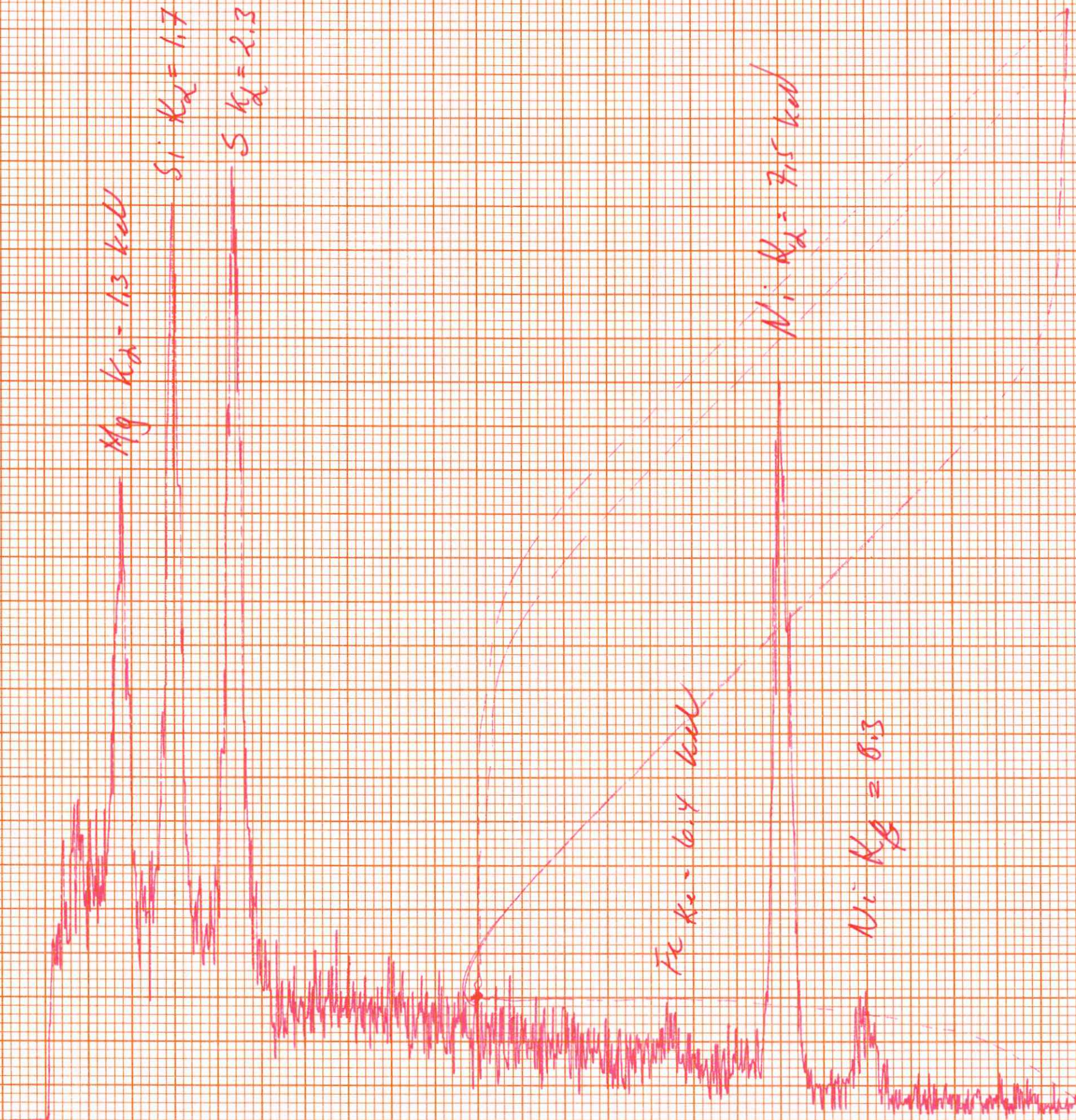


Diagram II

Prøve nr. B₂ - Føllidal

Analysen foretatt ved
100 x forst. på partikkeler
som ser annerledes ut
enn Ni-utskillingene.

Res: matrix: Si og Mg-olag
partikkel: Fe Cr

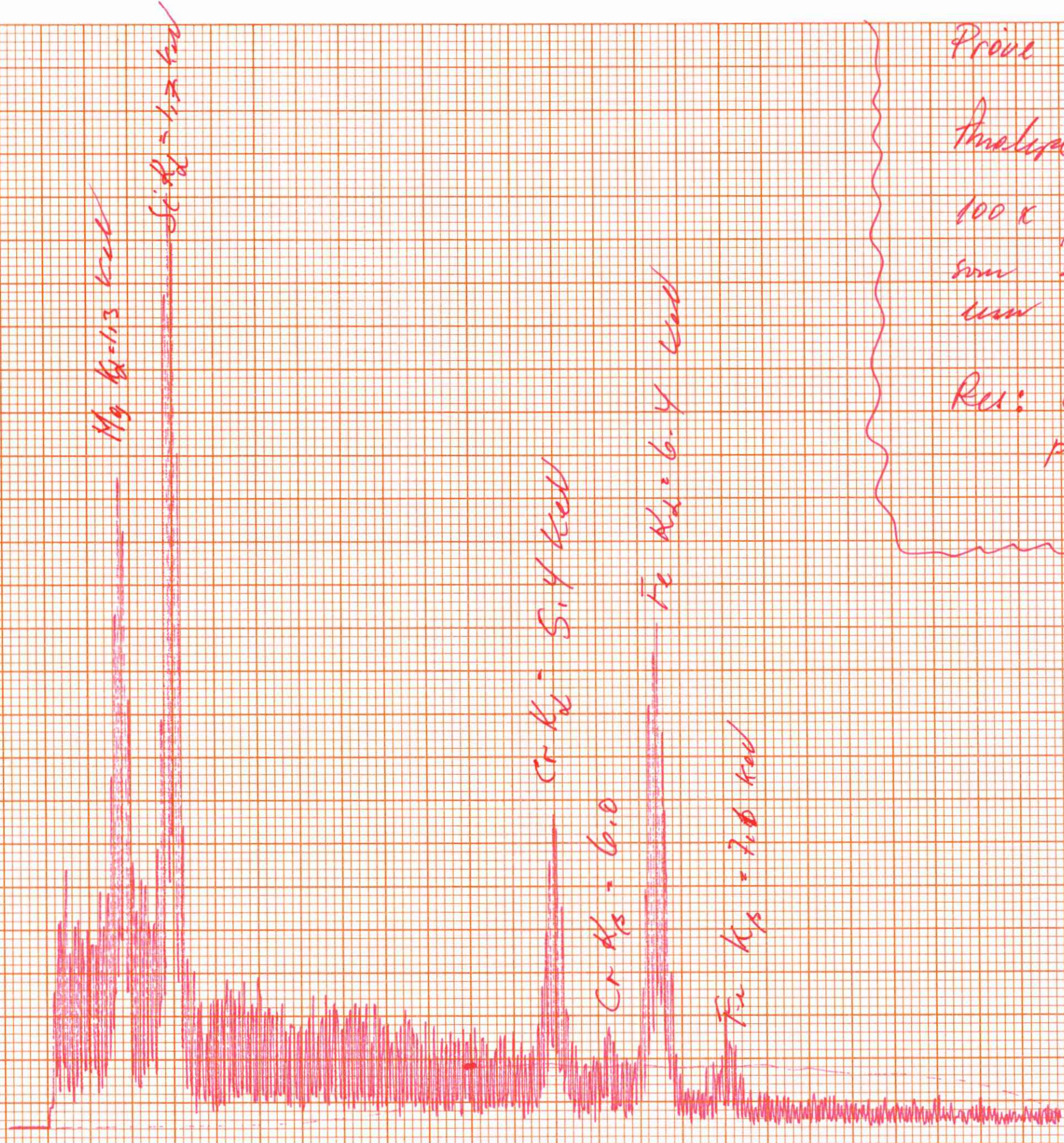


Diagram 11

5/9-77

V. J. Løpman
Met. IFA

Prova B₂ Rödjele
B-Heim
Lab. nr. 59685

Analyse författ a' Ni-
partikeln.

Partikkel: Ni og S: Ni_xS_x

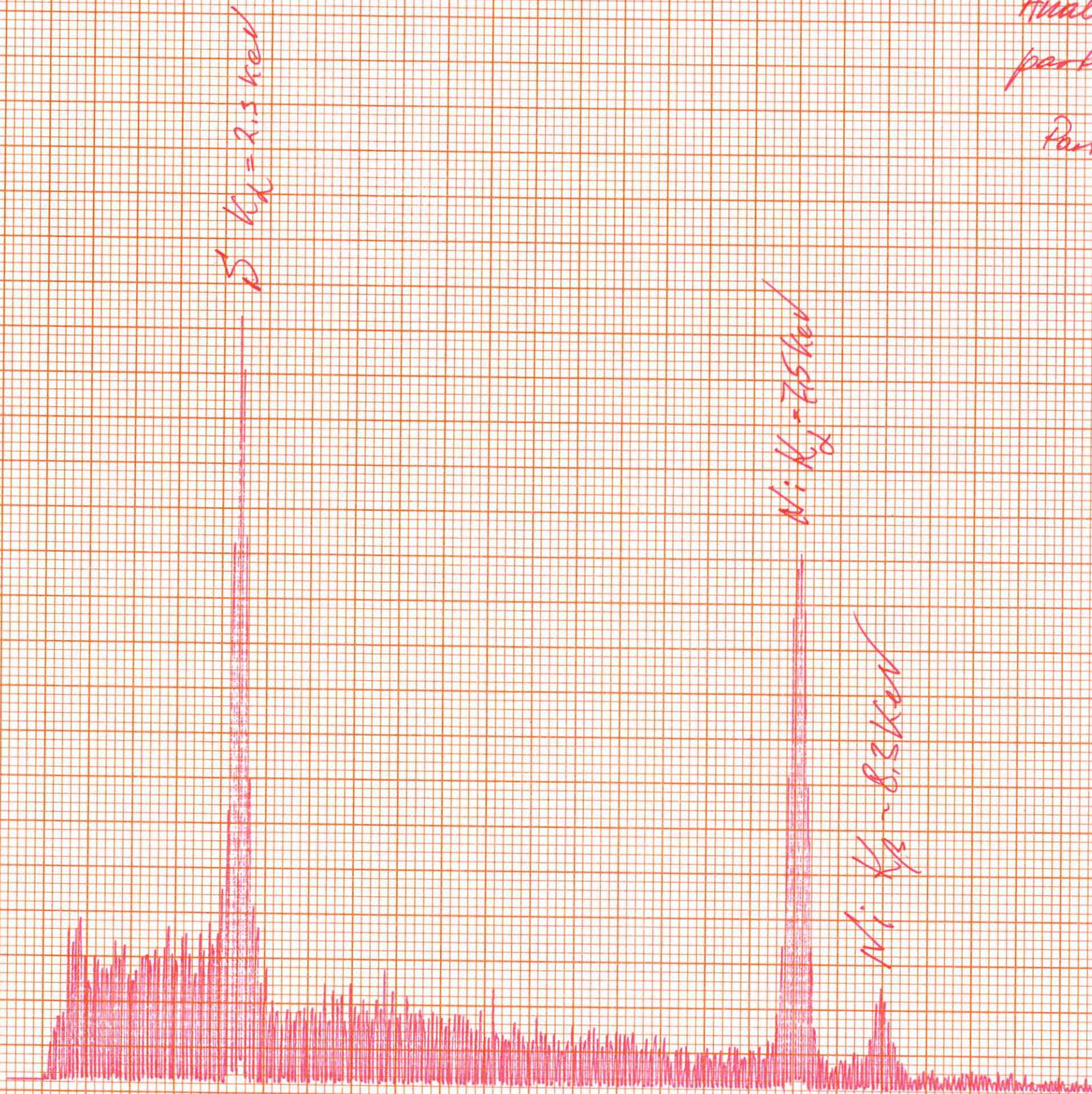


Diagram I

$$Cr = 100 \text{ g} = 13 \text{ DM}$$

$$100 \text{ g} = 130 \text{ DM}$$

$$10 \text{ g} = 1.30$$

$$1 \text{ g} = 0.13$$

$$1 \text{ g} = 0.00013 \text{ DM}$$

$$Ni = 100 \text{ g} = 1000 \text{ DM}$$

$$10 \text{ g} = 100$$

$$1 \text{ g} = 10 \text{ DM}$$

$$1 \text{ g} = 0.010 \text{ DM}$$

$$17.00 \cdot 0.00013$$

$$17 \cdot 0.013$$

$$0.91$$

$$0.13$$

$$0.221$$

$$100 = 200 \text{ DM}$$

$$10 = 20$$

$$1 = 2$$

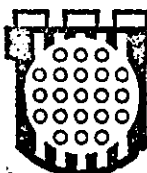
$$Cr : 0.17 \% = 1700 \text{ g/t} = 0.2 \text{ DM}$$

$$Ni : 0.13 \% = 1300 \text{ g/t} = 13.0 \text{ DM}$$

$$Mn : 0.13 \% = 1300 \text{ g/t} =$$

INSTITUTT FOR ATOMENERGI

Materialavdelingen / Kjemf



Folldal Verk A/S
Attn.: Prospekteringssjef J.G. Heim
Sandakerveien 56
OSLO 4

DERES REF.

