



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1853	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel En undersøkelse av sulfidmineraliseringer i Grefstadfjell og Resfjellområdene, Løkkenfeltet				
Forfatter Kjeldsen, Siv		Dato 19.12 1984	Bedrift NTH NGU Orkla Industrier A/S	
Kommune Meldal	Fylke Sør-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type		Forekomster Grefstadfjell Resfjellområdene	
Råstofftype Malm/metall	Emneord			
Sammendrag				

HOVEDOPPGAVE I MALMGEOLOGI
FOR
SIV KJELDEN

EN UNDERSØKELSE AV SULFIDMINERALISERINGER I
GREFSTADFJELL OG RESFJELLOMRÅDENE, LØKKENFELTET.

TRONDHEIM, NTH
HØSTEN 1984

Jeg erklærer at arbeidet er utført selvstendig
og i samsvar med høgskolens eksamensreglement.

Trondheim, 19.12.1984

Siv Kjeldsen

Siv Kjeldsen

NORGES TEKNISKE HØGSKOLE

BERGAVDELINGEN

TRONDHEIM - N.T.H.
TELEFON (075) 94800

HOVEDOPPGAVE for

Navn : Siv Kjeldsen

Studieretning : Malmgeologi

Tekst : En undersøkelse av sulfidmineraliseringer i Grefstadjell og Resfjell områdene, Løkkenfeltet.

Utfyllende tekst :

Ofiolittfragmentene ved Løkken-Grefstadjell-Resfjell inneholder en rekke sulfidmineraliseringer av åre/impregnasjonstype, særlig i stratigrafisk nedre deler av sekvensen. De ledsages ofte av en viss omvandling av de basaltiske vertsbergartene og antas å være knyttet til en form for hydrotermal aktivitet. Et utvalg av disse mineraliseringene i Grefstadjellet og Resfjellet undersøkes med hensyn på:

1. Mineraliseringstype og opptreden i forhold til sidebergarter.
2. Forekomstenes mineralogi og kjemi.
3. Eventuelle mineralogiske/geokjemiske omvandlingstrekk i vertsbergartene.
4. På grunnlag av tilgjengelige data, å sammenligne disse mineraliseringene med Løkkenfeltet's stratiforme malmer (når det gjelder sulfidmineralogi/kjemi) og deres tilførselssoner (når det gjelder sulfidmineralogi/kjemi og omvandling).

Oppgaven innleveres i 2 - to - eksemplarer til avdelingskontoret + eventuelle ekstra eksemplarer til instituttet etter avtale med faglærer.

Oppgaven utlevert : 5.7.84
Oppgaven innlevert : 19.12.84

F.M. Vokes

F.M. VOKES
faglærer

Kopi: Bergavd.

Forord.

Oppgaven ble til ved et samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges tekniske høgskole (NTH) og Orkla Industrier A/S.

Jeg vil takke:

Geolog Gunnar Juve ved NGU for initiativ til oppgaven og for besøk i felt.

Professor F.M.Vokes ved Geologisk Institutt, NTH for veiledning og dagstur i Grefstadjellet.

Geolog Tor Grenne ved Orkla Industrier A/S for veiledning i felt og vurdering av analyseresultater.

NGU for økonomisk støtte til feltoppholdet og for utførelse av analyser. Takk til alle som har vært behjelpelige ved Kjemisk avdeling.

Orkla Industrier A/S ved Gudmund Grammeltvedt for velvillig hjelp under feltarbeidet.

Ansatte ved NTH som har vært behjelpelige.

Hilde Hellan for maskinskriving av oppgaven.

INNHOLD.

	<u>Side.</u>
<u>Kap.1. Innledning.</u>	-1-
1.1. Resyme.	-1-
1.2. Tidligere arbeider.	-2-
1.3. Forberedende arbeider.	-3-
<u>Kap.2. Geologi.</u>	-5-
2.1. <u>Generell geologi.</u>	-5-
2.1.1. Generell geologi i det vestlige Trondheimsdistrikt.	-5-
2.1.2. Geologien i Løkken- Høydalsområdet.	-6-
2.2. <u>Geologien i Grefstadjellet.</u>	-8-
2.2.1. Stratigrafi, tektonikk.	-8-
2.2.2. Beskrivelse av bergartene.	-8-
2.2.3. Beskrivelse av mineraliseringene.	-14-
2.3. <u>Geologien i Resfjellet.</u>	-30-
2.3.1. Generell geologi.	-30-
2.3.2. Mineraliseringene.	-31-
<u>Kap.3. Mineralogi og petrografi.</u>	-40-
3.1. <u>Mineralogi og petrografi i Grefstadjellet.</u>	-40-
3.1.1. Gunna.	-40-
3.1.2. Lensmanns-skjerp, skjerp ovenfor Lensmanns-skjerp, skjerp nær gammel dam og rustsoner.	-46-
3.1.3. Viktoria.	-52-
3.1.4. Koboltglans.	-58-
3.2. <u>Mineralogi og petrografi i Resfjellet.</u>	-63-
<u>Kap.4. Analyseresultater.</u>	-69-
4.1. <u>Analyseresultater for bergartsprøver.</u>	-69-
4.1.1. Klassifikasjon av bergartenes opprinnelse.	-69-
4.1.2. Bergartsanalysene fra Gunna.	-69-
4.1.3. Geokjemisk omvandling.	-74-

4.2.	<u>Analyseresultater for sulfidprøver fra atomabsorpsjon.</u>	
	Sammenligning med analyseresultater fra Løkkenmalmen og Høydalsforekomsten.	-80-
Kap.5.	<u>Sammenligning med Løkkenforekomsten og Høydalsforekomsten.</u>	-82-
5.1.	Sulfidmineralogi.	-82-
5.2.	Sammenligning med tilførselssonenes omvandling.	-82-
5.3.	Sammenligning med sulfidkjemi i Løkken- og Høydalsforekomsten.	-84-
Kap.6.	<u>Dannelse, diskusjon og konklusjon.</u>	-94-
6.1.	Generelt om dannelse.	-94-
6.2.	Konklusjon og diskusjon.	-95-
	<u>Referanser.</u>	-98-
<u>Vedlegg 1.</u>	Analyseresultater i tabellform.	-100-
<u>Vedlegg 2.</u>	Slipbeskrivelser.	-108-
	Tynnslip.	-109-
	Polerslip.	-118-
	Polerte tynnslip.	-129-
<u>Vedlegg 3.</u>	Geologisk kart over V-siden av Grefstadjellet.	

1. INNLEDNING.

1.1. Resyme.

De undersøkte mineraliseringene i Grefstadjellet og Resfjellet er små åre- og disseminasjonstype mineraliseringer. De fleste mineraliseringene ligger i basaltiske grønnsteiner. Et unntak er skjerpet Gunna, som ligger i metagabbro. Mineraliseringene i Resfjellet er knyttet til kvartsårer. Disse er rettet subparallelt med gangene i putelavaen. Grønnsteinene består hovedsaklig av albitt, aktinolitt, kloritt, epidot og leucoxen. Primære putestrukturer og ganger med avkjølingskontakter er vanlig.

Malmmineralene i mineraliseringene er svovelkis, magnetkis, kobberkis, sinkblende og koboltglans. Sistnevnte er ikke tilstede i Resfjellet.

Sulfidene har høyt innhold av Cu og Co og relativt lavt innhold av Zn. Sulfidene i skjerp III (Resfjellet) og skjerp nær gammel dam (Grefstadjellet) har høyt Zn- og Cd-innhold. As- og Co-innholdet er spesielt høyt i Gunna, skjerp nær gammel dam og Viktoria. I disse mineraliseringene er koboltglans tilstede. Au-innholdet er høyt i Gunna og Viktoria. Ag-innholdet er høyt i Viktoria og skjerpene i Resfjellet. Mn- og Ni-innholdet i sulfidene er ukjent fordi analyseverdiene er lavere enn bakgrunnsverdien i grønnstein. Pb-innholdet i sulfidene er lavt (<100 ppm i prøvene).

Vertsbergartene er kvarts- og klorittomvandlet, lokalt med stilpnomelan. Vertsbergartene har et høyere totaljerninnhold enn sidestenen. Jernet inngår i sulfider og i silikater som f.eks. i Fe-rik kloritt. I forhold til normal grønnstein, er innholdet av CaO og Na₂O lavt og innholdet av MnO høyt. Mineralisert grønnstein i Resfjellet er tappet for SiO₂ i forhold til normal grønnstein. Sulfidene opptrer hovedsaklig i kvartsårer. Innholdet av Ba og K₂O er høyt i forhold til sidestenen.

I Gunna er sidestenen en mineralogisk omvandlet men kjemisk normal gabbro. Gabbroen er epidot- og aktinolittomvandlet. Vertsbergarten er kloritt-, epidot- og kvartsomvandlet og hadde sannsynligvis ikke samme primære sammensetning som den analyserte metagabbroen.

Sulfidmineralene i Løkken- og Høydalsforekomsten er svovelkis, kobberkis og sinkblende. Magnetkis og koboltglans er ikke tilstede. Magnetkis er tilstede i andre forekomster i Løkkenområdet, bl.a. i tilførselssonen i Dragsethforekomsten.

Kvarts- og klorittomvandling er vanlig i sentrale deler av tilførselssonen i Løkkenforekomsten og opptrer lokalt i tilførselssonen i Høydalsforekomsten.

1.2. Tidligere arbeider.

I 1880-årene drev Ørkedals Mining Co. en ubetydelig gruvedrift i Viktoria og Kong Karl. Gruvene ligger i Grefstadjellet. I 1914 ble Kong Karl undersøkt ved diamantboring og i 1915 ble det drevet en undersøkelsesstoll i Viktoria. Senere geofysisk malmløsting er utført, men ga ikke noe holdepunkt for drivverdighet (Orkla Grube-aktiebolag, 1954).

Paul D. Ryan kartla i årene rundt 1980 Grefstadjellet i målestokk 1 : 20 000. Kartet er ikke publisert. I 1980 ble det utgitt en rapport som omtaler geologien.

I 1983 kartla Michael Heim Resfjellet i målestokk 1 : 20 000 og skrev en rapport om geologien. Arbeidet var på oppdrag fra Grubeseksjonen i Orkla Industrier A/S. I 1984 ble et utdrag av rapporten publisert.

Når det gjelder Løkkenområdet generelt er det mange geologer som har vært og er inne i bildet. Geologer som bør nevnes er : C.W. Carstens, som i 1928 skrev "Petrologische Studien im Trondhjemgebiet", Sigbjørn Kollung og ikke minst veileder Tor Grenne.

Se forøvrig litteraturreferanser side 98 og 99.

1.3. Forberedende arbeider.

Generelt.

Feltarbeidet ble utført i perioden 5.juli - 5.august. Under oppholdet bodde jeg i hytta til Leif Olav Aasløkk som ligger på vestsiden av Frilsjøen. Derfra gikk jeg hver dag opp i Grefstadjellet. De tre dagene 1.-3.august fikk jeg skyss til Resfjellet av ansatte ved Orkla Industrier A/S, på Løkken.

Kartlegging.

Kartleggingen gikk ut på å detaljkartlegge mineraliseringene i Grefstadjellet. Kartet til Paul Ryan ble brukt som bakgrunnskart og geologien ble undersøkt i den vestlige delen av Grefstadjellet i området rundt mineraliseringene. I Resfjellet ble bare skjerpene undersøkt.

Prøvetaking.

Håndstykker ble valgt ut av mineraliseringene og sidebergartene, for å få best mulig informasjon om mineraliseringstype, sidebergarter og eventuelle omvandlinger.

Fotografering.

Bildene i felt er tatt med et Pentax Me Super kamera med forskjellige objektiver. Mikroskopbildene er tatt med et Leitz pålys- og gjennomlysmikroskop med fast montert kamera.

Knusing, splitting og maling.

Arbeidet ble utført ved NGU i uka 6.-10.august.

Prøvene til analyse ble grovknust i kjeftetygger. 30-40 g av prøvene ble splittet ut og nedmalt i agat svingmølle i 3-5 min. avhengig av hardheten på prøven. (Kornstørrelsen skal være slik at enkeltkorn ikke kan kjennes mellom fingrene).

Preparering før analyse.

Prøver til XRF (X-ray fluorescence) sporelementanalyse.

5,4 g av den nedmalte prøven veies inn og blandes med 1,2 g voks. Prøven ristes med glasskule i ristemaskin og presses i ca. 20 sek. med 1 spiseskje cellosepulver.

Prøver til XRF hoved-elementanalyse.

1,5 g av den nedmalte prøven veies inn i porselensskåler. Prøvene holdes over flamme for å få fjernet gass og glødes i ovn ved 1000°C i 1 time. Prøvene avkjøles 1 time i eksikator. Prøvene veies og glødetap bestemmes.

5,6 g lithiumtetraborat ($\text{Li}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$) og 0,8 g glødet prøve veies inn og ristes i 1 min. Prøvene smeltes i platina-digler og helles i lokk. Propangass brukes til smeltingen og trykkluft til avkjølingen.

Analyser.

Analyser som er utført ved NGU er:

XRF hovedbestanddeler og glødetap, XRF sporelementer: Nb, Zr, Y, Sr, Rb, Zn, Cu, Ni, Cr, V, Ba, Pb, Co, La, Ce, Sc og våtkjemi FeO og Na_2O for 20 bergartsprøver.

Atomabsorpsjon: Cu, Pb, Zn, Mn, Ni, Co, Ag, Cd for 26 sulfidimpregnerte prøver. 15 av disse er analysert på Au, As, Se, Sb og Bi. Alle 46 prøver er analysert på S.

Ved NTH er alle prøvene kjørt på XRD (X-ray diffraction).

Mikroskopering.

9 polerslip, 5 polerte tynnslip og 11 tynnslip er mikroskopert i et Nikon pålysmikroskop og et Leitz gjennomlysmikroskop. Slipbeskrivelsene følger som vedlegg 2.

2. GEOLOGI.

2.1. Generell geologi.

2.1.1. Generell geologi i det vestlige Trondheimsdistriktet.

Trondheimsregionen inneholder flere paleosoiske sekvenser som anses for å ha blitt skjøvet østover til dagens posisjon under den kaledonske orogense (Roberts, 78). De paleosoiske dekkebergartene er foldet før, samtidig med og etter skyvningen. Selv om det vestlige Trondheimsdistriktet inneholder de minst deformerte og metamorfe deler av Trondheimsregionen, kan tre foldefaser gjenkjennes. I Trondheimsdistriktet er metamorfosegraden i midtre grønskiferfacies, med lokale variasjoner fra nedre til øvre del av grønskiferfacies.

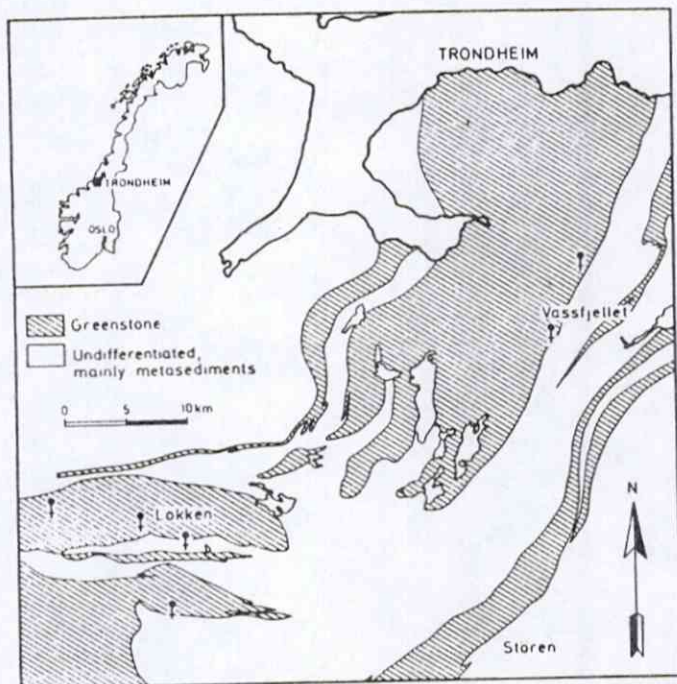


Fig. 1, Forenklet kart over det vestlige Trondheimsdistriktet. Etter Grenne et al. 1980.

De fleste grønnsteinene i det vestlige Trondheimsfeltet er av basaltisk sammensetning. De er antatt å tilhøre Størengruppen, som er av tidlig ordovicisk alder. Metabasaltene er av havbunns-tholeittisk sammensetning (Gale og Roberts, 74, Loeschke, 76, Grenne et al., 1980).

På toppen av grønnsteins-sekvensen opptrer ofte lokale grønnsteins- og jaspis-konglomerater. Undre Hovingruppen av tidlig- til mellomordovicisk alder inneholder en heterogen samling av

turbidittiske metagråvakker og fyllitter, kalkstein og svart skifer. Submarin vulkanisme fortsatte lokalt opp til mellomordovicisk tid, men i midtre til øvre del av Undre Hovinggruppen ble de dominerende vulkanske bergarter kalkalkaline andesitter og rhyolittiske tuffer (Grenne og Roberts, 1980). Øvre Hovinggruppen har et polymikt konglomerat nederst. Den består hovedsakelig av flysch-type metagråvakke-fyllitt vekslende med dypmarine konglomerater og sure tuffer. Horggruppen i området består av et basal kvartsittkonglomerat med sandstein over.

2.1.2. Geologien i Løkken - Høydals området.

Geologien er dominert av en serie ganske tette syn- og antiformer med akser i Ø-V retning og et svakt variabelt fall. En senere foldning med akser i N-S retning har gitt hovedfoldene en undulerende karakter. Området er dominert av Løkkensynformen, hvor lagrekken er invertert. Yngre sedimentære bergarter opptrer på flankene i N og S. I den sørlige del av synformen hvor malmhorisontene ligger, har deformasjonen vært moderat og økende mot N hvor foldningen er mer kompleks (se fig. 2, neste side).

Metavulkanittene kan grovt inndeles i en undre og en øvre gruppe (Grenne et al. 1980). Den undre gruppen består hovedsakelig av massiv lava delvis utviklet som putelava og i nedre deler opptrer metagabbro. Den øvre gruppen består av tynnere lavasekvenser, ofte putelava som er skilt fra hverandre av jaspis, vasskishorisonter og/eller sedimenter av vulkansk opprinnelse. Lavasekvensene er ofte massive på bunnen og utviklet som puter mot toppen. På grensen mellom gruppene opptrer ofte en 10-20 m. mektig putebreksjehorisont som kan følges over flere km. Oppknuste puter med hyaloklastitt opptrer lokalt.

En konglomerathorisont markerer starten på Undre Hovin sedimentasjonen. Malmforekomstene i Løkken - Høydals området ligger i nedre deler av den øvre gruppen, stratigrafisk under vasskis-, jaspis- og vulkanoklastiske sedimenthorisonter.

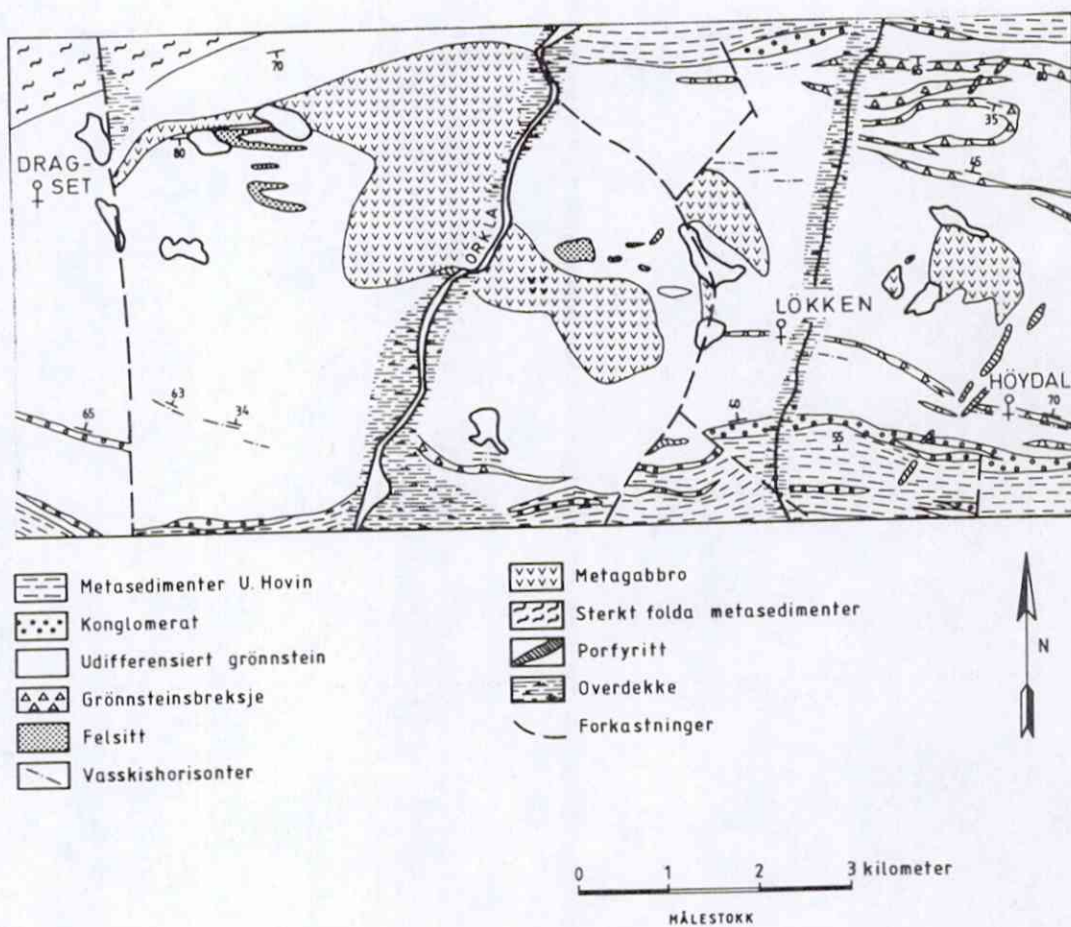


Fig. 2. Geologisk kart over Løkken - Høydalsområdet.
Etter Horikoshi, unpubl., Grenne et al.1980 og Sand unpubl.

2.2. Geologien i Grefstadvfjellet.

2.2.1. Stratigrafi, tektonikk.

Geologien er vist på fig.3. Kartet er i målestokk 1:20 000.

Et mer detaljert kart over vestsiden av Grefstadvfjellet med et profil i N-S retning, er vist i vedlegg 3.

Et ofiolittfragment bestående av gabbro, ganger (dykes) og putelava opptrer i retning mot S. Stratigrafisk opp i sekvensen kan anslås ut fra grensen gabbro-ganger, dvs. opp i retning mot SV, og at gangene ved dannelsen av ofiolittkomplekset har intrudert så å si vertikalt, dvs.opp i retning mot S-SV.

Det har vært bevegelse langs grensen ganger/putelava. Ved dannelsen av et ofiolittkompleks kan man få en viss vinkel mellom ganger og putelava avhengig av hvor og i hvilken retning lavaen har strømmet ut. Fra to målinger av paleo-horisontalflater (nederste lavahylle i puter) ser det ut til at putelavaen har et fall på rundt 15 grader mot N. Bevegelsen kan ha skjedd ved havbunnsdannelsen og/eller senere.

N i området opptrer sedimenter og invertert putelava. Grensen putelava/gabbro er tektonisk. Kontakten er skarp og går grovt sett i Ø-V retning med steilt fall mot N. Kontakten varierer fra å være helt skarp med ca. 30 cm av grønnsteinen med svak py-disseminasjon, til å ha en skifrig grønnsteinsone mellom gabbro og putelava med ca.10 cm - 1 m bredde i forskjellige blotninger.

Fra flyfoto er det observert svakhetssoner i Ø-V retning og grovt sett N-S retning langsetter myrene. Se vedlegg 3. Enkelte mineraliserte soner opptrer i svakhetssonene.

2.2.2. Beskrivelse av bergartene.

Putelavaen nord i området er invertert med strøk/fall rundt $310^{\circ}/50^{\circ}$. De få tydelige putene har epidotrike render og sterkt variabel form og størrelse. Jaspisbenker og magnetittlag opptrer i putelavaen nær grensen mot gabbro

GEOLOGISK KART over GREFSTADFJELLET

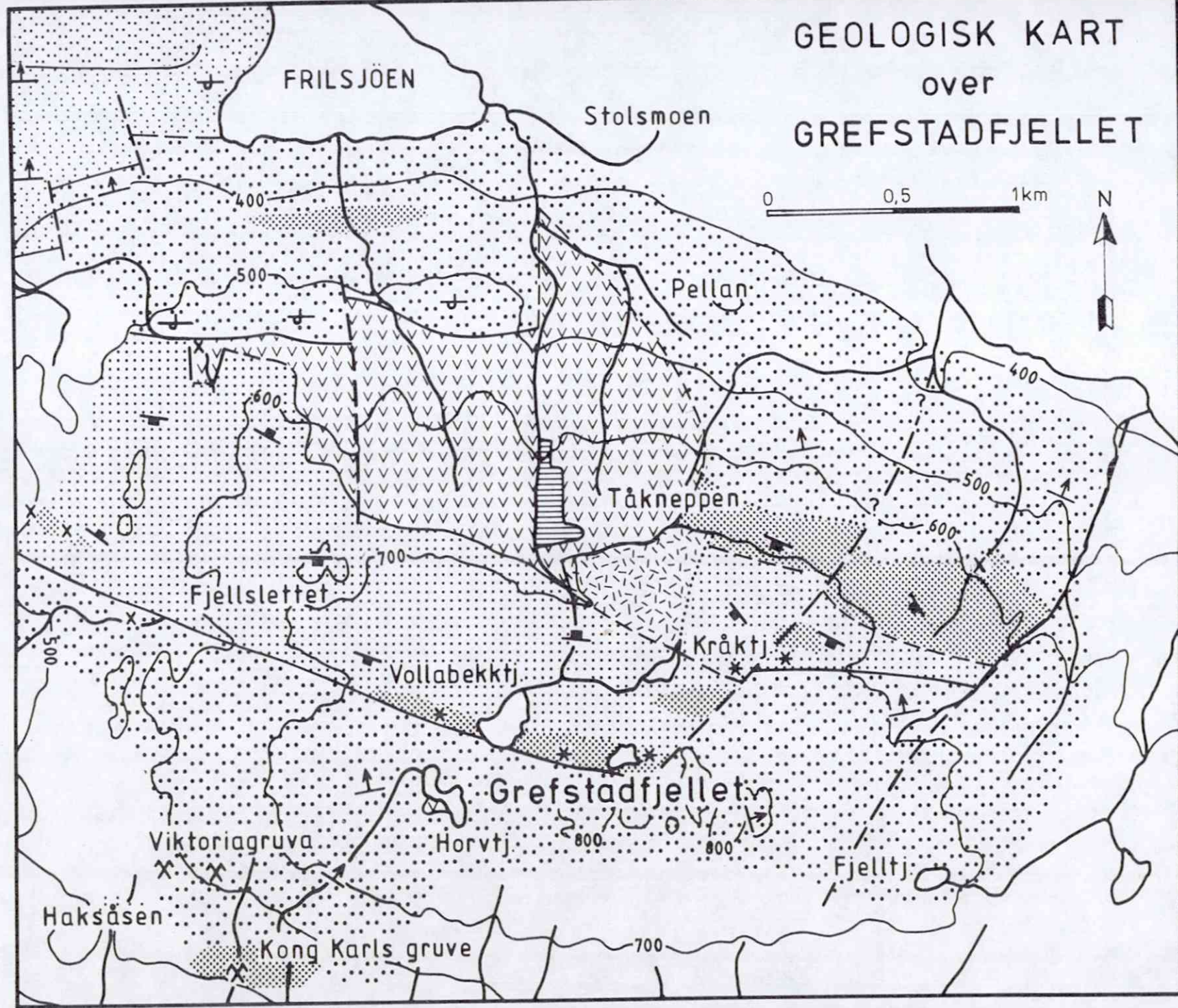


Fig. 3. Geologisk kart over Grefstadvjellet. Etter Paul Ryan, upubl.

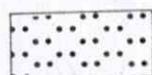
TEGNFORKLARING TIL GEOLOGISK KART OVER GREFSTADFJELLET.



putebreksje



sedimenter (hovedsakelig grønn skifer)



putelava og andre vulkanitter



ganger og vulkanitter



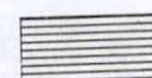
100% ganger



doleritt



gabbro



lagdelt gabbro



rett vei opp



invertert

} lagdeling



gang



sulfid-disseminasjon



skjerp med cp-disseminasjon

(bl.a. 10 m N for skarp kontakt, se vedlegg 3 for beliggenhet). Jaspis har vekslende røde magnetiske og lyse umagnetiske partier.



Bilde 1. Jaspis, magnetitt og deformert grønnstein. Magnetittsonen midt i bildet går i Ø-V retning.

Gabbro opptrer i en sone i Ø-V retning som brer seg ut mot Ø. Gabbroen er mellom- til grovkornet og spettet med lyse og grønne felt.

Gangkomplekset består hovedsakelig av ganger med retning Ø-V og steilt fall mot N. Strøk/fall for målte gangkontakter er $275-319^g/55-78^o$. Bare noen få ganger er observert med fall mot S. Gangenes bredde varierer fra noen cm til ca. 1 m. Finkornete avkjølingsrender av og til med strømningsstruktur er vanlig. Kwarts-, epidot- og kvartsepidotårer opptrer hyppig parallelt med og langs gangkontakter. Rustsoner opptrer langs gangkontrakter, men er mindre vanlig.



Bilde 2. Gangkontakt. Den finkornete gangen har avkjølingsrand mot gangen til venstre, som har tykke kvartsårer parallelt med gangkontakten.



Bilde 3. Kvartsårer i Ø-V retning, parallelt med gangene.

Putelava med enkelte ganger opptrer S i området. Lavaens mektighet er rundt 1,2 km. Putene har strøkretning Ø-V med moderat fall mot N. De peker altså opp mot N. Putenes form og størrelse er variabel. Lavahyller og hule puter med kvarts og kalkspat er ikke vanlig, men er observert mot toppen av Grefstadjellet.



Bilde 4. Putelava NV for Horvtjønnna. Bildet er tatt i retning mot NV. Putene har sterkt variabel form og størrelse (opp til ca. 2 m).



Bilde 5. Putelava NV for Horvtjønnna. To puter har 4-5 lavahyller.

2.2.3. Beskrivelse av mineraliseringene.

GUNNA.

Skjerpet ligger i gabbro (se fig. 4). Gabbroen har variabel kornstørrelse fra finkornet i Ø med epidotårer og skifrige soner, til grov- og mellomkornet i S. N i skjerpet opptrer en finkornet grønn bergart med epidotårer, heksagonale magnetkislister og kobberkis. Mineraliseringen er disseminert med magnetkis, kobberkis og svovelkis som hovedmineral. Den varierer fra svak disseminasjon med og uten kobberkisårer til rik disseminasjon (ca. 40%) av magnetkis og kobberkis. Grensene som er stiplet på kartet er gradvise eller antatte.



Bilde 6. Gunna. Bildet er tatt med 28 mm objektiv i retning mot SØ.

SKJERP NÆR GAMMEL DAM.

Skjerpet ligger i putelava eller muligens på grensen putelava / gangkompleks (det er vanskelig å fastslå pga. overdekke, se kart fig. 5). Mineraliseringen består av magnetkis, kobberkis, litt svovelkis og sinkblende.

LENSMANNNS-SKJERPET.

Skjerpet ligger i gangkomplekset i et område med vulkanitter.

Skjerpet ligger i en bratt skråning med mye vegetasjon. En del av fjellgrunnen er fjernet, dvs. ca. et volum med 1 1/2 m høyde og areal 4x4 m. Disseminasjonen består av kobberkis, svovelkis og magnetkis og er spesielt knyttet til en 50 cm bred kvartsåre (se kart fig.6).

SKJERP 300 M OVENFOR LENSMAUNNS-SKJERPET.

Mineraliseringen er knyttet til en rustsone med bredde rundt 2 m med skarp kontakt mot grønnstein i N. Sonen inneholder disseminasjon av magnetkis, kobberkis og svovelkis, kvartsrike soner og mer skifrige soner (se kart fig.7).

En mindre og lignende sone opptrer ca. 60 m fra skjerpet i retning mot SV. Sonen har skarp kontakt mot N med retning $320^{\circ}/86^{\circ}$ og skifrihet $334^{\circ}/54^{\circ}$. Sonen består av skifrig klorittomvandlet grønnstein gjennomsett av kvarts med svovelkis, magnetkis og kobberkis disseminert og mm-tykke svovelkisårer.

VIKTORIA.

Et gammelt gruvekart over Viktoria er vist i fig.8. Jeg har valgt å kalle den østlige delen av gruva for Viktoria I og den vestlige delen for Viktoria II (se fig.9 og 10). Mineraliseringene er knyttet til en skjærsone som kan følges over 400 m i Ø-V retning (310°). Sonen kan følges ca. 100 m Ø for Viktoria I og ca. 70m V for Viktoria II, hvor sonen kiler ut og forsvinner med en skarp kontakt mot grønnstein på S-siden. Sonen ligger i putelava med enkelte ganger.

Viktoria II og blotningen V for Viktoria II har en skarp kontakt/sleppe på N - siden av sonen. Strøk og fall er henholdsvis $114^{\circ}/86^{\circ}$ og $108^{\circ}/80^{\circ}$. Skifriheten i sonen er ikke sammenfallende med kontakten og er målt til $332^{\circ}/86^{\circ}$ og $330^{\circ}/80^{\circ}$.



Bilde 6. Blotningen V for Viktoria II. Gangene S for sonen har lysere overflate enn putelavaen. Sammenlign med profil b'-b.



Bilde 7. Den mineraliserte sonen V for Viktoria II. Legg merke til puta ved hammeren og sonens skarpe kontakt mot N.



Bilde 8. Viktoria II.

Ved Viktoria I er ikke sonen begrenset på N-siden slik den er lenger V (se fig.9). Sonen har flere svakhetsplan og det er ikke umulig at en av disse sammenfaller med sleppa ved Viktoria II. Skifriheten i sonen er $326^g/84^o$ og litt N for sonen lenger V er skifriheten $320^g/176^o$.

KONG KARL.

Det er lite å se ved gruveåpningen til Kong Karl, men massiv malm finnes på tippen. Det finnes et skjerp mellom Viktoria og Kong Karl men det lyktes ikke å finne skjerp pga. kupert terreng og overdekke. Etter stratigrafisk beliggenhet kan skjerp tilhøre feeder-sonen til malmen i Kong Karl.

RUSTSONER.

Rustsoner med sulfid-disseminasjon opptrer langsetter N-siden av grensen putelava / gangkomplekset ved toppen av Grefstadfjellet. Ganger, vulkanitter og kvartsårer opptrer i området. Rustsonene har uregelmessig form og opptrer i grønnstein, bortsett fra en rustsone som er knyttet til en kvartsåre (NV for Vollabekktjønnna).