VÅR REF. KC/EBJ

2007 KJELLER, 28. september 1977

ANALYSERAPPORT

Vedrørende: Analyse av Ni-holdig malm fra Rødfjell

Det er utført optisk emisjonsspektroskopisk analyse av malmen, og Ni-innholdet er bestemt til 0,15%. Ni-partiklene synes å foreligge homogent fordelt. Ni-innholdet, kjemisk binding og et eventuelt innhold av edel-metaller er av interesse for klassifisering av malmen.

Bestemmelse av Ni-innholdets fordeling i malmen er utført på vårt elektronsveipmikroskop, Siemens Autoscan, type U1, med separat konsoll og energidispersivt spektrometersystem, KEVEX.

Prøvene er blitt planslipt og til slutt slipt på et SiC-papir med korngradering 600 med såpetilsetning i vannet. De ble deretter diamantpolert og pådampet et ca. 100 Å tykt elektrisk ledende kullag.

Prøvene ble delvis undersøkt mens De selv var til stede.

Den energi-dispersive analysen påviste NiS- , $\text{Fe}_x\text{Cr}_x\text{-}$ og $\text{Fe}_x\text{Ti}_x\text{-}$ partikler i en Mg-Si-holdig matriks.

Disse opplysningene ble vurdert som interessante, og det ble ytret ønske om å få fastsatt Ni-innholdet i malmen.

To nye prøver mrk. A₂ og B₂ er senere analysert. De relativt store blanke partiklene inneholder Ni_xS_x som det er naturlig å gjette på er Ni_3S_2 . Diagram I viser at partiklene kun inneholder Ni_xS_x .

Diagram II som er opptatt ved at elektronstrålen sveiper over Ni_xS_x -partikkelen og en del av matriksen, viser at Mg, Si og noe Fe er til stede. Ag og Au ble ikke påvist. Diagram III er opptatt fra en dendritlignende fase og viser Fe_xCr_2 -silikat.

Energi-dispersiv analysens anvendelighet

Røntgenanalyseutstyret tilkoplek sveipelektronmikroskopet kan benyttes til kjemisk analyse av element med atomnr. 11 og oppover. Konsentrasjoner fra 0,1% og opp mot 100% kan måles med en nøyaktighet på 5%.

Innholdet av Ni i matriks var <0,1%. Da De likvel ønsket å få undersøkt dette, ble krystallspektroskopi med analysegrense på 0,01% benyttet.

Resultat

Prøve A₂ er analysert med på 10 punkter med 1 mm avstand.

$$\bar{C}_{\text{Ni(matriks)}} = 0,05\%$$

Det var liten variasjon i Ni-konsentrasjonen i matriksen.

Kjullaspenn
K. Caspersen
Ingeniør

Mikroskopering av Ni-førende bergart fra Repparfjord.

Utført februar 1977
ved
Geologisk Institutt, NTH
av
Terje Malvik

Mikroskopering av Ni-førende bergart fra Repparfjord.

Prøvemateriale. To stoffprøver merket Repparfjord 6 og Repparfjord 9.

Et polerslip er fremstilt og undersøkt av hver prøve.

Mikroskopering. Bilde med bildebeskrivelser viser typisk opptreden av mineralene i prøvene.

Registrerte mineraler : Pentlanditt
Kobberkis
Magnetkis
Svovelkis
Magnetitt
Ilmenitt
Spinell (?)

Generelt opptrer mineralene meget finkornig i prøvene.

Pentlanditt. Eneste Ni-mineral som er registrert er pentlanditt. Pentlanditt opptrer som små korn av forskjellig form assosiert med magnetkis. Bare unntaksvis opptrer pentlanditt som "flammer" i magnetkisen.

Generelt har pentlanditten korngrenser mot magnetkis og bergart, men pentlanditt er registrert i kontakt med magnetitt og kobberkis. I ett pentlandittkorn er det observert en inneslutning av et mineral som i optiske egenskaper svarer til mineralet mackinawite $(\text{FeNi})_9\text{S}_8$. Dette er imidlertid så sjeldent at det bare er for et aksessorium å regne.

Bilde 1 - 6 viser eksempler på karakteristisk opptreden av pentlanditt.

Øvrige mineraler.

Kobberkis opptrer vanligvis sammen med magnetkis, men er også registrert i egne korn og sammen med magnetitt (sjeldent).

Svovelkis opptrer vesentlig finfodelt som små korn i prøvene.

Magnetitt opptrer på flere måter : Som rene korn, som korn med inneslutninger av ilmenitt, som lameller i ilmenitt-korn, og sammenvokst med et mineral som sannsynligvis er en spinell. Dette mineralet opptrer også i egne korn.

Ilmenitt opptrer som korn med magnetittlameller, ogssom lameller

i magnetitt-korn. Mer sjeldent opptrer ilmenitt som rene korn.

Prøve merket 6 og 9 avviker fra hverandre på følgende vis :

I prøve 9 er det mindre sulfider enn i prøve 6 og disse opptrer mer finkornig i prøve 9.

I prøve 9 er det mer finfordelt magnetitt, spinell og svovelkis enn i prøve 6.

Geologisk Institutt, NTH, 1/3-77

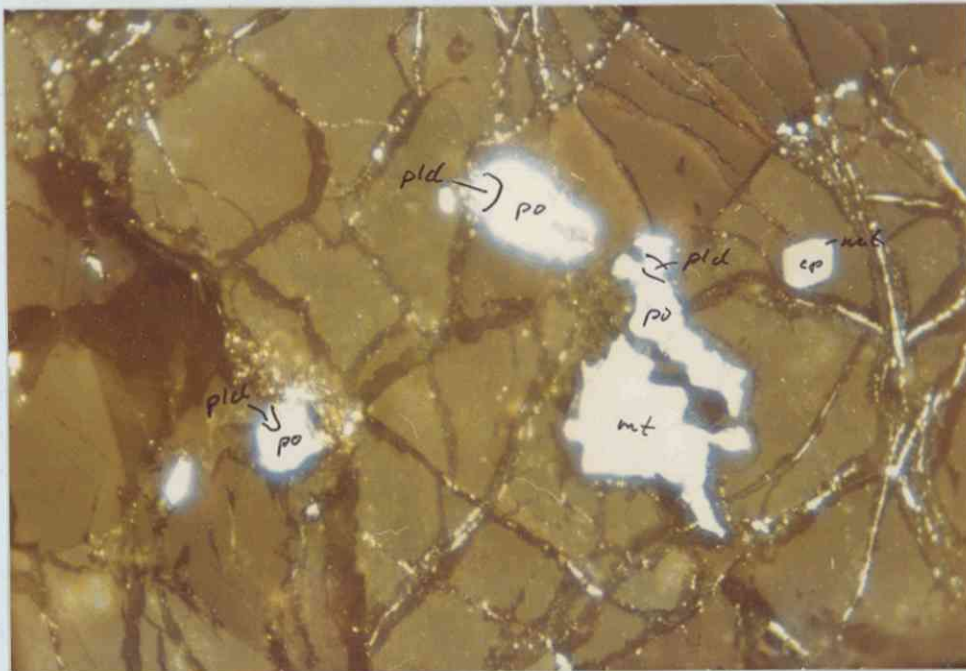
Terje Malvik



100 my

Bilde 1. (i olje). Prøve merket 6.

Korn med magnetkis (po), pentlanditt (pld), kobberkis (cp) og magnetitt (mt).



100 my

Bilde 2. (i olje). Prøve merket 6.

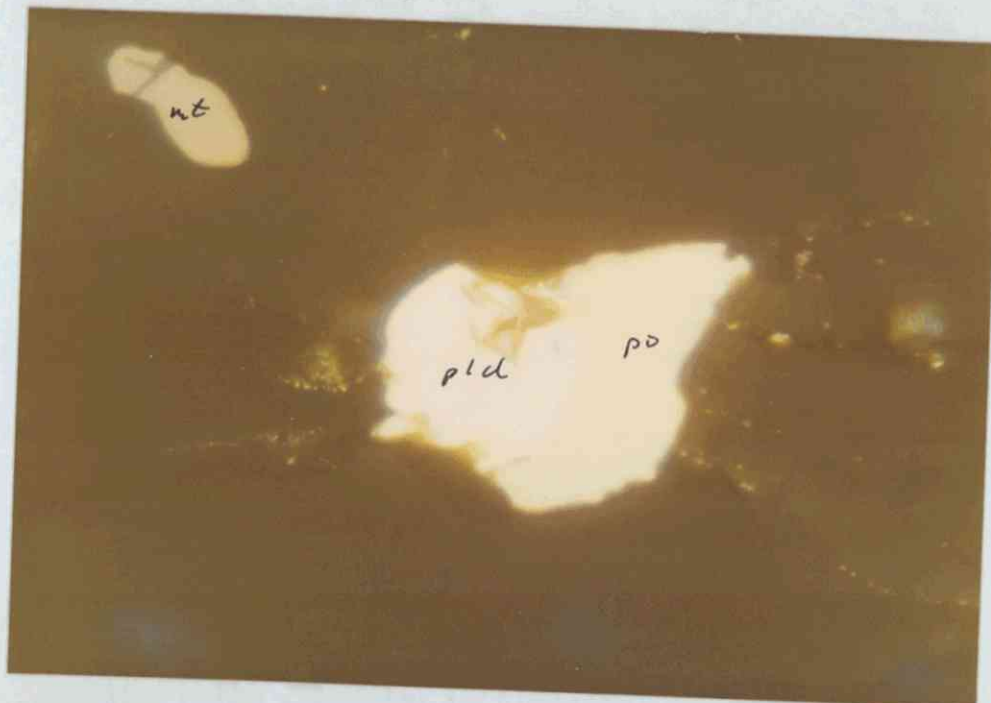
Tre magnetkis-korn (po) med pentlanditt (pld). Ett magnetitt-korn (mt) og ett spinell-korn (sp) med magnetitt.



Bilde 3. (i olje). Prøve merket 6.
Magnetkis-korn (po) med pentlanditt (pld), kobberkis (cp)
og magnetitt (mt).



Bilde 4. (i olje). Prøve merket 6.
Eksempel på meget finkornig magnetkis (po) med
pentlanditt (pld).



100 my

Bilde 5. (i olje). Prøve merket 6.

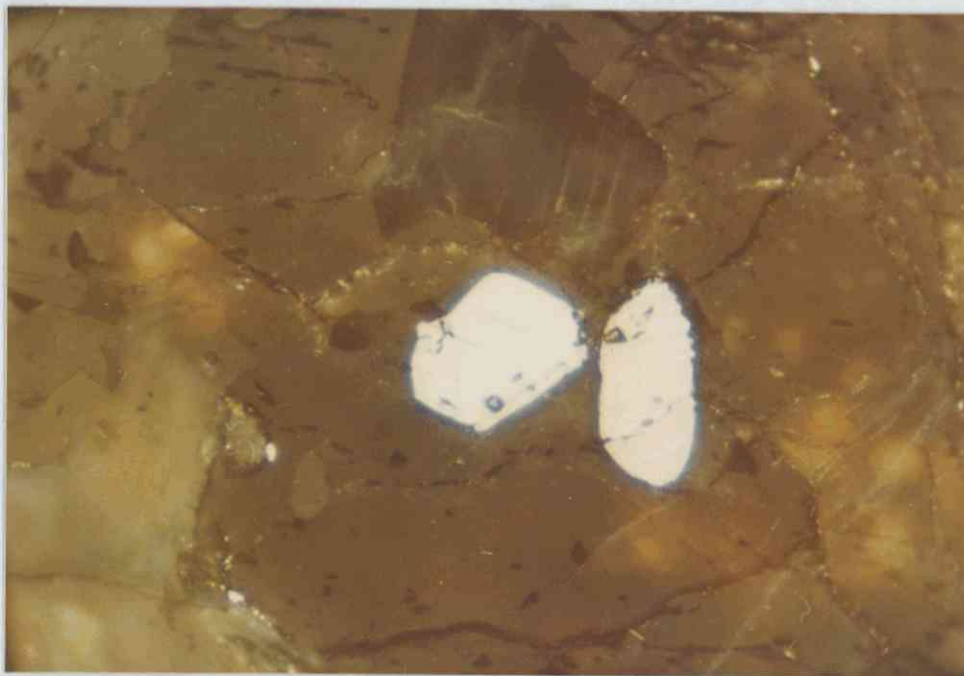
Magnetkis (po) og pentlanditt (pld). Magnetitt-korn (mt).



100 my

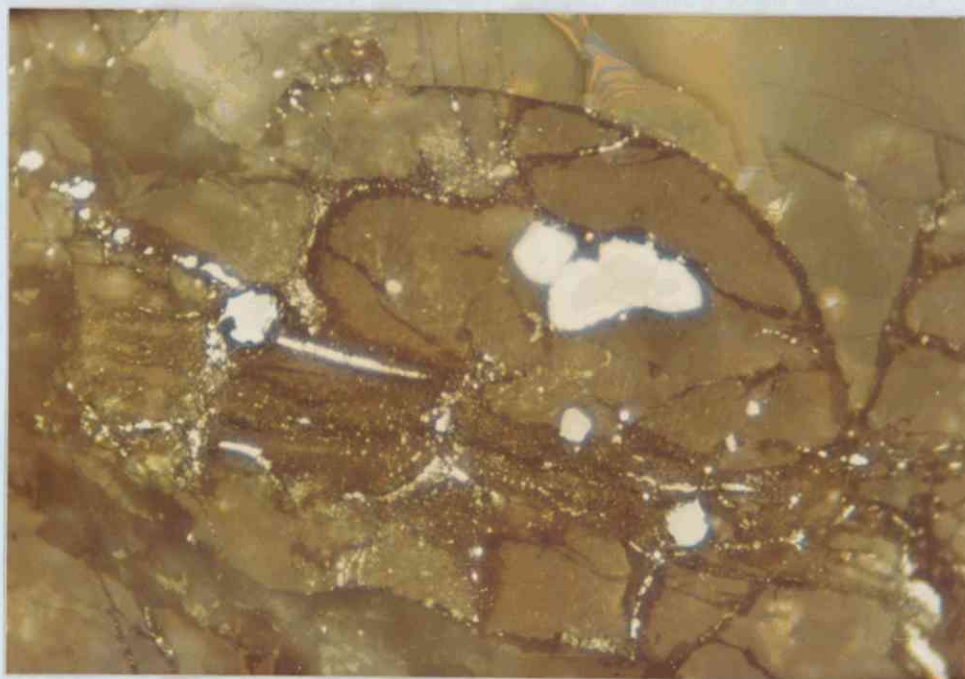
Bilde 6. (i olje). Prøve merket 9.

Magnetkis-korn (po) med pentlanditt (pld).



100 my

Bilde 7. (i olje). Prøve merket 6.
Til venstre magnetittkorn med lameller av ilmenitt.
Til høyre ilmenittkorn med lameller av magnetitt (hvit).



100 my

Bilde 8. (i olje). Prøve merket 6.
Eksempel på sammenvoksning mellom magnetitt og spinell (?).
Spinell grå med randsone av magnetitt (hvit).

lengdeakse parallell lagenes strøkretning. Vogt angir den gjennomsnittelige kobbergehalt i den fattige impregnasjonsmalm til å være 0,2%, mens man i de rikere partier har opp til 3% Cu. Mellomverdier opptrer omkring disse rikere partier.

Malmen.

Den dominerende tekstur til "sparagmitmalmen" er den hvor sulfidene opptrer som spredte prikker, flekker eller korn mellom de klastiske kornene til bergarten. Størrelsen på disse flekker varierer betraktelig, fra omtrent 5 mm ned til brøkdeler av en mm. I prøvene som ble undersøkt synes midlere kornstørrelse på sulfidene å ligge mellom 0,5 og 0,1 mm.

Mikroskopisk undersøkelse i både gjennomfallende og reflekt-ert lys viste at de impregnerte sulfider, er i sin nåværende form av senere alder enn mineralene i de omgivende sedimenter.

Sulfidene har blitt introdusert i mellomrommene mellom bergartskornene og på steder viser raggede korngrenser at sulfidene synes å ha erstattet silikatene i noen utstrekning. Sulfidinnholdet i denne impregnasjonstype er vanligvis ganske lite, alltid under 5 % og ofte rundt 1%, selv om antallet undersøkte prøver ikke er tilstrekkelig til å gi noe gjennomsnittsverdi. Kobberverdiene oppgitt et annet sted viser den vanligvis lave gehalt natur til kobbermineraliseringen.

Relativt større konsentrasjoner av sulfidmineraler opptrer i form av årer og små-årer som skjærer gjennom sparagmitten i alle retninger. I prøvene som ble undersøkt var disse årene ganske vanlige skjønt ikke rikelig opptredene. Bredden var vanligvis i størrelsesorden 0,5-1 cm. I de fleste av dem var en betraktelig del specular hematit tilknyttet kobbersulfidene. Årene representerer oppfylling av sprekker eller shear planes i sparagmitten, langs overflaten av noen av disse planes opptrådte det svake polerte glideflater, bevis for små bevegelser antagelig tilknyttet foldingen av bergarten. I et eller to tilfeller farte ikke slike bevegelser-planes en sentral sulfidåre, men for en distanse opp til 1 cm. på hver

side, var det en markert impregnasjon av sulfidprikker og flekker.

Slike bevis synes avgjørende for en epigenetisk opprinnelse for Ulveryggenmineraliseringen, en mineralisering som i stor utstrekning ble kontrollert av nærvær eller fravær av sprekker eller andre planes i sparagmitten. Det viser at sulfidene ble introdusert senere (eller samtidig) med foldebevegelsene under hvilke bergarten fikk sitt nåværende steile fall.

Mineralogi.

Følgende mineraler, når de bergartsdannende silikater blir utelatt, har blitt identifisert i Ulveryggenmalmen.

Bornit	Cu_5FeS_4
Kobberkis	CuFeS_2
Neodigenite	Cu_9S_5
Covellin	CuS
Hematit	Fe_2O_3
Magnetit	Fe_3O_4

I tillegg kommer grønne og blå karbonater og silikater av kobber som opptrer som sekundærprodukter.

Mikroskopiundersøkelser har gitt klare bevis for paragenesen til sulfidmineralene, bortsett fra forholdet mellom bornit og kobberkis.

Bornit.

Bornit er det mest opptredene av sulfidene sett i Ulveryggenprøvene. Det opptrer spredt gjennom hele feltspat sandstenen som spetter, flekker og prikker av meget varierende dimensjoner, fra 0,01-1 a. 2 mm. Siden det opptrer i mellomrommene til de bergartsdannende silikater, er formen på kornene meger irregulære. De fyller opp mellom de klastiske kornene og har også delvis erstattet serisitt og klorittlaget mellom disse klastiske korn. I siste tilfelle er bornittens korngrænser irregulært innesluttet.

Bornitfleckene presenterer et likt utseende og viser ikke noen indre tekstur. Mineralet varierer i farve i følge graden av anløpethet, fra lys til dyp lyserød. Under oljeimmersjon er farven markert dypere. Mineralet er helt isotropt.

Flekkene og kornene av bornit er nesten alltid uten untagelse erstattet i mer eller mindre grad av neodigenit, og enkelte ganger av covellin. Graden av erstatning varierer betraktelig fra prøve til prøve. I noen tilfeller ble bornitflekker iaktatt uten å ha tegn til omvandling. Teksturen ved denne erstatning er beskrevet under neodigenit og covellin. Bornit viser en bestemt tendens til å opptre i små årer eller orienterte striper som kutter tilfeldig gjennom bergarten. De er for det meste trange, maksimalbredden som er observert er 1 cm. Ofte opptrer glimmeraktig hematit i disse årene.

Bornit opptrer i noen prøver med en gittertekstur som utgjøres av kobberkis, men ellers kan lite sies om forbindelsen mellom disse mineraler.

Bornit synes å være primær i Ulverygg-malmen, og en av de tidligste avsatte kobbersulfider, sannsynligvis samtidig med kobberkis.

Kobberkis.

Kobberkis synes også å være et primært kobbersulfid i Ulveryggenmalmen, og opptrer som borniten i irregulære prikker, korn og flekker mellom de bergartsdannende mineraler. I prøvene som ble undersøkt ble ikke noen bestemte små-årer eller striper av kobberkis observert, på en annen side synes flekkene av dette mineral i kvarsitten å ha en større dimensjon en disse til bornit. Gjennomsnittelig størrelse var mellom 2 og 4 mm. Mikroskopiske undersøkelser viste at, ulik borniten, kobberkisen var praktisk talt uanfektet av replacementprossesser. Heller ikke viste den noe forbindelse med andre primære metalliske mineraler. Flekkene og kornene av kobberkis viste like, plane flater under mikroskop uten noen

påviselig tekstur.

Det ser således ut til å ha vært, i allefall i deler av forekomsten i det minste, en mineraliseringsoppgang som førte til dannelse av kobberkis. Bornit ble ikke observert i kontakt med kobberkis, selv om flekker av de to mineraler ble sett i nærheten av hverandre i samme prøven.

I noen prøver fra Hans viste kobberkiskornene uten untagelse en tynn, jevn kant av et mørkt mineral med mørke vinrøde indre refleksjoner. Dette er mest sansynlig limonit. Det danner en kant rundt nesten alle kobberkiskorn i denne lokalitet og skyldes en supergen replacement av kobbermineralet innover fra korn grensen.

Fig. 2 viser en typisk kant. Under stor forstørrelse kan det sees at kanten er sammensatt og at replacement-fronten alltid er konveks mot kobberkisen. I sammensatte korn av kobberkis og neodigenit, opptrer limonitkanten bare ved grensene til kobberkisen, og aldri ved grensene til de andre sulfider. (fig 2b). Dette er å vente siden Fe er fraværende i et Cu_2S -mineral, og en forvitring av et sådant kan ikke produsere limonit.

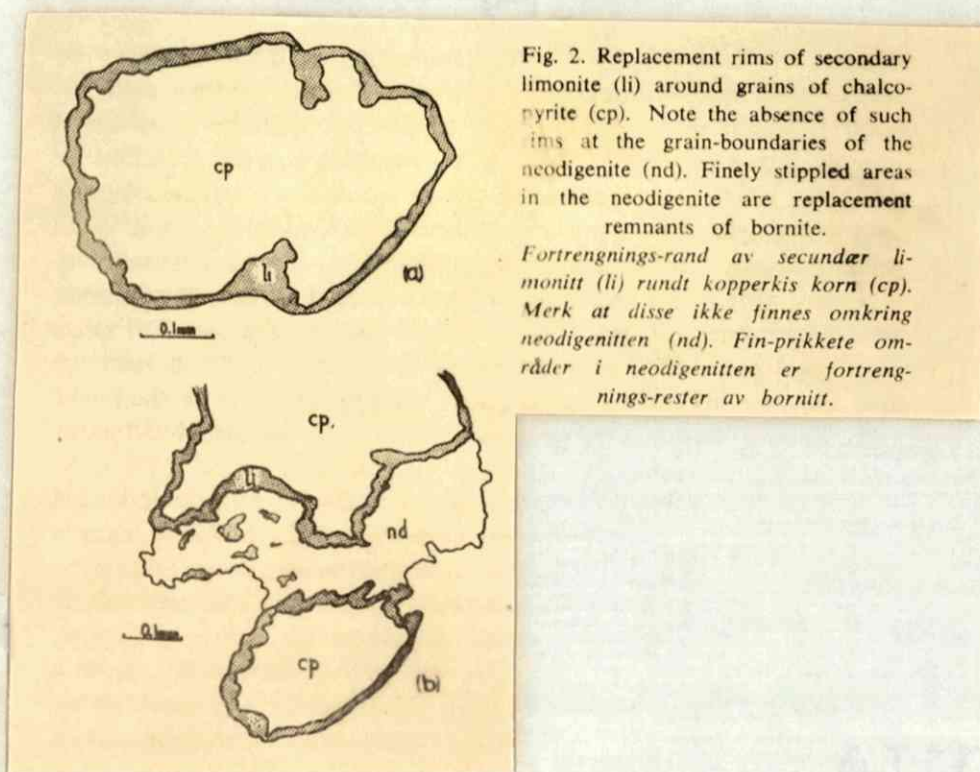


Fig. 2. Replacement rims of secondary limonite (li) around grains of chalcopyrite (cp). Note the absence of such rims at the grain-boundaries of the neodigenite (nd). Finely stippled areas in the neodigenite are replacement remnants of bornite.