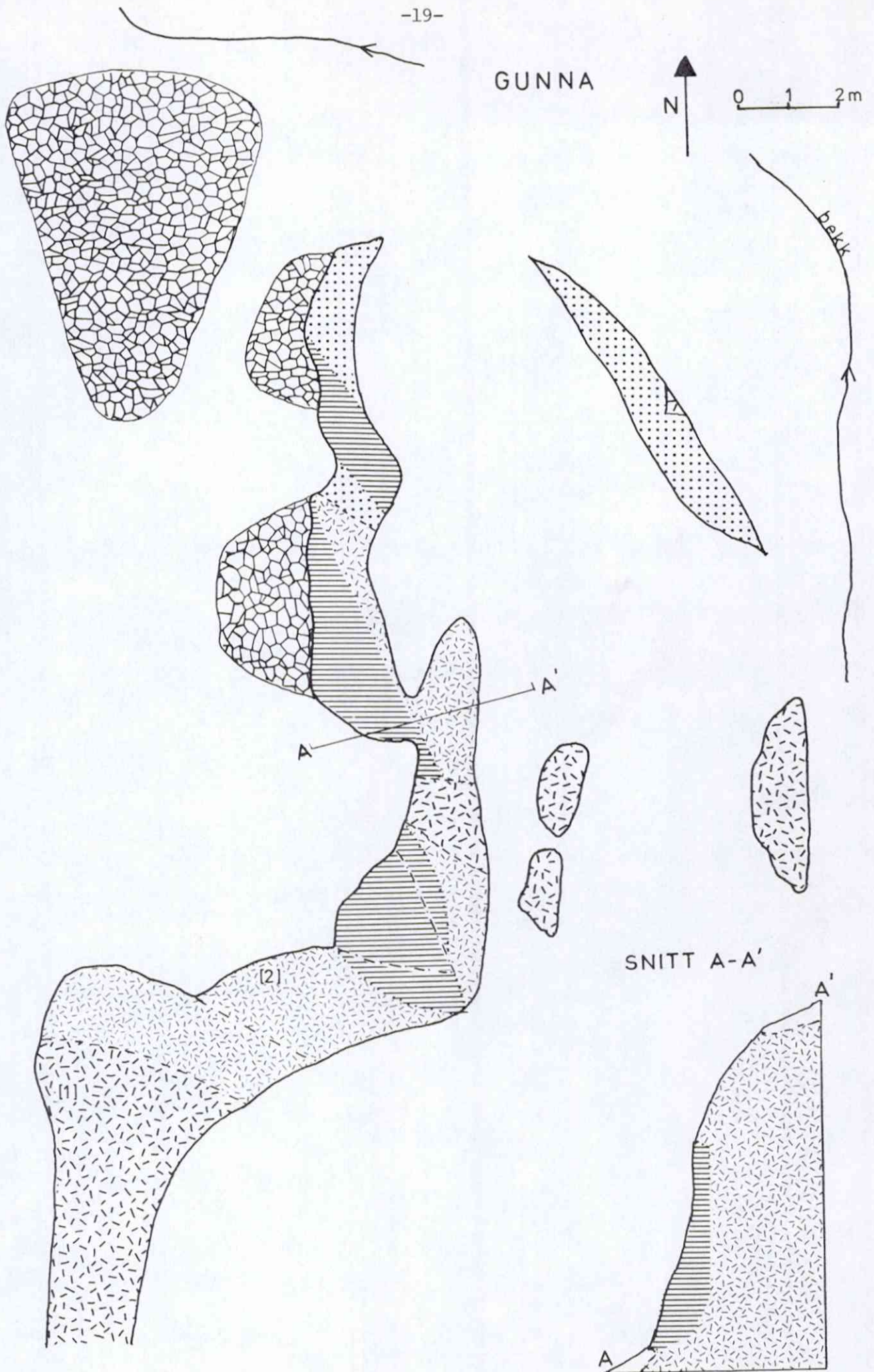


Fig.4. Gunna.

TEGNFORKLARING TIL GUNNA.



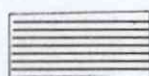
gabbro, spettet grønn og hvit



middelskornet spettet bergart med mørke grønne og lysere grønne felt av epidot. disseminasjon av po og py



finkornet mørk grønn bergart med epidot-årer og svak disseminasjon



rusten overflate disseminasjon av po, cp og py



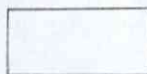
antatte grenser



svakhetsplan

[1],[2]

er bergartsprøver



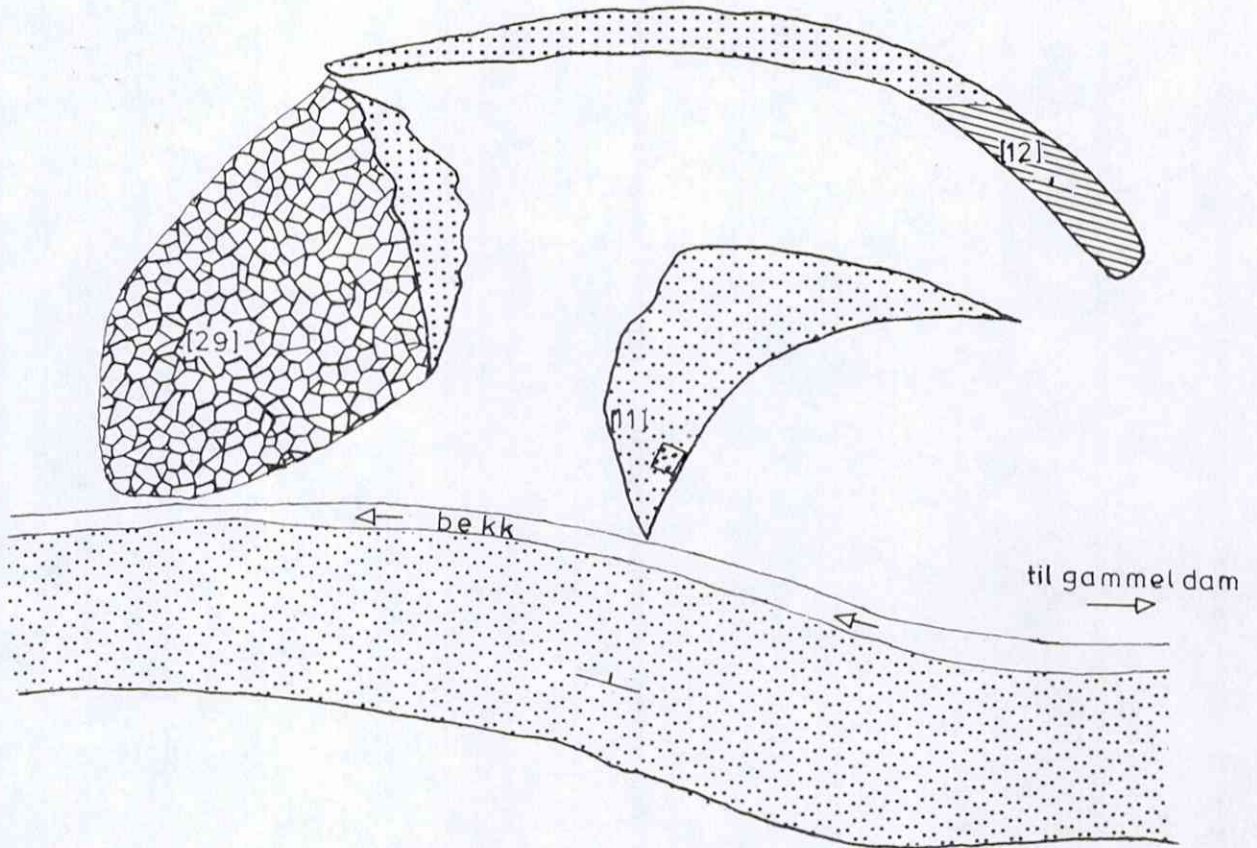
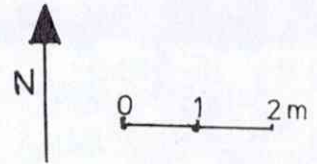
overdekke



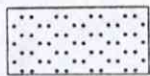
tipp

På NØ-siden av Gunna er en gabbroblokk omgitt av den finkornete grønne bergarten. Epidotårer opptrer langs kontakten. Den finkornete grønne bergarten kan være intruderte ganger eller eventuelt gabbroens randsone.

SKJERP NÆR GAMMEL DAM



TEGNFORKLARING.



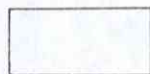
putelava, strøk/fall: $320^g/65^o$



grønnstein, litt skifrig med svak py-disseminasjon



mørk klorittomvandlet og deformert grønnstein med po og cp
skiffrighet: $320^g/83^o$



overdekke



tipp



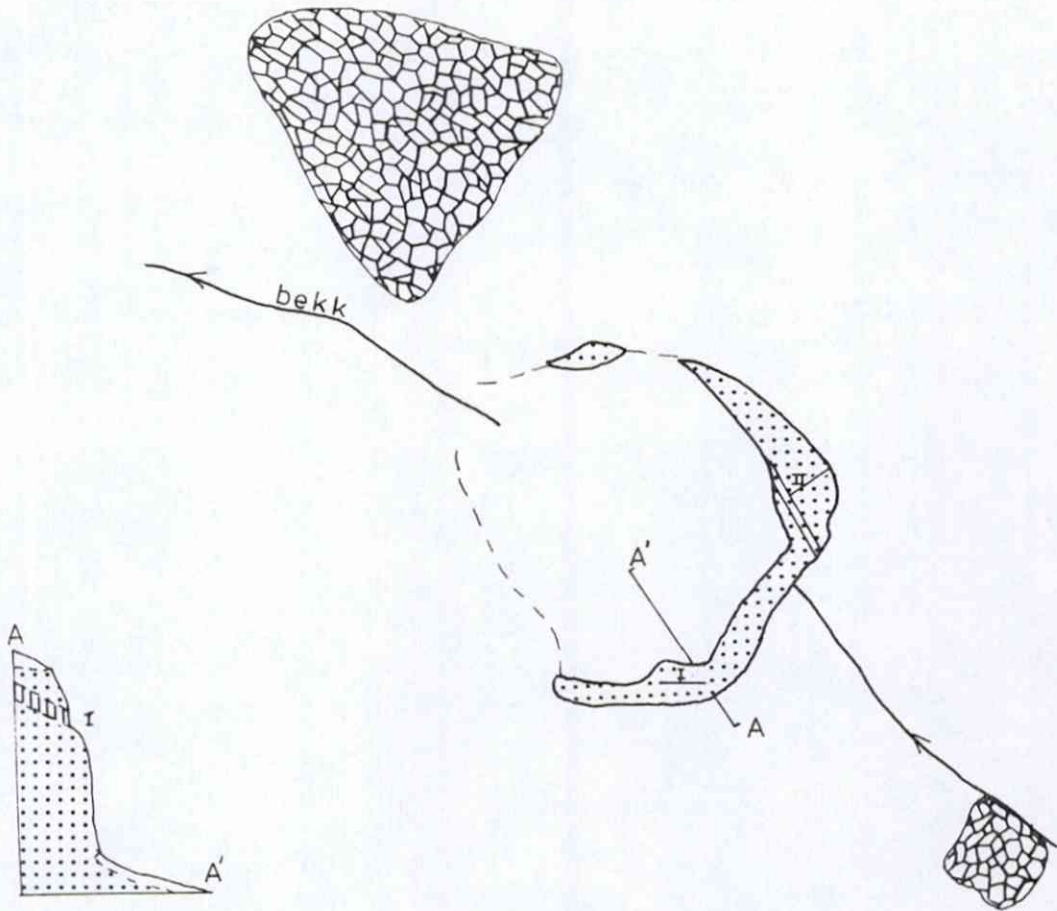
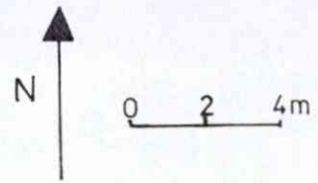
bolter

[11], [12], [29]

er bergartsprøver

Fig.5.
Skjerp nær gammel dam.

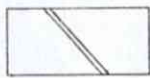
LENSMANN-SKJERPET



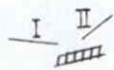
TEGNFORKLARING.



grønnstein, fin- til middelskornet med svak py-disseminasjon, epidot- og kvartsårer

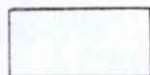


skifrig sone i grønnstein, 30cm bred med retning $370^{\circ}/70^{\circ}$



kvartsårer: I. ca. 50cm bred åre med retning $300^{\circ}/55^{\circ}$ og cp, py og po disseminert

II. 5 cm bred åre med retning $60^{\circ}/45^{\circ}$



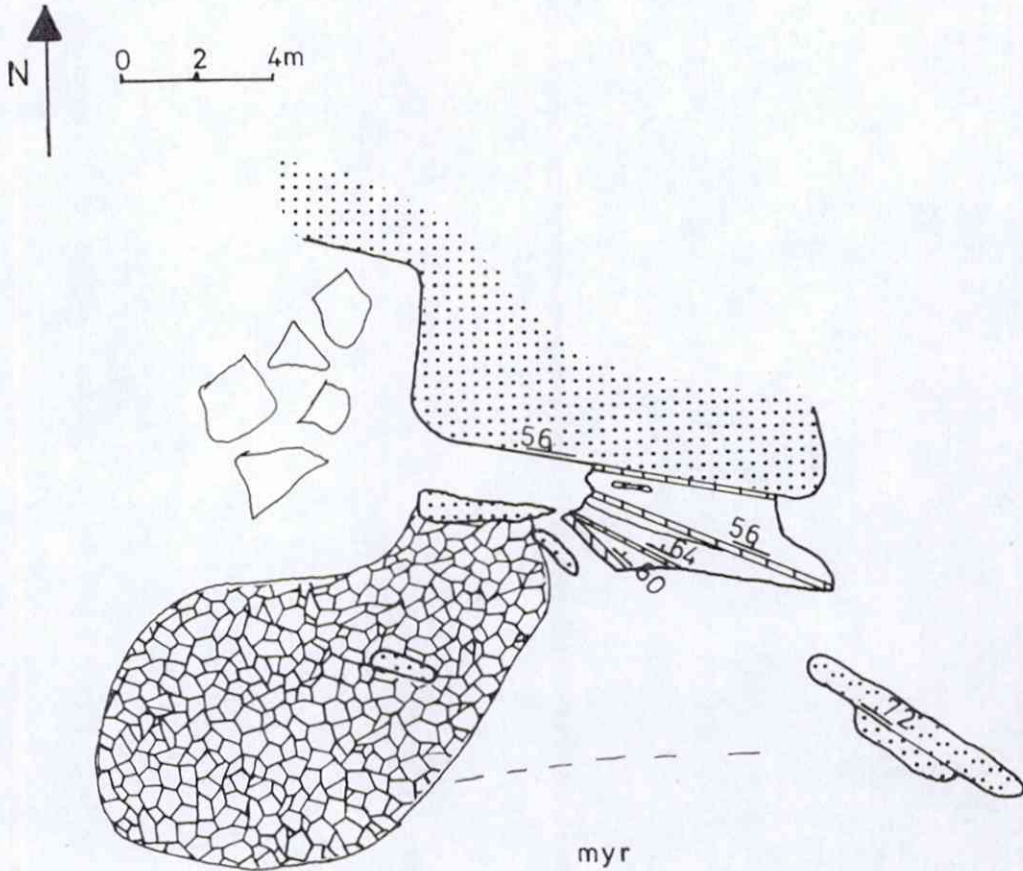
overdekke



tipp

Fig.6. Lensmanns-skjerpet.

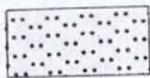
SKJERP 300m ovenfor Lensmanns-skjerpet



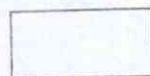
TEGNFORKLARING.



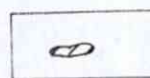
grønnstein



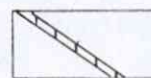
sannsynligvis putelava



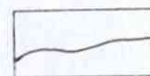
mineralisert sone med py-årer og disseminasjon



kvartsrisk sone



skifrig sone



py-åre i sonen



strøk/fall kontakt, skifright



blokker



tipp

Fig.7.
Skjerp 300m ovenfor Lensmanns-skjerpet

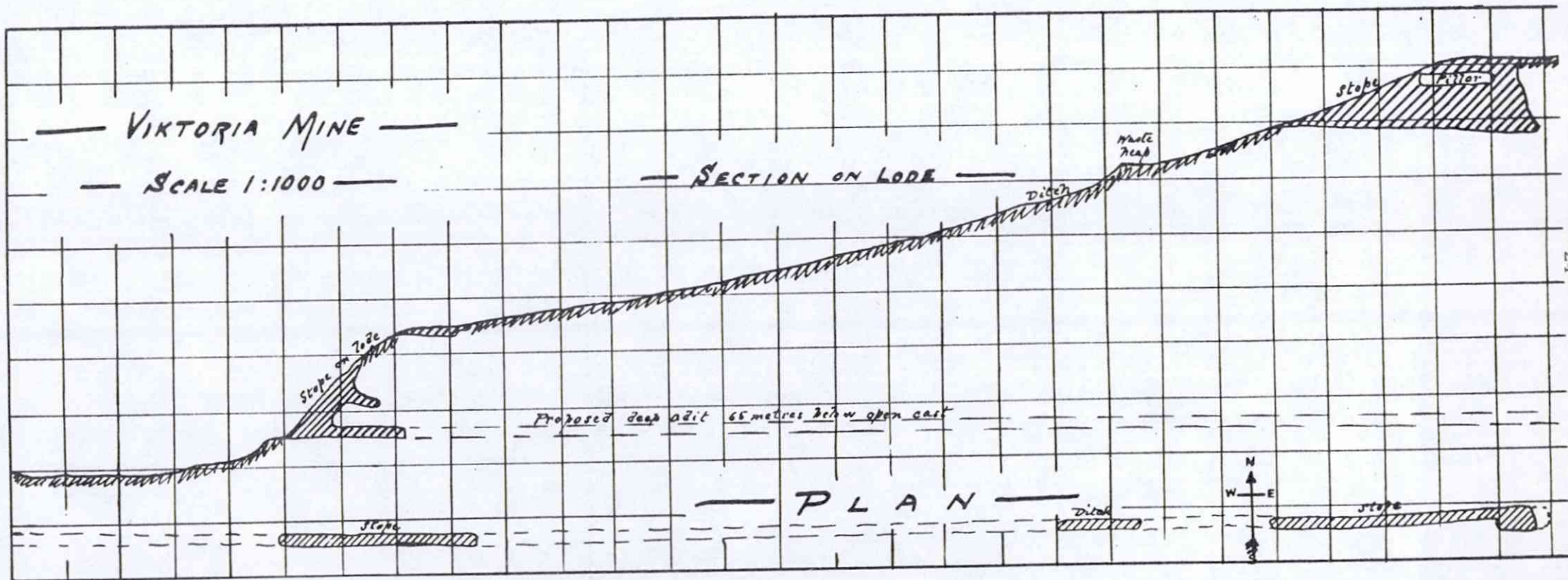


Fig.8. Gammelt gruvekart over Viktoria. Fra Løkken Grubers arkiv.

VIKTORIA I

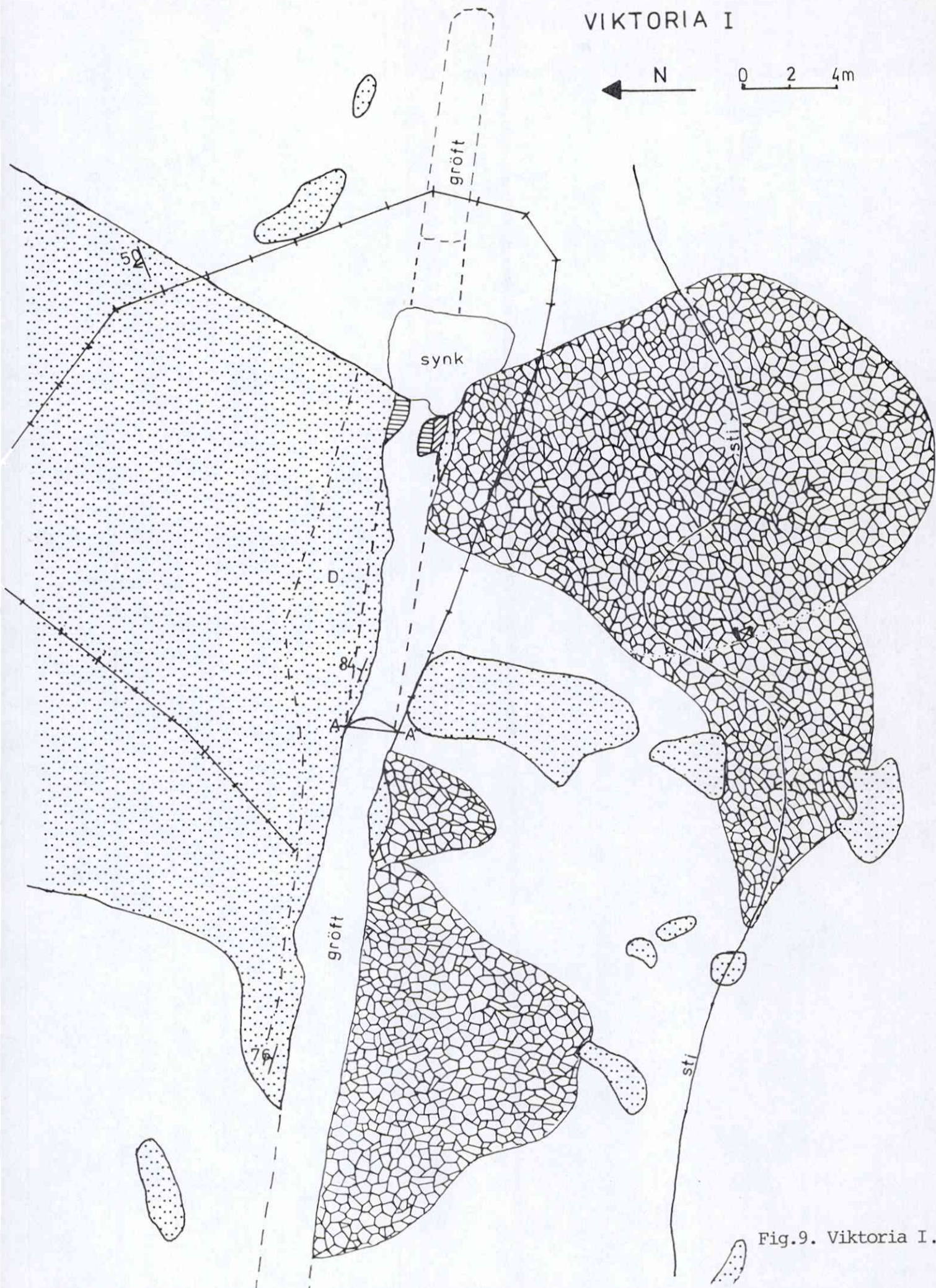
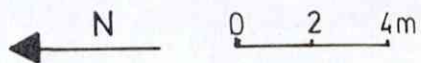
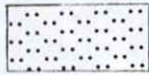


Fig.9. Viktoria I.

TEGNFORKLARING TIL VIKTORIA I.



grønnstein, putelava



Mineralisert sone:
mørk klorittomvandlet grønnstein med kvarts-
årer og cp- og py-disseminasjon



mørk klorittomvandlet grønnstein med
py-disseminasjon

D

noe skifrig grønnstein med rusten overflate
og py-disseminasjon



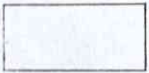
strøk/fall skifrihet



primær lagning i putelava



antatt grense for mineralisert sone



overdekke



tipp



gjerde



stolpe med trimløypemerke










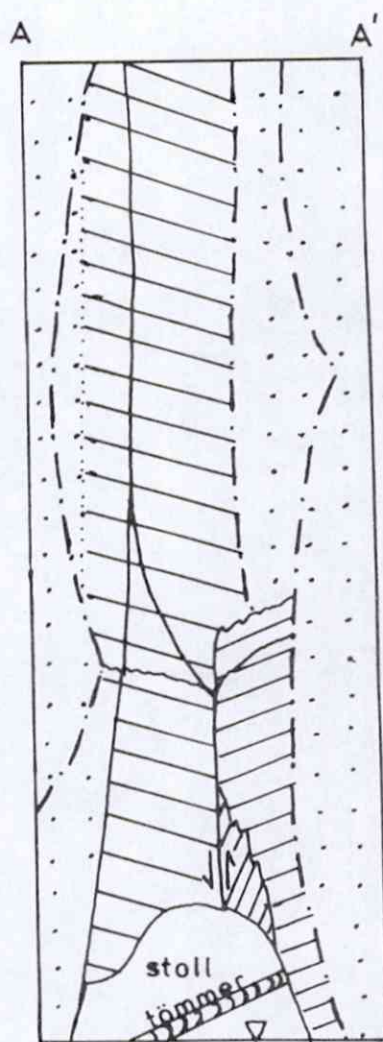
stoll

SNITT A-A'



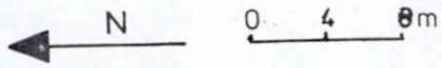
EGNFORKLARING

-  grønnstein
-  rødbrun rustutfelling
-  lysbrun rustutfelling
-  sølvgrå overflate
-  sleppe
-  sprekker
-  relativ bevegelse



t var ikke mulig å prøveta sonen her, på grunn av rasfare.

VIKTORIA II



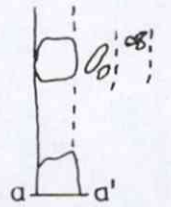
hytte

myr

groft

bekk

PROFIL a-a'



PROFIL b'-b

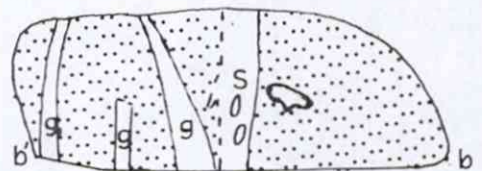
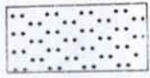


Fig.10. Viktoria II.

TEGNFORKLARING TIL VIKTORIA II.



grønnstein, putelava



g-gang, s-mineralisert sone



stoll



primær lagning i putelava



strøk/fall for skifrihet og kontakt



antatt grense for mineralisert sone



myrgrense



svak py-disseminasjon



profil:

puter



grønnstein gjennomsett av epidot- og kvartstårer

2.3. Geologien i Resfjellet.

2.3.1. Generell geologi.

Resfjellkomplekset kan oppfattes som et lite deformert ofiolittfragment med tektoniske grenser mot omgivende geologiske enheter (Heim,1984). Skjematisk snitt gjennom ofiolittfragmentet i Resfjellet er vist i fig.11.

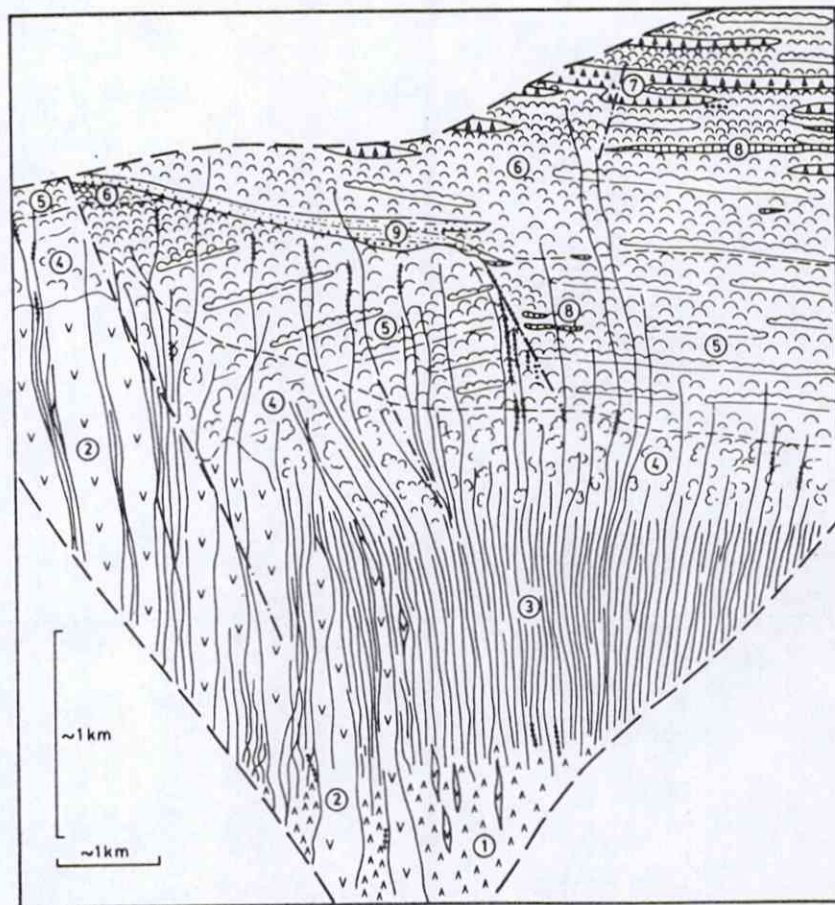


Fig.11. Skjematisk snitt gjennom ofiolittfragmentet i Resfjellet. Etter Heim,1984.

Bergartsassosiasjonene er:

Lag 3 : ① finkornet metagabbro og ② grovkornet lys metagabbro

③ gangkompleks (100% ganger)

Lag 2 : ④ uregelmessig breksjert og putet grønnstein

med matrix og lag av hyaloklastitt.

Avtagende gangtetthet oppover.

⑤ pute- og madrasslava vekslende med massiv lava. Putene er homogene, av og til drenerte, med tynne klare klorittrike render. Ganger er konsentrert i soner.

⑥ putelava med lite massiv lava. Putene har brede, diffuse, dels variolittiske render. Andelen av putebreksje øker oppover. ⑦ få ganger i nedre deler.

⑧ jaspis og ekshalative sedimenter.

En sekvens med grønnstein/jaspis breksje, sand- og siltstein med gradert lagning ⑨ opptrer langs grensen mellom 5 og 6. Mineraliseringer (—) opptrer som disseminasjon i ganger (magnetkis [±] kobberkis) eller hydrotermale omvandlete soner parallelt med ganger (svovelkis [±] kobberkis) i lys tettpakket putegrønnstein (⑤).

Kartet i fig.12 viser den sørøstlige delen av Resfjellet. Ofiolittfragmentets nedre deler dvs. gabbro og gangkomplekset opptrer i N, utenfor kartet. Sørøver følger en lavapakke med minst 2 km tykkelse. Primære lagflater har moderat til steilt fall mot N og invertert lagstilling. Lagningen i de to øverste putelavaenhetene er forskjellig. Den nederste enheten N for sedimenthorisonten har strøkretning NØ - SV, men østover bøyer den av mot Ø-V. Den øverste enheten S for sedimenthorisonten har strøkretning VNV - ØSØ. Gangene antas å ligge subparallelt med en mulig spredningsakse. Tektoniserte soner gjennomsetter hele området. Hovedtypen har retning NV - SØ (parallelt med Rustdalen) og er begrenset til de undre putelavaenheter. De antas å representere tidlig dannede riftparallele forkastningssoner, delvis med sirkulasjon av sulfidrike løsninger (Heim, 1983).

2.3.2. Mineraliseringene.

Alle mineraliseringene ligger i lys tettpakket putegrønnstein på samme nivå i ofiolittfragmentet. Skjerpene ligger i området NV for Blautsætra. Lenger V ligger Rustdalen, som går opp mot vannet på rundt 970 m høyde. Rustne soner finnes

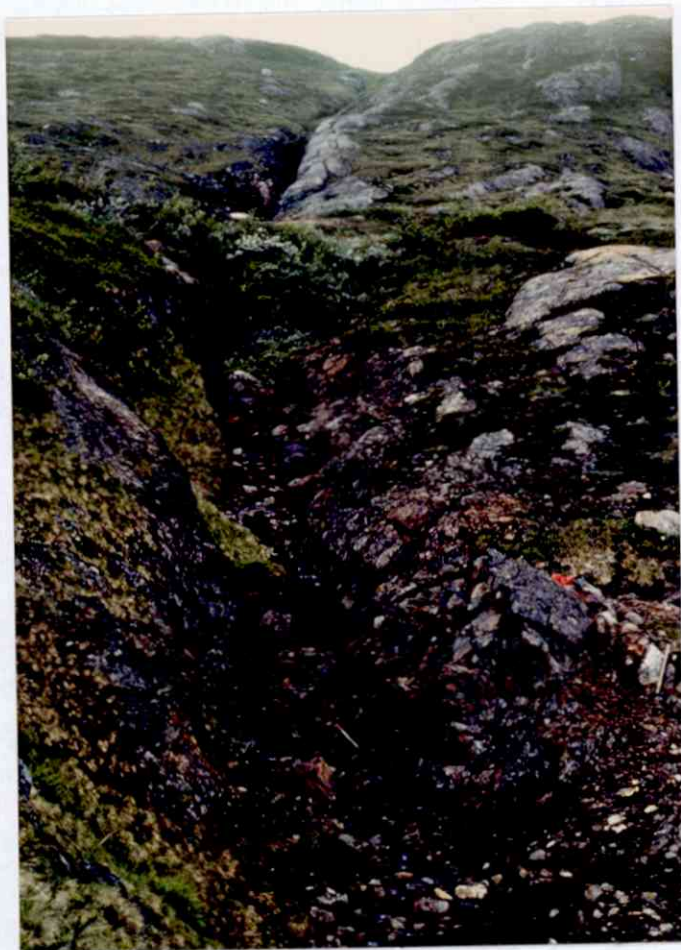
ellers spredt i området. De fleste rustsonene ligger sub-parallelert med gangretningen. Malmmineralene er magnetkis, svovelkis og av og til sinkblende.

I skjerp I er mineraliseringen knyttet til kvartsårer. Kobberkis, magnetkis og svovelkis er disseminert, spesielt i en 20 cm bred åre som går parallelt med eller langsetter forskjellige ganger. En umineralisert gang må ha intrudert langs kvartsåren etter dannelsen av mineraliseringen (se fig.13 og bilde 10).



Bilde 10. Bildet er tatt i retning mot SØ. Mineralisert kvartsåre med umineralisert gang til høyre.

Skjerp II ligger V for skjerp I. Mineraliseringen er knyttet til kvartsårer som bl.a. opptrer langs kontakten til en porfyrisk gang. Kobberkisårer og disseminasjon av kobberkis og magnetkis opptrer (se fig. 14).



Bilde 11. Skjerp II.

Mineraliseringen
opptrer i lange
soner subparallelt
med gangretningen.

Putelavaen mellom skjerp I og II har retning $246^g/48^o$ og er invertert.

Skjerp III ligger V for skjerp II. Mineraliseringen opptrer i kvarts og grønnstein. Malmineralene er kobberkis, magnetkis, svovelkis og sinkblende. Sinkblende opptrer knyttet til kvarts (se fig. 15).

I Rustdalen er svovelkis disseminert i grønnstein.

GEOLOGISK KART OVER RESFJELLET.