Fortrengnings-rand av sekundær limonitt (li) rundt kopperkis korn (cp). Merk at disse ikke finnes omkring neodigenitten (nd). Fin-prikkete områder i neodigenitten er fortrenings-rester av bornitt.

Kobberkis opptrer også ofte i karakteristiske sammenvoksinger med bornit. I sistnevnte mineral opptrer den som små spindel-formete lameller, oftest ikke mer enn 0,1 mm. lang. Hyppigheten av spindlene varierer betraktelig, for det meste opptrer bare en eller to av dem i et bornitareal, noen ganger er de parallelle med en gitt retning, andre ganger skjærer de hverandre under alle vinkler. Dette indikerer at de opptrer i særskilte krystallflater i bornitten. Til tider øker hyppigheten av spindlene markert, og de danner et krysningsnett i bornitten. Et ekstremt eksempel på dette ble observert i prøver av en meget rik malm som syntes litt knust. Her hadde kobberkislamellene øket slik at de dannet omtrent 50% av kornarealene, og de dannet et vakkert tett kryssende gittersystem, plate 1.

Slike teksturer synes å være identisk med disse som først ble undersøkt av Schwartz (1931) og som viste at de skyltes unmixing av to mineraler fra solid solutions over 475°C .

Slike teksturer har senere blitt beskrevet fra mange malmbeforekomster og har blitt tatt som et indisium på høytemperaturdannelse. (omkring 500°C)

I tilfelle av Ulveryggsulfidene synes det å være visse vansker i veien for denne ortodokse forklaring. Det synes naturlig å anta at, hvis den mineraliserte sone opprinnelig har blitt gjennomtrengt av sulfidførende løsninger med en temperatur på 500°C eller høyere, så vil bergarten i denne sone bli oppvarmet til en temperatur i nærheten av denne. Denne tilstanden vil ha vært nødvendig for at de individuelle sulfid-dråper skulle kunne finne sin plass innen kvartsitten, krystallisere der og så avblandes ved en temperatur rundt 475°C . Hvis dette er slik, så måtte de små dråpene ha hatt en uakseptabel høy grad av overoppvarming slik at de har kunnet nå sine hvilesteder i den temmelig kalde bergarten uten å ha blitt avkjølt under en 500°C .

Denne oppvarming malmsonebergarten burde ha produsert en betraktelig grad av thermal metamorfose. Dette kan imidlertid ikke iakttas. Bergarten, både i malmsonen og omkring, er i en meget lav metamorf fasies. Mineralene i matriksen mellom kvarts og feltspatkornene er dominert av serisit og litt klorit. I en eller to prøver er en litt falmet olivengrønn

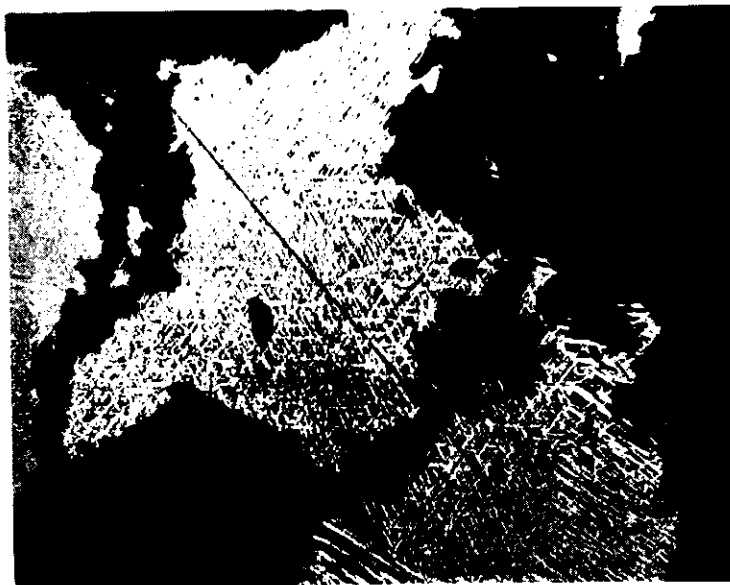


Plate 1, Fig. 1. Lattice texture between chalcopyrite lamellæ (light) and bornite ground-mass (dark) with irregular replacement veinlets of covellite (very dark grey). Gangue fragments black. Ulveryggen. Reflected light. X250.

«Gitter struktur» mellom kopperkis lameller (lys) og en grundmasse av broget kopper (mørk). Covellin opptrer som uregelmessige små fortrennings-ganger (meget mørk grå). Kvartskorn er sorte. Ulveryggen. Reflektert lys. X250.

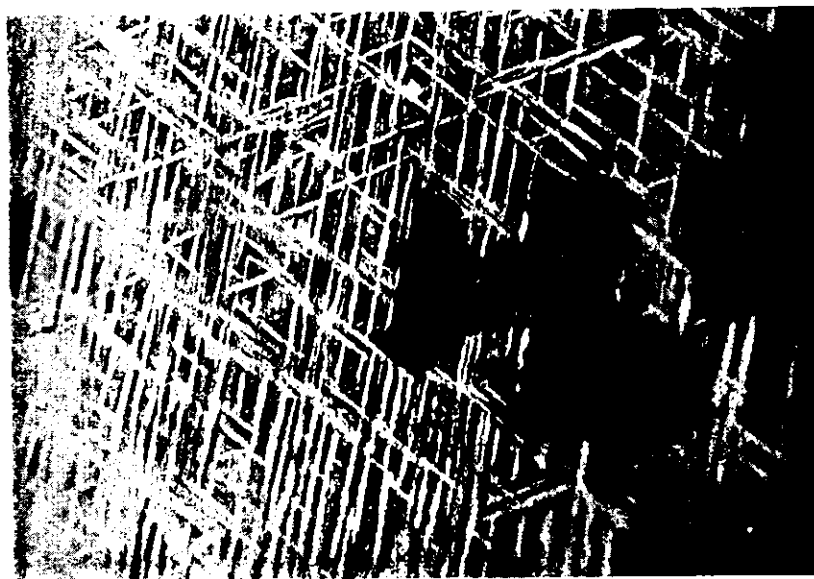


Plate 1, Fig. 2. Chalcopyrite-bornite lattice texture with irregular replacement patches of covellite (dark grey). Ulveryggen. Reflected light. X1000.

Kopperkis og broget kopper i en «gitter struktur» med uregelmessige fortrennings-legemer av covellin (mørk grå). Ulveryggen. Reflektert lys. X1000.

biotit i ferd med å dannes. Denne forbindelse skulle plasere bergarten omtrent på grenselinjen mellom grønnskifer og epidot-amfibolitfacies. (Darth 1952, s.337)

Temperaturen til hvilken bergartene har blitt underkastet er således lavere enn den som er nødvendig hvis gitterteksturene mellom kobberkis og bornitt er dannet på grunn av avblanding fra solid solution.

Vidre, hvis malmsonen en gang har blitt varmet opp til denne temperatur, så ville malmsonebergartene avkjøles relativt langsomt på grunn av deres relativt store volum. Schwartz viste at når prøver som viste lammelære sammenvoksinger mellom bornitt og kobberkis ble langsomt avkjølt fra avblandingstemperaturen så ville disse to mineraler utskilles i en granulær sammenvoksning. Således ser det ut som at selv om disse mineraler har dannet en gittersammenvoksning ved høy temperatur, så ville denne tekturen bli ødelagt ved avkjølningsprosessen, og malmen ville idag bare vise granulære sammenvoksninger av bornitt og kobberkis. Prøvene fra Ulverykkforekomsten er for få til å muliggjøre disse uforenligheters løsen. Men når det gjelder den omtrent lignende malm i Raipas grube, Alta, er det sterke indisier som støtter en annen opprinnelse for lamelltekturen mellom bornitt og kobberkis. Det kan være at denne forklaring også kan anvendes på Ulveryggmalmen og at en mer representativ samling prøver kan skaffe det nødvendige bevis.

Bornitt-kobberkissammenvoksingene har blitt delvis erstattet av neodigenit og covellin, spesielt langs korngrensene til sulfidene og langs sprekker og andre brudd i dem. Begge sammenvoksingsmineralene er omsider erstattet, men det kan sees at de sistnevnte mineraler har angrepet bornitten som ligger mellom kobberkislamellene først, noe som gir en meget komplisert form til replacementfronten.

I tilfeller hvor kobberkislamellene opptrer kun sparsomt i bornitten, kan det sees klart at neodigenit replacement angriper fortrinnsvis verten og ofte isolerer individuelle kobberkislameller fra denne, før disse også blir slukt opp. Men som før sagt, så viser ikke rene kobberkisområder i

i malmen noen replacement av kobbersulfider.

Man kan således konkludere med at vi har to generasjoner kobberkis i malmen. Den første generasjon opptrer aldri sammen med andre mineraler, men som rene, irregulære korn, flekker og prikker i den sedimentære bergart. Den kan være omtrent av samme alder som borniten, men siden mineralene ikke er i kontakt, kan deres relative alder ikke bestemmes. Dette synes å reise et interessant spørsmål som kan løses ved en framtidig undersøkelse. Er deler av malmen karakterisert ved kobberkis som primært kobbermineral og andre deler av bornit? Dette vil si, har det vært en primær mineral-zoning i forekomstene.

Den andre generasjon av kobberkis opptrer i lamellene i gittersammenvoksinger med borniten. Forbindelsen mellom disse to generasjoner er ikke klar.

Neodigenite.

Det opptrer i malmen, erstattende borniten i varierende grad, en lys himmelblå, isotropt kobbersulfid som optisk og paragenetisk korrensponderer med den så-kallte isotrope blå kobberglans. Forfatteren har fulgt Ramdohr (1943) og

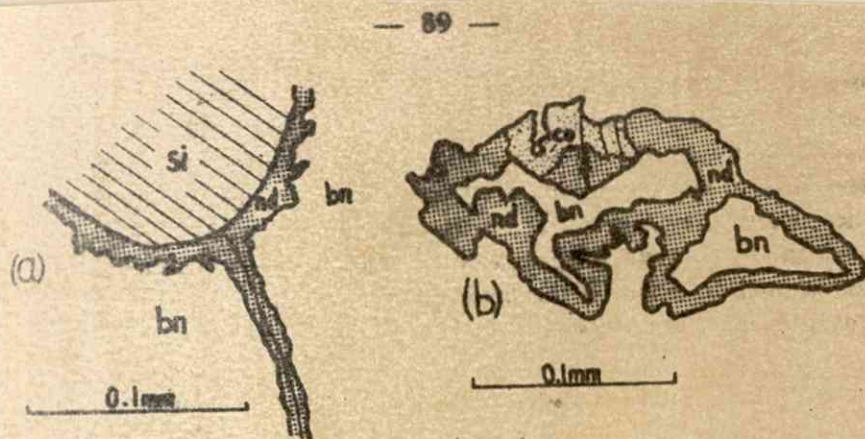


Fig. 3, a). Neodigenite (nd) replacing bornite (bn) along its grain-boundaries with a grain of gangue (sl) and on either side of a micro-fracture. b). Sketch of typical rim-replacement of bornite (bn) by neodigenite (nd). Covellite (co) is in its turn replacing the neodigenite.

a). Neodigenitt (nd) som fortrenger bornitt (bn) langs korn-grensene mot et kvartskorn (sl) og langs en mikrosprekk i bornitten. b). Bornitt (bn) er fortrengt langs randen av neodigenitt (nd). Covellin (co) fortrenger i sin tur neodigenitten.

Uytenbogaardt (1951) in using the name *neodigenite*. The name *digenite* was proposed by Buerger (1941), who first established the existence of the form and showed it to have the formula Cu_9S_5 .