0 0,5 1km

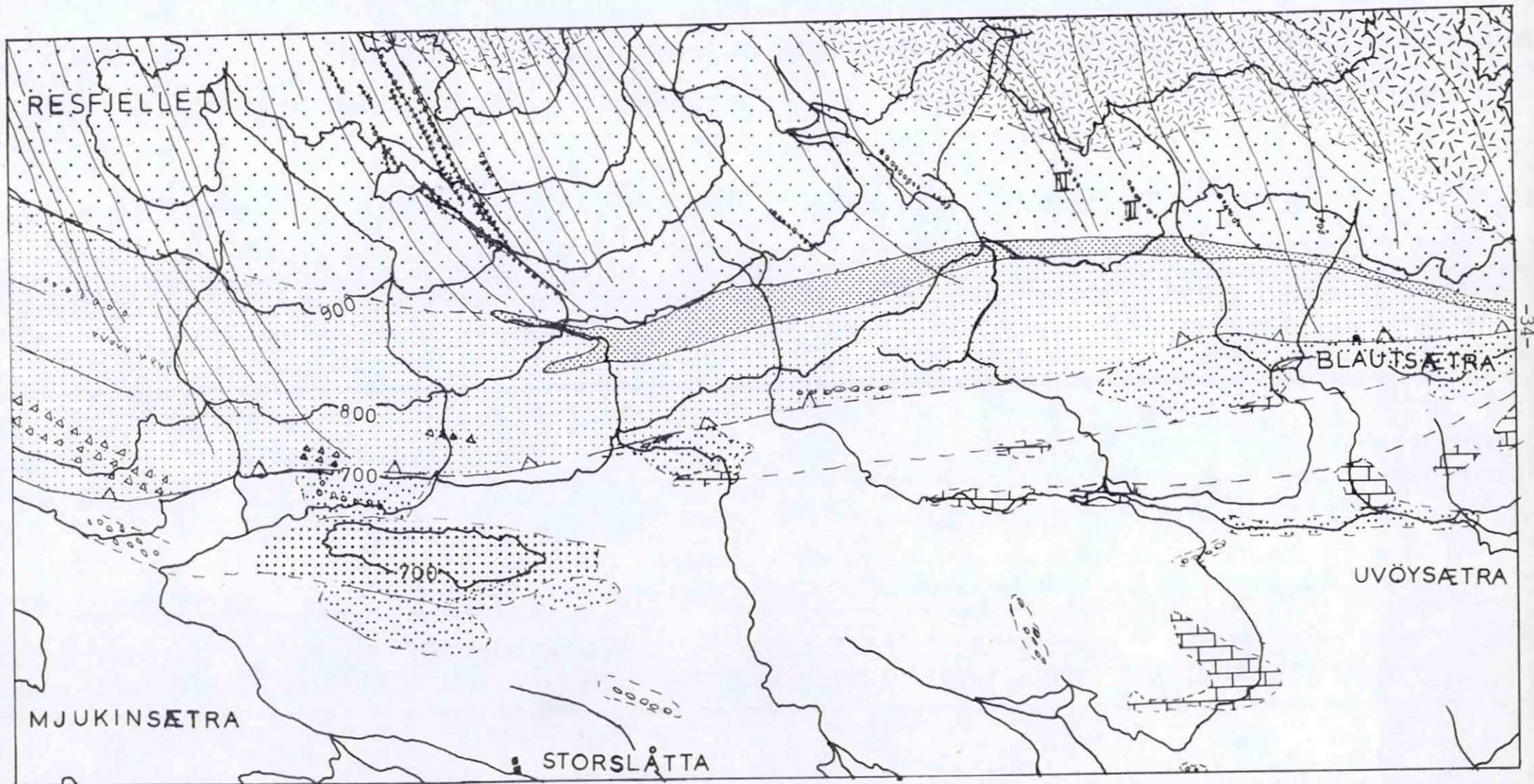


Fig. 12. Geologisk kart over Resfjellet. Etter M.Heim, unpubl.

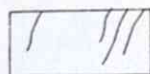
TEGNFORKLARING TIL GEOLOGISK KART OVER RESFJELLET.



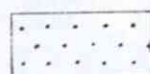
grovkornet, lys metagabbro



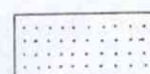
uregelmessig breksjert/putet grønnstein med matriks/lag av hyaloklastitt



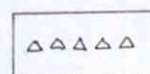
(lager-) gang/gangsverm metadoleritt



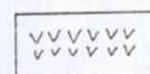
lys, tettpakket, ofte storputet gr.stein med tynne, klare, klorittrike puterender



tettpakket putegrønnstein med brede, diffuse, dels variolittiske render



grønnsteinsbreksje



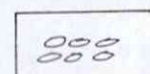
massive lavalag



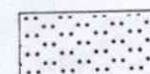
sulfidmineralisering, skjerp I, II, III



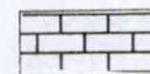
syklisk sedimentert grønnstein/jaspisbreksje/ konglomerat - sandstein - siltstein



polymikt konglomerat



metasandstein - siltskifer - fyllitt



finkornet blågrå til gulhvitt marmor



udifferensert grønnstein

STØREN GRØNNSTEIN

RESFJELL - OFIOLITTKOMPLEKS

"HOVIN"-
SERIE

Struktursymboler:



skyveplan/tektonisk grense



sone med tektonisering

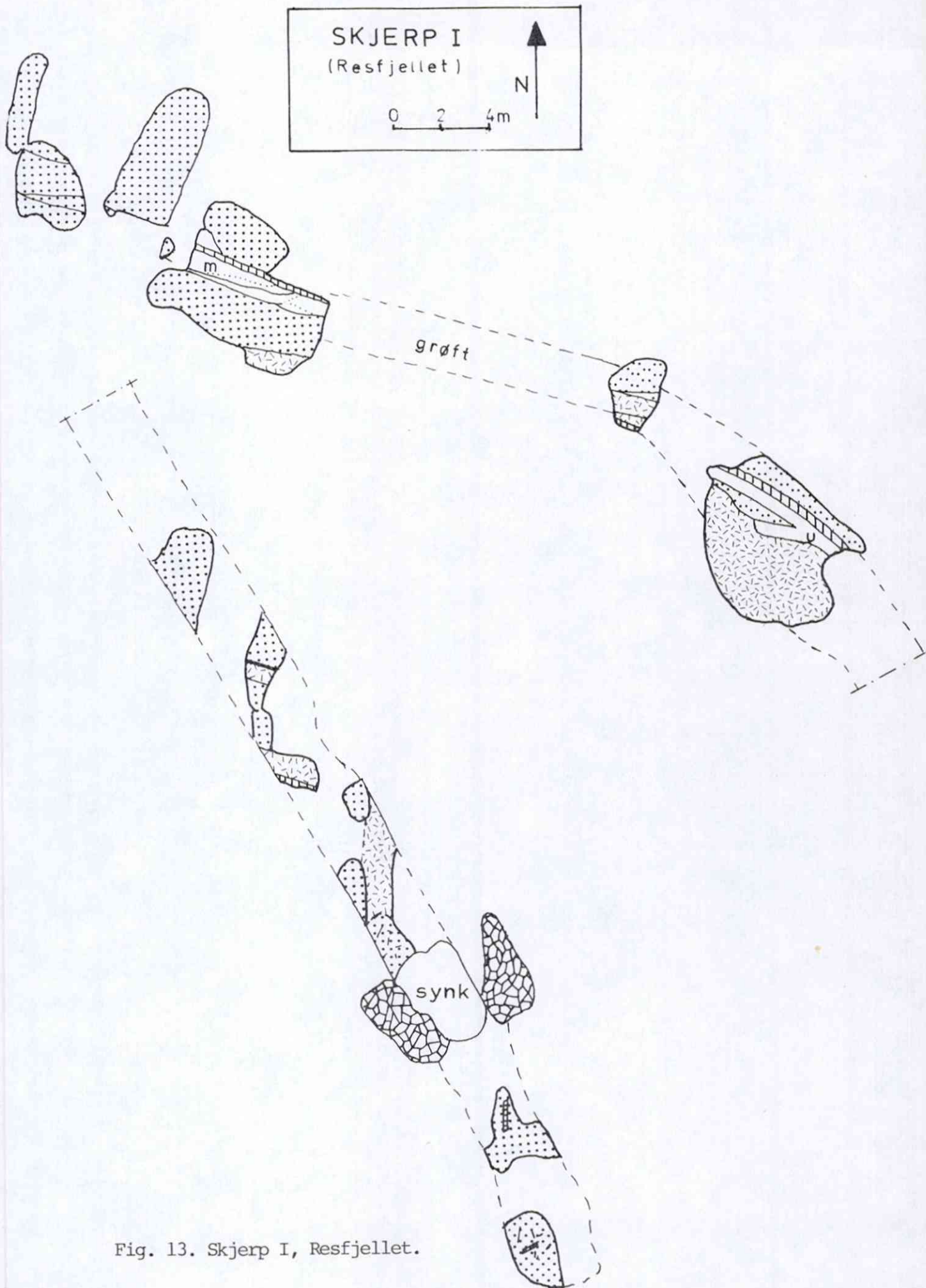
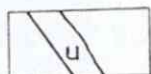


Fig. 13. Skjerp I, Resfjellet.

TEGNFORKLARING.



putelava med rusten overflate



gang, u-umineralsert
m-mineralsert
.....-svakhetsplan



udifferensiert grønnstein



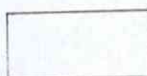
porfyrisk grønnstein, gang



kvartsårer med cp, po og py



tynne kvartsårer

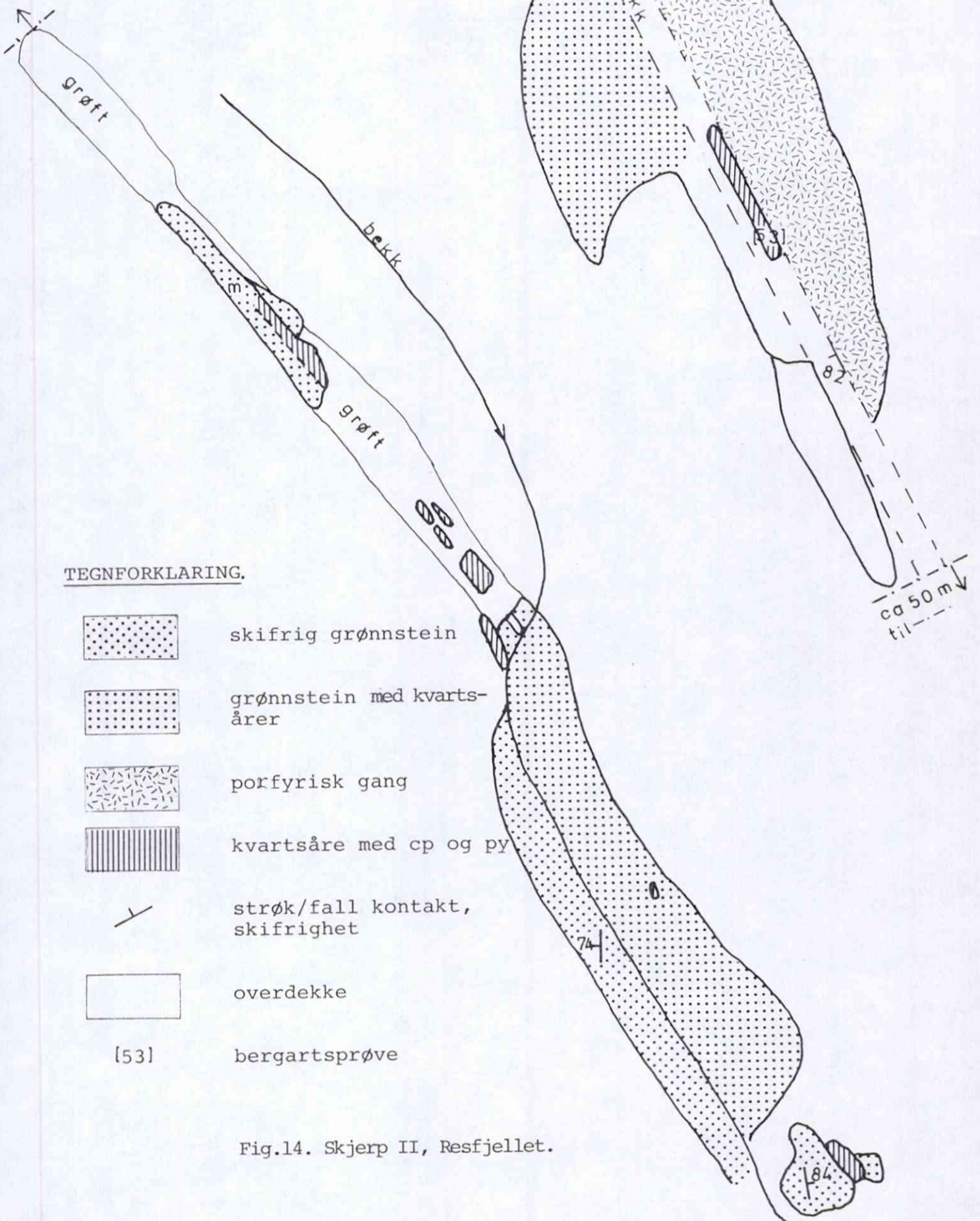


overdekke



tipp

SKJERP II
 (Resfjellet) N ↑
 0 2 4m



TEGNFORKLARING.



skifrig grønnstein



grønnstein med kvarts-
 årer



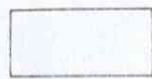
porfyrisk gang



kvartsåre med cp og py



strøk/fall kontakt,
 skifrihet

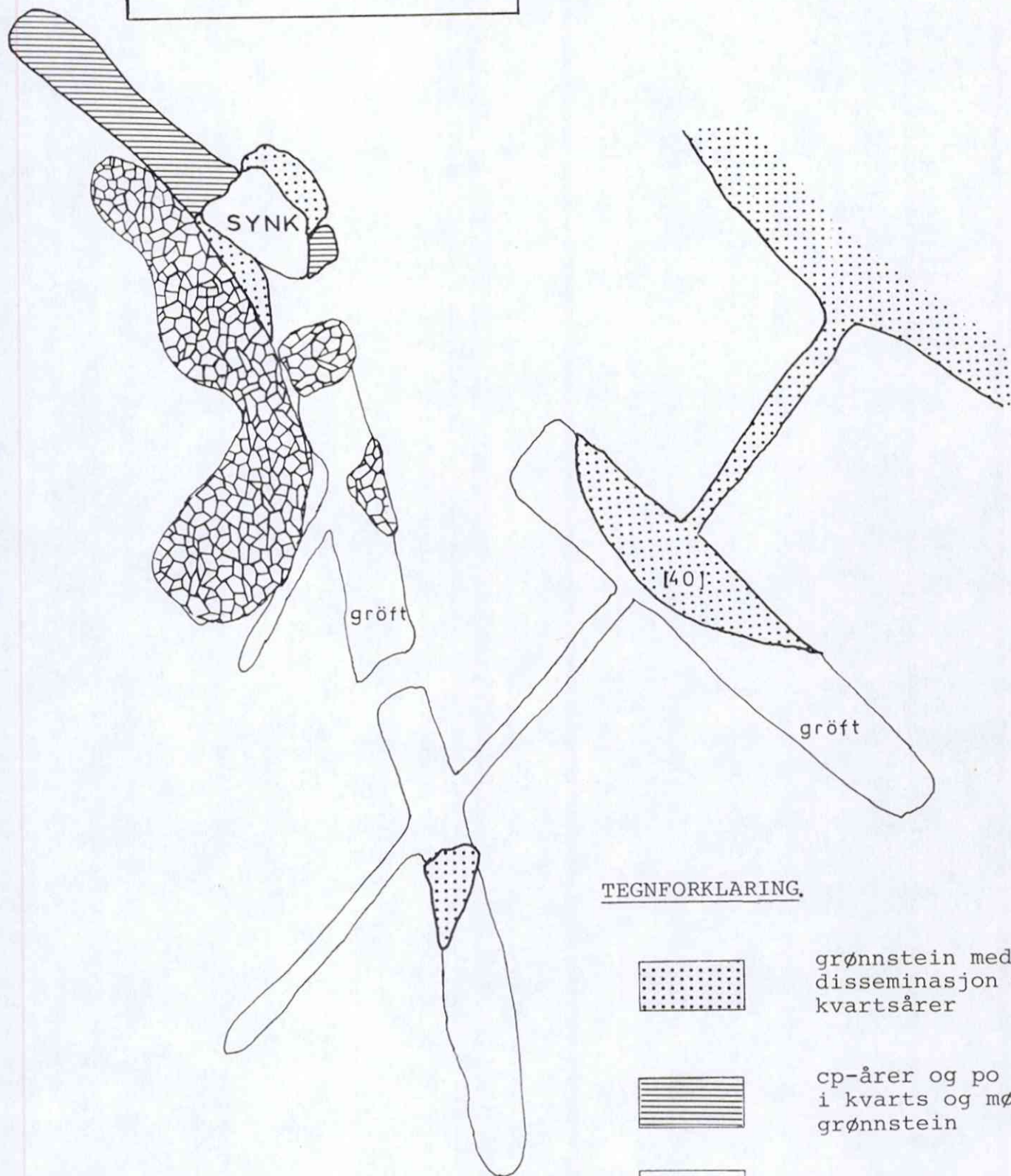
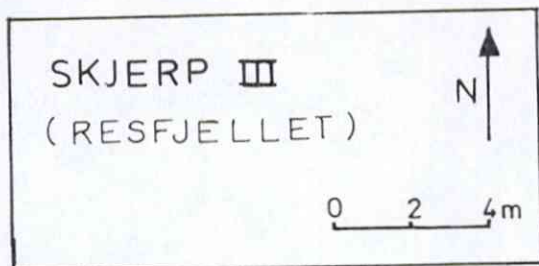


overdekke

[53]

bergartsprøve

Fig.14. Skjerp II, Resfjellet.



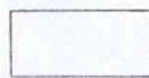
TEGNFORKLARING.



grønnstein med svak disseminasjon og kvartsårer



cp-årer og po i kvarts og mørk grønnstein



overdekke



tipp

[40]

bergartsprøve

Fig.15. Skjerp III, Resfjellet.

3. MINERALOGI OG PETROGRAFI.

3.1. Mineralogi og petrografi i Grefstadjellet.

3.1.1. Gunna.

Tabell 1 gir mineralinnhold for prøver fra Gunna. (Mineralinnhold for prøvene i kapittel 3 er gitt fra XRD og eventuelt slip og håndstykke).

Mineralinnhold(%)	Prøvetype	Side- sten	Vertsbergart		Mineraliserte prøver			
	Bergart	1 x	2 x	3 x	4	5 *	6 *	7
	kloritt	5	28	60	62	34	18	2
	epidot	62	30	20	8	12	38	9
	kvarts		24		16		9	
	albitt	21						
	aktinolitt	12	14					
	leucoxen		2	7	8	2		3
	magnetkis		1	12	4	40	30	82
	kobberkis			1	<1	10	5	3
	svovelkis		1		1	2	<1	1
	sinkblende					<1	<1	
	koboltglans					<1		

x = tynnslip
* = polerslip

Tabell 1 . Mineralinnhold (%).

Sidestenen til Gunna er en metagabbro. Gabbroen er sterkt epidotomvandlet. Vertsbergartene er kloritt- , kvarts- , og epidotomvandlet. En del av epidot- og muligens kvartsinnholdet skyldes årer. Magnetkis er det dominerende jernsulfidet. Kobberkisinnholdet er betydelig. Mineraliseringen inneholder mindre mengder svovelkis, sinkblende og koboltglans.

Beskrivelse av metagabbro.

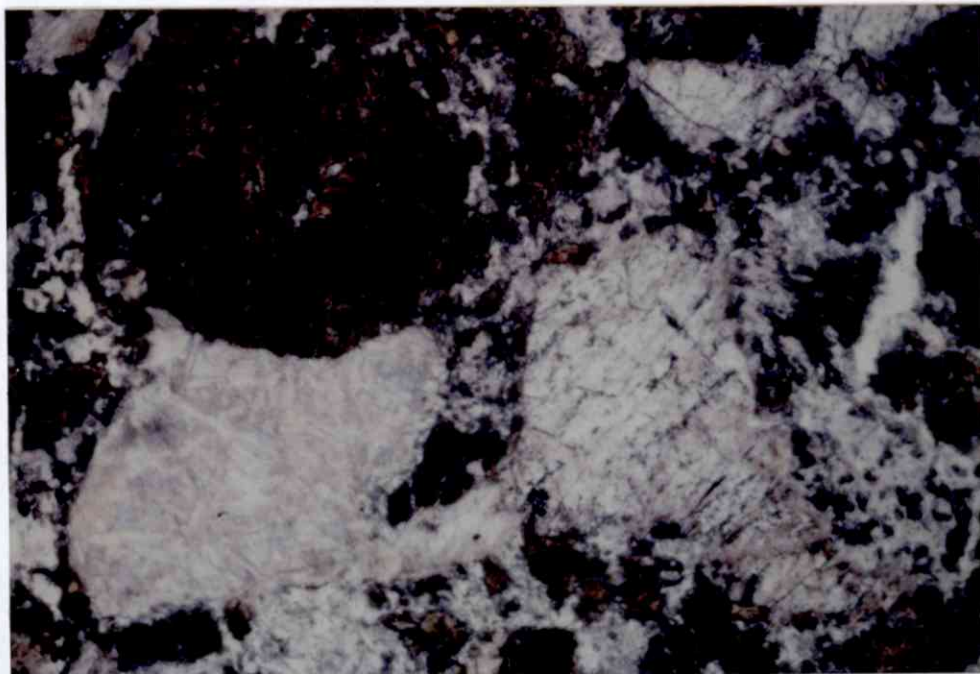
I håndstykke er bergarten grovkornet. Under mikroskopet er den finkornet fordi den gabbroide teksturen er sterkt omvandlet.

An-rik plagioklas er omvandlet til epidot/zoisitt og albitt i forhold 3 : 1. Epidot/zoisitt har størrelse rundt 0,05 mm.

Aktinolitt opptrer som nåle- og listeformete korn spredt i felt med litt kloritt. Det er sannsynlig at feltene opprinnelig bestod av en klinopyroksen, f.eks. augitt som har lignende kjemisk sammensetning. Aktinolitt har lengde 0,2 - 0,9 mm.

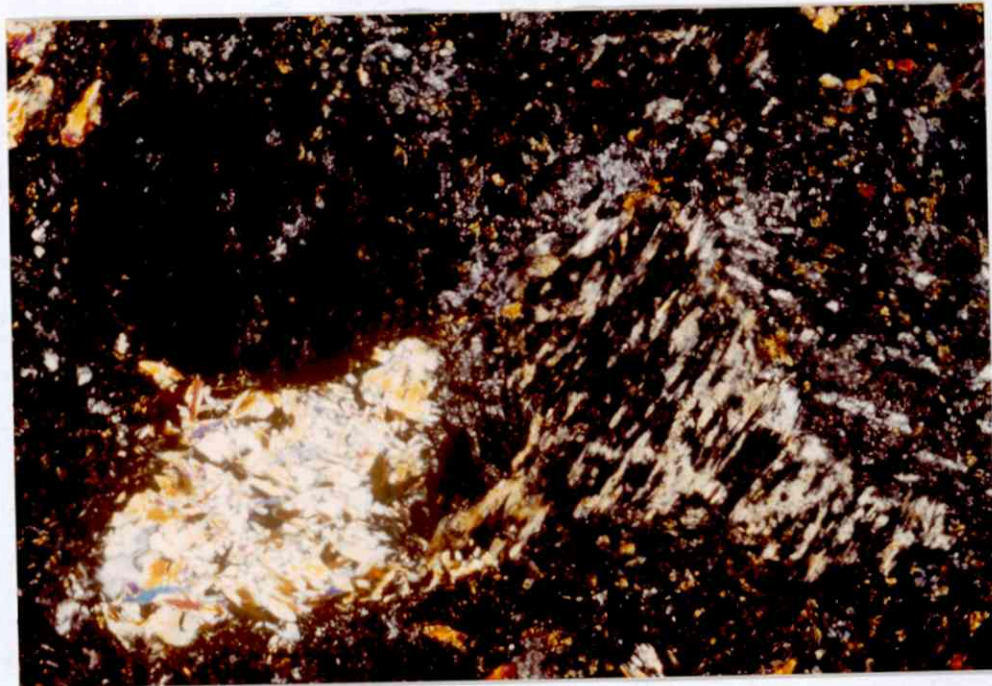
Felt med høyere relieff som består av kloritt og amfibol, kan være en omvandlet ortopyroksen.

Rester av de opprinnelige mafiske mineraler er ikke tilstede.



1 mm

Bilde 12. Gabbro



1 mm

Bilde 13. Gabbro. X-nicols.

Feltet øverst til venstre består av epidotomvandlet plagioklas. Feltet nederst til venstre består av aktinolitt og litt kloritt. Feltet til høyre består av kloritt og amfibol.

Beskrivelse av vertsbergart, bergart 2.

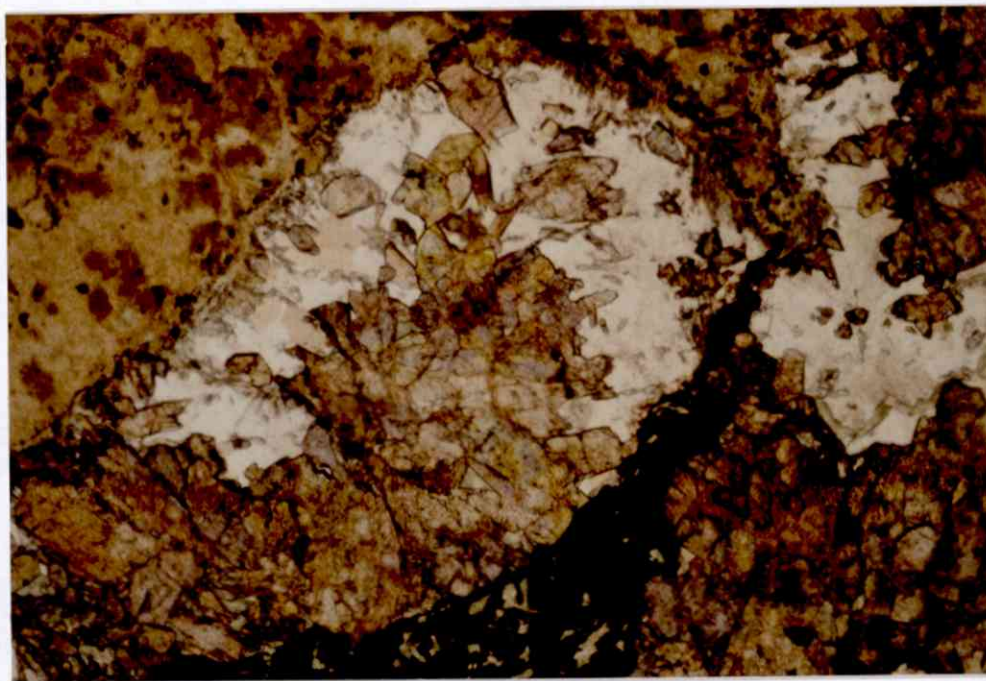
Bergart 2 virker deformert. Fragmenter av en finkornet grønn bergart er gjennomsatt av et nettverk av kvarts-epidotårer.

Bergarten er middelskornet og ujevnkornet.

Epidot har euhedral krystallform blant kvarts. Korn med størrelse rundt 0,1 mm er tett sammenvokst i store felt, av og til med kloritt mellom kornene.

Kvarts har ujevnkornet størrelse. Korn med størrelse rundt 3 mm har undulerende utslukning og korn med størrelse 0,05 - 0,3 mm har polygonale kornrensere.

Aktinolitt har nåleform og opptrer blant kvarts og mellom epidotkorn. Kloritt opptrer i felt med titanitt/leucoxen. Store felt inneholder amfibol, kloritt og disseminert leucoxen.



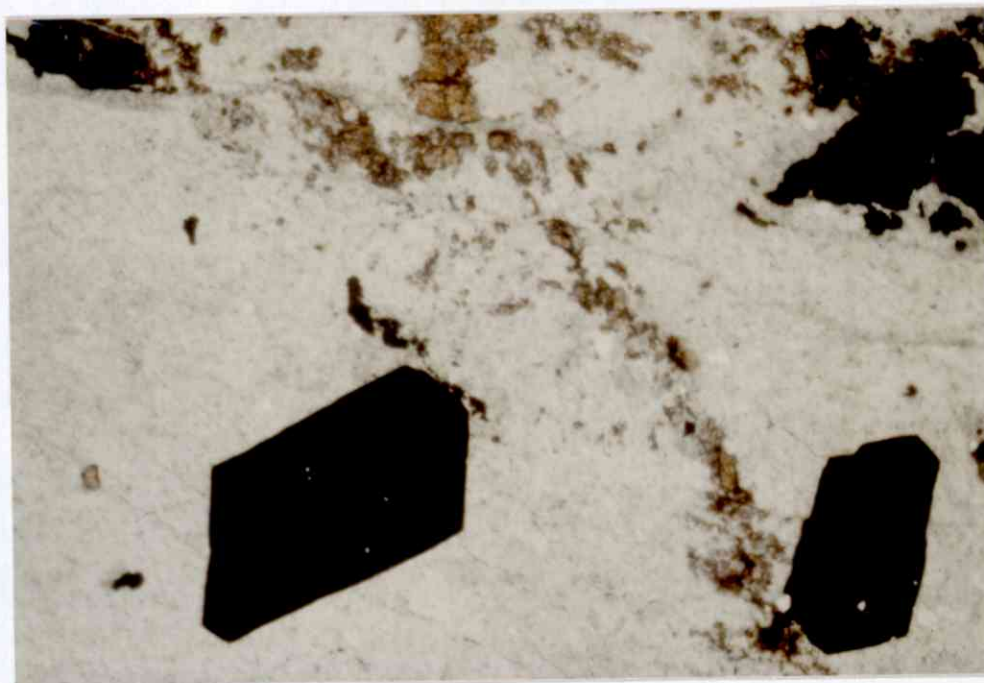
1 mm

Bilde 14. Feltet øverst består av kloritt og amfibol. Midt i bildet opptrer epidot, kvarts og aktinolitt. Helt nederst opptrer titanitt med kloritt.

Beskrivelse av vertsbergart, bergart 3.

Bergarten er mikrokrystallin til finkornet. Kloritt har kornstørrelse $< 0,01$ mm. Epidot har kornstørrelse rundt $0,05$ mm.

Epidot opptrer som enkeltkorn eller samlet i felt. Leucoxen opptrer disseminert og rundt anhedrale ertskorn (kobberkis). Heksagonal magnetkis har inneslutninger av epidot, leucoxen og sannsynligvis feltspat.



1 mm

Bilde 15. Fe-rik kloritt med epidot, leucoxen og erts.

På grunn av manglende teksturell likhet mellom de sterkt omvandlete bergartene (2 og 3) og gabbro kan man ikke fastslå om disse opprinnelig var gabbro eller ganger.

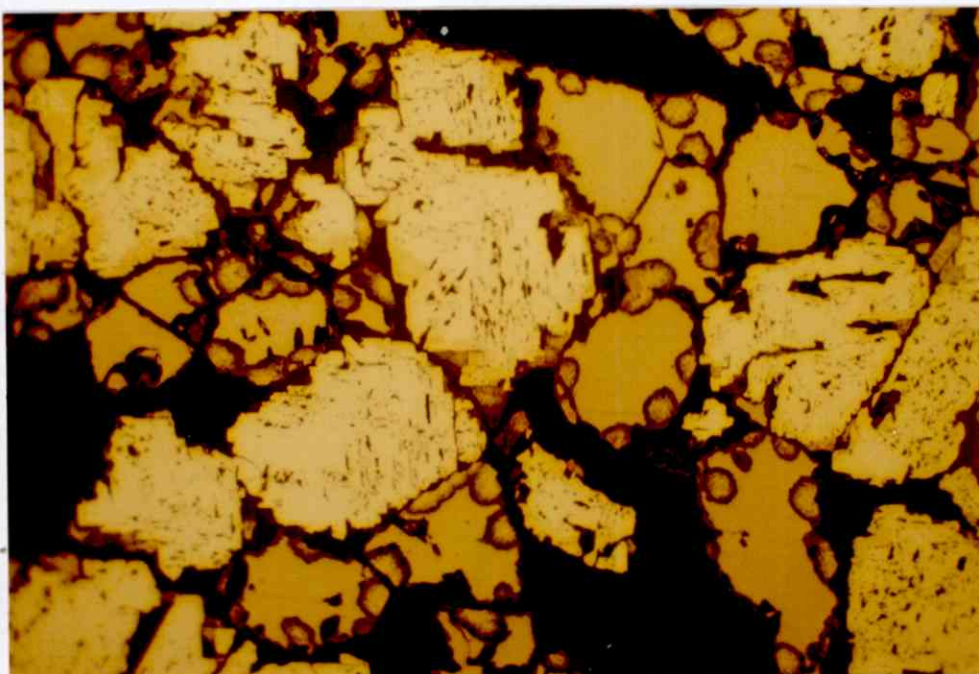
Beskrivelse av malmineraler fra slip av bergart 5 og 6.

Malmineralene er magnetkis, kobberkis, svovelkis, sinkblende og koboltglans. Innholdet varierer fra svak disseminasjon til meget rik disseminasjon.

Magnetkis har kornstørrelse 0,02 - 0,6 mm. Korn grensene er anhedrale og polygonale. Noen korn har undulerende utslukning. Magnetkis er delvis fortrenget/erstattet av en finkornet masse med svovelkis-sammensetning. Dette opptrer som tynne render og fugleøyne langs korn grenser og sprekker. Heksagonal magnetkis opptrer disseminert.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,4 mm. Sammen voksningen mellom kobberkis og magnetkis er enkel med noe bøyde korn grenser. Ved like mengder magnetkis og kobberkis er sammenvoksningen av puslespill-type.

Svoelkris har kornstørrelse 0,01 - 0,06 mm og subhedral kornform. Klar og sonert type svoelkris opptrer blant annet i sammenhengende felt. Sonert type svoelkris har inneslutninger av silikatmineral og hull etter krystallflater. Inneslutninger av magnetkris og svoelkris har størrelse > 0,01 mm. Blant kobberkris har svoelkris rundet form. Sinkblende har anhedral kornform og størrelse < 0,02 mm. Koboltglans har kornstørrelse 0,01 - 0,2 mm. Kornene opptrer blant magnetkris og svoelkris (se avsnitt 3.1.4. s.58).



1/10 mm

Bilde 16. Sonert svoelkris og magnetkris med fugleøye-tekstur. Silikatmineraler opptrer mellom kornene.

3.1.2. Lensmanns-skjerpet, skjerp ovenfor Lensmanns-skjerpet, skjerp nær gammel dam og rustsoner.

Lensmanns-skjerpet (skjerp 1) og skjerp ovenfor Lensmanns-skjerpet (skjerp 2).

Tabell 2 gir mineralinnhold for prøver fra skjerpene.

	Prøvetype	Bergartsprøver		Mineraliserte prøver			
		1	2	1		2	
	Skjerp	1	2	1		2	
	Bergart	8	26	9*	10	27*	28
Mineralinnhold (%)	kloritt	64	53	4	11	38	44
	kvarts	17	20	45	47	18	15
	stilpnomelan	13	16	10	19	4	9
	albitt	4	6			8	9
	magnetkis	1	4	12	23	30	20
	svovelkis	1	1	28	<1	1	3
	kobberkis	<1		1	<1	1	<1
	epidot			<1			
	leucoxen		<1	<1			0,3

* slip

Tabell 2 . Mineralinnhold (%).

Alle prøvene har et lavt albittinnhold. De er kvarts- og klorittomvandlet. De mineraliserte prøvene fra skjerp 1 inneholder også kvartsårer. Malmineralene er magnetkis,svovelkis og litt kobberkis.

Beskrivelse av silikatmineraler fra slip av bergart 9.

Kvarts har kornstørrelse 0,1 - 1,5 mm. Korngrensene er polygonale til interlobate. Heksagonale korn er observert.

Stilpnomelan har nåle- og listeform med lengde 0,02 - 0,4 mm. Stilpnomelan opptrer i felt med kloritt, litt leucoxen og epidot. Stilpnomelan med lengde >0,2 mm opptrer rundt ertskorn og i sprekker i erts.

Epidot har kornstørrelse <0,2 mm.

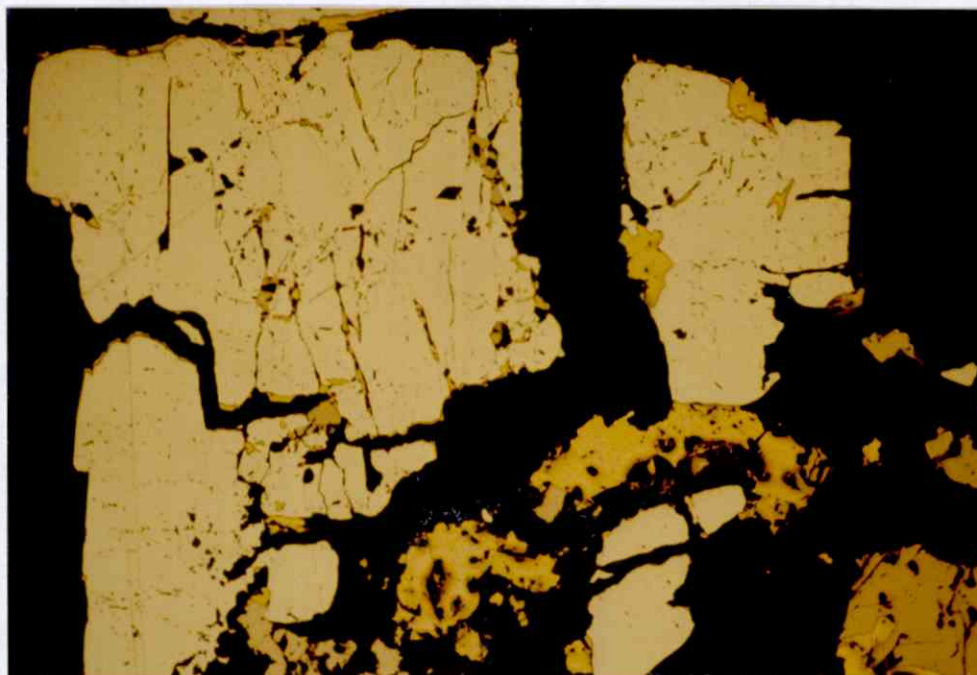
Beskrivelse av malmineraler fra slip av bergart 9 og 27.

Svovelkis har kornstørrelse 0,01 - ca.3 mm. Kornene er fragmentert og oppsprukket med kobberkis og silikatmineral i sprekken. Inneslutninger av kobberkis, magnetkis og silikatmineral er tilstede. Sonert type svovelkis med silikatmineral og hull etter krystallflater opptrer.

Magnetkis har anhedral til subhedral form og størrelse 0,02 - 0,4 mm. Noen korn har undulerende utslukning, deformasjonslameller eller er oppsprukket. Kobberkis opptrer i sprekker. En del korn er delvis fortrenget/ erstattet av en finkornet masse med svovelkis-sammensetning. Dette opptrer som smale render og fugle-øyne langs sprekker og korngrens. Subhedrale heksagonale krystaller opptrer blant silikatmineral.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 1,6 mm. Inneslutninger i svovelkis og magnetkis har størrelse \leq 0,03 mm. Kobberkis opptrer i sprekker i svovelkis, magnetkis og et silikatmineral. Sistnevnte er oppsprukket vinkelrett på lengderetningen.

Stilpnomelannåler har vokst inn i malmineralene.



Bilde 16.
Bergart 9.
Fragmentert
svovelkis med
kobberkis og
magnetkis som
inneslutninger og
sprekkfylling.

1/2 mm

Skjerp nær gammel dam.

Tabell 3 gir mineralinnhold for prøvene.

Mineralinnhold (%)	Bergartstype	Sidesten	Mineraliserte prøver	
			12*	29
	Bergart	11*	12*	29
	kloritt	24	41	38
	kvarts	18	6	20
	albitt	37		
	aktinolitt	15		
	stilpnomelan			10
	epidot	3		
	leucoxen		1	<1
	magnetkis		50	30
	kobberkis		2	1
	svovelkis	3		1
	sinkblende	<1	<1	
	koboltglans		<1	

* slip

Tabell 3. Mineralinnhold (%)

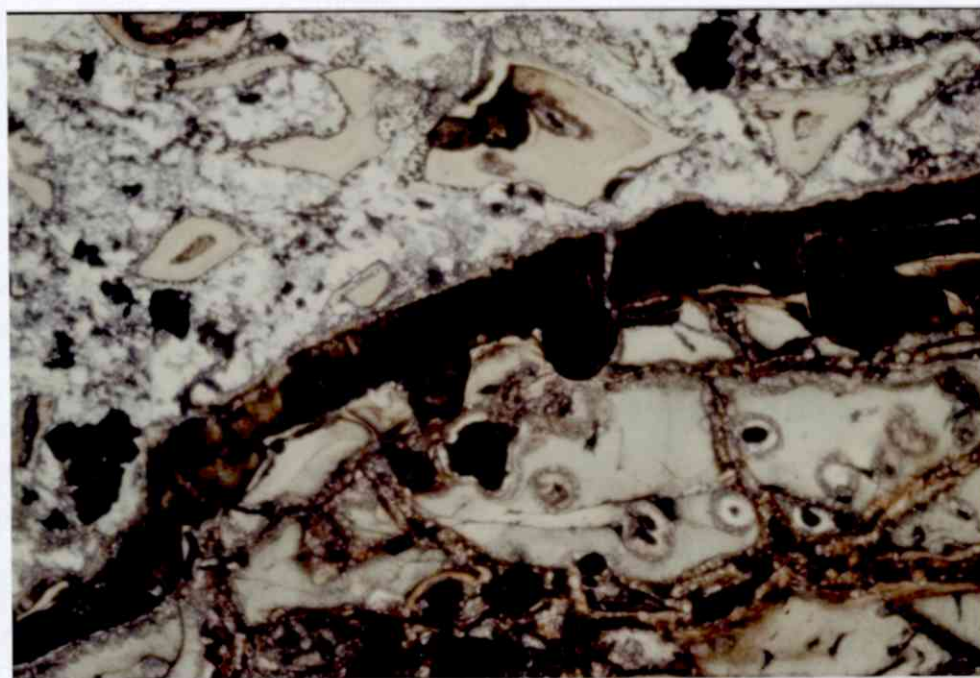
Sidestenen er en putelava. De mineraliserte prøvene er kvarts- og klorittomvandlet. Innholdet av magnetkis er høyt. Litt kobberkis og svovelkis og mindre mengder sinkblende og koboltglans opptrer.

Beskrivelse av sidesten, bergart 11.

Bergarten er en putelava med hyaloklastitt. Kornstørrelsen er mikrokrystallin til finkornet.

Glassfragmentene er nedbrutt til mikrokrystallin kloritt. Epidot har kornstørrelse rundt 0,02 mm. Blærerom er fylt med albitt og leucoxen. Albitt har kornstørrelse 0,01 - 0,2 mm.

Mellom glassfragmentene opptrer kvarts, noen få albittkorn, aktinolitt, kloritt, erts, epidot og leucoxen. Aktinolitt-nåler har lengde rundt 0,05 mm. Kloritt opptrer spesielt rundt subhedrale ertskorn med størrelse 0,05 - 0,1 mm.



1 mm

Bilde 17. Putelava med hyaloklastitt.

Beskrivelse av malmmineraler fra slip av bergart 12.

Bergarten viser "durchbewegung".

Magnetkis opptrer i brede utgnidde felt og i mindre trådformete felt blant silikatmineral. Magnetkis har anhedral kornform, størrelse 0,02 - 0,1 mm og polygonale korn grenser.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,15 mm. Sammenvokningen mellom cp og po er enkel, med noe bøyde korn grenser.

Sinkblende har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,05 mm. Sinkblende opptrer blant magnetkis og silikatmineral.

Koboltglans har størrelse 0,1 - 0,15 mm. Kornene opptrer i magnetkis (se avsnitt 3.1.4. s.58).

Et silikatmineral med heksagonal form har inneslutninger av magnetkis og er oppsprukket med kobberkis i sprekker.

Rustsoner.

Tabell 4 gir mineralinnhold for prøver fra rustsoner.

	Bergart	31*	32	37
Mineralinnhold(%)	albitt		38	46
	kloritt	6	25	24
	kvarts	67	12	5
	aktinolitt		9	16
	leucoxen	<1		3
	svovelkis	27	12	1
	magnetkis	<1	4	5
	kobberkis	<1		
	sinkblende	<1		

* polert tynnslip

Tabell 4. Mineralinnhold (%).

Bergart 31 er fra en rustsone som er knyttet til en kvartsåre. Svovelkis er det dominerende malmineralet. Bergart 32 og 37 er grønnsteiner med svovelkis- og magnetkisdisseminasjon.

Beskrivelse av bergart 31.

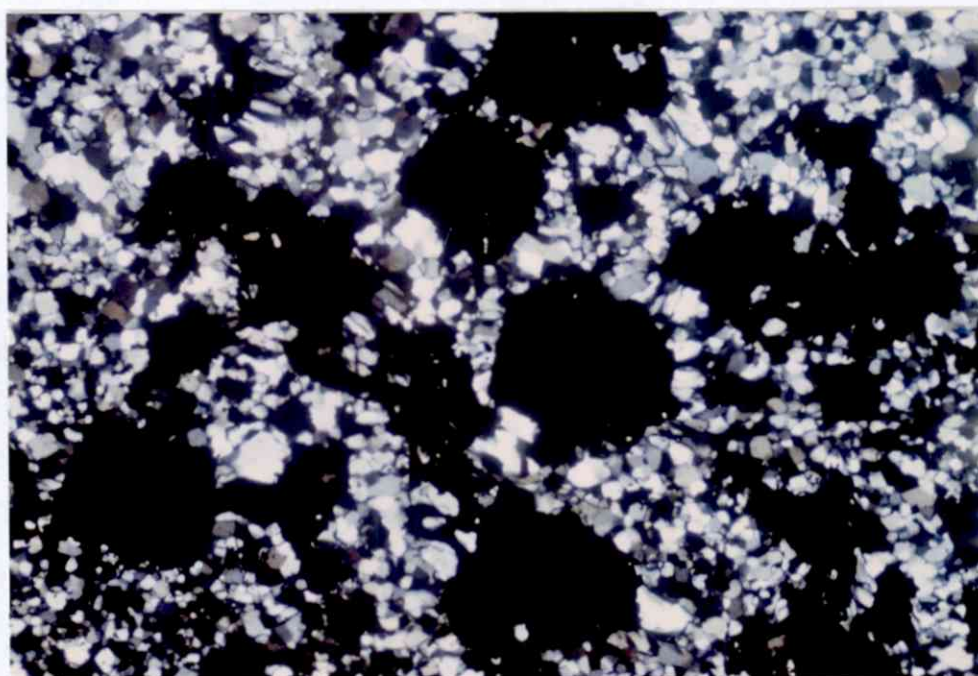
Kvarts har kornstørrelse 0,02 - 0,5 mm. Rekrystalliserte polygonale korn har liten kornstørrelse og er jevnkornet. Interlobate korn er store og har undulerende utslukning. Rundt oppsprukete og fragmenterte svovelkiskorn har kvarts vokst vinkelrett ut fra korn grensene. Dette tyder på at det har vært bevegelse i kvartsåren etter krystalliseringen av sulfidene. Bevegelsen har fragmentert svovelkisen og ny kvarts er avsatt i åpne rom. Et Fe-hydroksyd opptrer i sprekker og sammen med svovelkis.

Mellom kvartsåren med svovelkisdissiminasjon og grønnsteinen opptrer kvarts, svovelkis, epidot og bøyde stilpnomelannåler. Grønnsteinen består av mikrokrystallin kloritt med leucoxen, større kvartskorn og noe svovelkis.

Svovelkis har sub- til euhedral form, er oppsprukket og fragmentert og har størrelse 0,01 - 1,4 mm. Svovelkis har inneslutninger av sinkblende, kobberkis og magnetkis med størrelse < 0,01 mm.

Sinkblende har kornstørrelse 0,02 - 0,07 mm. Anhedrale korn opptrer blant kvarts og sammen med svovelkis. Noen korn har emulsjonslignende inneslutninger av kobberkis.

Kobberkis har kornstørrelse rundt 0,05 mm. Anhedrale korn opptrer i kvarts.



1 mm



Bilde 18. Fragmentert svovelkis i kvarts. Legg merke til kvartsen som har vokst vinkelrett ut fra korn grensene.

3.1.3. Viktoria.

Mineralinnhold for prøver V for Viktoria II er gitt i tabell 5.

Prøvetype	Sidesten, putelava		Vertsberg-art, putelava		Sidesten putelava	
	11m S	2m S	S i sonen	N i sonen	30cm N	10m N
Bergart	15	18	16	19*	14*	13*
Mineralinnhold (%) albitt	50	54	53	34	34	36
aktinolitt	19	14	13		43	24
kloritt	22	26	29	38	18	22
stilpnomelan				15	<1	10
kvarts		3		5		
epidot	3				<1	7
leucoxen	2	1		3	5	1
erts				5	<1	
magnetkis	4	2	5			
svovelkis		<1				

* tynnslip

Tabell 5. Mineralinnhold (%) for prøver V for Viktoria II.

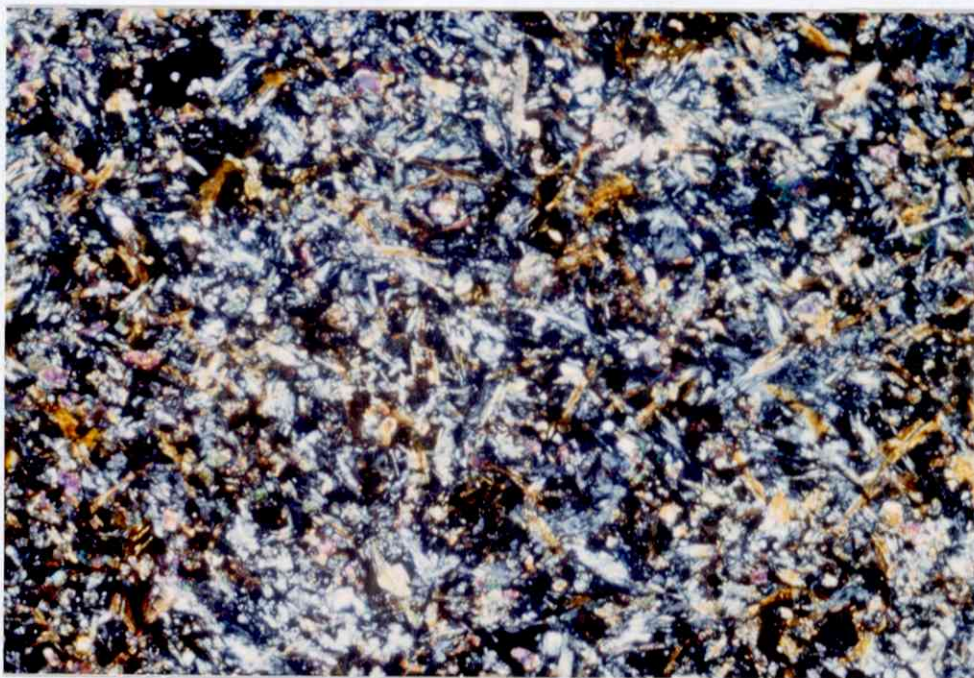
Ingen symmetrisk omvandling eksisterer inn mot den mineraliserte sonen. Det skyldes bl.a. forkastningen på N-siden av sonen (mellom prøve 14 og 19).

N for sonen er albittinnholdet lavere og aktinolittinnholdet høyere enn S for sonen.

På S-siden av sonen er overgangen mot sidebergarten gradvis. Albittinnholdet er jevnt unntatt N i sonen, hvor det er like lavt som på N-siden. Aktinolittinnholdet går mot null N i sonen. Klorittinnholdet øker inn mot sonen. Innholdet av kloritt og stilpnomelan er høyt N i sonen.

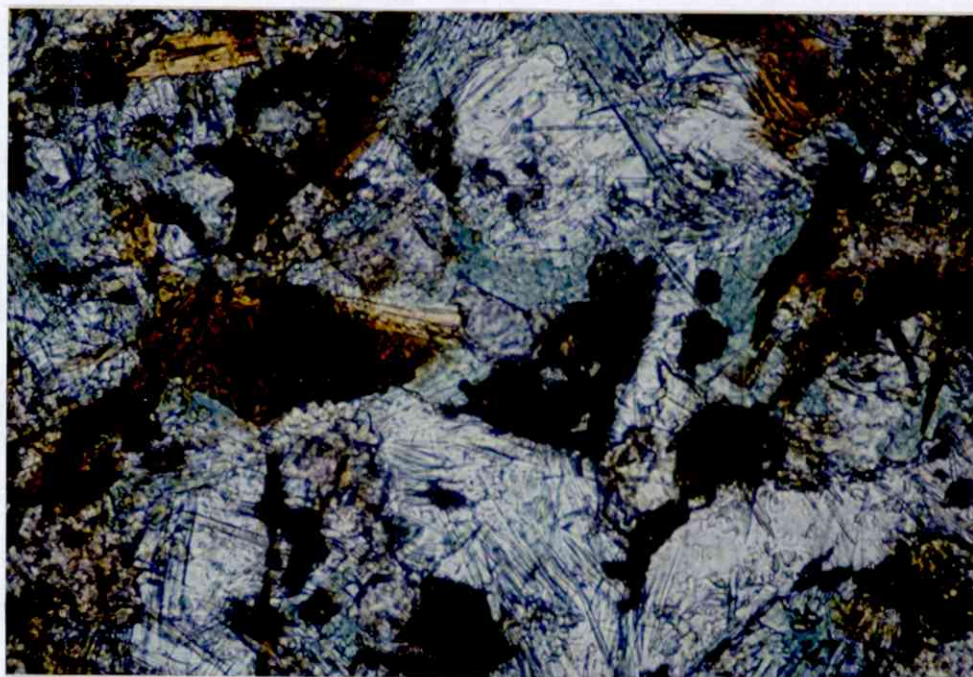
Beskrivelse av putelava fra slip av bergart 13 og 14.

Putelavaen er finkornet, jevnkornet og retningsløst kornet. Antall sprekker (bredde 0,01 - 0,5 mm) som er fylt med mikrokrystallin epidot, øker inn mot den mineraliserte sonen. Mineralinnholdet i prøvene varierer noe, men teksturen er lik. Aktinolit og stilpnomelan har nåleform.



1 mm

Bilde 19. Bergart 13. Putelava. X-nicols.

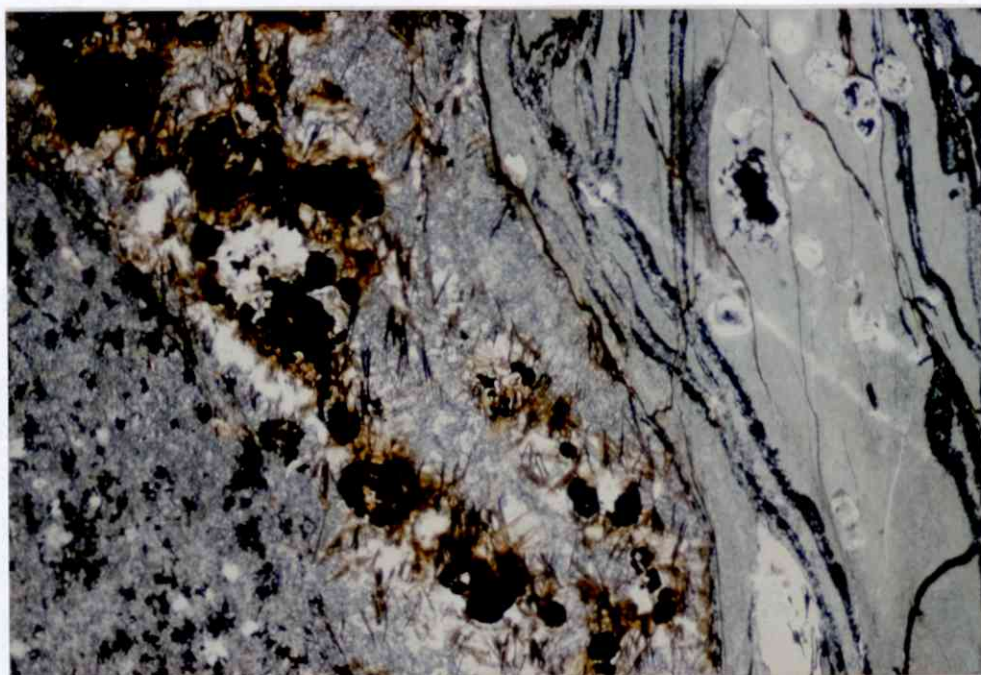


1/10 mm

Bilde 20. Bergart 13. Putelava. Grønne aktinolitnåler, brune stilpnomelannåler, lyse albittkorn, grønne klorittfelt og brun/grå epidot og leucosen.

Beskrivelse av putelava fra den mineraliserte sonen, bergart 19.

Putelavaen er mikrokrySTALLIN til finkornet med disseminasjon av svovelkis. Randsonen av puta var opprinnelig glass, men er nå nedbrutt til mikrokrySTALLIN kloritt med blærerom som er fylt med albitt, stilpnomelan, leucoxen og litt kloritt. Soner med leucoxen opptrer i randsonen. Sprekker fylt med et Fe-hydroksyd opptrer i hele bergarten. Erts og stilpnomelan opptrer spesielt innenfor randsonen. Innover i puta opptrer linseformete mikrokrySTALLINE felt med ca. 50/50 kloritt/albitt, stilpnomelan og leucoxen og uregelmessige felt med erts, stilpnomelan, kvarts og litt kloritt.



1 mm

Bilde 21. Putelava med devitrifisert randsoner til høyre i bildet.

Mineralinnhold for mineraliserte prøver fra Viktoria er gitt i tabell 6.

Viktoria		II					I
Bergart		20*	21*	23	24*	25	30*
Mineralinnhold (%)	kloritt	6	5	37	10	23	30
	kvarts	26	80	54	34	31	45
	stilpnomelan	<1	2	3	10		1
	epidot	<1		4			<1
	leucoxen					2	<1
	aktinolitt						<1
	albitt						<1
	svovelkis	68	7	1	43	43	10
	magnetkis	<1		2		1	4
	kobberkis	<1	6	1	2	<1	10
	sinkblende		<1		1		
	koboltglans		<<1				

* slip

Tabell 6. Mineralinnhold for mineraliserte prøver fra Viktoria II og Viktoria I.

De mineraliserte prøvene er kvarts- og klorittomvandlet. De inneholder en del stilpnomelan og mindre mengder epidot, leucoxen, aktinolitt og albitt. Svovelkis er det dominerende jernsulfidet. Innholdet av kobberkis er betydelig. I en del av prøvene er kobberkis- og svovelkisinholdet like høyt. Opptil 1 % sinkblende opptrer. Koboltglans i bergart 21 er observert i elektronmikroskop (se kapittel 3.1.4.).

Mineralenes opptreden fra slip av bergart 20,21,24 og 30.

I håndstykke er noen prøver uregelmessig båndet av skifrig grønnstein med svak disseminasjon og kvarts med uregelmessige årer av kobberkis, svovelkis og sinkblende.

Sonen har vært utsatt for deformasjon/skjærbevegelse. Deformasjonen varierer over sonen. En tydelig parallellstruktur består av myllonittiske grønnsteinssoner, mer kataklastiske kvartssoner og kvartssoner som ser ut til å være upåvirket av deformasjonen.

Kornstørrelsen er mikrokrySTALLIN til finkornet.

Grønnsteinssoner/fragmenter består av mikrokrySTALLIN kloritt, aktinolit, leucoxen, albitt, stilpnomelan, epidot og en amfibol.

Kvarts har kornstørrelse 0,02 - 1 mm. I kvartsrike soner er kornene rekrystallisert med polygonale korn grenser og relativt jevnkornet størrelse i linser eller soner. I soner med mye kobberkis og svovelkis er kornene store og avlange med interlobate korn grenser og undulerende utslukning. Kloritt, stilpnomelan og epidot har større kornstørrelse i sulfidrike soner enn ellers i bergarten.

Kloritt og stilpnomelan har størrelse $\leq 0,5$ mm. Stilpnomelannåler har vokst inn i sulfidene og er krystallisert etter disse. Epidot har størrelse 0,05 - 0,2 mm i runde snitt, er sonert og noen steder oppsprukket.

Sene sprekker med retning vinkelrett på parallellstrukturen er fylt med svovelkis, et Fe-hydroksyd og kvarts.

Fragmentert svovelkis med størrelse 0,01 - 1 mm opptre i kvarts. Store fragmenter har anhedral form. De har inneslutninger av kobberkis, magnetkis, sinkblende og silikatmineral med størrelse $< 0,2$ mm. Sprekker er fylt med kobberkis og silikatmineral. Mindre fragmenter har subhedral form.

Udeformerte kvartssoner inneholder euhedral svovelkis og sinkblenderike lag (se bilde 22).

I deformerte soner med kvarts, leucoxen og kloritt har svovelkis mye silikat inneslutninger, subhedral form eller opptre i lange soner. Denne svovelkisen er sannsynligvis post-tektonisk, fordi inneslutningene ser ut til å være en fortsettelse av strukturen utenfor svovelkisen.

I andre grønnsteinssoner er svovelkisen meget finkornet.

Sonert svovelkis med silikat inneslutninger og hull etter krystallflater, opptre i sammenhengende felt med klar type svovelkis (se bilde 25 side 61).

Blant kobberkis har svovelkis anhedral form. Kobberkis har sann-

synligvis fortrenget opprinnelige sub- eller euhedrale svovelkiskrystaller.

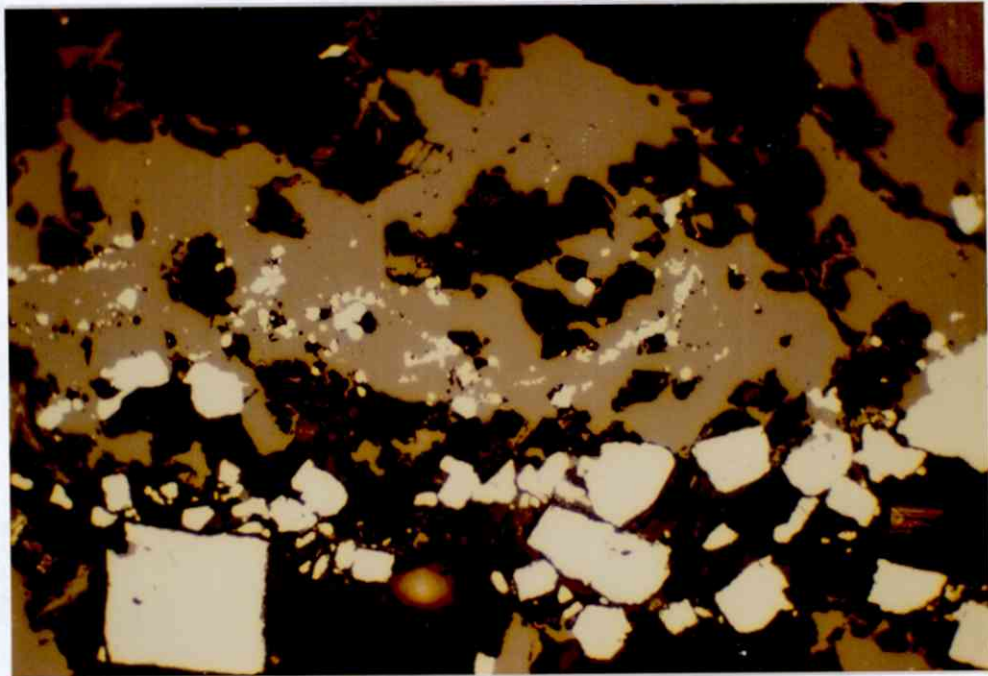
Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,35 mm.

Kobberkis har magnetkisinnestutninger med størrelse 0,01 - 0,03 mm.

Sinkblende har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,08 mm.

Sinkblende opptrer blant silikatmineral, sammen med svovelkis og kobberkis.

Når sinkblende opptrer i kobberkis har det kobberkisinnestutninger.



1/10 mm
└──────────┘

Bilde 22. Bergart 24. Sinkblende og euhedral svovelkis.

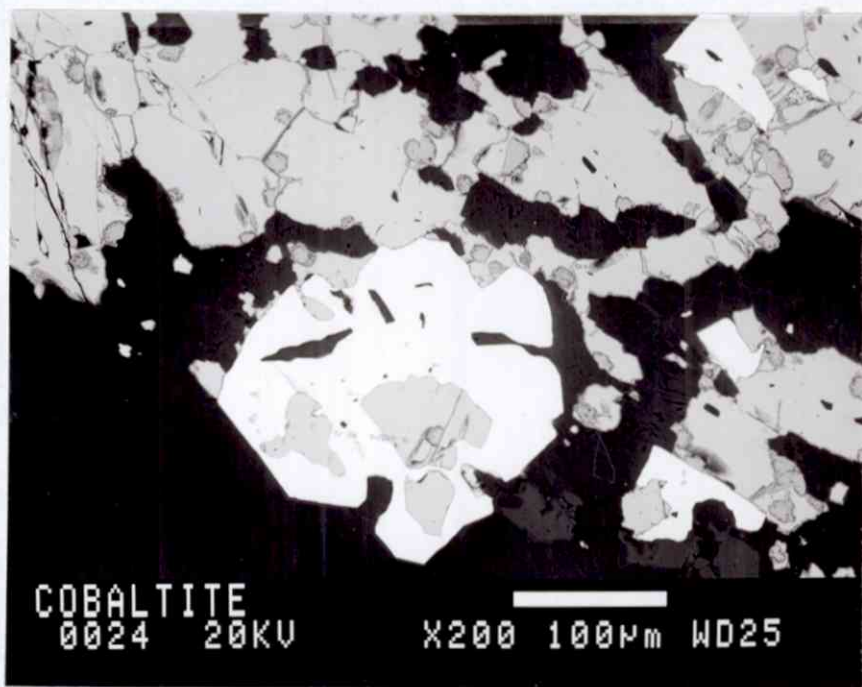
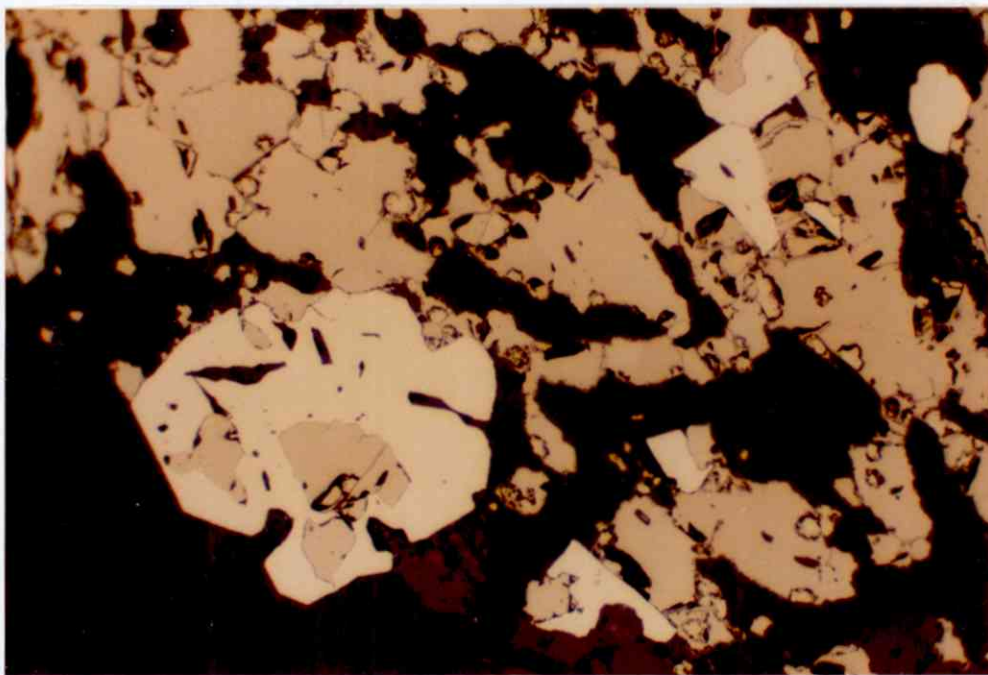
3.1.4. Koboltglans.

Koboltglans finnes i Gunna, skjerp nær gammel dam og Viktoria (h.h.v. prøve 5.12 og 21). Innholdet av koboltglans er < 1%. Innholdet er størst i prøve 5 og minst i prøve 21.

Koboltglans opptrer i magnetkis, svovelkis og kobberkis. Euhedrale krystaller og anhedrale korn forekommer. Euhedrale krystaller opptrer i magnetkis og kobberkis. Anhedrale korn opptrer i svovelkis og magnetkis.