Etching with 1 : 1 HNO_3 brings out the cleavage pattern very clearly. It shows a series of closely-spaced parallel cleavage cracks, with a subsidiary, though well-defined set at right angles. The two sets divide the mineral into square or rectangular «blocks». No instances were seen of the octahedral etch cleavage which is regarded as being characteristic of the isometric neodigenite.

However, X-ray powder patterns confirmed the identification of the mineral as the isometric form of Cu_2S .

Neodigenite occurs solely as a replacement product of bornite, it was not observed as an independant mineral in the ores. The degree of replacement varies considerably from specimen to specimen and between different bornite patches in the same specimen.

The most common texture is a «rim replacement» of the bornite grain by the neodigenite, starting from the grain boundaries of the former mineral. The «rim» may vary from a mere film surrounding the bornite to an almost complete replacement of it, leaving only very irregular remnants to show the original nature of the grain.

The replacement has proceeded very unevenly and the «fronts» normally show the most intricate and embayed forms.

No dependence on the structure of the bornite, e. g. the cleavage, could be observed, but replacement veinlets of neodigenite were often seen following fairly irregular cracks in bornite. In other cases intricate replacement patches of the blue sulphide occurred at random in the bornite grains. Examples of the textures formed by the two minerals are given in Fig. 3. Plate 2, Fig. 1, illustrates a beautiful semi-graphic texture seen occasionally, which represents an extreme stage of the replacement of the bornite.

The amount of bornite replaced by the neodigenite must be quite considerable, in many specimens probably about a third was so affected, but the average is probably less. The net effect of the alteration is an increase in the copper content of the ore, there being a loss of iron and sulphur from the bornite.

The nature of this replacement is discussed below.

The larger areas of neodigenite formed by the replacement of bornite show often a well-marked cleavage (see above). The cleavage cracks are often filled with a later mineral, in some cases a green secondary copper mineral (carbonate). The cleavage cracks are so fine that certain identification of the late mineral is difficult. The cracks have also acted as loci for the secondary replacement of the neodigenite by the covellite (see below).

An extremely important question is the origin of the neodigenite replacing the bornite. Is it supergene or hypogene? The answer to this question would have a considerable bearing on the possible economic importance of the Ulveryggen deposit. If the alteration is supergene (secondary enrichment) one would expect a falling-off of values in depth as the protore is reached. In view of the fact that the ore exposed at the surface and in the shallow workings is itself not of very high grade, any such falling-off in depth would make the deposit of doubtful economic worth.

However, it seems from a study of the relevant literature that the replacement has been of a hypogene character. It has been mentioned that neodigenite is the mineral which was termed in older publications «isometric blue chalcocite». It was thought that there were two modifications of chalcocite, one orthorhombic and one isometric. Of these, the latter was established as having a temperature of formation above 91°C. On cooling, this modification inverted

to the orthorhombic form, but it was thought that if more than 8 % of CuS were in solid solution the inversion was inhibited.

In the earlier literature dealing with the copper sulphides the isometric form of Cu_2S was considered to be diagnostic of hypogene conditions of deposition. For example, Emmons (1933), in a general discussion of copper sulphide enrichment, states that «a chalcocite that is isometric or that is a paramorph after isometric chalcocite may be taken as evidence of hypogene origin» (p. 406).

Again, Bateman and Lasky (1932) in a discussion of the copper deposits at Kennecott, Alaska — «most of the chalcocite has been found to be isotropic and therefore isometric. Consequently it is the high temperature form and is definitely of hypogene origin.»

However, the restudy of the system Cu_2S — CuS by N. W. Buerger (1941) showed a rather more complicated state of affairs. He established three compounds in the system, i. e.

Chalcocite (ideally Cu_2S)
Digenite Cu_9S_5 — here termed Neodigenite
Covellite CuS .

These compounds exhibit four phases:

High chalcocite
Low chalcocite
Digenite
Covellite.

A study of the phase diagram established by Buerger (op. cit., p. 35) shows that (neo)digenite, having the composition Cu_9S_5 , is stable at all temperatures from 20°C upwards. Above 78°C this mineral is able to take increasing amounts of either chalcocite or covellite into solid solution. A (neo)digenite with greater than 20 atomic percent CuS forming at elevated temperatures, would on cooling, unmix to give an intergrowth of neodigenite (of composition Cu_9S_5) and covellite. On the other hand, with less than 20 atomic percent CuS , there will result an intergrowth chalcocite and covellite, which was referred to in the older literature as an intergrowth of «white and blue chalcocite».

Most of the neodigenite in the Ulveryggen specimens occurs by itself — a very minor proportion only occurs intergrown with

the so-called «abnormal covellite» (see below, p. 93) in a manner suggesting contemporaneous crystallization. There is no conclusive evidence to show that either chalcocite or covellite has unmixed from the neodigenite and thus the original composition was probably not far from Cu_9S_5 . According to Buerger's diagram such material could have originated at either high or low temperatures, and it therefore cannot be used to decide supergene or hypogene origin.

Among the more recent contributions to this problem, P. Ramdohr (1943) came to the conclusion that the cubic mineral (neodigenite) in the system Cu_2S — CuS was *a priori* no geological thermometer, since its occurrence was exclusively governed by the excess or deficiency of sulphur in the ore-forming media. In a table (op. cit., p. 309) Ramdohr gives his interpretation of the various «chalcocite» minerals occurring in natural ores. «Blue isotropic chalcocite as the older mineral» is to be interpreted as neodigenite formed above 78°C . The same mineral occurring cementatively, mostly after bornite, is neodigenite formed under 78°C , i. e. secondary.

Ramdohr later (1950) discusses at length the interpretation of Buerger's results in terms of the textures exhibited by the Cu_2S — CuS minerals in nature. Here he is of the opinion that «neodigenite is *mostly* formed at higher temperatures» (p. 288).

Thus it can be seen that the question of the temperatures of formation of the Cu_2S — CuS minerals is far from being solved. The weight of *opinion* in the literature seems to be in favour of a high temperature origin for the cubic mineral, neodigenite.

Of the graphic and subgraphic replacement intergrowths between bornite and neodigenite (Pl. 2, Fig. 1), Schwartz (1932) states that the weight of evidence seems to indicate that they are commonly a result of hypogene processes, but that the texture, as such, is unreliable as a criterion. Lindgren (1930) discussed the textures under the name of «pseudo-eutectic intergrowths» and concluded they were due to hypogene replacement.

A negative piece of evidence against secondary alteration in the Ulveryggen ore is the complete absence from it of the so-called «sooty chalcocite», which is the only form which is regarded as being absolutely diagnostic of supergene origin.

More general considerations make it unlikely that supergene enrichment has affected the Ulveryggen deposit. The complete lack

of pyrite would mean that any secondary leaching processes would have been slow in the extreme. Most students of secondarily enriched copper deposits are agreed that sulphuric acid generated by the oxidation of pyrite is vitally important for the processes of secondary enrichment.

The absence of an upper, leached, low-grade zone or capping is not evidence against secondary enrichment since this could quite well have been removed by the strong erosion occurring during the Quaternary glaciation.

Covellite is a minor component of the bornite-bearing parts of the ore, but one which is unmistakeable on account of its very characteristic effects under the microscope. It occurs very largely in forms indicating that it is replacing the neodigenite. More infrequently it seems to have replaced the bornite directly without an intervening neodigenite stage. It was never observed attacking chalcopyrite when this mineral occurred alone.

Optical properties indicate that there are two types of covellite present:

a) the more common type shows very strong and characteristic pleochroism, O: deep inky blue, E: bluishwhite, in air. Under oil immersion the pleochroism is greatly accentuated, O becomes a deep violet to purple-red, while E is somewhat darker blue. Anisotropism is marked and distinctive, from a fiery orange to a dark brown.

b) the less common type shows much less distinctive pleochroism in shades of light and dark blue. Under oil immersion the only noticeable effect is a slight accentuation of the colour differences. Anisotropic effects are very much toned-down as compared with type a).

These two types are well-recognized in the literature. Uytendogaardt (1951) refers to the second type as «anomalous covellite» and regards it as the less common of the two.

Ramdohr (1950, p. 472) also describes the different optical properties of «normal» and «abnormal» covellite, his descriptions corresponding exactly with those just given. The abnormal covellite has been observed from many localities, including Rio Tinto and Chucquicamata, as well as from some of the American «porphyry copper» deposits (e. g. Morenci). In a number of cases the normal

and abnormal covellites were seen together in the same polished section, with the latter type mostly appearing as being formed the later of the two. Nearly always the abnormal covellite occurred intergrown with chalcocite in tabular forms parallel to the (001) direction.

The covellite-types from Ulveryggen show certain similarities with Ramdohr's description.

a) «Normal covellite» appears in very irregular minute patches within, or on the borders of, the areas of neodigenite. These patches have very complicated textures, being made up of feather- or flame-shaped individuals, often arranged in a sub-parallel radiating pattern.

The patches sometimes appear enclosed in a larger area of neodigenite, but mostly they are located at grain boundaries and along the well-marked cleavages of this mineral (see Plate 2, Fig. 2). From these points the covellite appears to have worked its way irregularly into the neodigenite, not following any crystallographic directions.

Examination under high magnification shows the cleavages of the neodigenite to be filled with a dull grey, non-sulphide mineral, sometimes giving coloured internal reflections. It is not clear if the covellite is genetically connected with this infilling of the cleavage cracks.

b) The «abnormal» covellite occurs as larger areas, sometimes lamellae-shaped, in the areas of neodigenite. In some cases it seems to have «flooded» irregularly into the neodigenite as though replacing it. In other cases the broadly lamella-shaped patches seem to be intergrown with the neodigenite as though the two minerals were contemporaneous. However, nothing resembling a regular lattice intergrowth was seen, and it is doubtful if the covellite could have exsolved from the neodigenite.

The covellite is in except a very few cases clearly a product of replacement of the neodigenite, but it is not clear whether this is supergene or hypogene. From the general mode of occurrence of the mineral, a supergene origin would be indicated.

Hematite. Micaceous specularite occurs extensively in the Ulveryggen deposit. Characteristically it occurs coating the joint surfaces of the rocks as an interlocking mesh of platy crystals, up to

2—3 mm in diameter. In other cases it occurs as isolated, tabular crystals or groups of crystals scattered irregularly throughout the rock.

The hematite always shows regular crystal outlines towards the copper sulphides, when these occur together. The latter appear to be «moulded» around the iron oxide and the evidence is that the latter is everywhere older than the sulphides.

In one specimen a composite oxide-sulphide vein was observed cutting through the bornite-impregnated sandstone. The vein was $\frac{1}{2}$ —1 cm wide and along one of the walls occurred a fairly continuous growth of regular platy hematite, with crystals about 1 mm in dimension. The rest of the vein was filled bornite and neodigenite, the latter strongly replacing the former. The sulphides had clearly «filled-in» against the hematite crystals and represented deposition in the vein after the formation of the hematite along one wall.

The hematite crystals, especially the larger, less regular ones showed numerous very small inclusions of a grey-brown isotropic mineral. The inclusions were mostly very irregular and ragged, often occurring in groups which suggested the remnants of an originally much larger grain. These relationships show they are replacement residuals in the hematite. The optical properties indicate that the mineral is *magnetite*.

In other specimens irregular veinlets of specularite were seen intersecting the country-rock. The mineral was present as thin micaceous lamellae intersecting in all directions. The lamellae showed a fine twinning at high angles to their longest dimensions. Magnetite was present in larger proportions in such veinlets, often in well-formed, octahedral crystals.

This oxide paragenesis must be regarded as separate from, and much earlier than, the sulphides, and most probably of a higher temperature of formation.

Paragenesis. The evidence given in the description of the different minerals shows the following facts regarding the order of succession. Firstly the sulphides are later than the oxide minerals. Secondly there is the clear replacement succession: bornite—neodigenite—covellite, where the first replacement is probably hypogene, the second more probably supergene. Thirdly there is the lattice

intergrowth in parts of the ore between bornite and chalcopyrite, showing (?) contemporaneity between these two minerals in certain cases. Fourthly no evidence has come to hand regarding the age relationship between the main parts of the chalcopyrite and the bornite.