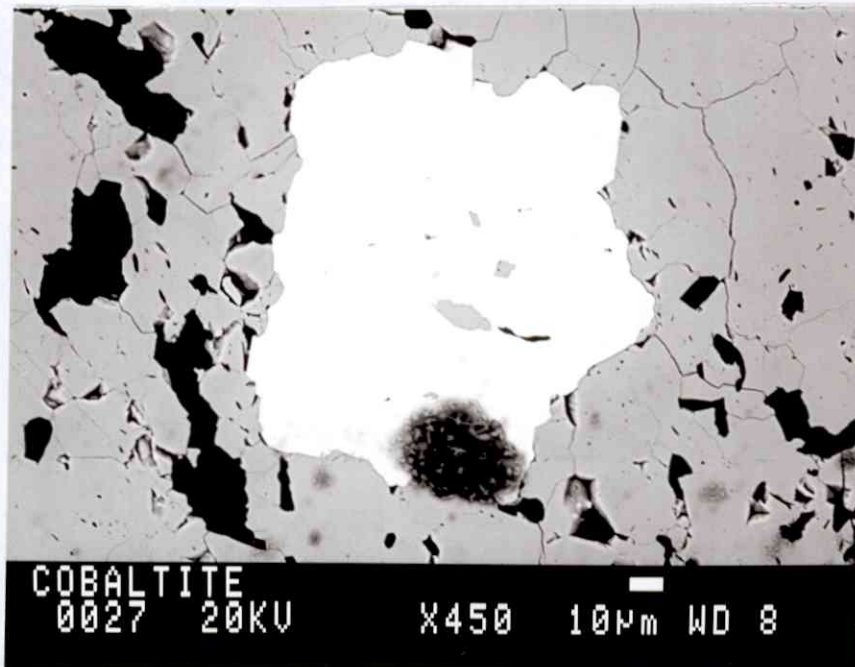
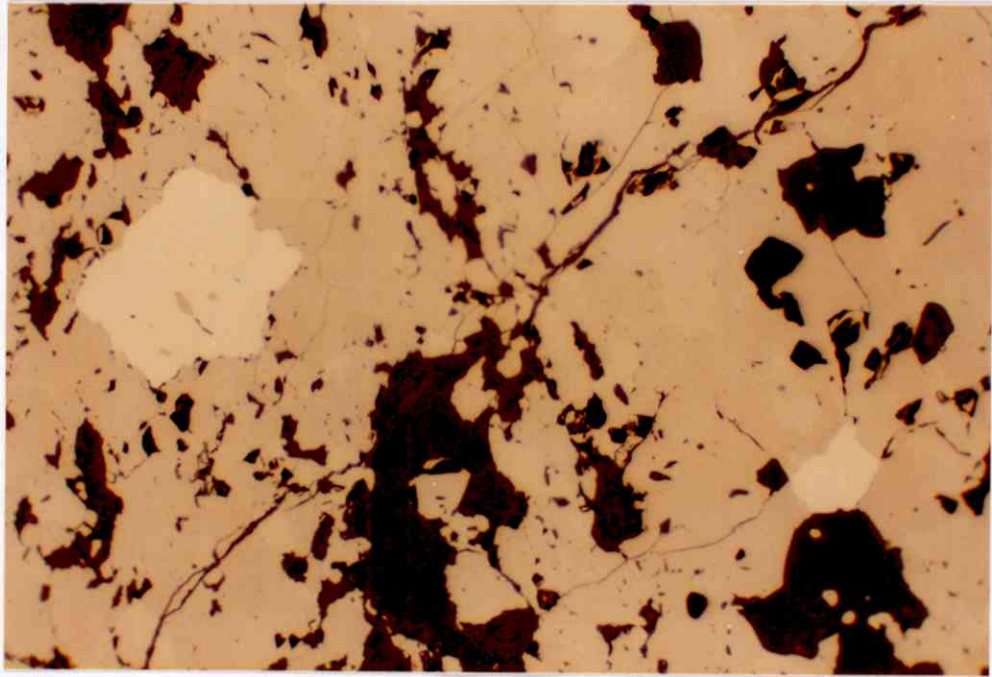
Mineralet er identifisert i elektronmikroskop (Scanning Electron Microscopy/SEM) ved Metallurgisk institutt, NTH. Metoden er kvalitativ og elementinnholdet måles punktvis i prøvene.

Koboltglans har kjemisk formel $(Co,Fe) As S$. Koboltinnholdet varierer fra 36 til 41%, jerninnholdet fra 4 til 8%, arseninnholdet fra 17 til 21% og svovelinnholdet fra 35 til 39%. Punktanalyser på magnetkis, kobberkis og svovelkis viser at mineralene inneholder ca.4% kobolt. Dette er ikke tilfelle for prøve 21.



Bilde 23. Bergart 5. Euhedral rosettlignende koboltglans og mindre subhedrale korn i magnetkis og silikatmineraler. Magnetkis viser fugle-
øye-tekstur. Koboltglans har inneslutninger av magnetkis (poikiloblastisk
tekstur).

- a) Bildet er tatt i pålysmikroskop.
- b) Bildet er tatt i elektronmikroskop.



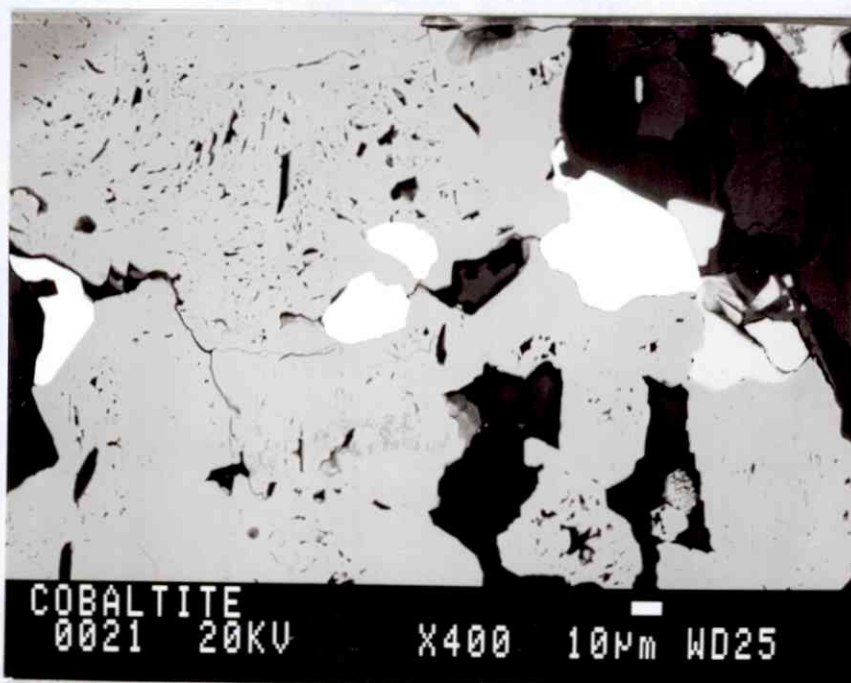
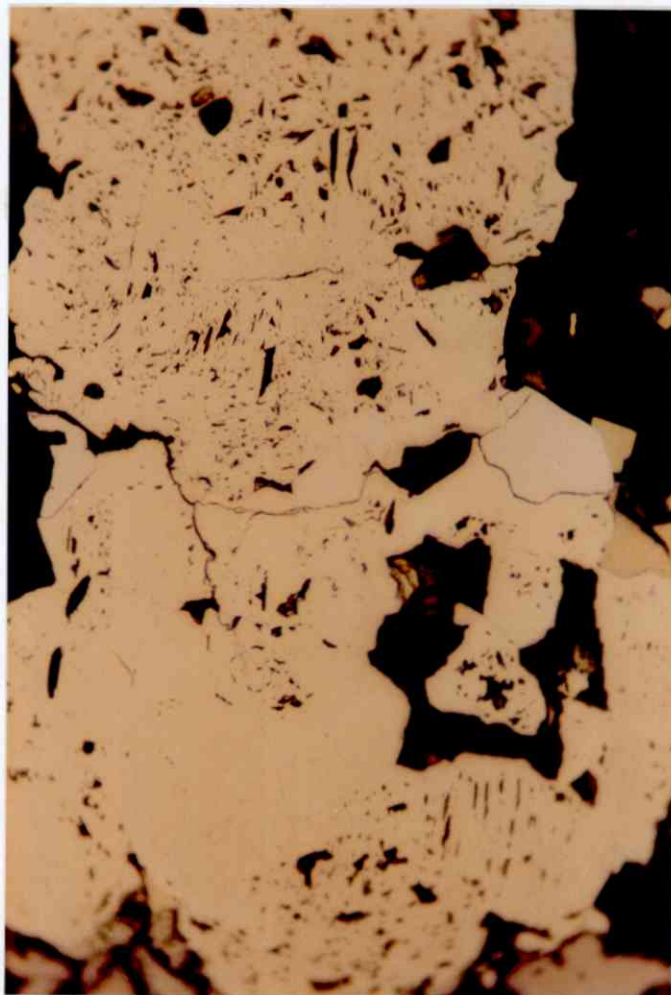
Bilde 24. Bergart 12.

- a) To anhedrale koboltglanskorn i magnetkis. Det største har innestutninger av magnetkis.
- b) Elektronmikroskopbilde. Bildet viser det største kornet fra bilde a.

Bilde 25. Bergart 5.

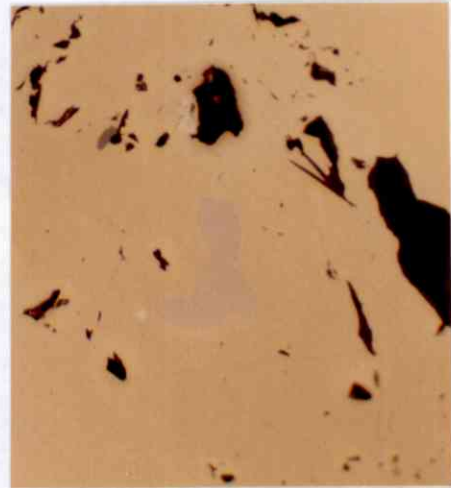
4 anhedrale koboltglanskorn i svovelkis. Sonert type svovelkis og klar type svovelkis opptrer i sammenhengende felt. To kobberkiskorn er tilstede til høyre.

- a) Koboltglanskornene er hvitere enn svovelkis (bildet er tatt med 25 x oljeobjektiv).
- b) Koboltglanskornene er de lyseste på elektronmikroskopbildet.



Bilde 26. Bergart 21.

Magnetkis og koboltglans som innelutninger i kobberkis.



a) Bildet er tatt i pålysmikroskop. Koboltglaukonitkristallen er det lyse punktet foran "magnetkis-støvelen".

b) Elektronmikroskopbilde. Den euhedrale koboltglaukonitkristallen kommer tydelig fram.



3.2. Mineralogi og petrografi i Resfjellet.

Mineralinnhold for prøver fra skjerp III er gitt i tabell 7.

Prøvetype	Sidesten		Mineraliserte kvartsårer			Mineralisert grønnstein			
Bergart	47	40*	42*	46*	48	41*	43*	44	45
albitt	62	62	2		4	29		21	31
kloritt	14	15		<1	1	21	13	6	35
aktinolitt	13	15							
kvarts			76	79	51	1	10	15	1
stilpnomelan	<1		11	4	8	33	49	29	16
epidot	11					<1	1		
leucoxen	<1	1				<1		<<1	<<1
magnetkis	<1	7	<1	12	3	7	16	12	10
kobberkis			1	<1		<1	9	3	<1
svovelkis	<1		<1	5	27	9	2	14	7
sinkblende			10	<1	6		<1		

* slip

Tabell 7. Mineralinnhold(%) for prøver fra skjerp III.

Mineralinnhold for prøver fra skjerp I, skjerp II og Rustdalen er gitt i tabell 8.

Beliggenhet	Skjerp I				Skjerp II	Rustdalen
	Vertsbergart		Mineraliserte kvartstårer		Mineralisert grønnstein	
Bergart	51	49	50*	52*	53	54*
Mineralinnhold (%) albitt	47	15			8	49
kloritt	24	66	3	8	10	5
aktinolitt	15					33
kvarts	6	18	95	69	69	4
epidot	3	1		1		
stilpnomelan					2	
kalkspat				6		
leucoxen	<<1	<<1				
magnetkis	5	<<1	1	12		<1
kobberkis			1	2	10	<1
svovelkis	<1	<<1	<1	2	1	9
sinkblende			<1			

* slip

Tabell 8. Mineralinnhold (%).

Sidestenen til skjerpene i Resfjellet er en grønnstein. Denne består av albitt, aktinolitt, kloritt og epidot.

De mineraliserte grønnsteinene har et lavere albittinnhold enn sidestenen. Aktinolittinnholdet er forsvunnet. Et unntak er prøven fra Rustdalen, som har et høyere aktinolittinnhold. Stilpnomelan og kvarts er tilført i de mineraliserte grønnsteinene. De mineraliserte kvartsårene inneholder stilpnomelan og små mengder kloritt og albitt. Innholdet av magnetkis, kobberkis, svovelkis og sinkblende varierer i prøvene. Sinkblendeholdet er generelt høyere i kvartsårer enn i grønnstein.

Beskrivelse av sidesten, bergart 40.

Grønnsteinen er finkornet, jevnkornet og retningsløst kornet. Teksturen er lik teksturen i bergart 13 og 14 fra Grefstadfjellet (se bilde 19 og 20 side 53). Litt magnetkis er samlet i uregelmessige felt.

Beskrivelse av bergart 41, vertsbergart.

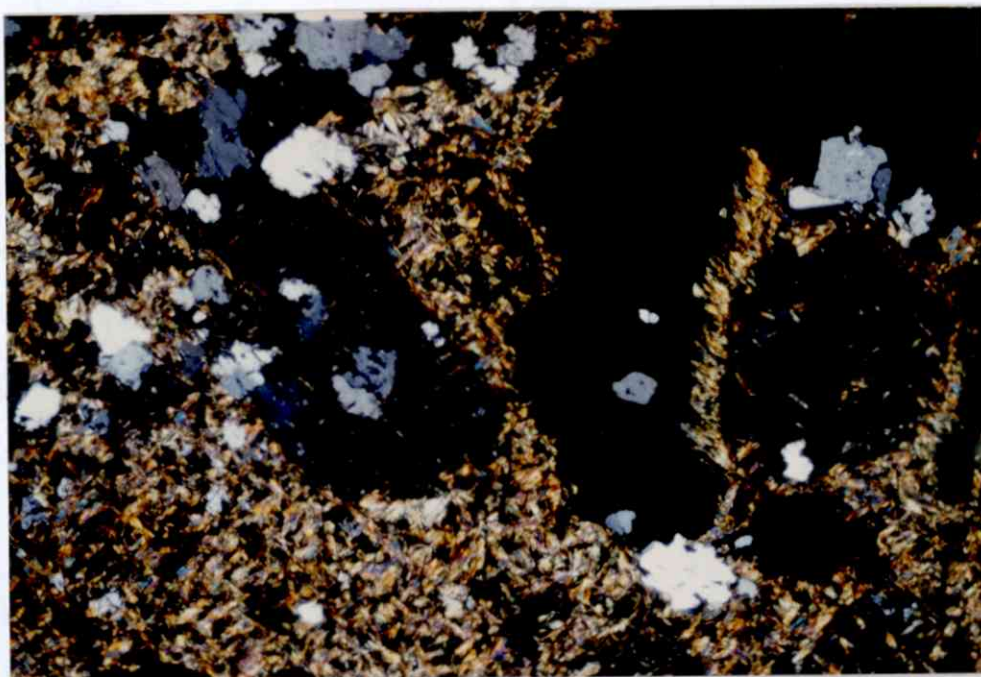
Grønnsteinen er mikrokrystallin til finkornet. Den består av stilpnomelan, albitt og kloritt med små mengder kvarts, epidot og leucoxen. Innholdet av stilpnomelan, albitt og kloritt varierer i felt (se bilde 27 side 66).

Stilpnomelannåler har lengde 0,05 - 0,2 mm. Albitt har kornstørrelse 0,05 - 0,4 mm. Albitt-tvillinger opptrer. Epidot har størrelse 0,07 - 0,1 mm i runde snitt.

Sulfidene opptrer i uregelmessige felt.

Svovelkis har anhedral kornform blant magnetkis. Svovelkisen er oppsprukket med magnetkis i sprekke. Magnetkiskornene er svakt oppsprukket. En del korn har undulerende utslukning. Litt kobberkis er tilstede. Stilpnomelan har vokst inn i magnetkis og kobberkis.

Svovelkis har kornstørrelse 0,02 - 0,1 mm. Magnetkis og kobberkis har kornstørrelse 0,01 - 0,4 mm.



1 mm



Bilde 27. X-nicols. Bilde viser albitt, stilpnomelan, kloritt og erts. De mørke runde feltene er klorittrike.

Beskrivelse av sulfidene i bergart 43.

Sulfidene opptrer som disseminasjon og årer i grønnstein.

Mineralene er parallellorientert i felt. Et silikatmineral og svovelkis er "utstrukket" i lengderetningen og oppsprukket vinkelrett på lengderetningen. Silikatmineralet har lengde $\leq 1,6$ mm. Kobberkis og magnetkis finnes i sprekkene. Svovelkis har anhedral kornform og lengde 1,2 - 2,5 mm. Magnetkis, kobberkis og silikatmineral opptrer som inneslutninger og sprekkfylling.

Blant kobberkis er ikke magnetkisen fortrengt. Det er den derimot andre steder. Magnetkisen er fortrengt langs korn grenser som tynne render, fugleøyne eller kløvkontrollerte "parallele fjær". Fortrengningsproduktet er en finkornet masse med svovelkissammensetning.

Magnetkis har kornstørrelse 0,02 - 0,15 mm. Kobberkis har kornstørrelse $< 0,01 - 1,6$ mm. Subhedrale svovelkiskorn har størrelse 0,01 - 0,7 mm. Sinkblende har kornstørrelse 0,01 - 0,03 mm. Stilpnomelan opptrer sammen med sulfidene.

Beskrivelse av malmineraler knyttet til kvartsårer,
fra bergart 42, 46 og 50.

Malmineralene opptrer disseminert og som årer i kvarts. Mengdeforholdet mellom mineralene varierer fra prøve til prøve.

Magnetkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,8 mm. Noen korn viser fortregningstekstur langs korn grenser.

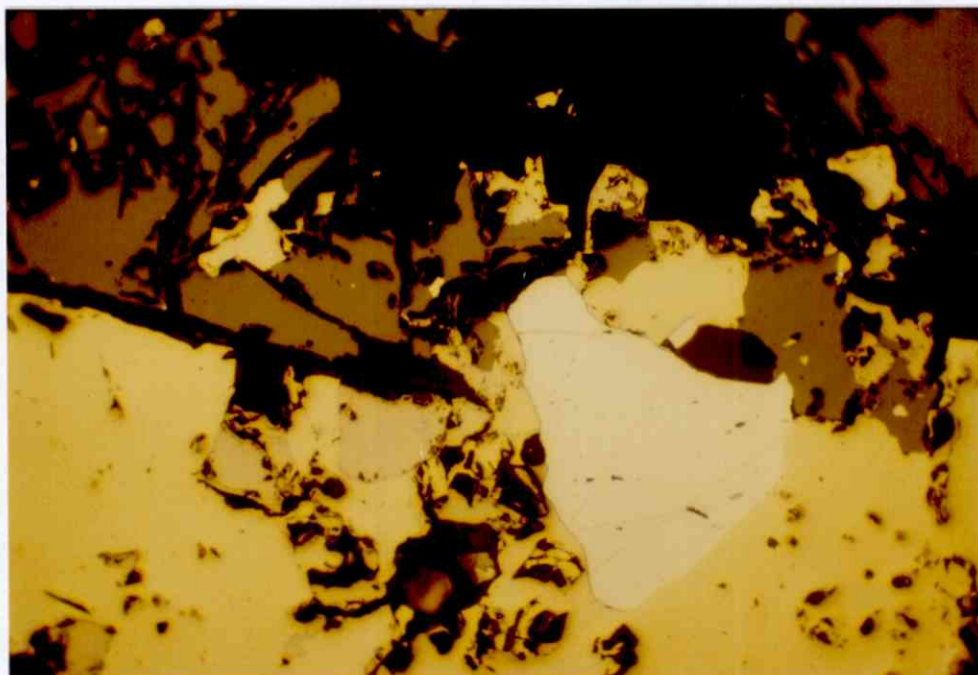
Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 1 mm.

Svovelkis har subhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,2 mm. Blant kobberkis har svovelkis anhedral kornform. Kobberkis har fortrenget svovelkis.

Sinkblende har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 1,2 mm. Sinkblende har inneslutninger av magnetkis, kobberkis og silikatmineral. Magnetkisinneslutningene har størrelse \leq 0,02 mm. De andre er \leq 0,005 mm.

Kvarts har polygonale korn grenser. Sprekker som er yngre enn sulfidene er tilstede.

Stilpnomelan har vokst inn i sulfidene og krystallisert etter disse.



1/10 mm
|-----|

Bilde 28. Bergart 42. Kobberkis med anhedral svovelkis, delvis fortrenget magnetkiskorn, sinkblende og stilpnomelannåler.

Beskrivelse av bergart 52.

Malmmineralene er disseminert i kvarts og grønnsteinsfragmenter.

Bergarten er finkornet til mikrokrystallin. Avlange og linseformete felt består av mikrokrystallin kvarts, kloritt, leucoxen, epidot og større feltspatkorn. Kvarts opptrer mellom feltene.

Kvarts har kornstørrelse 0,05 - 0,5 mm. Kloritt har størrelse 0,05 - 0,5 mm. Store korn opptrer rundt sulfider. Kalkspat har poikiloblastisk tekstur og størrelse rundt 0,4 mm.

Magnetkis har anhedral kornform og størrelse 0,015 - 0,25 mm. Fugleøye-tekstur opptrer langs korn grenser (superagen omvandling). Korn med deformasjonslameller og undulerende utslukning er tilstede. Noen enkeltkorn har subhedral, heksagonal form.

Svoelkis har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 2 mm. Kornene er avlange med sprekker vinkelrett på lengderetningen. Kornene har inneslutninger av kobberkis og magnetkis i sprekker.

Kobberkis har kornstørrelse 0,01 - 0,05 mm.

Sene sprekker med et jernoksyd er tilstede.

Beskrivelse av malmmineralene i Rustdalen.

Svoelkis er disseminert i en albitt- og aktinolittrik grønnstein. Svoelkis er disseminert i felt med størrelse 1 - 2 cm og 1 - 2 mm.

Svoelkis har subhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,4 mm. I store felt har svoelkis inneslutninger av magnetkis, kobberkis og silikatmineral med størrelse 0,01 - 0,02 mm. Svoelkisen er svakt oppsprukket. Innholdet av små silikat inneslutninger varierer. Svoelkis er disseminert i grønnsteinen, enten alene eller sammen med magnetkis.

Magnetkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,5 mm. Magnetkis er disseminert i grønnstein. I store felt med svoelkis opptrer små magnetkiskorn langs svoelkisens korn grenser.

Kobberkis har anhedral kornform. Små korn opptrer blant svoelkis, magnetkis og silikatmineral.

4. ANALYSERESULTATER.

4.1. Analyseresultater for bergartsprøver.

4.1.1. Klassifikasjon av bergartenes opprinnelse.

Ti, Zr og Y er "inkompatible" element (dvs. at de anrikes jevnt under differensiasjonen av basalter). Elementene brukes derfor til å klassifisere bergarters primære karakter. Tidligere undersøkelser i områdene har fastslått at bergartene er basaltiske. Prøvene er derfor plottet i Ti - Zr, Ti - Cr og Ti - Zr - Y diagram som er beregnet for klassifikasjon av basalter. Prøvene fra skjerpert i gabbro (1,2 og 3) er ikke plottet. Svært sulfidrike prøver (25,29 og 41) er ikke plottet i Ti - Zr og Ti - Cr diagrammene.

I Ti - Zr diagrammet (se fig. 16) plotter prøvene i og nærmest feltet for havbunnsbasalter. Prøve 32, 8 og 26 plotter i forlengelsen av feltet, i fortsettelsen av differensiasjonstrenden for basalter. Ti- og Zr-innholdet øker ved differensiasjonen, for så og avta. I prøve 8 og 26 har Ti-innholdet begynt å avta. I Ti-Cr-diagrammet (se fig. 17) plotter de fleste prøvene på OFB -siden av linja. Prøve 32, 8 og 26 plotter også her i fortsettelsen av differensiasjonstrenden for basalter (Cr-innholdet avtar ved differensiasjonen).

Diagrammene viser at prøve 32, 8 og 26 er fra differensierte bergarter. Det er sannsynlig at deres opprinnelige sammensetning (prøvene er omvandlet) ikke vil tilfredsstillende kravet for plotting i diagrammene (dvs. at $MgO + CaO = 12 - 20 \%$). De burde derfor strengt tatt ikke vært plottet og kan ikke brukes til klassifikasjon.

I Ti - Zr - Y-diagrammet (se fig. 18) plotter prøvene i OFB/LKT feltene. Bergartene er ikke av øybue-type, men er havbunnsbasalter som vist i fig. 16 og 17. Prøve 8 og 26 plotter også her med avtagende Ti-innhold pga. differensiasjonsgraden.

4.1.2. Bergartsanalysene fra Gunna.

Prøve 1 er en mineralogisk omvandlet gabbro med normal kjemisk sammensetning. Prøve 2 og 3 er sterkt mineralogisk omvandlet og har et høyere

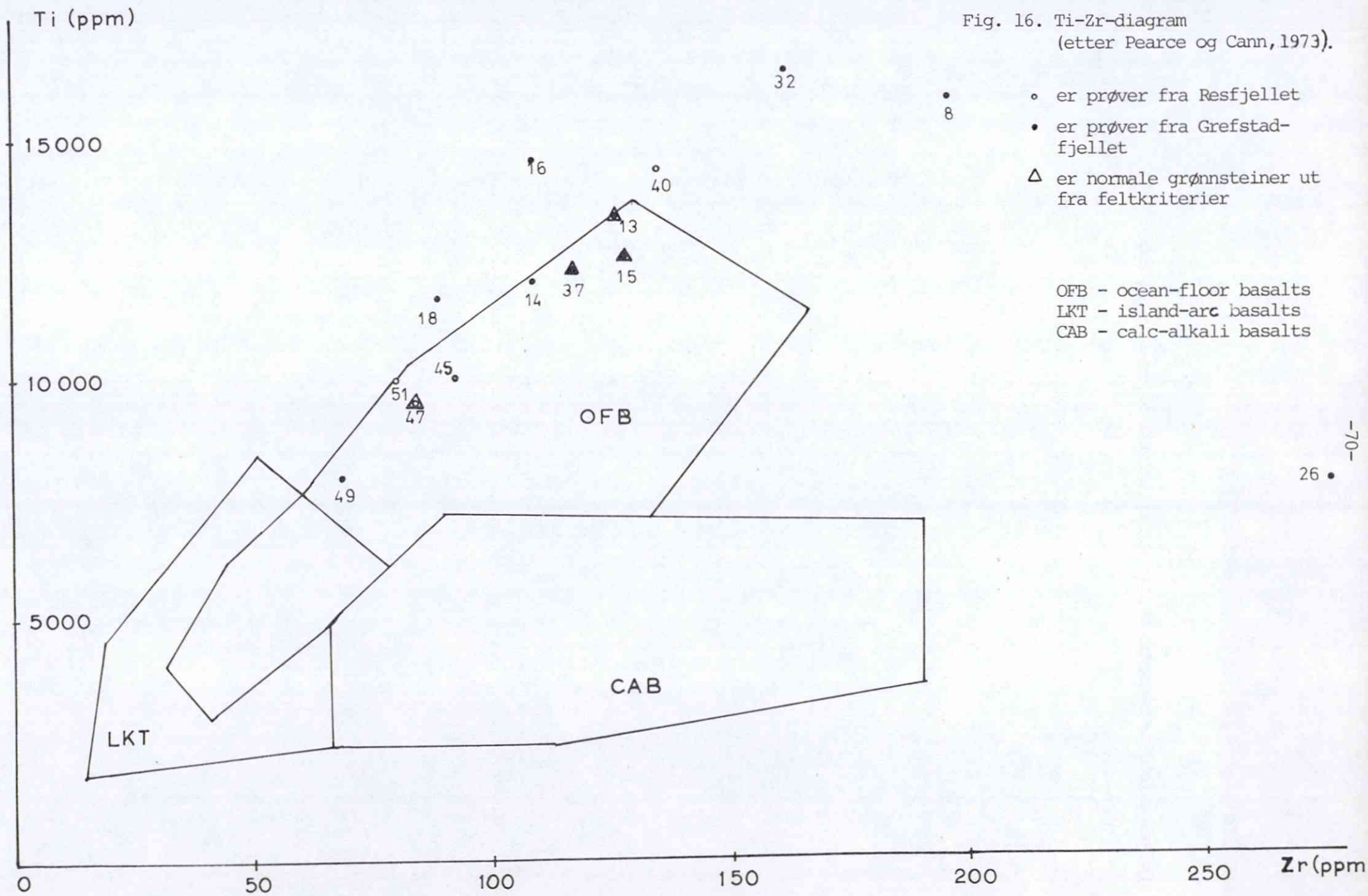


Fig.17. Ti-Cr-diagram (etter Pearce, 1975).

Tegnene er de samme som i fig.16.
Prøve 8 og 26 har < 5% Cr. Disse
er plottet med 5%.

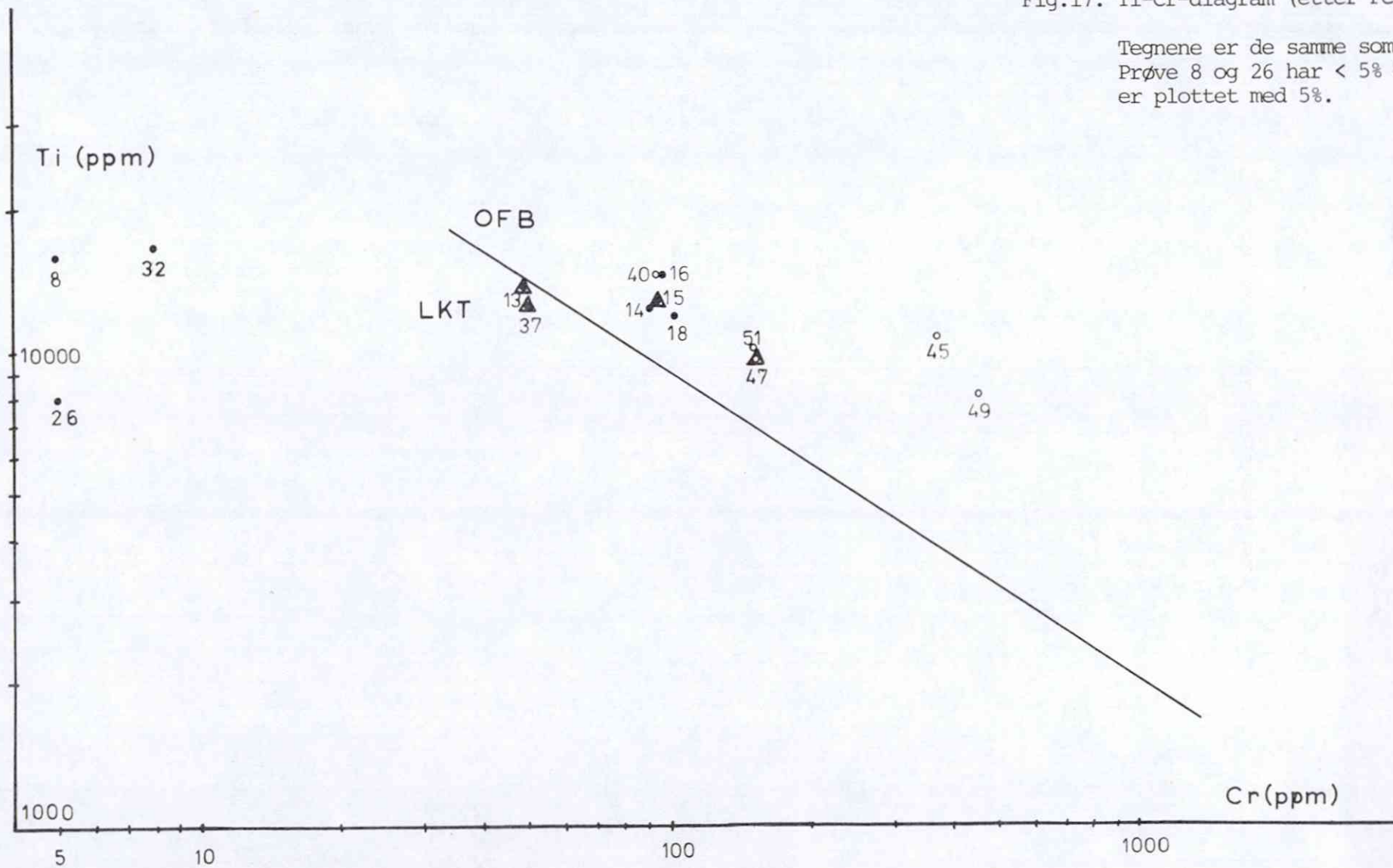
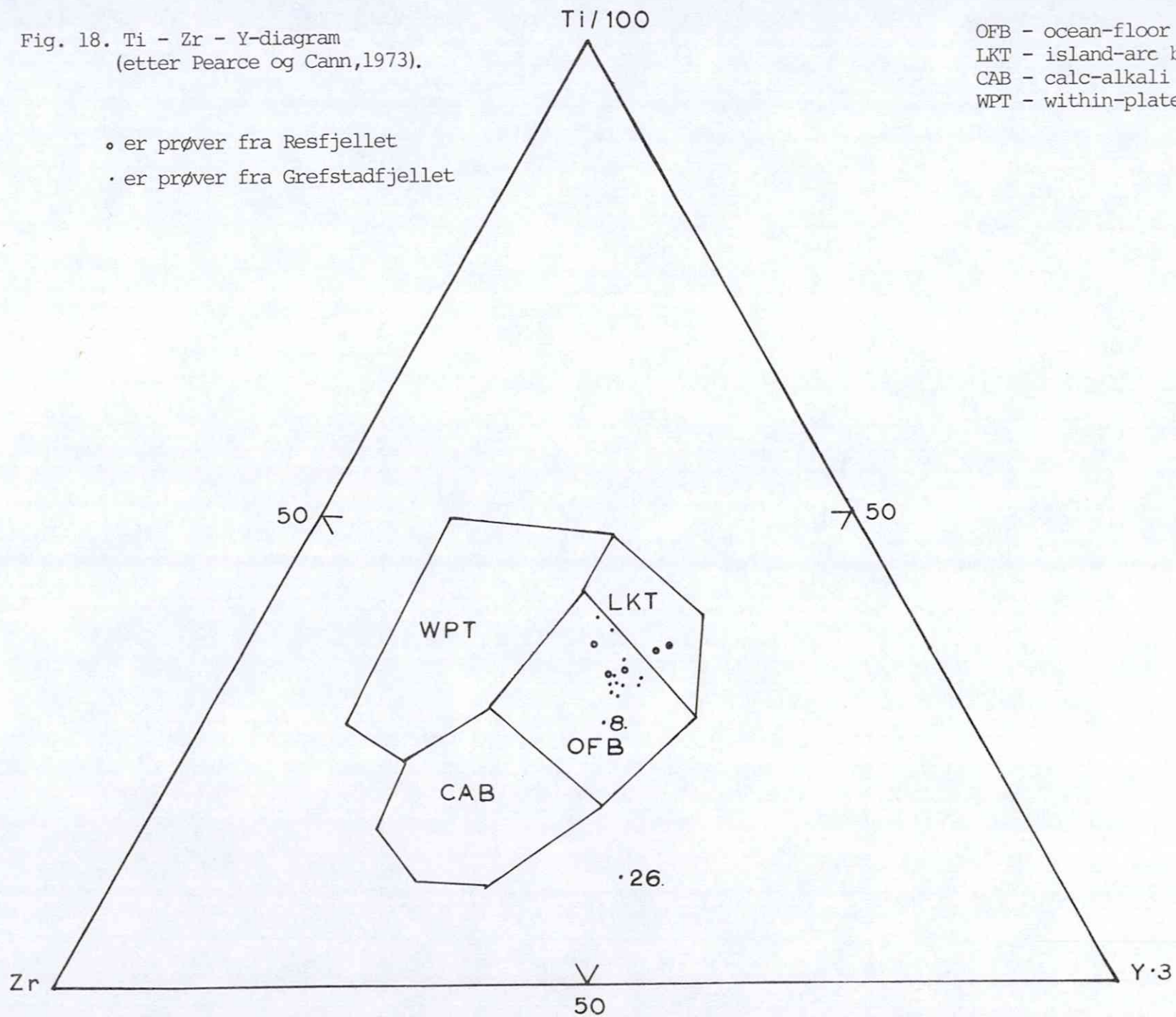


Fig. 18. Ti - Zr - Y-diagram
(etter Pearce og Cann, 1973).

- er prøver fra Resfjellet
- er prøver fra Grefstadvfjellet

OFB - ocean-floor basalts
LKT - island-arc basalts
CAB - calc-alkali basalts
WPT - within-plate basalts



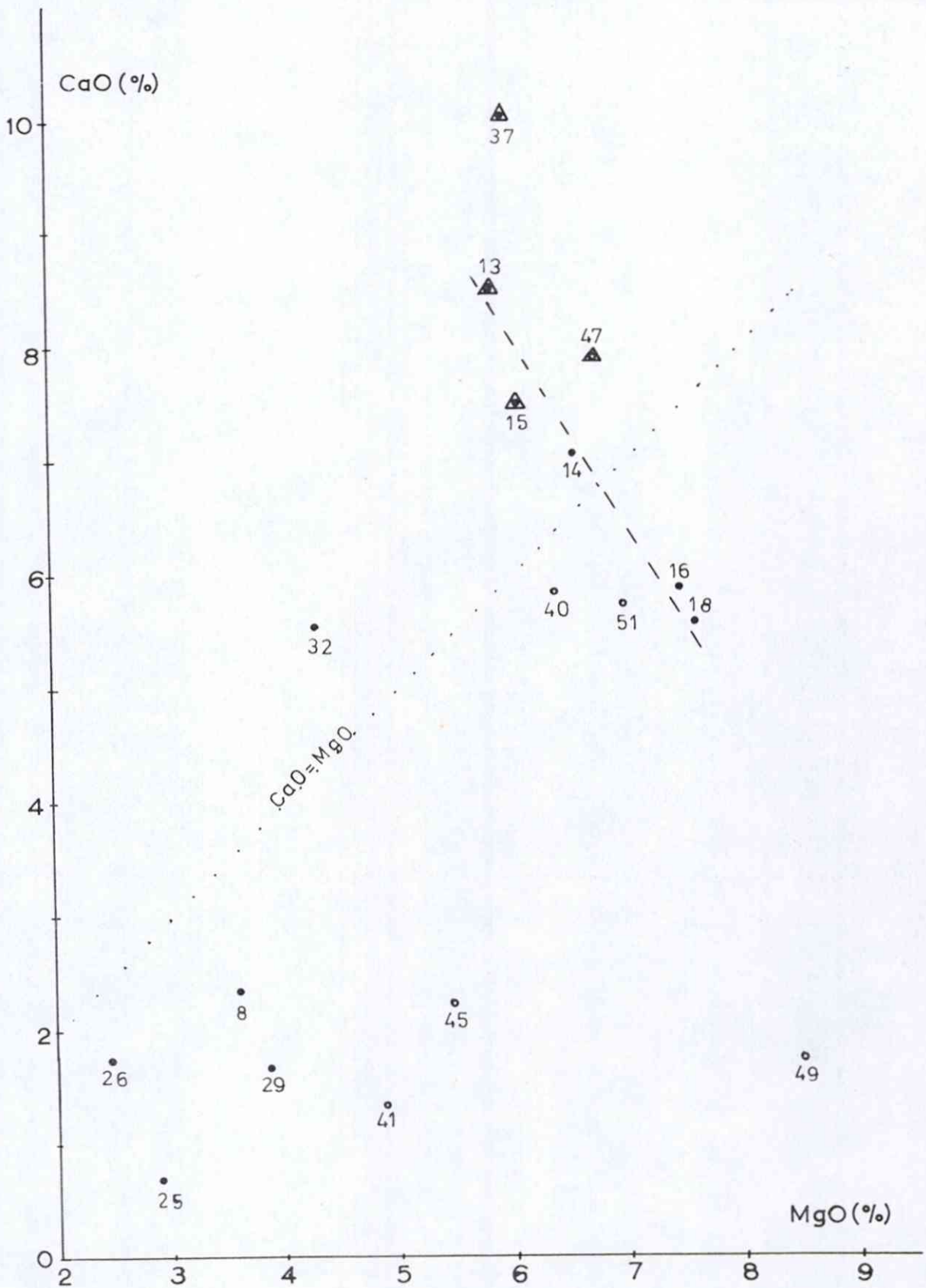


Fig. 19. CaO mot MgO. Normale grønnsteiner har høyest CaO/MgO-forhold. Omvandlede prøver har lavt CaO/MgO-forhold. Tegnene er de samme som i fig.16.

Ti-, Y- og Sr-innhold enn gabbroen. Bergart 3 har også et høyt P- og Zr-innhold. Den store variasjonen i stabile elementer tyder på at prøve 2 og 3 hadde en opprinnelig sammensetning forskjellig fra gabbroen. Det kan skyldes primære variasjoner i gabbroen eller at prøvene opprinnelig var ganger. Innholdet av Cr og Ni avtar og Fe-innholdet øker fra prøve 1 til 3. Prøve 2 og 3 har lave innhold av Na₂O og K₂O.

4.1.3. Geokjemisk omvandling.

I følge M.J.Möttl, 1983, avtar CaO/MgO-forholdet ved omvandling. CaO mot MgO er plottet i fig.19. Grønnsteiner som er normale ut fra feltkriterier, har høyest CaO/MgO-forhold (1,18 - 1,69). Prøve 8,25,26,29, 41,45 og 49 har lave CaO/MgO-forhold (0,2 - 0,71). Disse bergartene er også omvandlet ut fra feltkriterier (de har bl.a. mørk grønn farge som tyder på klorittomvandling).

Prøvene som er tatt V for Viktoria II, plotter langs en rett linje med vinkelkoeffisient $\sim - 0,7$. Det er sannsynlig at prøvene hadde lik opprinnelig sammensetning og de bør derfor kunne sammenlignes med hverandre. De mest omvandlete prøvene er prøve 16 og 18 med CaO/ MgO-forhold lik 0,79 og 0,73. Disse har lavt CaO-innhold og høyt MnO-innhold. Når det gjelder sporelementinnhold så er Zn- og Cr-innholdet høyt, h.h.v. 200 og 184 ppm og 95 og 102 ppm og Sr-innholdet er lavt, h.h.v. 19 og 20 ppm.

De sterkest omvandlete prøvene fra Grefstadjellet (8,25,26 og 29) har høyt totaljerninnhold(27-37%). I prøve 25 og 29 inngår mye jern i sulfider. En del av jernet inngår også i silikatmineraler som f.eks. i Fe-rik kloritt. Innholdet av CaO og MgO (se fig.19), Na₂O (< 1,3%) og Al₂O₃ (4,25 - 11%) er lavt, selv om noe av det lave innholdet i prøve 25 og 29 skyldes fortynning med sulfider. Verdiene er sammenlignet med normale grønnsteiner i området. Når det gjelder sporelementer så er innholdet av Cu, Zn og Co høyt, spesielt i prøve 25 og 29, noe som skyldes sulfidene. Innholdet av Sr er lavt i alle prøvene (< 5 - 11 ppm).

De sterkest omvandlete prøvene fra Resfjellet (41,45 og 49) har lavt SiO₂-innhold (35 - 43%) og høye Fe₂O₃-innhold (22-33%). I prøve 41 foreligger en god del jern som sulfid, noe som gjør at prøven er fortynnet m.h.t. andre elementer. Dette betyr at punktene i fig.19 egentlig plotter lenger opp mot høyre (det gjelder også for prøve 25 og 29). Prøvene har lavt CaO- og Na₂O-innhold, h.h.v. 1,33 - 2,25% og 0,9 - 1,7%. Innholdet av Cu og Co er høyt, h.h.v. 875 ppm - 0,39% og 101 - 168 ppm. De høyeste verdiene

forekommer i prøve 41, som er rikest på sulfider. Sr-innholdet er lavt (25 - 48 ppm). Prøve 41 og 45 har høyt innhold av Zn, Rb og Ba, h.h.v. 246 og 321 ppm, 33 og 26 ppm og 276 og 195 ppm og lavt innhold av Ni, h.h.v. 27 og 37 ppm.

Analyseverdiene for de mobile elementene fra sonen V for Viktoria II og skjerp III er plottet i fig. 20 og 21. To normale grønnsteiner fra Grefstadjellet med tilsvarende TiO_2 -innhold er plottet som bakgrunnsverdi i fig. 20. Verdiene er plottet over prøvenes beliggenhet. Prøvene fra skjerp III er plassert etter økende omvandlingsgrad. Tre normale prøver fra Resfjellet er plottet som bakgrunnsverdi. Bakgrunnsverdiene er analysert tidligere (upubliserte data fra Tor Grenne).

Analyseverdiene er omtalt ovenfor.

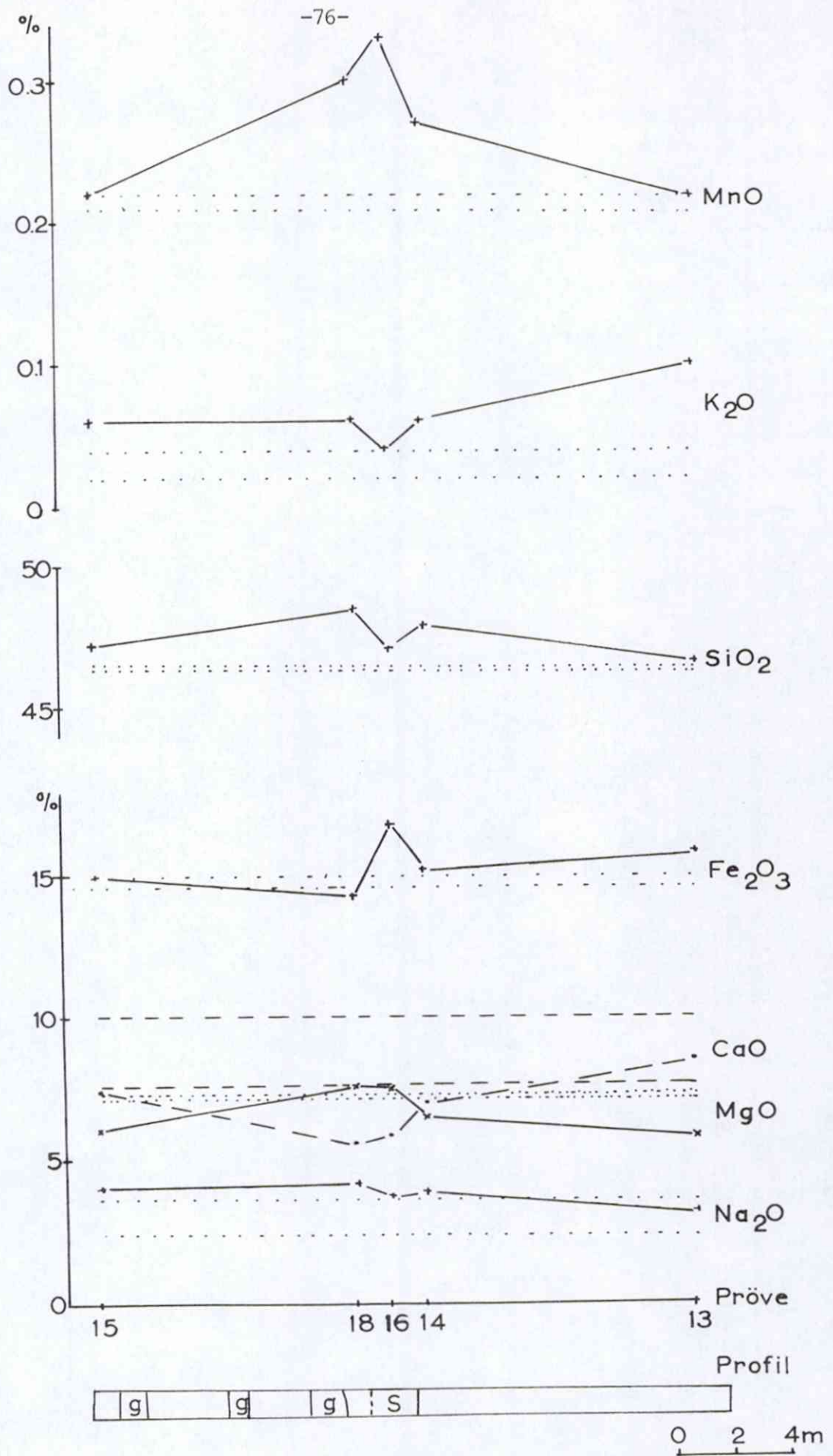


Fig.20. Del 1. Mobile elementers fordeling over sonen V for Viktoria II. (se profil b' - b, fig. 10 s.28).

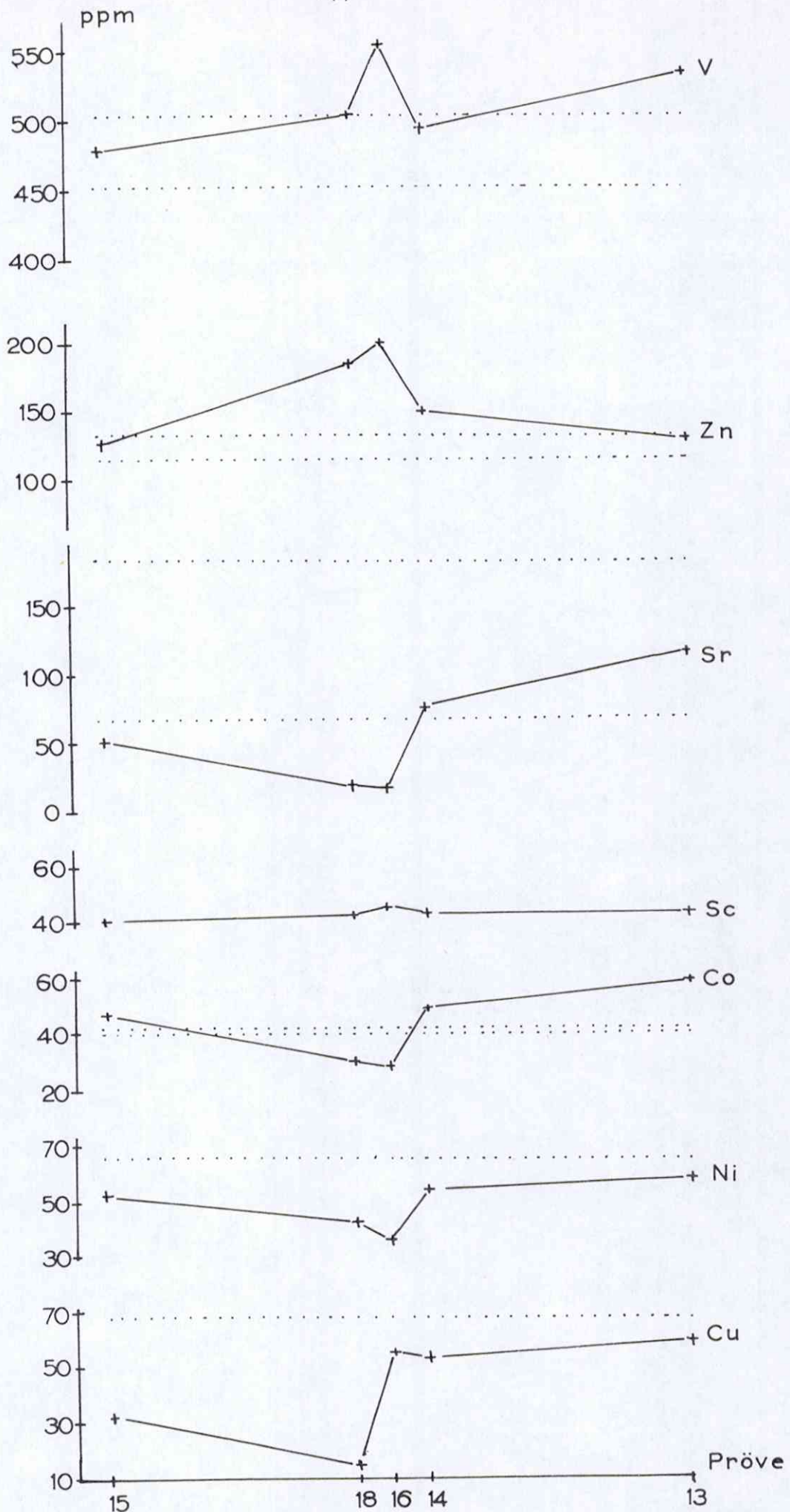


Fig.20. Del 1. Mobile elementers fordeling over sonen V for Viktoria II (se profil b' - b_v fig.10 s. 28).

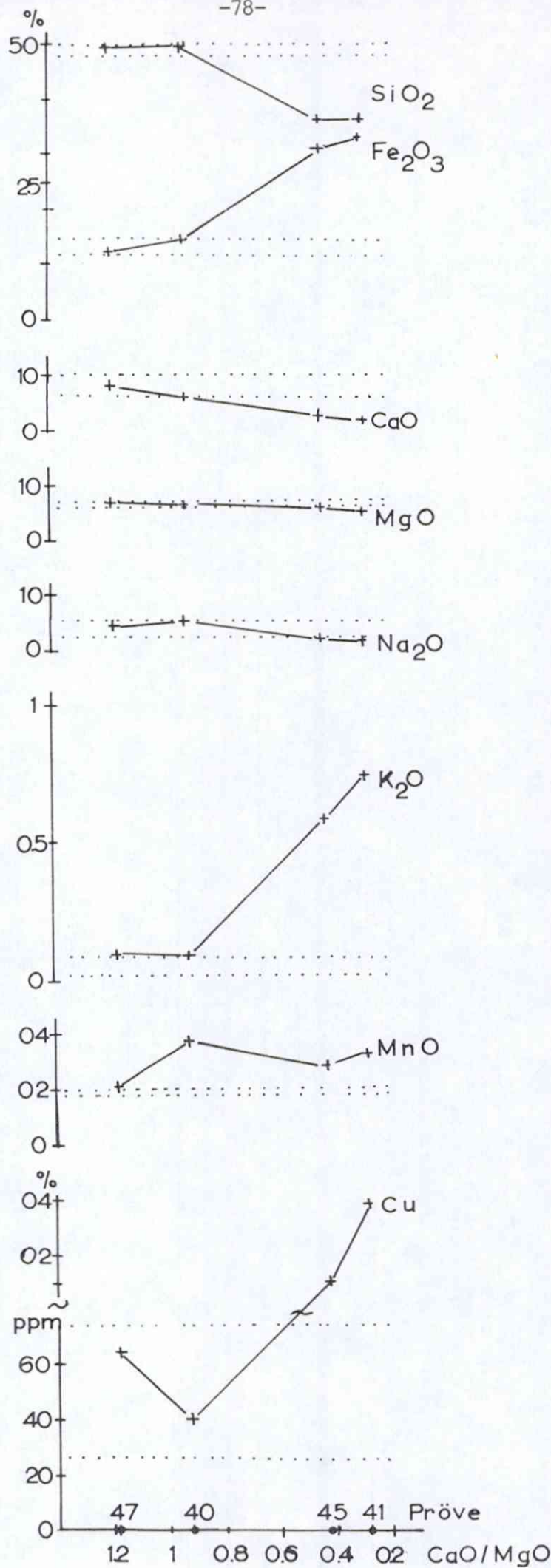


Fig.21. Del 1.
Mobile elementer fra skjerp III. Prøvene er plassert etter økende omvandlingsgrad (avtagende CaO/MgO-forhold).

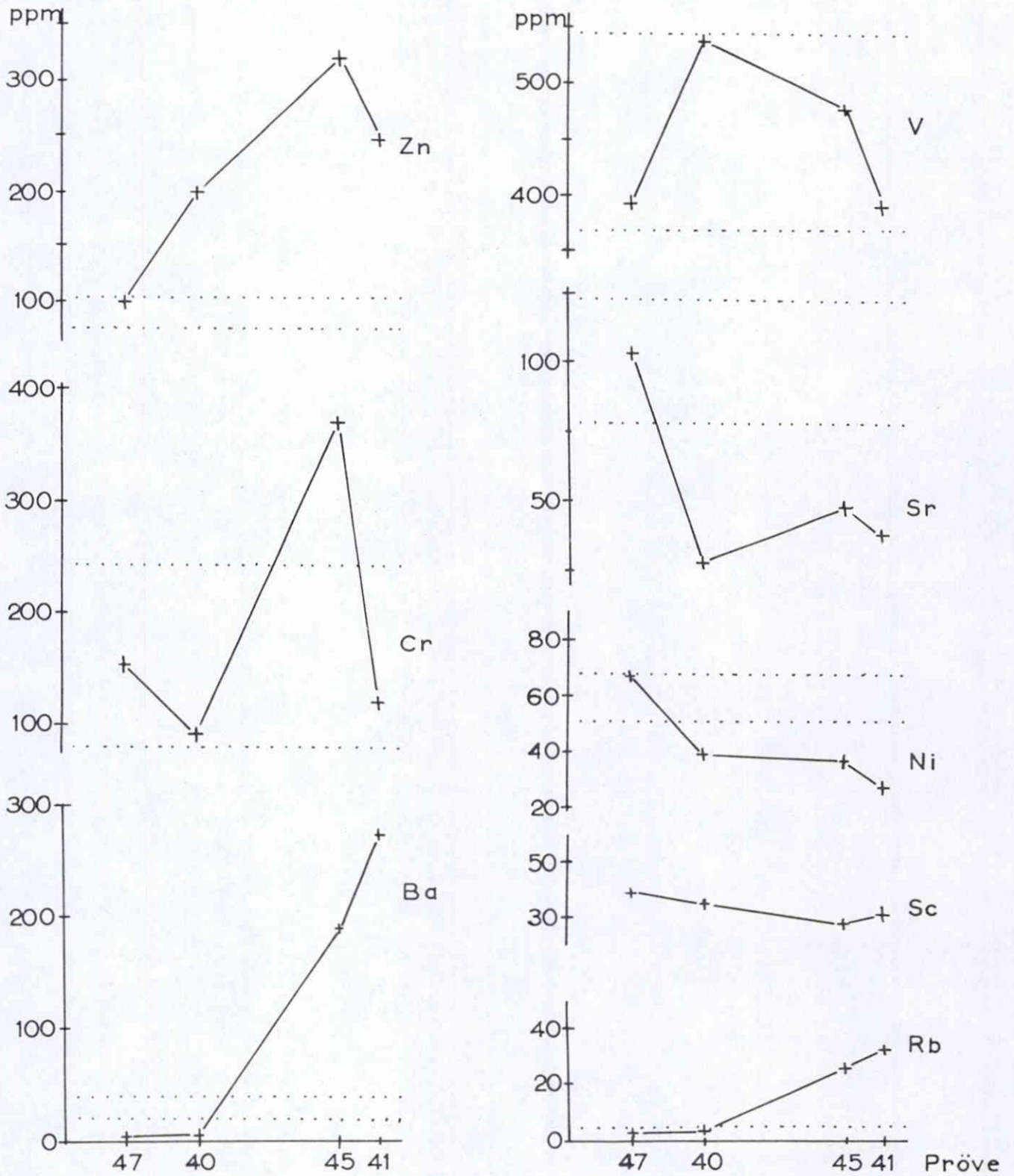


Fig.21 Del 2. Mobile elementer fra skjerp III. Prøvene er plassert etter økende omvandlingsgrad (avtagende CaO/MgO-forhold).

4.2. Analyseresultater for sulfidprøver fra atomabsorpsjon. Sammenligning med analyseresultater fra Løkkenmalmen og Høydalsforekomsten.

Analysemetoden er god for elementer som er bundet som sulfider. Under analysen vil også en del av selve bergarten løse seg og elementer som opptrer både i sulfider og i silikater vil bidra til elementinnholdet. For prøver med lite sulfidinnhold vil bidraget fra grønnsteinen kunne gi betydelig forhøyete verdier.

For Mn og Ni ligger analyseresultatene under og opp i mot bakgrunnsverdiene for normale grønnsteiner. En betydelig andel av elementinnholdet kommer derfor sannsynligvis fra silikater i bergarten. Andelen vil variere fra prøve til prøve og innholdet i sulfidene er ukjent. Mn-innholdet i de analyserte prøvene er 126 - 1470 ppm, mot 1400 - 1700 ppm i normale grønnsteiner. Innholdet i Løkkenmalmen er 128 ppm (årsprøve, 1983). Massiv malmen og tilførselssonen i Høydalen har gjennomsnittsinhold på 128 og 617 ppm (se tabell 9 og 10 side 84 og 85). Mn-innholdet i prøvene fra Grefstadjellet og Resfjellet er høyere enn for Løkkenmalmen og Høydalsforekomsten, men skyldes for en stor del bakgrunnsinnholdet i grønnsteinene. Ni-innholdet i de analyserte prøvene er 12 - 125 ppm, mot ca 100 ppm i grønnsteinene. Løkkenmalmen har Ni-innhold 35 ppm.

Pb-innholdet i prøvene er < 100 ppm. Grønnsteinene inneholder < 10 ppm. Innholdet er lavt mot innholdet i Løkkenmalmen (300 ppm) og gjennomsnittsinholdet i massiv malmen i Høydalen (541 ppm). Innholdet i tilførselssonen i Høydalen er gjennomsnittlig 158 ppm.

Cu-innholdet i Løkkenmalmen er 2,2%. Gjennomsnittsinhold i Høydalen er 0,2%. Cu-innholdet i Grefstadjellet og Resfjellet er derfor generelt høyt. Alle mineraliseringene har prøver med rundt og over 1% Cu. Unntak er skjerp ovenfor Lensmanns-skjerp, rustsonen i Grefstadjellet og Rustdalen i Resfjellet. De sistnevnte har Cu-innhold 0,01-0,04%. Prøve 4 og 6 fra Gunna har Cu-innhold på h.h.v. 8,95 og 4,86%. Prøve 9 og 10 fra Lensmanns-skjerp har Cu-innhold h.h.v. 1,7 og 3,6%. Prøve 21 og 30 fra Viktoria har Cu-innhold h.h.v. 3,78 og 1,07%. Prøve 42, 43, 44, 48, 52 og 53 fra skjerpene i Resfjellet har Cu-innhold 0,9 - 7,5%.

Høye Zn-verdier finnes i prøver fra skjerp III og rustsonen. Prøve II fra skjerp nær gammel dam har Zn-innhold 7300 ppm. Prøve 21, 24 og 30 har Zn-innhold 1450 - 2000 ppm. Alle prøver fra skjerp III har høyt Zn-innhold : 1100 ppm - 7,1%. Prøven fra rustsonen har Zn-innhold 4900 ppm. Resten av Zn-verdiene er lave, dvs. 75 - 750 ppm. Løkkenmalmen inneholder

2,1% Zn, massiv malmen i Høydalen inneholder 2% Zn og tilførselssonen i Høydalen inneholder 0,26% Zn.

Løkkenmalmen har Co-innhold på 440 ppm. Høydalsforekomsten har Co-innhold rundt 130 ppm. Ca.halvparten av de analyserte prøvene har Co-innhold likt med eller høyere enn Høydalsforekomsten. Prøve 6 og 7 fra Gunna har Co-innhold h.h.v. 1290 og 1270 ppm. Prøve 9 og 10 fra Lensmanns-skjerp og prøve 12 fra skjerp nær gammel dam har Co-innhold 500 - 640 ppm. Disse prøvene har høyere Co-innhold enn Løkkenmalmen.

De fleste prøvene har et Ag-innhold i området < 2-7 ppm. Prøve 42, 43, 44 og 53 fra skjerp III og II har Ag-innhold i området 8 - 24 ppm. Prøve 4 fra Gunna inneholder 15 ppm Ag og prøve 21 fra Viktoria inneholder 10 ppm Ag. De nevnte 6 prøvene har høyere Ag-innhold enn tilførselssonen i Høydalen (7,2 ppm). Innholdet i massiv malmen i Høydalen er 22,7 ppm og innholdet i Løkkenmalmen er 16 ppm.

Løkkenmalmen inneholder 27 ppm Cd. Cd-innholdet er høyere i Høydalsforekomsten, h.h.v. 56 ppm i tilførselssonen og 118 ppm i massiv malmen. De fleste Cd-verdiene fra Grefstadjellet og Resfjellet er < 2-22 ppm. Prøve 42 og 48 fra skjerp III i Resfjellet har høyere Cd-innhold enn massiv malmen i Høydalen. Verdiene er 245 og 120 ppm.

Løkkenmalmen inneholder 86 ppb Au. Prøve 4 og 6, som er fra Gunna, har høyt Au-innhold, h.h.v. 570 og 108 ppb. Prøve 21 og 24 fra Viktoria inneholder h.h.v. 17 og 45 ppb Au. De resterende prøvene har Au-innhold 1-7 ppb.

Syreekstraktiv As er bestemt for 16 prøver. Løkkenmalmen inneholder 310 ppm As. Prøve 6, 10, 12 og 24 har innhold h.h.v. 1600, 220, 360 og 160 ppm. De andre prøvene har lave innhold, dvs. < 40 ppm. Høydalsforekomsten inneholder i gjennomsnitt 211 ppm og 262 ppm, h.h.v. i tilførselssonen og massiv malmen.

Cu-innholdet er generelt høyt i Grefstadjellet og Resfjellet.

Skjerp Gunna har det høyeste Cu-innholdet i Grefstadjellet. Skjerp har høyt Au-, Co- og As-innhold. De tre skjerpene som ligger nær grensen mellom ganger og putelava, har varierende elementinnhold. Lensmanns-skjerp og skjerp nær gammel dam har høye Cu- og Co-innhold. Det sistnevnte skjerp har også høyt Zn- og As-innhold. Viktoriagrava har relativt høyt Cu- og Zn-innhold og middels Au- og Ag-innhold. Rustsonen i Grefstadjellet har lavt innhold av Cu og høyt innhold av Zn.

Skjerpene i Resfjellet har høye Cu-innhold. To prøver fra skjerp III har høye innhold av Zn og Cd. Skjerp III og II har relativt høye Ag-innhold. Rustdalen har lavt Cu- og Zn-innhold.

5. SAMMENLIGNING MED LØKKENFOREKOMSTEN OG HØYDALSFÖREKOMSTEN.

5.1. Sulfidmineralogi.

Svovelkis, kobberkis og sinkblende er de eneste sulfidmineralene i Løkken- og Høydalsforekomsten. Løkkenmalmen består av 70-75% svovelkis, 6% kobberkis og 2,5% sinkblende. Gangarten består av 12-14% kvarts, små mengder kalkspat og kloritt og av og til noe magnetitt.

Sulfidmineralene i mineraliseringene i Grefstadjellet er svovelkis, magnetkis, kobberkis, sinkblende og små mengder koboltglans. I Resfjellet er sulfidmineralene de samme som i Grefstadjellet, men koboltglans er ikke tilstede.

5.2. Sammenligning med tilførselssonenes omvandling.

Normale grønnsteiner i Løkkenområdet består av albitt, epidot, aktinolit, kloritt, kalsitt, leucoxen og aksessoriske mineraler.

I perifere, dypere deler av tilførselssonen til Løkkenforekomsten, er mineralogien dominert av kloritt og albitt, lokalt med magnetitt. Perifere omvandlingsprodukter høyere opp i tilførselssonen er mer albittrike. I selve tilførselssonen, som er 70-80 m vid, forsvinner albitt og bergarten består av kloritt, kvarts og leucoxen med varierende sulfiddisseminasjon. Mot dypet blir bergarten mer klorittrik på bekostning av kvarts, som nesten forsvinner samtidig som kloritten blir mer jernrik og sterkere grønn (Løkken Grubers rapport nr. LV 21,1984).

I Høydalsforekomsten er tilførselssonen mindre veldefinert enn i Løkkenforekomsten. I øvre deler dominerer albittrike bergarter. I nedre deler dominerer kloritt- albittbergarter, lokalt med kloritt- og kvartsomvandling (Løkken Grubers rapport nr. LV 21,1984).

De mineraliserte sonene i Grefstadjellet, som er av åre- og disseminasjonstype, er kvarts- og klorittomvandlet (Fe-rik kloritt). Stilpnomelaninnholdet er stedvis høyt. Albitt- og aktinolittinnholdet avtar inn mot mineraliseringene. Mineraliseringen i Gunna er kloritt, epidot- og kvartsomvandlet (Fe-rik kloritt). Kvartsomvandlingen er ikke så dominerende som høyere opp i stratigrafien.

I skjerpene i Resfjellet har de mineraliserte grønnsteinene et lavere albittinnhold enn sidestenen. Aktinolittinnholdet er forsvunnet og

stilpnomelan- og kvartsinnholdet er forhøyet. De mineraliserte kvartsårene inneholder en del stilpnomelan og små mengder kloritt og albitt.

Mineraliseringene i Resfjellet er også av åre- og disseminasjonstype.

Mineraliseringene i Grefstadvjellet og Resfjellet kan sammenlignes med Løkkenforekomstens tilførselssone når det gjelder omvandlingen i selve tilførselssonen. Omvandlingsbergartene i Gunna er klorittrike og inneholder mindre kvarts. Dette ligner på forholdet dypere nede i Løkkenmalmens tilførselssone.

5.3. Sammenligning med sulfidkjemi i Løkken- og Høydalsforekomsten.

For tilførselssonen (sulfidårer) i Høydalsforekomsten benyttes gjennomsnittsverdier fra 13 representative prøver. Gjennomsnittsverdiene med standardavvik (SD) og variasjonsområde er gitt i tabell 9.

Element	\bar{X}	SD	Variasjons- område
Cu	2030	2582	133,8693
Zn	2566	5899	23,21849
Pb	158	85	40,390
Cd	56	38	12,144
Mn	617	858	66,2729
Ni	53	15	33,80
Co	135	94	35,313
Ag	7	6	0,21
S	35	9,1	19,5 ,47,5

Tabell 9. Verdiene er gitt i ppm.

Svovelinholdet er gitt i %.

For den stratiforme malmen i Høydalsforekomsten benyttes gjennomsnittsverdier fra 10 representative prøver. Gjennomsnittsverdiene med standardavvik og variasjonsområde er gitt i tabell 10.

Element	\bar{X}	SD	Variasjons- område
Cu	2263	2226	677,8145
Zn	19927	40046	40,125541
Pb	541	372	161,1452
Cd	118	86	20,310
Mn	161	81	31,243
Ni	87	27	36,126
Co	131	53	70,210
Ag	23	8	7,39
S	45	3,5	38,49

Tabell 10. Verdiene er gitt i ppm.
Svovelinholdet er gitt i %.