Temperatures. The presence of the lattice intergrowth texture between chalcopyrite and bornite could be interpreted as meaning that in parts at least of the deposit the temperature of the introduced sulphides attained a minimum of 475°C, but there are objections to this interpretation, as set out on pp. 86—88. The neodigenite probably replaced part of the bornite at a temperature around 100°C.

Chemistry. The ore at Ulveryggen is chemically simple, with Cu, Fe and S as the main introduced constituents. A spectrographic investigation* of a sulphide concentrate from the ore showed the following «trace» elements:

Ag, order of size	x/100 %
Cr, —	1/100 %
Mn, —	1/100 %
Ni, —	x/100 %
Pb, —	x/100 %
V, —	1/100 %
Zr, —	1/100 %
Zn, (trace)	(1/10 %)

These figures would seem to indicate that very little in the way of valuable by-products could be expected from a copper concentrate from the Ulveryggen ore.

The absence of Co is surprising, and disappointing, in view of the occurrence of a cobalt mineral in the mineralogically similar ore of the Raipas mine, Alta, (see below).

Raipas mine, Alta. This disused copper mine lies in rocks of the Raipas formation, but in a separate tectonic window from that containing the above-described deposits (see Map, Fig. 1). The mine produced small quantities of high-grade copper ore in the middle of the 19th Century. The present writer made an under-

* Analyst: Sentralinstitutt for industriell forskning, Oslo.

Til O. Husum - J.G. Heim.

HJERKINN

- | | | |
|--|---|---|
| ☐ Iflg. Deres brev | ☐ Deres svar imøtesees | ☐ Kan beholdes |
| ☐ Iflg. avtale/tlf. | ☐ Til godkjenning | ☐ Retur med takk for lånet |
| ☐ Vennligst ring | ☐ Til orientering | ☐ HASTER |

Rødfjellprøven som ble sendt til Tverrfjellet for oppredningsforsøk er blitt undersøkt diffraktometrisk ved Geologisk Institutt ved NTH av Terje Malvik. Han kunne ikke finne spor av sulfid Ni, hverken Pentlanditt eller Heazwooditt. Etter hans mening var Ni mineralet, Antigonite som er en serpentinvariant $(\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8)$ hvor Ni og Fe^{+2} kan inngå i gitteret. Jeg har bedt NTH foreløpig avslutte de videre undersøkelser.

Hjerkinn, 20.9.1977.

(Morten Berle).

Underskrift

CHAIX MECA VARME-/KULDE-BORD

Ø1. Opbygning af varme-/kulde-bordet.

Chaix Meca varme-/kulde-bordet (fig.1) består af to cirkulære ringe (R_n og R_0), der er holdt sammen af 4 skruer ($S_1 - S_4$). De to cirkulære ringe kan forskydes i forhold til hinanden ved hjælp af skruerne S_1 og S_2 . Selv fastspændingen af bordet på mikroskopbordet sker ved hjælp af korte skruer gennem hullerne X_1 og X_2 , der svarer til universalbords-hullerne på mikroskopbordet. De anvendte skruer må være så tilpas korte, at de kan holde den nederste ring (R_n) fastspændt uden at genere den øverste rings (R_0) bevægelighed.

På den øverste ring er centralt anbragt et cylindrisk formet kammer (K), hvori den prøve, der ønskes undersøgt, anbringes. Dette kammer er skematisk vist i tværsnit i fig. 2.

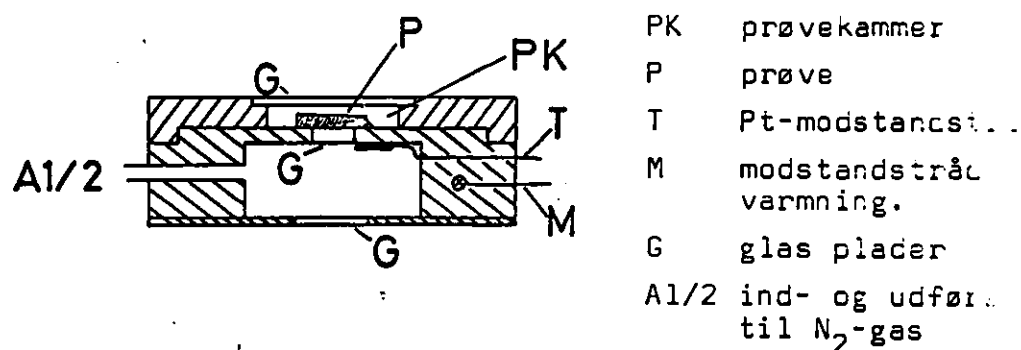


Fig. 2. Skematisk tværsnit af det centrale kammer. Se også fig. 1.

Det centrale kammer består af 2 dele, en base og en top, hvori selve temperatur-regulationen og temperatur-målingen foregår. I både top og bund af denne del er centralt

glas, der tillader lyset at passere frit fra lyskilden op gennem prøven til objektivet.

Temperaturen i kammeret kan varieres på 2 måder. Afkøling foregår ved at lade en N_2 -gas, der i forvejen er afkølet i flydende N_2 , cirkulere i det nedre kammer. Denne afkølede N_2 -gas ledes ind i kammeret gennem A1, og ud gennem A2. Opvarmning foregår ved hjælp af modstandstråde, der er indlagt i det nedre kammeres sider. Temperaturer måles ved hjælp af en Pt-modstand (T), der er anbragt umiddelbart under prøven.

Denne basale del dækkes af en øvre lav cylinder, der udgør prøvekammeret (PK). Selve denne cylinders centrale del kan dækkes af en cirkulær glasplade, hvis formål er formindske varmediffusionen fra prøvekammeret, og dermed stabilisere temperatur forholdene i prøvekammeret, og dermed ved i selve prøven. Denne øverste glasplade skal yderligere beskytte objektivet mod for kraftig opvarmning under opvarmningen af prøven. En yderligere beskyttelse af objektivet kan foretages ved at anbringe en kvartsplade mellem objektivet og den egentlige dæk-glasplade.

02. Arbejdsopstilling.

Udover selve mikroskopet og varme-/kulde-bordet består opstillingen af følgende:

- varmekilden til opvarmningen via varmetræden
- afkølingsdelen N_2 -gas afkølet i flydende N_2
- temperaturmåler ; i.e., et voltmeter

Disse dele kan bygges sammen i en fælles reguleringsenhed (som f.eks. vist i fig.3), eller de kan være separate. Den her brugte opstilling er skematisk vist i fig. 4.

Det ses på figuren, at de forskellige enheder kan være adskilte. Afkølings enheden består af N_2 -flaskegas og



Fig. 3

tryk. Denne gas ledes gennem en plastic-slange til en termobeholder med flydende N_2 . I denne beholder afkøles N_2 gassen ved at passere gennem et kobber-spiralrør. Herefter ledes så den afkølede gas ind i kammeret via A1. Regulationen af N_2 -gassen sker dels ved h1, hvor trykket på selve gas udledningen kan varieres, dels ved h2, der kan regulere selve tilførslen af afkølet gas til kammeret.

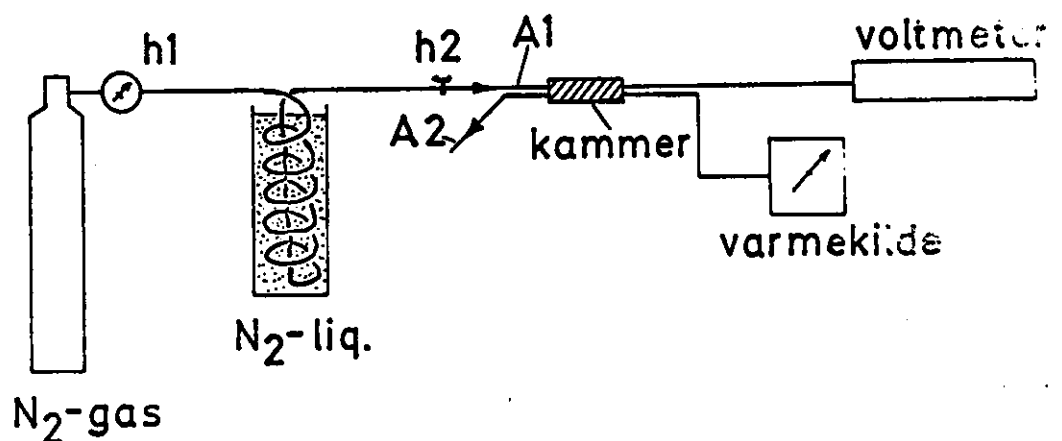


Fig. 4. Skematisk fremstilling af den her anvendte apparat opstilling.

Ved påbegyndelsen af en serie målinger ledes N_2 -gas i strømme igennem kobberspiralen og plastic-slangerne til og A2, før den flydende N_2 hældes i termo-beholderen. Her kan fjernes muligt vanddamp i afkølingssystemet, og man undgår problemer med dannelse af is, der kan lukke af for forløbet, i afkølingssystemet.

Opvarmningen foregår ved hjælp af den skitserede varmekilde. Varmetilførslen kan varieres kontinuerligt fra 0 til 10.

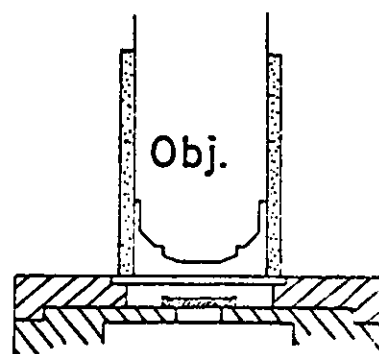
Temperatur målinger foretages med et SOLARTRON 1000 DIGITAL VOLTMETER.

Under opvarmnings-forsøg er det muligt at beskade objektivet mod en for kraftig varmepåvirkning ved at lade koldt vand cirkulere gennem en kobber-spiral (se Fig. 5).

der er anbragt omkring objektivet. Under en normal, forholdsvis hurtig opvarmning til omkring 4-500 C er brug af kobber-spiral dog ikke nødvendig.

Ved afkøling forhindres dannelse af kondensvand på objektivlinsen ved at anbringe en plastic-kappe omkring objektivet. Denne kappe må for at være effektiv slutte tæt til både objektiv og kammerets overflade (se fig. 3 og 5).

Fig. 5. Skematisk snit visende placeringen af plastic-kappen under afkølingen.



03. Kalibrering.

Som vist på fig. 2 blev temperaturen i prøvekammeret målt umiddelbart under prøven. Der vil trods den lille afstand mellem målepunkt og prøve dog oftest være en temperatur forskel, som man må korrigere for under beregningerne. Den letteste og nøjagtigste metode hertil er at kalibrere varme- og kulde-bordet med en række stoffer, hvis smelte temperaturer kendes. En liste over anvendelige væsker og stoffer, og kalibreringsmetoden anvendt ved CRPC, (Frankrig) er anbragt i appendix.

Ved kalibreringen må de betingelser, hvorunder kalibreringen er foretaget, nøje specificeres, da det nævner sig, at en række små faktorer kan influere på kalibreringsresultater. Ved kalibreringen må desuden de normale prøvetilkendegivelsesbetingelser så vidt muligt tilnærmes, både med hensyn til

prøve størrelse og tykkelse. Derfor er kalibreringen foretaget med ganske små mængder kendt materiale anbragt mellem to små stykker dækglas. Herved kommer tykkelsen næsten på den almindelige tykkelse af dobbelt polerede prøver, ca. 0.2 - 0.5 mm. - Prøvestofferne kan også indelukkes i små lukkede kapilærrør, men forsøg har vist, at reprod-
cibiliteten er bedre ved brug af dæk-glas.

Kalibreringen må desuden foretages med jævne mellemrum for at undersøge eventuel drift på opstillingen.

Ved den kalibrering, der ligger til grund for kalibreringskurven for den nuværende opstilling, og som er vist i appendix, er følgende betingelser iagttaget:

- objektiv Zeiss 30/0.60 - 160/0.175
- kondensor inde
- belysningsdelen under mikroskopbordet helt oppe
- prøvekammeret centreret, og smelte temperatur målt centralt i synsfeltet.
- opvarmningshastigheden nær smeltepunktet ca. 1 grad/min.