For As benyttes gjennomsnittsverdien fra 10 prøver for tilførselssonen og 5 prøver for den stratiforme malmen. Prøvene fra Høydalsforekomsten er analysert tidligere (upubliserte data fra Tor Grenne).

For den stratiforme malmen i Løkkenforekomsten benyttes en årsprøve fra 1983. Prøven utgjør årsgjennomsnittet av råmalmen for pågang flotasjon. Verdiene er oppført i tabellform i vedlegg 1 sammen med de andre analyseresultatene. Jeg har ikke sammenlignet med Løkkenmalms tilførselssone, fordi elementinnholdene varierer mye innen forskjellige deler av sonen og fordi jeg ikke har noen passende data å benytte.

Elementinnholdet i prøvene fra Grefstadjellet og Røsfjellet er sammenlignet med innholdet i Løkkenmalmen og Høydalsforekomsten i kapittel 4.2. side 80.

For å kunne sammenligne elementinnholdet i sulfidene i åre- og disseminasjonstype mineralisering med innholdet i massiv malm, har jeg valgt å bruke tallverdien av forholdet elementinnhold/svovelinhold. Et alternativ vil være å regne om sulfidinnholdet i prøvene til 100% sulfid før sammen-

likning. Dette er tidkrevende og resultatet kan bli usikkert pga. at svovelkis og magnetkis opptrer samtidig og at eksakt sulfidinnhold i prøvene ikke er kjent.

Forholdstallene for Cu, Zn, Co, Ag, Cd, Au og As er plottet i fig. 22 - 28.

Cu-innholdet i sulfidene i Grefstadjellet og Resfjellet er høyt i forhold til i Høydalsforekomsten. Sulfidene i Gunna, Lensmanns-skjerp, Viktoria og skjerpene i Grefstadjellet har høyt Cu-innhold i forhold til Løkkenmalmen (se fig.22).

Zn-innholdet i sulfidene er lavt i Gunna og de tre små skjerpene, bortsett fra prøve 11 som har høyere Zn-innhold i sulfidene enn massiv malmene. I Viktoria er Zn-innholdet i sulfidene høyere enn i tilførselssonen i Høydalsforekomsten og lavere enn i massiv malmene. Rustsonen i Grefstadjellet har Zn-innhold på høyde med massiv malmene. Skjerpene i Resfjellet har høye Zn-innhold. Prøve 42 og 48 fra skjerp III har spesielt høye Zn-innhold, mye høyere enn i massiv malmene (se fig.23).

Cd-innholdet i sulfidene følger samme trend som Zn-innholdet. De fleste prøvene har Cd-innhold i området for Løkkenmalmen og tilførselssonen i Høydalsforekomsten. De tre prøvene med høyt Zn- og Cd-innhold har høyere Cd-innhold enn massiv malmen i Høydalen. Zn-innholdet i prøvene er ca.280 ganger høyere enn Cd-innholdet. Forholdet avtar med lavere innhold av Zn og Cd (se fig.24).

Co-innholdet er høyt i sulfidene i Grefstadjellet og Resfjellet. Forholdstallene er høyere enn for Løkkenmalmen. Bare 2 prøver har Co-innhold i området for massiv malmen i Høydalsforekomsten (se fig.25).

Ag-innholdet i sulfidene er lavt i ca.halvparten av prøvene, dvs. lavere enn Ag-innholdet i sulfidene i tilførselssonen i Høydalen. De resterende prøvene har Ag-innhold i området for massiv malmene og høyere. Prøver fra Gunna, Viktoria og skjerpene i Resfjellet har Ag-innhold høyere enn Løkkenmalmen (se fig.26).

Au/S-forholdet er høyere i prøver fra Gunna og Viktoria enn i Løkkenmalmen. Skjerpene i Resfjellet har Au/S-forholdstall 0,5 - 1,2 mot Løkkenmalmen med forholdstall 2,4. Au-innholdet i sulfidene i Resfjellet er altså under det halve av Au-innholdet i Løkkenmalmen (se fig.27). Au-innhold for Høydalsforekomsten foreligger ikke.

As-innholdet i sulfidene i prøver fra Gunna, Lensmanns-skjerp, skjerp nær gammel dam og Viktoria er høye i forhold til Løkkenmalmen og Høydalsforekomsten (se fig.28). As og Co følger samme trend i Grefstadjellet. Det skyldes at både Co og As inngår i koboltglans som er påvist i Gunna, skjerp nær gammel dam og Viktoria.

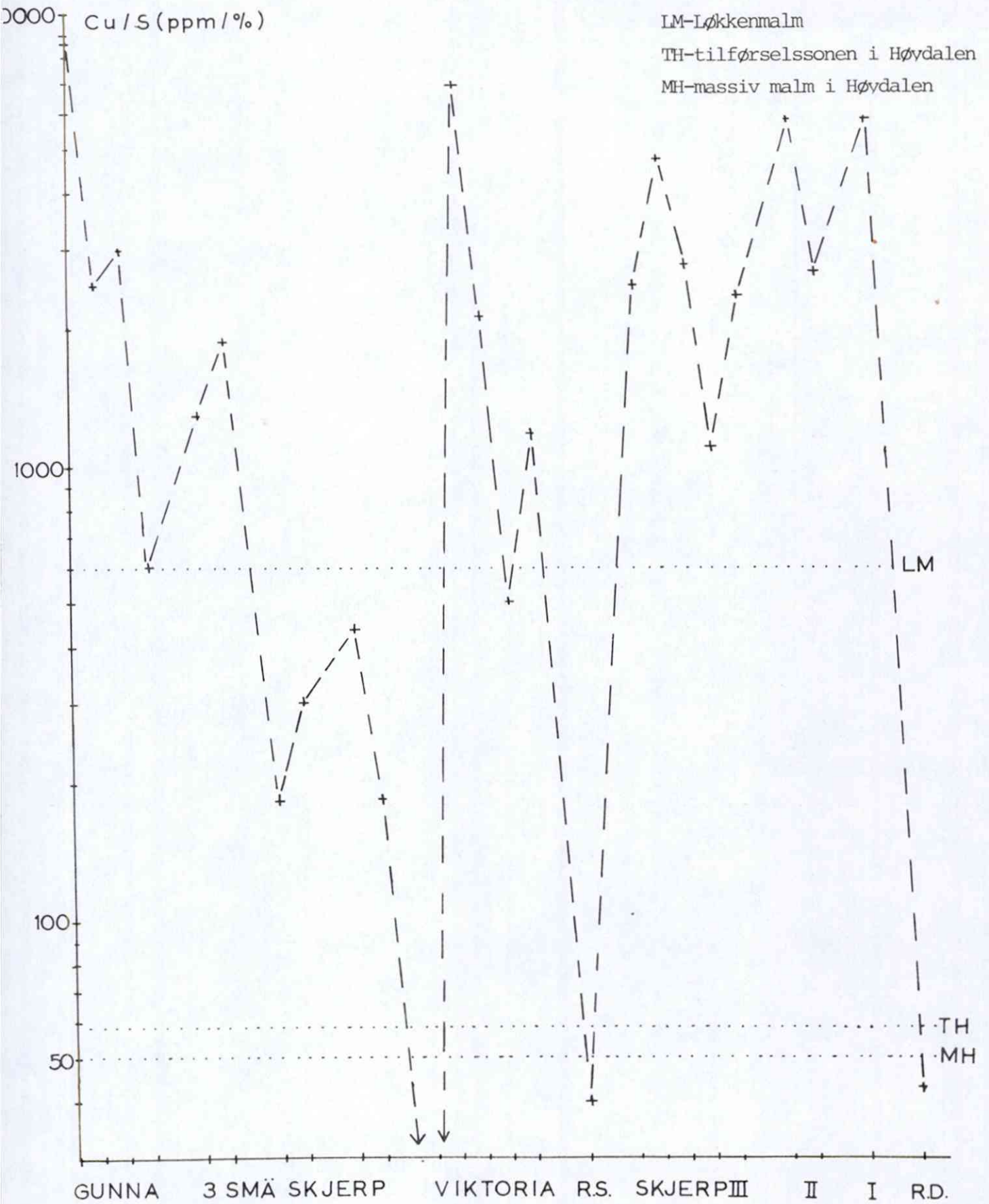


Fig.22. Cu/S-forholdet for analyserte sulfidprøver. Prøvene er plassert i samme rekkefølge som analyseresultatene i tabell C s.104.

R.S.- rustsone (Grefstadjellet)
R.D.- Rustdalen (Resfjellet)

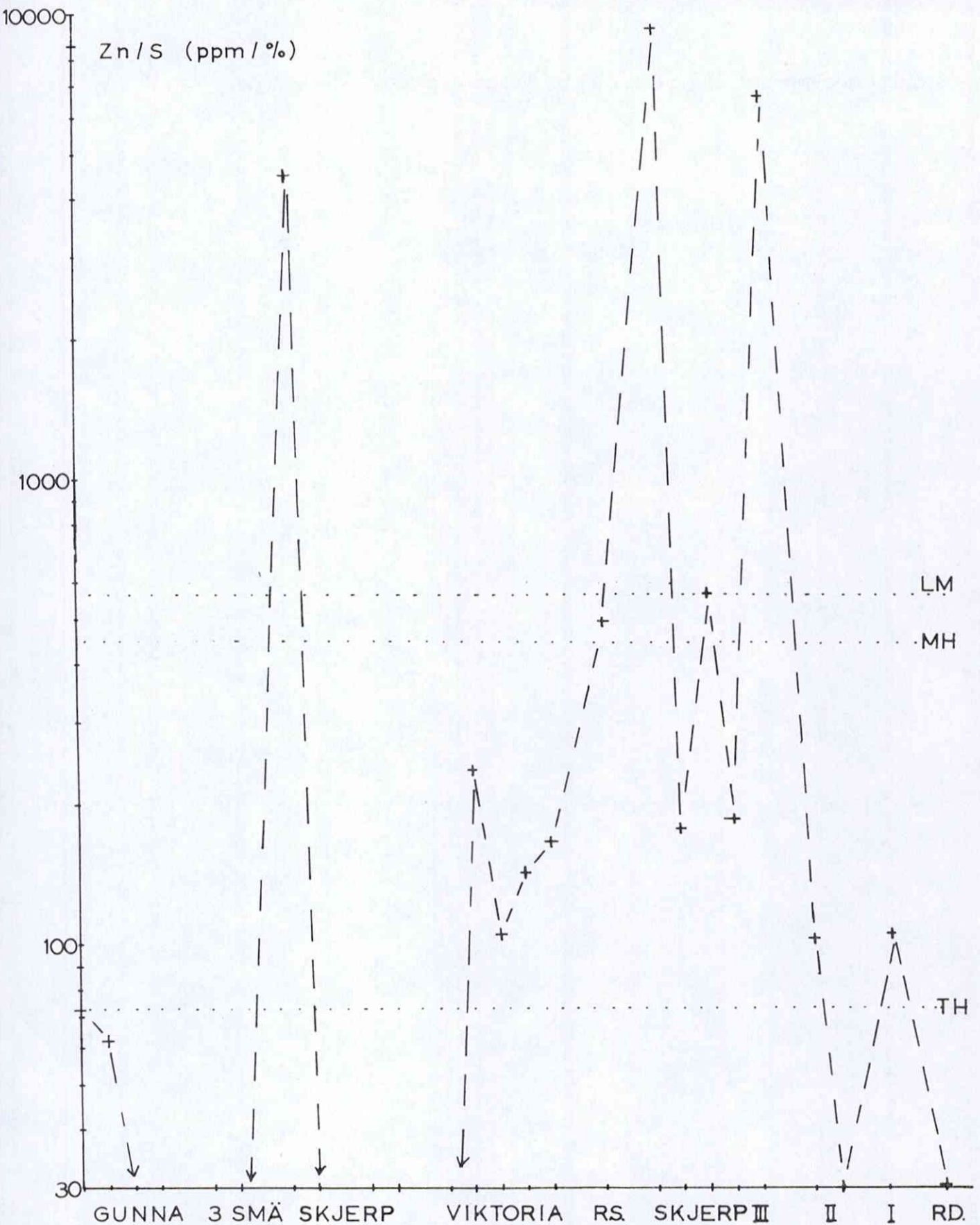


Fig.23. Zn/S-forholdet for analyserte sulfidprøver.

Forkortelsene er de samme som i fig.22.

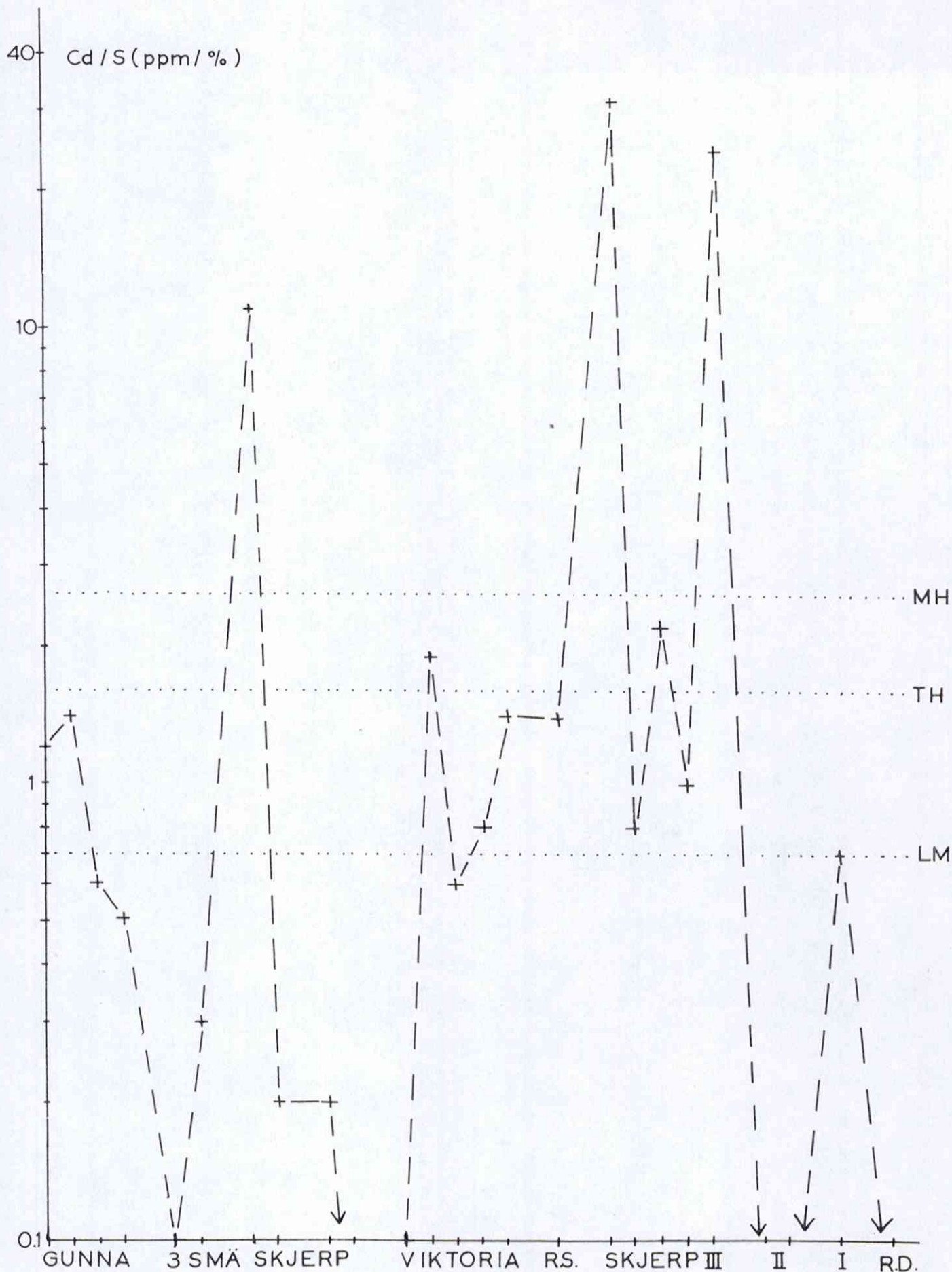


Fig.24. Cd/S-forholdet for analyserte sulfidprøver.
Forkortelsene er de samme som i fig.22.

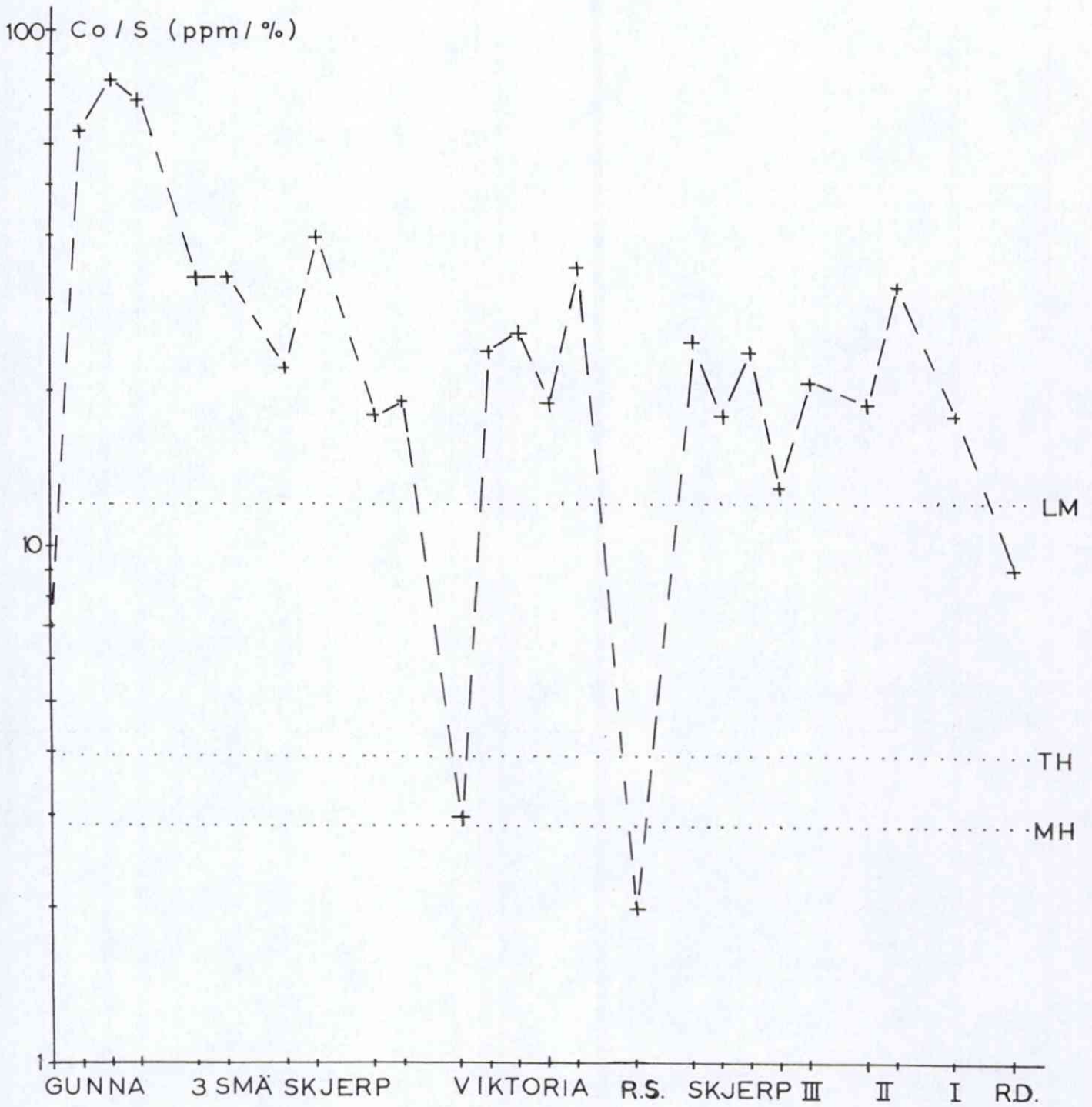


Fig.25. Co/S-forholdet for analyserte sulfidprøver.
Forkortelsene er de samme som i fig.22.

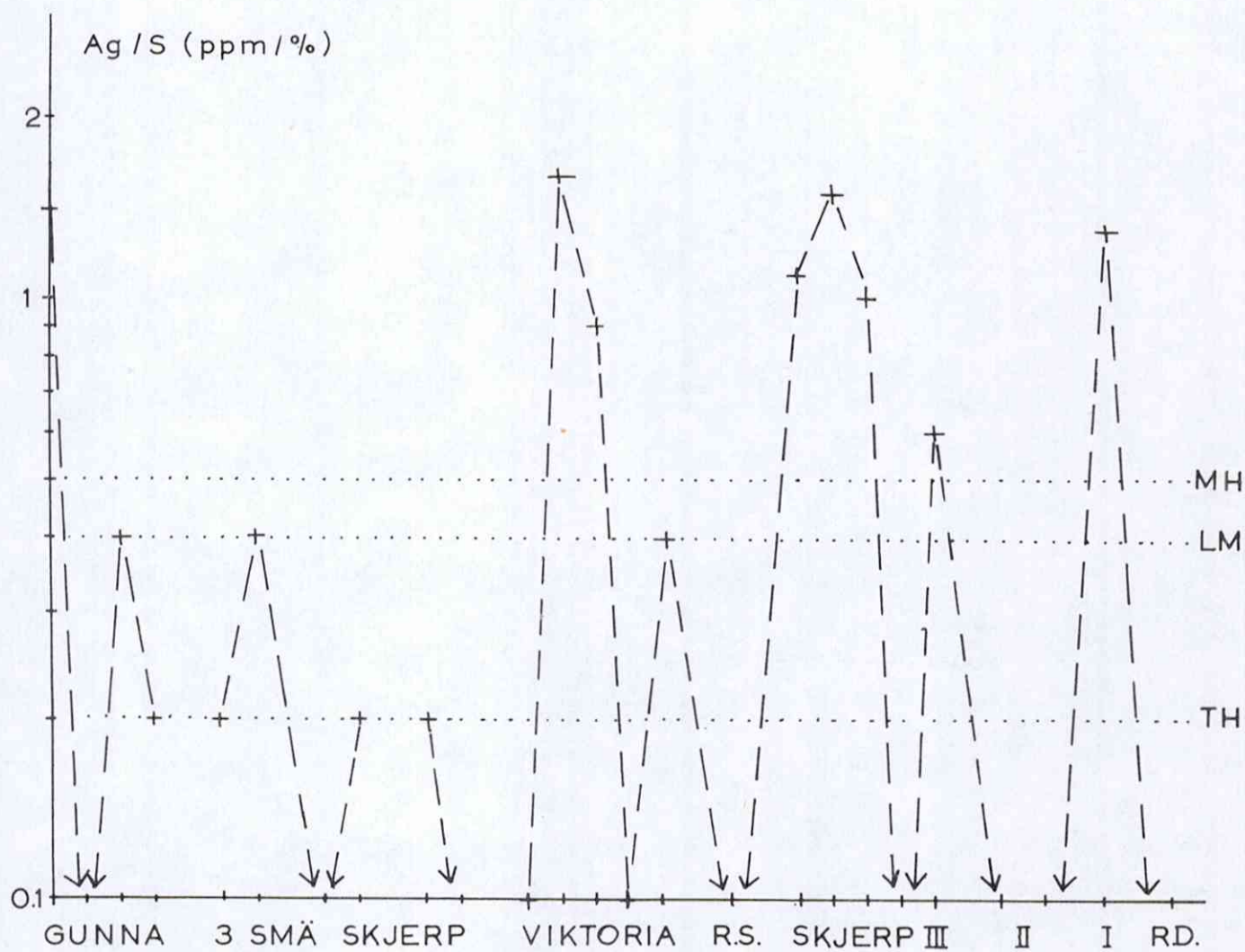


Fig.26. Ag/S-forholdet for analyserte sulfidprøver.
Forkortelsene er de samme som i fig.22.

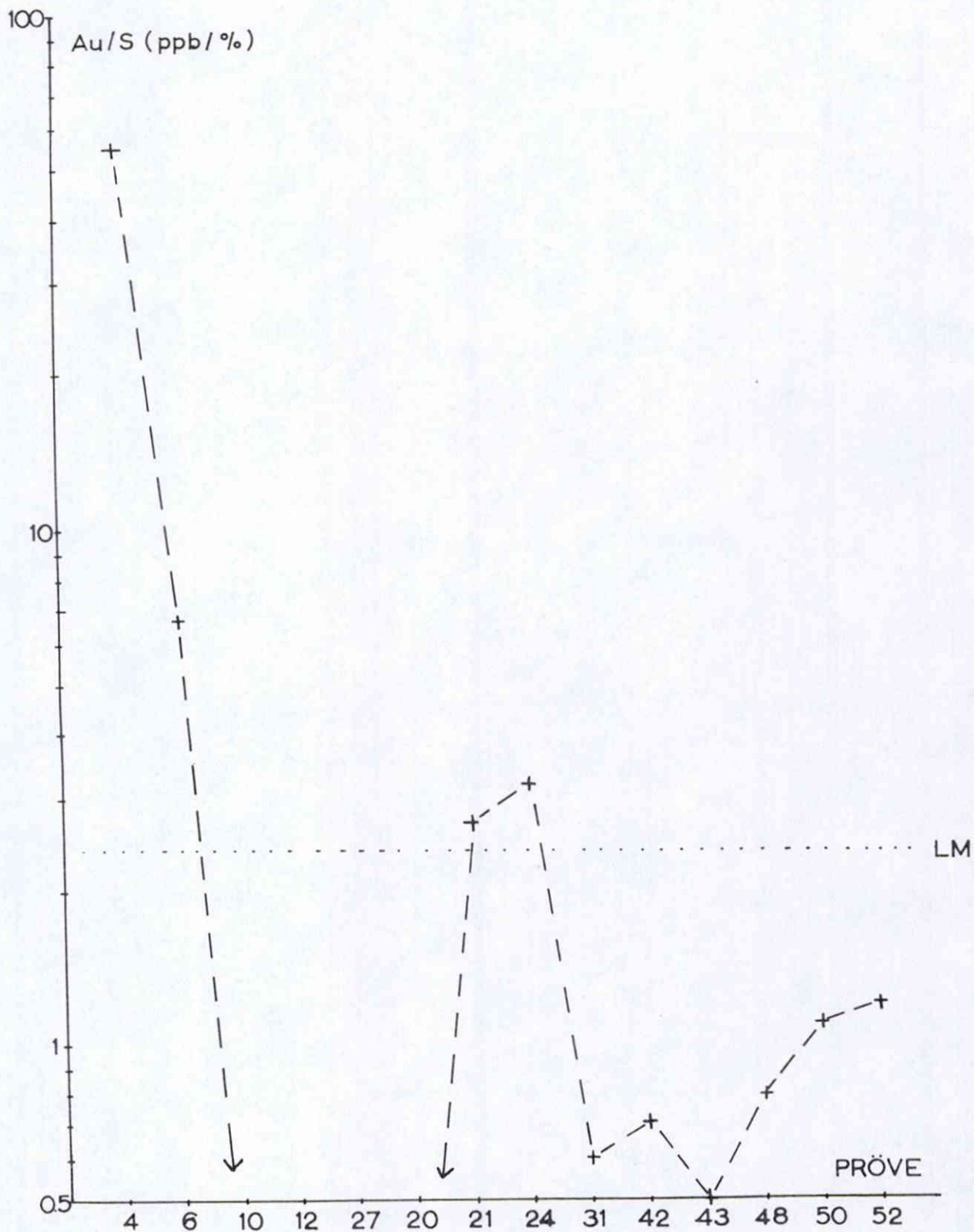


Fig.27. Au/S-forholdet for analyserte sulfidprøver.
Forkortelsene er de samme som i fig. 22.

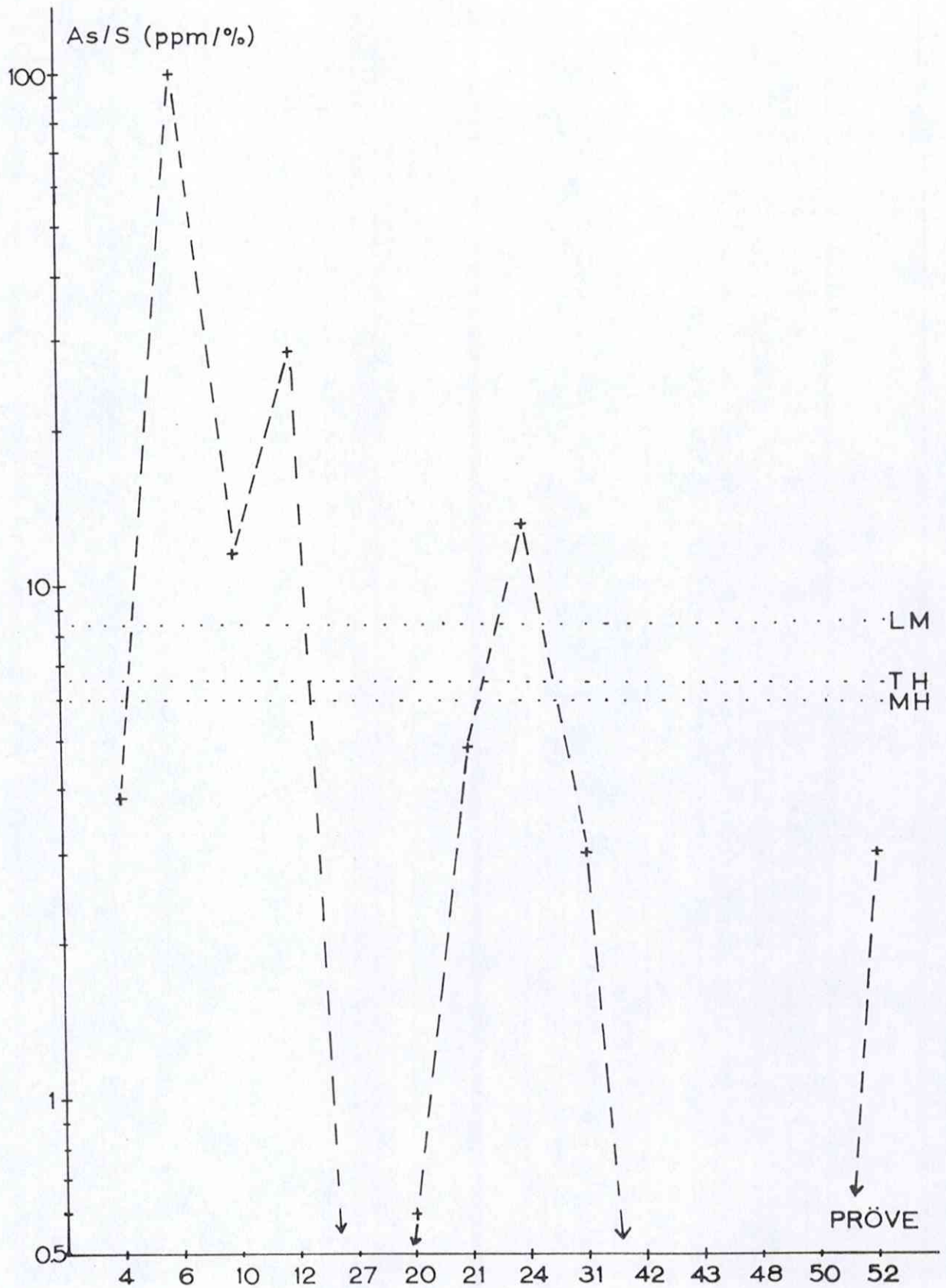


Fig.28. As/S-forholdet for analyserte sulfidprøver.

Forkortelsene er de samme som i fig. 22.

6. DANNEELSE, DISKUSJON OG KONKLUSJON.

6.1. Generelt om dannelse.

Sulfidforekomstene i Løkkenfeltet ligger i ofiolittsekvenser som er dannet i forbindelse med spredningsrygger på havbunnen. De massive, stratiforme sulfidforekomstene er utfelt på havbunnen direkte over tilførselssoner for hydrotermale, malmdannende løsninger. Tilførselssonene representerer oppstrømsdeler av store sjøvanns-konveksjonsceller som er drevet av store temperaturgradienter. Oppstrømssonene er forkastnings- eller bruddsoner som er assosiert med lokal ekstensjonstektonisk aktivitet. Malmkilden kan være underliggende bergarter, samtidig magma og/eller sjøvann.

Kaldt sjøvann trenger ned i den permeable delen av havbunns-skorpa. Når sjøvannet kommer opp i grønskiferfacies temperatur (f.eks. under en permeabel diskontinuitet), vil Mg^{2+} fra sjøvannet bli tatt opp i basaltene mot frigiving av Ca^{2+} som felles ut som anhydritt. Mg- og SO_4 -fattige løsninger vil trenge ned til maksimalt dyp, som trolig er toppen av magma-kammeret. Løsningene vil så stige raskt og adiabatisk oppover i tilførsels-sonene. Reaksjoner vil skje mellom bergartene og de hydrotermale løsningene og eventuelt sjøvann som trenger ned ovenfra (M.J.Mottl, 1983).

Dersom tilførselssonene isoleres fra omgivelsene (ved f.eks. mineralutfelling), vil løsningene kunne stige opp til havbunnen og sulfidene felles ut der. Ved innblanding av kaldt sjøvann under overflaten (i de øvre 500 - 600 m av skorpen), vil utfellingen av sulfider og kvartsårer skje i oppstrømssoner.

Utfelling av sulfidene styres av variasjoner i fysiokjemiske betingelser innen sonene. Fordelingsmønstre er knyttet til overskridelser av elementenes løselighet og reflekterer temperaturgradienter. Vanlig sonering lateralt og oppover er Cu, Fe - Pb, Zn, Fe - Fe. Perfekt sonering er :
Cu - Zn - Pb - Ca SO_4 - Ba SO_4 - Fe_2O_3 - Mn.

6.2. Diskusjon og konklusjon.

Mineraliseringstype og opptreden.

Mineraliseringene i Grefstadjellet og Resfjellet er av åre- og disseminasjonstype. Mineraliseringene er små og ingen massive, strati-forme malmer finnes i tilknytning til disse. Alle sulfidforekomstene i Løkkenfeltet har relativt samme alder og er dannet i det samme havbunnsmiljøet. Det er nærliggende å tro at mineraliseringene i Grefstadjellet og Resfjellet er oppstrømssoner på lik linje med tilførselssonene til massiv malmene i området. Årsaken til at massiv malmer ikke finnes over oppstrømssonene, er sannsynligvis at kaldt sjøvann har trengt ned i sonene og påskyndet utfellingen av sulfidene. Mineraliseringene er knyttet til svakhetssoner/bruddsoner som er dannet i forbindelse med den ekstensjonstektoniske aktiviteten på havbunnen. Etter introduksjon og utfelling av kvarts og sulfider har det vært ny bevegelse i sonene. Dette er observert i slip fra Viktoria og rustsonen i Grefstadjellet. Fragmentert svovelkis og deformert kvarts er bevis på dette. Noe svovelkis er rekrystallisert og ny kvarts er utfelt i sprekker. Bevegelsene i sonene etter sulfiddannelsen kan ha skjedd på havbunnen eller i tilknytning til orogenesisen. Bergartene i Grefstadjellet er ikke tektonisk påvirket av orogenesisen. Dette skyldes sannsynligvis for lave temperaturer. Det er derfor ikke usannsynlig at svakhetssonene ble reaktivert under havbunnsdannelsen. I Resfjellet er mineraliseringene knyttet til kvartsårer som ligger subparallelt med ganger eller langs gangkontakter i putelava. I Grefstadjellet ligger også mineraliseringene i grønnstein. Et unntak er Gunna som ligger i gabbro.