Kalibreringen er foretaget med 3 bestemmelser for hvert smeltepunkt, hver gang med nyt materiale. Følgende stoffer er benyttet.

	smeltepunkt. (C)
toluen	- 95.0
n-heptan	- 90.5
CHCl ₃	- 63.5
CCl ₄	- 22.8
20 % NaCl-opløsning	- 16.3
10 % NaCl-opløsning	- 6.5
5 % NaCl-opløsning	- 2.9
destilleret vand	0.0
azobenzol	68.0
benzil	95.0
azetanilid	114.5
phenacetin	134.5
benzanilid	163.0
salophen	198.0
dicyandiamid	210.0
saccharin	228.0
NaNO ₂	306.8
K ₂ CrO ₇	398.0
Tellur	449.5

04. Praktisk anvendelse.

CHAIX MECA varme- og kulde-bordet er konstrueret til anvendelse i temperatur området - 196 C til 4-500 C.

Før en målings serie påbegyndes, centreres kammeret ved hjælp af skruerne S1 og S2 (fig. 1). Dernæst anbringes en lille del af den dobbelt polerede prøve, ca. 30 - 40 mm², centralt i prøvekammeret, og de indeslutninger, der ønskes undersøgt, anbringes så centralt i synsfeltet som muligt ved at skubbe til prøven med en pincet. - Ønskes nye indeslutninger så bragt i centrum under målingerne, kan dette gøres med skruerne S1 og S2. Jo bedre prøvekammeret og indeslutningerne er centreret under målingerne, jo bedre lysforhold er der, og jo flere detail observationer kan gøres.

Omfatter målingerne både brug af opvarmning og afkøling er det mest hensigtsmæssigt at begynde med afkølingen. nogle af indeslutningerne kan decrepitere under opvarmningen, og derved ødelægges for videre observationer.

Ved afkøling skal plastic-hætten altid benyttes. Ved at rationalisere med N₂-flaskegassen bør afkøling af indeslutningerne til frysning foregå så hurtigt som muligt. Opvarmningshastigheden kan varieres efter ønsket måle hastighed, men bør være så lille så muligt nær observationstemperaturen (= f. eks. smelte temperaturen).

Hvilke observationer, der ønskes registreret, varierer naturligvis med undersøgelsens sigte. Da det imidlertid ved senere brug af måleresultaterne ofte vil vise sig hensigtsmæssigt at have så mange oplysninger som muligt, er det praktisk at skematisere sine resultater. Et eksempel på et observationsskema er vist på næste side. Det ses her at der er afsat plads til både skitser af målte indeslutninger samt til kommentarer om deres størrelse, form, og lign.

Under sedimentationen har sandbunden således været over havniveau, hvilket indikerer, at sedimentationen har foregået på lavt vand. Da sådanne tørkesprækker kun er yderst sjældent forekommende, kan der ikke være tale om et tidevandsfænomen men snarere om en tilfældig lavvandsperiode.



Fig. 11. Grube Olle. Små tørkesprækker, se kronestykket, i et meget finkornet sedimentlag.

De mange konglomeratiske indslag med relativt små konglomeratboller tyder på et middelhøjt energiniveau på lavt vand.

Den bænkedede, lagdelte sandsten uden nævneværdige konglomerater er sedimenteret på dybere vand med et lavere energiniveau end de mere grovklastiske, krydslejlrede og konglomeratiske afsnit.

De i sandstenen fundne marine acritarcher sammenholdt med de ovenfor nævnte sedimentationsstrukturer viser, at der er tale om et fluvio-marint lavvandsmiljø med vekslende vanddybde.

Steinfjell formationen går opad gradvis over i Djupelv formationen nordvest for Ulveryggen. ^{figur 12.} Djupelv formationen, der ligeledes er en arkosisk sandsten, er karakteriseret af to typer konglomerat:

- 1: grønskifer og grønsten, der muligvis stammer fra Holmvann formationen og
- 2: keratofyr i op til 30 cm store finkornede, hårde og seige boller.

et meget tyndt lag sericit/saussurit, hvilket bedst ses i de til undersøgelse af væskeindeslutninger fremstillede polerede prøver. De primære kantede til subangulære feldspatkorn er som regel stærkt omdannet, iturevne eller bøjede. De har som kvartsen ondulerende udslukning. Plagioklas overvejer stærkt mikroklin og orthoklas. Der er kun fundet ganske få authigene plagioklaskorn. På grund af snittets beliggenhed har det ikke været muligt uden universalbord at bestemme anorthitindholdet i disse sekundære feldspatkorn. De authigene plagioklaskorn er ikke eller kun ganske lidt omdannede. Matrix følger som hovedregel den sedimentære struktur som tynde strimer. ~~Matrix findes dog også interstitielt mellem de klastiske korn.~~

Matrixminerallerne lys glimmer^{epidot,}, chlorit og biotit er metamorfe mineraler dannet på bekostning af feldspat og lerede indslag m.m. I tyndslibet ses de opakke mineraler for en stor dels vedkommende at bestå af hæmatit. Enkelte korn er bestemt til goethit: toakset negativ.

Det ses ofte, at malmminerallerne, som alt overvejende er anhedrale, er trængt ind mellem matrixkornene. Dette viser, at malmførelsen er senere ^{eller samtidig med (epigeneret)} end metamorfosen. Foruden i matrix findes malmminerallerne som meget små korn dissemineret interstitielt. Ofte er malmminerallerne ekstremt fint dissemineret med mikroskopiske korn mindre end 1 μ m.

I et enkelt slib har lazulit placeret hæmatit i kanten af et større hæmatitkorn. Lazulitkornene har kubisk habitus og tolkes som pseudomorfose efter magnetit.

I henhold til Pettijohn, 1954 og McBride, 1962 skal bjergarten klassificeres som en arkosisk sandsten: mellem 70 og 80% kvarts, under 15% matrix.

De metamorfe mineraler viser, at metamorfosegraden svarer til overgangsfacies mellem lavtemperatur og højtemperatur grønskiferfacies. Tilstedeværelsen af en begrænset mængde biotit viser, at biotitisgraden netop er nået.

Zirkon er et almindeligt forekommende detritus mineral. Kornene, der er af størrelsesordenen 100 μ m og mindre, er langstrakte og afrundede. De fleste korn er mere eller mindre opsprækkede som følge af katalase. Ikke sjældent er Cu-sulfider udfældet i disse sprækker, hvilket viser, at malmdannelsen i disse tilfælde er senere end katalase, figur 4.

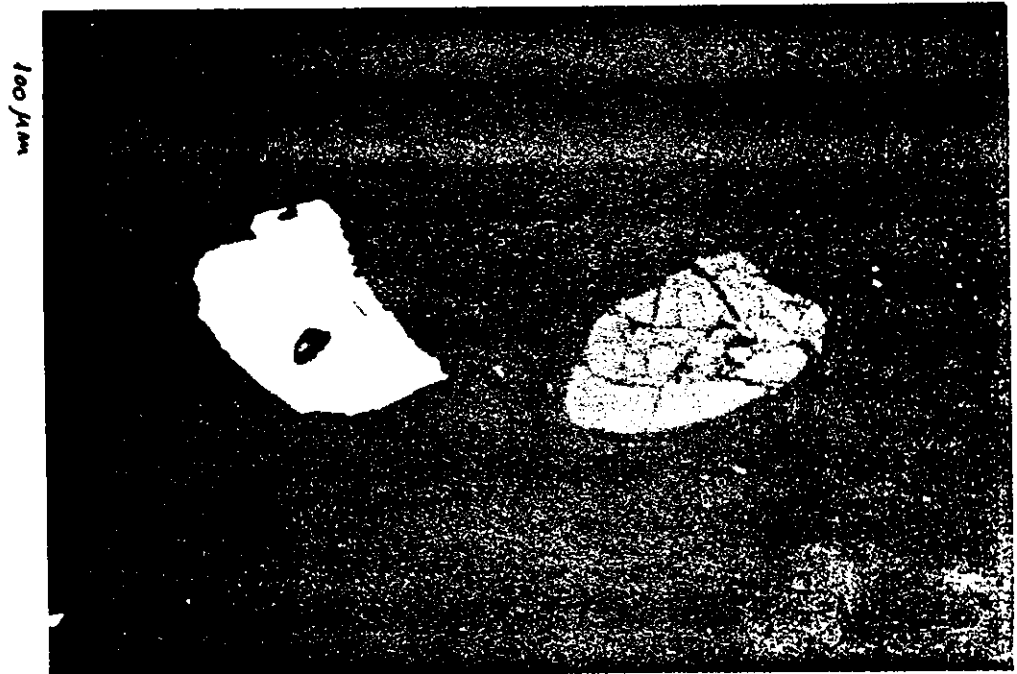


Fig. 4. Opsprækket zirkonkorn med bornit, chalcosin og covellin udfældet i sprækkerne. Stort bornitkorn med chalcopyritlamel omgivet af digenit.

Enkelte korn viser radiale sprækker som følge af radioaktivitet, figur 5.

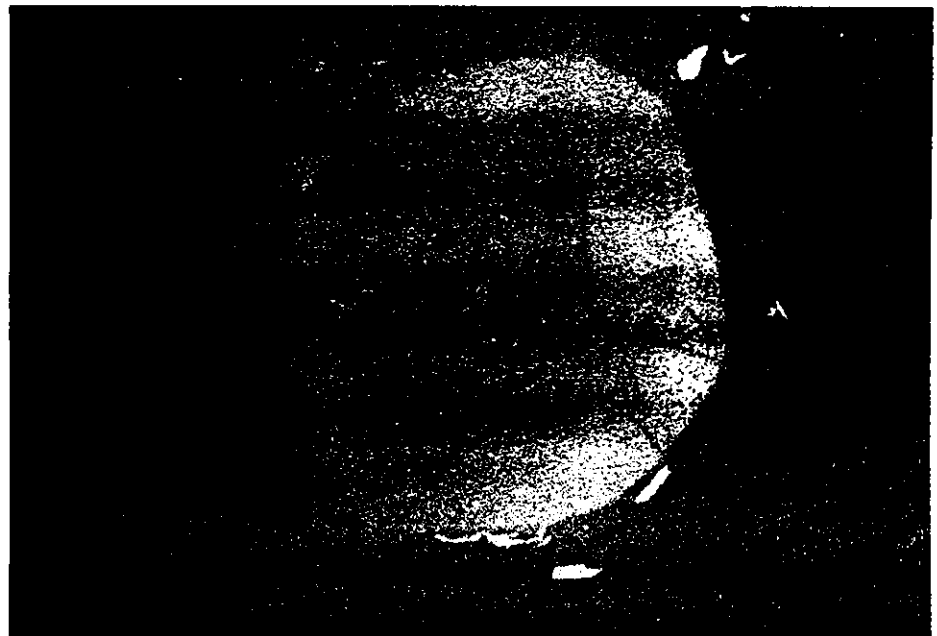


Fig. 5. Radiale sprækker i zirkonkrystal som følge af radioaktivitet. I den omgivende kvarts ses små specularitlister og hæmatitkorn samt chalcosin, der er hvid.

Samtlige i malmfeltet indsamlede prøver er målt med scintillometere
Ingen af prøverne indeholdt sådanne koncentrationer af uran-minerale,
at de var målelige med scintillometeret.

Efter en primitiv metode er der optaget enkelte radioautografiske
billeder af nævnte radioaktivitet. Hvis de i figur 6 viste fissions-
spor stammer fra zirkon, er det kun en meget ringe del af de i prø-
ven værende zirkonkorn, der er radioaktive.

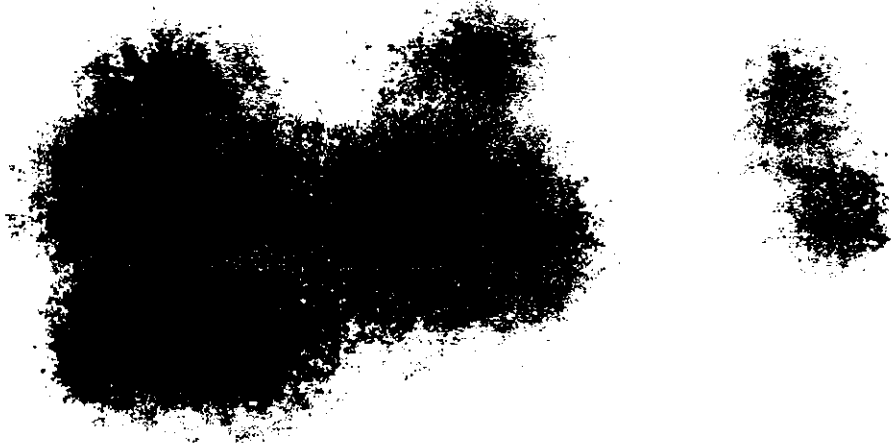


Fig. 6. Fissionsspor efter radioaktivt mineral. 200X.

x>

I polerprøverne findes en del primære magnetitkorn indesluttet i
haematit, idet magnetiten efter sedimentationen er omdannet til se-
kundær haematit.

På samme måde optræder ganske få, meget små, primære ilmenitkorn i
sekundær rutil og leucosen.

~~Det~~ primære mineralselskab - kvarts, feldspat, rutil, zirkon, magnetit,
^{cordierit} ilmenit, - indicerer, at kildebjergarten har været en sur magnabjerg-
art eller en gnejs.

Sandstenen er gennemsat af utallige små kvartsudfyldte sprækker og
fissurer uden foretrukken orientering, se figur og , side .

I enkelttilfælde er sprækkerne 1-1½ cm brede og omkring 10 cm lan-
ge. Normalt er de væsentligt mindre. Formen er uregelmæssig, sigmoidal
eller retliniet. Kvartsen er afsat af stærkt saline vandige opløs-
ninger, der i nogle tilfælde har været malmførende, se kapitel II og
III.

Sedimentation og miljø.

Steinfjell formationens Ulveryggen afsnit er et tykbænket, massivt, dårligt sorteret, umodent sediment med flere konglomeratiske indslag, figur 7 og 8.



Fig.7. Tykbænket, dårligt sorteret sandsten umiddelbart NE for grube Erik. De markante stejltstående sprækker har den dominerende retning *N45E*.

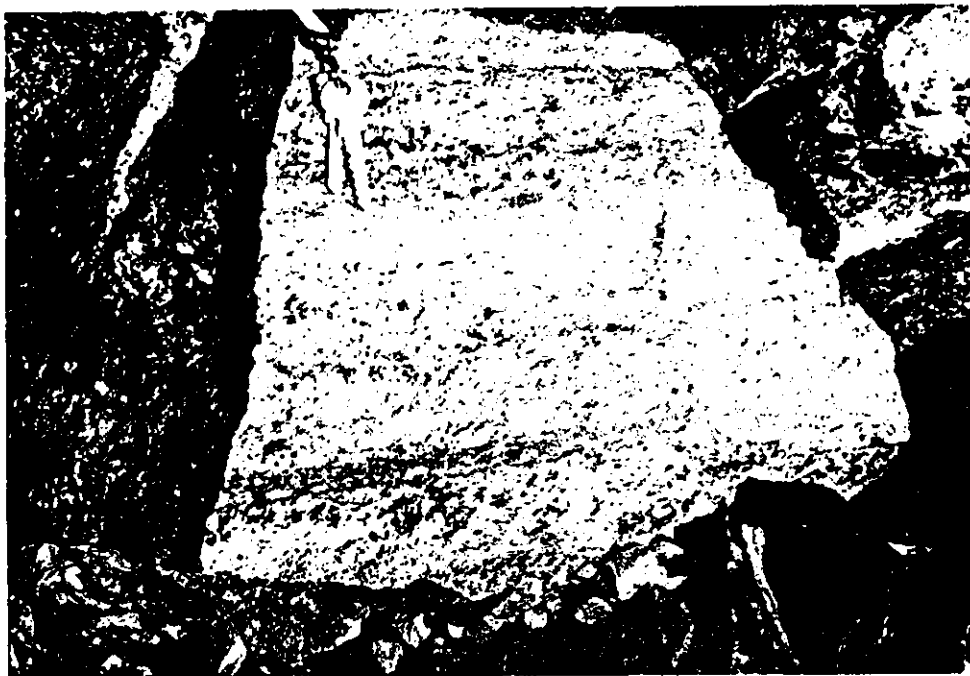


Fig.8. Grube John. Dårligt sorteret, mere eller mindre lagdelt finkonglomeratisk sandsten. Konglomeratet består af subangulære kvartsitboller.

Krydslejringer er almindeligt forekommende, figur 9. Disse viser med sikkerhed, at formationen ikke er inverteret.

Tynde lerede slirer forekommer meget sporadisk.



Fig. 9. Grube John. Krydslejringer i mellemkornet sandsten. Hammerens længde: 35 cm.

Der synes stedvis at have fundet kanaldannelse sted i lille skala, figur 10.



Fig. 10. Grube John. Kanaldannelse (?) med kvartsitkonglomerat. De cm-store konglomeratboller er orienteret med største længde i strømningens retning. Bemærk krydslejringerne i blokkens nederste højre hjørne.

I grube Olle fandtes de på figur 11 viste tørkesprækker i en dybde af 30-40 m under overfladen i grubens nordvestvær.

og Kvadraten. De sidstnævnte er ikke angivet på kortet.

Ca 1200 m NE for grube Erik findes grube Hans S for Vestre Aris-
elv.

Grubenavnene stammer fra prøvebrydningen umiddelbart efter århund-
redskiftet. Af praktiske grunde benyttes navnene endnu, selv om de
pågældende stoller ikke længere eksisterer, bortset fra grube Hans.

Det mineraliserede område draineres til Vestre Ariselv, hvor imod
Ulveryggen i hovedsagen draineres mod N og NE uden forbindelse med
malmineraliseringen.

Petrologi.

Steinfjell formationen består af en mellemgrå til lysegrå sandsten
der i malmfeltet er lys gulliggrå til lys brunliggrå. Den gullige farve
tone skyldes antagelig en stærkere feldspatforvitring som følge af
en væsentligt kraftigere opsprækning. De kraftigere farver kan dog
også skyldes sekundære jernoxider (INGVALDSEN, 1970).

Bjergarten er meget heterogen med kornstørrelser fra grov- til
finkornet. Mange steder findes konglomeratiske lag med vel afrun-
dede kvartsboller med diameter fra ca 1 cm til mindre end 1 mm.
De klastiske korn er kvarts (70-80%), plagioklas (10-12%), K-feld-
spat (3-5%) samt under 1% apatit, cordierit, rutil, titanit og zirkon.
Der er fundet ganske få bjergartsfragmenter af kvarts og feldspat
samt mikroskriftgranit.

~~Interstitielt findes en~~ matrix bestående hovedsagligt af lys glim-
mer i meget små korn samt ^{epidot og} større chloritkorn. Matrix udgør 3-5%.

Biotit forekommer kun sjældent.

Opakt materiale - malmineraler - udgør op til 5-6%

De klastiske kvartskorn indeholder ikke sjældent mere eller mindre
ens orienterede tynde rutilnåle, der som regel er itubrudte.

Kvartsen har ondulerende udslukning som tegn på trykpåvirkning.

De subangulære til vel afrundede kvartskorn er ofte overvokset med
authigen kvarts dannet under diagenesen/metamorfosen. Ofte ses en
mosaikstruktur med kantede korngrænser, der i enkelte tilfælde kan
være udformet med stylolitsem. Men som regel er kornene adskilt af

Drainering
Side

Cordierit stærkt
pinittiseret.

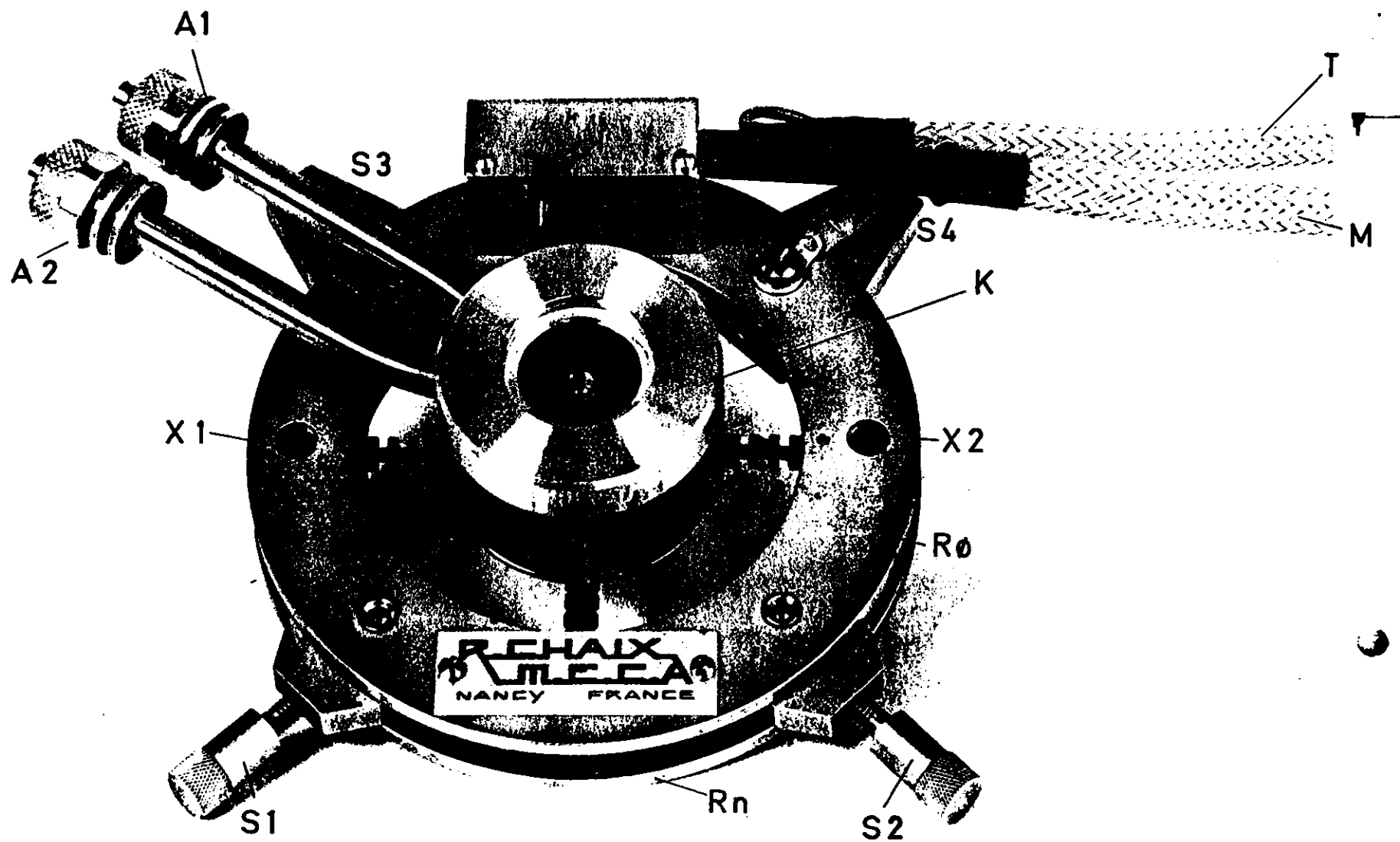


Fig. 1

Grundstoffer.

sølv Ag

Oxider.

magnetit, detritus, i haematit. Fe_3O_4

- , rekrySTALLiseret, idiomorf

- , - , - , martitiseret

- , detritus med spinelfase

haematit, primær, subhedral Fe_2O_3

- , sekundær, efter magnetit

- , - , - martit

- , - , rekrySTALLiseret som specularit, idiomorf

ilmenit, primær, helt omdannet til rutil, titanit og leucosen FeTiO_3

- , - , idiomorf, i rutil

rutil, primær, nåle i kvarts detrituskorn TiO_2

- , - , rekrySTALLiseret

- , sekundær, med titanit og leucosen efter ilmenit

cuprit, sekundær, idiomorf, efter Cu-sulfider Cu_2O

- , sekundær, med limonit: "Ziegelerz"

limonit efter Cu-Fe-sulfider, sekundær $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{aq}$

goetit, sekundær, kolloid FeOOH

Sulfider.

pyrit FeS_2

chalcopyrit, primær CuFeS_2

bornit, ~~primær~~ og sekundær Cu_5FeS_4

digenit, primær og sekundær $\text{Cu}_{1.95}\text{S}$

chalcosin, primær og sekundær Cu_2S

intermediær fase, chalcosin/digenit *bechthinid?*

covellin, sekundær CuS

blaubleibende covellin

idait/renierit

$\text{Cu}_{5.5}\text{FeS}_{6.5}/\text{Cu}_{3+x}(\text{Fe,Ge})_x\text{S}_{0.5}$

cobaltit

CoAsS

wittichenit

Cu_3BiS_3

cuprobismuthin-emplectit

$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot 4\text{Bi}_2\text{S}_3 \cdot \text{CuBiS}_4$

malachit, azurit.