Malmmineralogi.

Malmmineralene i de undersøkte mineraliseringene er svovelkis, magnetkis, kobberkis, sinkblende og koboltglans. Koboltglans er bare tilstede i Grefstadjellet. Magnetkis og koboltglans opptrer ikke i Løkken- og Høydalsforekomsten. Magnetkis finnes i andre forekomster i Løkkenområdet, bl.a. i tilførselssonen i Dragseth.

Mineralkjemi.

Cu-innholdet i sulfidene er generelt høyt, dvs. høyere enn i Høydalsforekomsten. I Gunna, Lensmanns-skjerpel, Viktoria og skjerpene i Resfjellet er Cu-innholdet i sulfidene høyere enn i Løkkenmalmen.

Zn-innholdet i sulfidene er relativt lavt. En del sulfider har lavere Zn-innhold og en del har høyere Zn-innhold enn sulfidene i tilførselssonen i Høydalsforekomsten. Sulfidene i 5 prøver, fra skjerp III og skjerp nær gammel dam, har Zn-innhold like høyt som og høyere enn massiv malmene.

Cd-innholdet i sulfidene korrelerer godt med Zn-innholdet. Cd-innholdet er i samme størrelsesorden som innholdet i Løkkenmalmen og tilførselssonen i Høydalsforekomsten. Tre prøver som har høyt Zn-innhold, har høyere Cd-innhold enn massiv malmen i Høydalsforekomsten.

Co-innholdet i sulfidene er generelt høyere enn i Løkkenmalmen og Høydalsforekomsten. Co-innholdet i Gunna er omtrent dobbelt så høyt som i de andre mineraliseringene.

I skjerp med koboltglans er As-innholdet i sulfidene høyere enn i Løkkenmalmen og Høydalsforekomsten. Disse skjerpene har selvsagt høyt innhold av Co.

Ag-innholdet i sulfidene er variabelt. Viktoria og skjerpene i Resfjellet har høyere Ag-innhold enn massiv malmene.

Au-innholdet i sulfidene i Gunna og Viktoria er høyere enn i Løkkenmalmen. Innholdet er høyest i Gunna.

Sulfidene i Resfjell-skjerpene har høyt innhold av Cu, Co, Zn, Cd og Ag. Innholdet av Au og As er lavt.

Omvandling.

Vertsbergartene i Grefstadjellet og Resfjellet er kvarts- og klorittomvandlet. Stilpnomelan opptrer lokalt. I Resfjellet er mineralisert grunnstein tappet for SiO_2 , mens nettopp kvartsårer har størst sulfidinnhold. Det er mulig at en del frigjort SiO_2 fra omvandlingen nå foreligger som kvartsårer. Frigjort SiO_2 kan eventuelt være transportert og avsatt andre steder. Vertsbergartene har et høyere totaljerninnhold enn sidestenen. Det tilførte jernet inngår i sulfider og i silikater som f.eks. i Fe-rik kloritt. Innholdet av CaO og Na_2O er lavt og innholdet av MnO er høyt. I Resfjellet er innholdet av Ba og K_2O også høyt.

Sidestenen i Gunna er en mineralogisk omvandlet, men kjemisk normal gabbro. Gabbroen er epidot- og aktinolitomvandlet. Vertsbergarten er kloritt-, epidot- og kvartsomvandlet. Denne har et høyere Ti-, Y- og Sr-innhold enn gabbro. Når innholdet av stabile elementer er så varierende, er det sannsynlig at vertsbegartene hadde en opprinnelig sammensetning

forskjellig fra den prøvetatte gabbroen. Vertsbergarten i Gunna kan være en sterkt omvandlet gabbro med primære variasjoner eller ganger.

Kvarts- og klorittomvandling er vanlig i sentrale deler av tilførselssonen til Løkkenmalmen og opptrer lokalt i tilførselssonen i Høydalsforekomsten. I hele tilførselssonen til Løkkenmalmen er CaO-innholdet lavt. Totaljern er anrikt i selve tilførselssonen og avtar noe oppover. SiO₂-innholdet er lavt i dypere deler og til en viss grad anrikt i øvre deler. (Orkla Grubers rapport nr. 21,1984).

Sulfidsonering oppover i stratigrafien i Grefstadjellet.

Cu- og Au-innholdet er høyest i Gunna. Innholdet avtar noe oppover til Viktoria, men er betydelig også her. Innholdet av koboltglans (dvs. As og Co) er høyest i Gunna. Innholdet avtar oppover til skjerp nær gammel dam og videre til Viktoria. Relativt mye Co finnes i sulfidene i alle mineraliseringene. Zn- og Cd-innholdet er meget lavt i Gunna. Innholdet er høyt i skjerp nær gammel dam. I Viktoria er innholdet omtrent like lavt som i tilførselssonen i Høydalsforekomsten. Ag-innholdet er høyt i sulfidene i Viktoria.

Referanser.

- Carstens, C.W. (1928) "Petrologische studien im Trondhjemgebiet".
Kgl. Norske Vidensk.p.Selsk. Skr.no.1, s. 56-63.
- Faye,G.C. og Ødegård,M. (1975) "Determination of major and trace elements
in rocks employing optical emission spectroscopy and X-ray fluorescence".
Nor.Geol.Unders.322, s.35-53.
- Gale,G.H. og Roberts,D. (1974) " Trace element geochemistry of Norwegian
Lower Paleozoic basic volcanics and its tectonic implications". Earth Planet.
Sci.Lett. 22 (4), s. 380 - 390.
- Grenne,T., Grammeltvedt,G. og Vokes,F.M. (1980)"Cyprus- type sulphide deposits
in the western Trondheim district, central Norwegian Caledonides".
Proc.Int.Ophiolite Symp.Cyprus, s.727-743.
- Grenne,T. og Roberts,D. (1980) "Geochemistry and Volcanic Setting of the
Ordovician Forbordfjell and Jonsvatn Greenstones, Trondheim Region, Central
Norwegian Caledonides". Contrib.Mineral.Petrol.74, s.375-386.
- Grenne,T. (1984) "Løkkenmalmens hydrotermale tilførselszone: Omvandling,
geokjemisk dispersjonsmønster og stockwork-mineralisering". Løkken Grubers
rapport nr. LV 21 (upubl.)
- Heim, M. (1983) "Rapport vedrørende geologisk kartlegging i Resfjellområdet
i Meldal, Sør Trøndelag". Geol.Inst.NTH (upubl.)
- Heim,M. (1984) "The Resfjell ophiolite fragment". 16 e. Nordiska Geologiska
Vintermøtet, Stockholm 9-13 jan. (Abstr.)
- Loeschke,J. (1976) "Petrochemistry of eugeosynclinal magmatic rocks of the
area around Trondheim (Central Norwegian Caledonides)". N.Jb. Miner. Abh.128
s. 1-40.
- Mottl, M.J. (1983) "Metabasalts, axial hot springs, and the structure of hydro-
thermal system at mid-ocean ridges". Geol. Soc. of Am. Bull. v 94,s.161-180.
- Orkla Grube-aktiebolag (1954) "Løkken Verk. En Norsk Grube gjennom 300 år".
s. 408-409.

Pearce, J.A. og Cann, J.R. (1973) "Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses". *Earth Planet. Sci. Lett.* 19, s. 290-300.

Pearce, J.A. (1975) "Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus". *Tectonophysics*. 25, s.41-67.

Roberts, D. (1978) "Caledonides of south-central Norway. In: Caledonian-Appalachian orogen of the North Atlantic region". *Geol. Surv. Canada, Paper* 78-13, s. 31-38.

Ryan, P.D., Williams, D.M. og Skevington, D. (1980) "A revised interpretation of the Ordovician stratigraphy of Sør-Trøndelag and its implication for the evolution of the Scandinavian Caledonides". *Virginia Poly. Inst. and State Univ. Memoir* 2, s. 99-103.

Vedlegg 1.

Element \ Prøve	18	25	32	37	40	41	45	47	49	51
Nb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Zr	89	35	162	117	135	57	92	84	69	80
Y	35	16	62	48	52	29	32	35	28	33
Sr	20	<5	57	156	28	38	48	103	25	42
Rb	<5	<5	<5	<5	<5	33	26	<5	<5	<5
Zn	184	3700	179	109	202	246	321	100	99	89
Cu	14	6800	215	53	39	3900	1000	64	875	203
Ni	42	25	23	46	39	27	37	66	128	47
Cr	102	31	8	50	94	144	371	152	456	152
V	503	180	608	484	539	390	471	395	388	432
Ba	<10	<10	<10	<10	<10	276	195	<10	<10	<10
Pb	<10	19	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Co	30	201	22	47	33	168	161	43	101	32
La	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ce	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sc	43	15	39	46	45	31	28	39	28	40

Tabell A. Del 1.

Elementinnhold (ppm) i bergartsprøver framkommet ved XRF sporelementanalyse.

Prøve Element	1	2	3	8	29	26	13	14	15	16
Nb	<5	<5	8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Zr	22	79	1200	196	73	276	126	109	128	126
Y	10	41	116	72	26	108	49	50	51	52
Sr	108	316	335	8	6	11	116	77	51	19
Rb	<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Zn	65	62	110	157	309	219	131	151	128	200
Cu	8	9	174	67	1300	774	58	54	32	55
Ni	164	68	50	18	29	9	44	56	52	36
Cr	371	72	8	<5	72	<5	49	86	93	95
V	156	313	276	378	411	37	533	495	480	556
Ba	42	<10	<10	66	86	57	28	14	<10	<10
Pb	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Co	37	25	30	90	141	64	58	49	38	28
La	<10	<10	17	<10	<10	13	<10	<10	<10	<10
Ce	<10	<10	37	<10	<10	16	<10	<10	<10	<10
Sc	30	47	22	33	21	19	44	44	41	46

Tabell A. Del 2.

Elementinnhold (ppm) i bergartsprøver framkommet ved XRF sporelementanalyse.

Prøve Element	1	2	3	8	29	26	13	14	15	16
SiO ₂	47,03	48,02	29,39	45,65	34,64	48,46	46,76	47,97	48,15	47,16
Al ₂ O ₃	18,05	14,34	19,39	10,68	9,30	9,94	12,35	12,60	12,49	12,14
Fe ₂ O ₃	8,67	12,48	22,76	27,41	36,73	27,44	15,89	15,13	14,98	16,82
TiO ₂	0,43	1,73	2,08	2,63	1,60	1,30	2,23	2,01	2,09	2,42
MgO	8,03	5,25	6,62	3,61	3,86	2,47	5,85	6,54	6,08	7,47
CaO	10,37	13,22	11,25	2,37	1,71	1,75	8,53	7,06	7,54	5,91
Na ₂ O	3,03	0,34	0,12	0,68	0,12	1,10	3,22	3,88	3,98	3,76
K ₂ O	0,24	<0,01	<0,01	0,32	0,14	0,22	0,10	0,07	0,07	0,05
MnO	0,15	0,20	0,32	0,22	0,37	0,27	0,22	0,27	0,22	0,33
P ₂ O ₅	0,02	0,05	0,51	0,34	0,06	0,47	0,17	0,15	0,16	0,15
Gl.tap	3,13	2,93	5,43	4,66	8,00	4,48	2,99	2,64	2,39	3,26
Sum	99,02	98,22	97,75	98,59	96,41	98,10	98,09	98,14	97,87	99,21

Tabell B. Del 1.

Hovedelementinnhold (%) i bergartsprøver framkommet ved XRF bergartsanalyse. Fe₂O₃ angir totaljern. Na₂O verdiene er framkommet ved våtkjemisk analyse med flammefotometer (metoden er etter Langmyhr og Graff, 1965).

Element	Prøve									
	18	25	32	37	40	41	45	47	49	51
SiO ₂	48,45	48,04	51,49	46,79	49,13	35,36	34,85	49,24	43,70	48,60
Al ₂ O ₃	12,78	4,25	11,76	12,91	12,25	9,87	13,07	13,85	14,09	13,01
Fe ₂ O ₃	14,36	28,35	15,69	15,33	14,42	33,02	30,69	11,85	21,91	14,38
TiO ₂	1,95	0,71	2,72	2,03	2,39	1,32	1,76	1,59	1,34	1,67
MgO	7,60	2,89	4,32	5,97	6,36	4,86	5,47	6,74	8,75	6,97
CaO	5,60	0,71	5,56	10,08	5,87	1,33	2,25	7,93	1,75	5,76
Na ₂ O	4,17	0,15	3,40	2,61	4,44	1,84	1,88	4,25	1,04	3,96
K ₂ O	0,07	<0,01	0,08	0,05	0,09	0,74	0,59	0,09	0,04	0,04
MnO	0,30	0,09	0,37	0,24	0,38	0,33	0,27	0,21	0,29	0,28
P ₂ O ₅	0,14	0,04	0,22	0,15	0,19	0,08	0,12	0,12	0,11	0,11
Gl.tap	3,12	12,21	2,93	2,32	2,57	8,09	6,50	2,45	5,68	3,30
Sum	98,27	97,27	98,34	98,27	98,05	96,60	97,27	98,17	98,56	97,92

Tabell B.Del 2.

Hovedelementinnhold (%) i bergartsprøver framkommet ved XRF bergartsanalyse. Fe₂O₃ angir totaljern. Na₂O verdiene er framkommet ved våtkjemisk analyse med flammefotometer (metoden er etter Langmyhr og Graff, 1965).

Element Prøve	Cu	Pb	Zn	Mn	Ni	Co	Ag	Cd	Au
	%	%	ppm/%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb
4	8,98	<0,01	750	1060	25	62	15	12	570
5 b	0,37	"	90	1450	100	94	<2	2	
6	4,82	"	450	400	88	1290	6	10	108
7	1,07	"	340	565	125	1270	3	8	
9	1,70	"	190	375	22	550	3	2	
10	3,60	"	300	320	25	640	7	5	5
11	0,03	"	7300	1180	35	35	<2	18	
12	0,38	"	280	1470	55	500	2	2	1
27	0,48	"	140	1000	18	195	2	2	1
28	0,10	"	130	1080	12	105	<2	<2	
20	0,02	"	80	280	23	65	<2	2	5
21	3,78	"	1450	126	18	150	10	12	17
23	0,76	"	370	790	30	93	3	2	
24	0,71	"	2000	485	18	270	2	11	45
30	1,07	"	1500	730	35	313	4	13	
31	0,04	"	4900	445	12	24	<2	14	6
42	1,92	"	7,10%	275	22	190	8	245	5
43	7,50	"	2800	675	60	283	24	13	7
44	2,85	"	5700	515	48	240	10	22	
46	0,66	"	1100	340	16	78	<2	5	
48	1,15	"	3,20%	240	18	100	3	120	4
50	0,54	"	95	160	12	18	<2	<2	1
52	0,90	"	100	330	25	105	<2	<2	4
53	3,62	"	650	285	22	110	8	4	
54	0,01	"	75	850	18	22	<2	<2	
Løkken malm	2,20	0,03	2,10%	128	35	440	16	27	86

Tabell C. Elementinnhold for sulfidimpregnerte prøver framkommet ved atom-
absorpsjon etter oppløsning i rykende HNO₃. Prøvene til Au-analyse
er oppløst i HBr og innholdet målt med grafittovn.

Prøve	Fe O (%)	S %
1	5,26	0,01
2	6,79	0,01
3	14,89	0,97
8	22,54	0,27
29	24,78	9,30
26	19,22	2,41
13	9,88	0,14
14	12,00	0,04
15	11,20	0,06
16	13,01	0,47
18	11,34	0,11
25	6,82	13,50
32	11,46	0,86
37	10,91	0,16
40	10,78	1,30
41	18,88	7,20
45	21,17	3,19
47	8,66	0,19
49	17,46	0,12
51	10,35	0,95

Tabell D. Fe O innhold i bergartsprøver framkommet ved titrering med kalsiumdikromat. Svovelinhold i bergartsprøver og sulfidimpregnerte prøver framkommet ved Forbrenningsmetoden.

Prøve	S %
4	10,40
5 b	1,46
6	16,10
7	17,50
9	16,50
10	19,90
11	1,62
12	12,60
27	10,80
28	5,40
20	25,50
21	6,20
23	3,55
24	14,20
30	9,00
31	9,90
42	7,60
43	15,70
44	10,10
46	5,90
48	4,83
50	0,93
52	3,33
53	6,20
54	2,33
Løkken malm	36,50

Prøve	As (%)	Bi (ppm)
4	0,0040	<15
6	0,1600	<5
10	0,0220	6
12	0,0360	1,5
27	<0,0010	0,5
20	0,0015	1
21	0,0030	<15
24	0,0160	1,5
31	0,0030	0,5
42	<0,0010	<10
43	<0,0010	<10
48	<0,0010	<5
50	<0,0010	<2
52	0,0010	<2
Løkken malm	0,0310	<10

Tabell E. Arsen- og vismuthinnhold i sulfidimpregnerte prøver framkommet ved Hydridmetoden (med Lunges væske).

Prøve	Sb (ppm)	Se (ppm)
4	<1	*
6	0,3	65
10	<1	90
12	<0,3	40
27	<0,3	30
20	<1	25
21	0,7	*
24	3,7	30
31	<0,3	6
42	<0,3	*
43	<0,3	*
48	<0,3	18
50	<0,3	5
52	<0,3	15
Løkken malm	3,0	42

* Elementinnholdet er ikke bestemt pga. sterke interferenser fra en del metaller (Cu, Zn, osv.).

Tabell E. Del 2. Antimon- og seleninnhold i sulfidimpregnerte prøver framkommet ved Hydridmetoden (med Lunges væske).

Resultatene er ikke vurdert fordi de forelå like før innleveringen av oppgaven. Vismuthinnholdet i Tabell E, del 1 er ikke vurdert pga. de variable øvre grensene.

Vedlegg 2.

Slipbeskrivelser.

Mineralinnhold oppgitt på slipbeskrivelser og i kapittel 3 er framkommet ved XRD og fra vurdering av slip og håndstykke. XRD-resultatene er brukbare for mineraler med innhold > 5%.

Følgende topper (intensitet av XRD-signaler) og faktorer er benyttet for mineralbestemmelsen.

Mineral	Topp	Faktor
kvarts	4,25	1
kloritt	7	0,5
stilpnomelan	12	0,3
albitt	3,19	0,5
amfibol	8,40	0,5
epidot	2,90	0,5
titanitt	5,0	1
magnetkis	2,06	1
svovelkis	2,71	0,7

Mineralinnholdet for hvert mineral er beregnet ved å multiplisere intensiteten med halvverdibredden og mineralfaktor. Deretter er verdiene for alle mineral summert og gjort om til prosent.

Bergart 1

Tynnslip 17845

Gunna, Grefstadjellet

METAGABBRO

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er grovkornet, spettet med grønne og lyse felt.

Mineralinnhold

62% epidot, 21% albitt, 12% aktinolitt/ tremolitt, 5% kloritt

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, jevnkornet og retningsløst kornet. Den opprinnelige gabbroide teksturen er meget diffus på grunn av den sterke epidotomvandlingen. (Teksturen er vist på bilde 12 og 13 side 41 og 42).

Feltspat: Noen opprinnelige plagioklaskorn viser svake rester av polysyntetiske tvillinger. Plagioklaskornene er sterkt zoisitt/epidotomvandlet dvs. saussurittisert. Finkornet zoisitt, noe epidot og aktinolittnåler opptrer nå i felt med litt albitt.

Plagioklas → albitt + zoisitt. Zoisitt og epidotkornene har kornstørrelse rundt 0,05 mm. Aktinolittnålene har lengde rundt 0,06 mm.

Aktinolitt/tremolitt opptrer som diablaster med 0,2 - 0,9 mm lengde. De opptrer ofte i uregelmessig felt med litt kloritt.

Kloritt opptrer i uregelmessige felt sammen med aktinolitt. Kloritt opptrer også i felt med høyere relieff, med amfibolnåler i tynne soner i forskjellige retninger og rundt feltene.

Erts har anhedral form og størrelse rundt 0,02 mm.

Bergart 2

Tynnslip 17846

Gunna, Grefstadvfjellet

KLORITT-EPIDOT- KVARTS- AKTINOLITT BERGART

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er grovkornet. Kvarts, tynne lysegrønne epidot-årer som går på kryss og tvers, mørke grønne fibrøse felt som kan være en amfibol, svak py disseminasjon og noen tynne sprekker opptrer.

Mineralinnhold

30% epidot, 28% kloritt, 24% kvarts, 14% aktinolitt, 2% leucoxen, 1% svovelkis, 1% magnetkis

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er middelskornet, sterkt ujevnkornet, og gjennom-satt av tynne sprekker med tykkelse 0,01 - 0,05 mm , som er fylt med kvarts og kloritt (se bilde 14 side 43).

Epidot opptrer som euhedrale krystaller med størrelse 0,2 - 0,4 mm blant kvarts og som små korn med størrelse rundt 0,1 mm tett sammenvokst i 4-5 mm store felt.

Kloritt opptrer mellom epidotkorn i store felt og i felt med leucoxen.

Kvarts opptrer med sterkt varierende kornstørrelse. Store korn med størrelse rundt 3 mm har undulerende utslukning, mindre korn med størrelse 0,05 - 0,3 mm. er rekrystallisert og har polygonale kornrensener.

Aktinolitt opptrer som lange, tynne nåler i forskjellige retninger og i fibrige felt, blant kvarts og mellom epidot.

Felt med grønn pleokroisme og blå/grå/gule interferens-farger, består av amfibol (spalteriss med 60° vinkel på hverandre er synlig i et område), litt kloritt og aktinolittnåler som opptrer som en randsone ytterst langs en side mot kvarts. Leucoxen opptrer disseminert.

Leucoxen opptrer disseminert og i felt med kloritt imellom (se bilde 14 side 43).

Bergart 3

Tynnslip 17847

Gunna, Grefstadvjället

KLORITT- OG EPIDOTOMVANDLET BERGART

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, mørk grønn med lysere grønne epidotrike felt og disseminasjon av magnetkislister og kobberkis.

Mineralinnhold

60% kloritt, 20% epidot, 7% leucoxen

12% magnetkis, 1% kobberkis

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet og jevnkornet når man ser bort fra magnetkis. En svak undulerende parallellorientering av kloritt opptrer.

Kloritt (anomale blå interferensfarger) har kornstørrelse under 0,01 mm.

Epidot opptrer som små korn med størrelse rundt 0,05 mm i uregelmessige felt med varierende størrelse, enkeltvis og som klynger i kloritt.

Leucoxen opptrer i felt rundt anhedrale små ertskorn, i kloritt og i epidot.

Lyse korn med størrelse rundt 0,2 mm opptrer blandt kloritt og epidot, rundt ertskorn og innesluttet i erts. De er sannsynligvis feltspat.

Erts opptrer som heksagonale korn med størrelse opp i 1 mm med inneslutninger av epidot, leucoxen og lyst mineral. Leucoxen er vanlig rundt anhedrale ertskorn (se bilde 15 side 44).

Bergart 11
Tynnslip 17849

Skjerp nær gammel dam,
Grefstadjellet

PUTERAND MED HYALOKLASTITT

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er middelskornet, lys grå/grønn, skifrig, med kvartsflekker og svak py og sl disseminasjon.

Mineralinnhold

37% albitt, 24% kloritt, 18% kvarts, 15% aktinolitt
3% epidot, 3% svovelkis

Aksessoriske mineral: sinkblende

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten består av delvis devitrifiserte fragmenter. Kornstørrelsen er mikrokrySTALLIN til finkornet. (For tekstur se bilde 17 side 49).

Glassfragmentene er nedbrutt til mikrokrySTALLIN kloritt med epidot, med størrelse rundt 0,02 mm. Leucoxen og albitt opptrer i blærerom. Albittens kornstørrelse er 0,1 - 0,2 mm.

I mellom glassfragmentene opptrer kvarts med noen få albitt-korn. Kvartsen er ujevnkornet med interlobate til amøboide korn grenser. Aktinolitt nåler med lengde rundt 0,05 mm opptrer i forskjellige retninger i kvartsen. Kloritt opptrer spesielt rundt ertskorn med subhedral form og størrelse 0,05 - 0,1 mm. Leucoxen og epidot opptrer også.

Bergart 13

Tynnslip 17850

10 m N for mineralisert sone
V for Viktoria II,
Grefstadjellet

PUTELAVA

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet og tett med grønn farge.

Mineralinnhold

36% albitt, 24% aktinolit, 22% kloritt, 10% stilpnomelan,
7% epidot, 1% leucoxen

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, jevnkornet og retningsløst kornet.
En sprekk med bredde rundt 0,2 mm er fylt med mikrokrystallin
epidot (< 0,01 mm).

Aktinolitnåler med lengde rundt 0,05 mm. opptrer på tvers
av albittkorn. Stilpnomelannåler med brun pleokroisme, epidotkorn med
størrelse rundt 0,04 mm, kloritt og leucoxen opptrer spredt i
bergarten. Et mineral med rød farge er sannsynligvis et Fe-oksyd.
(se bilde 19 og 20 side 53).

Bergart 14

Tynnslip 17851

30 cm. N for mineralisert sone
V for Viktoria II,
Grefstadjellet

PUTELAVA

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet og tett med grønn farge.

Mineralinnhold

43% aktinolitt, 34% albitt, 18% kloritt, 5% leucoxen

Aksessoriske mineral: epidot, stilpnomelan

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, jevnkornet og retningsløst kornet. Bergarten er gjennomvatt av sprekker med bredde 0,01 - 0,5 mm, som er fylt med mikrokrySTALLIN epidot.

Aktinolitt er nåleformet med lengde rundt 0,1 mm. Albitt har kornstørrelse rundt 0,05 mm. Aktinolittnåler har vokst inn i og på tvers av kornene. Epidot har kornstørrelse rundt 0,01 mm. Leucoxen har kornstørrelse < 0,05 mm. Et Fe-oksyd med rødbrun farge finnes rundt noen ertskorn.

Bergart 19
Tynnslip 17852

Mineralisert sone
V for Viktoria II,
Grefstadjellet

SVAK SVOVELKISDISSEMINASJON I PUTELAVA

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er ~~mørk grønn~~ klorittomvandlet, litt skifrig, med svovelkisdisseminasjon og noen kvartsflekker.

Mineralinnhold

38% kloritt, 34% albitt, 15% stilpnomelan, 5% kvarts, 5% erts,
3% leucoxen

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er mikrokrystallin til finkornet.

I randsonen av puta opptrer mikrokrystallin kloritt med blærerom med størrelse 0,1 - 0,4 mm, som er fylt med albitt med kornstørrelse < 0,1 mm, stilpnomelan, leucoxen og litt kloritt. Tynne årer med bredde < 0,02 mm er fylt med et Fe-hydroksyd. Andre årer/soner er fylt med leucoxen.

Innover i puta er det en veksling mellom linseformete felt med mikrokrystallin kloritt, albitt, stilpnomelan og leucoxen med ca. 50/50 kloritt/albitt og uregelmessige felt med erts, stilpnomelan, kvarts, litt kloritt og sprekker med Fe-hydroksyd. Erts har sterkt varierende størrelse < 0,5 mm og ofte rundet kornform. Stilpnomelan-nåler har lengde 0,05 - 0,2 mm.

Mye erts og stilpnomelan er samlet innenfor randsonen. Inne i og mellom ertskorn opptrer en mikrokrystallin blanding av kloritt og stilpnomelan.

(se bilde 21 side 54).

Bergart 30
Tynnslip 17854

Viktorias I, Grefstadvfjellet

SVOVELKIS-, KOBBERKIS- OG MAGNETKISDISSEMINASJON I KVARTSRIK
GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er mørk grønn/grå, skifrig med noen kvartsflekker og cp, py og po disseminert.

Mineralinnhold

45% kvarts, 30% kloritt, 1% stilpnomelan
10% svovelkis, 10% kobberkis, 4% magnetkis
Aksessoriske mineral: epidot, leucoxen, albitt, aktinolitt

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet og ujevnkornet. En veksling mellom mikrokrySTALLINE felt og finkornete felt med erts, kvarts, kloritt og stilpnomelan opptrer.

MikrokrySTALLINE felt består av kloritt, aktinolitt, leucoxen, albitt, stilpnomelan og epidot. Tynne kvartsårer og soner med kloritt opptrer. I et felt med kloritt, litt leucoxen, epidot, erts og aktinolitt, opptrer en annen type amfibol med diffuse kornrensere og spalteriss med 60° vinkel på hverandre.

Kvarts opptrer i ujevne og linseformete felt med ujevnkornet størrelse 0,02 - 1 mm. Kornrensene er polygonale til interlobate. Ertser opptrer i uregelmessige felt med kvarts, kloritt og stilpnomelan. Kloritt og stilpnomelan har større kornstørrelse i disse feltene, klorittkorn har lengde rundt 0,4 mm og stilpnomelannåler har lengde 0,2 - 0,5 mm. Stilpnomelannåler opptrer innover i ertskorn. Noen epidotkorn < 0,2 mm opptrer også. Et Fe-hydroksyd opptrer noen steder inne i ertskorn.

Bergart 40

Tynnslip 17858

Skjerp III, Resfjellet

GRØNNSTEIN MED SVAK DISSEMINASJON AV MAGNETKIS

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, lys grå/grønn og tett med svak po disseminasjon.

Mineralinnhold

62% albitt, 15% kloritt, 15% aktinolitt, 7% magnetkis, 1% leucoxen

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, jevnkornet og retningsløst kornet. Albitt har kornstørrelse under 0,3 mm. Aktinolittnålene har lengde 0,05 - 0,3 mm. Leucoxen har kornstørrelse under 0,05 mm. Erts er samlet i uregelmessige felt med størrelse rundt 0,5 mm.

Bergart 5

Polerslip 8477

Gunna, Grefstadfjellet

RIK DISSEMINASJON AV MAGNETKIS, KOBBERKIS OG SVOVELKIS

Makroskopisk beskrivelse

Finkornet grønn bergart med mm-tykke cp-årer og cp-, po- og py-disseminasjon.

Mineralinnhold

40% magnetkis, 10% kobberkis, 2% svovelkis

34% kloritt, 12% epidot, 2% leucoxen

Aksessoriske mineral: koboltglans, sinkblende

Mikroskopisk beskrivelse

Magnetkis har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,6 mm. Kornene har polygonale grenser. En tynn fortrenget/ erstattet kant og fugleøye-tekstur er vanlig langs po's korgrenser (po fortrenget til en finkornet masse med py-sammensetning). Sammenvoksningen mellom po og cp er enkel med noe bøyde korgrenser, til puslespill-sammenvoksning ved like mengder po og cp.

Kobberkis(oksyderes veldig raskt ved polering) har anhedral kornform og størrelse 0,04 - 0,4 mm. Cp opptrer i uregelmessige felt, ca.1,5 mm brede cp-rike felt blant po og silikatmineral og disseminert blant silikatmineral.

Svovelkis har subhedral kornform, ofte rundet og størrelse 0,01 - 0,06 mm. Klar og sonert type py opptrer i samme felt. Sonert type py har inneslutninger av silikatmineral og hull etter krystallflater. Inneslutninger av po og sl har størrelse < 0,01 mm. I et felt opptrer sub- til anhedrale sonerte py-krystaller, po-korn med fugleøye-tekstur og klare py-korn med tynne render av silikatmineral mellom kornene (se bilde 16 side 45).

Koboltglans har kornstørrelse 0,01 mm. Kornene opptrer blant py og po. R er målt til 48-50% (se bilde 23 side 59 og bilde 25 side 61).

Bergart 6

Polerslip 8478

Gunna, Grefstadjellet

RIK DISSEMINASJON AV MAGNETKIS OG KOBBERKIS

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, middelsgrønn med cp-årer og disseminasjon av cp og po.

Mineralinnhold

30% magnetkis, 5% kobberkis

38% epidot, 18% kloritt, 9% kvarts

Aksessoriske mineral: svovelkis, sinkblende

Mikroskopisk beskrivelse

Store felt består av po med litt cp og silikatmineraler, mens andre felt inneholder mer silikatmineraler og cp og mindre po. Mange tynne sprekker med bredde $< 0,01$ mm, og en med bredde 0,2 - 0,4 mm gjennomsetter bergarten og er fylt med et Fe-hydroksyd.

Magnetkis har kornstørrelse 0,05 - 0,2 mm og relativt jevnkornet størrelse med polygonale grenser. Fugleøye-tekstur opptrer langs korn grenser og innover fra sprekker. En del korn har undulerende utslukning.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,1 mm. Cp opptrer sammen med po i uregelmessige felt.

Svovelkis har subhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,05 mm. Py opptrer sammen med po og cp og noen steder rundt po-korn mot silikatmineral.

Sinkblende har anhedral kornform og størrelse $< 0,02$ mm. Sl opptrer i cp og po.

Bergart 12

Polerslip 8479

Skjerp nær gammel dam,
Grefstadjellet

MAGNETKIS OG KOBBERKIS I DEFORMERT GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, mørk grønn klorittomvandlet, deformert med uregelmessige årer av cp og po.

Mineralinnhold

50% magnetkis, 2% kobberkis

41% kloritt, 6% kvarts, 1% leucoxen

Aksessoriske mineral: sinkblende, koboltglans

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten viser "durchbewegung". Po har reagert mer plastisk på deformasjonen enn silikatmineral og bergarten har derfor et omrørt mønster. Po opptrer i brede "utgnidde" felt og i mindre trådformete felt blant silikatmineral.

Magnetkis har anhedral kornform, størrelse 0,02 - 0,1 mm og polygonale korngrenser.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,15 mm. Enkel sammenvoksning med noe bøyde korngrenser opptrer mellom cp og po.

Sinkblende opptrer som anhedrale korn med størrelse 0,02 - 0,05 mm, blant po og silikatmineral.

Koboltglans (I,H>Hpo, R 48-50%) har kornstørrelse 0,1 - 0,15 mm. Kornene opptrer i po, noen med inneslutninger av po med størrelse rundt 0,01 mm (se bilde 24 side 60).

Et silikatmineral med subhedral, heksagonal form er oppsprukket med cp i sprekker og inneslutninger av po.

Bergart 20

Polerslip 8481

Viktorija II, Grefstadjellet

RIK DISSEMINASJON AV SVOVELKIS I KVARTS

Makroskopisk beskrivelse

Disseminasjon av py med størrelse $< 0,2$ mm i lys grønnaktig kvarts.

Mineralinnhold

68% svovelkis

26% kvarts, 6% kloritt

Aksessoriske mineral : kobberkis, magnetkis, epidot og stilpnomelan

Mikroskopisk beskrivelse

Svovelkis opptrer disseminert i kvarts med svært varierende kornstørrelse, $0,01 - 1$ mm. Kornene er tydelig oppknuste. Store fragmenter har anhedral form, er oppsprukket med silikatmineral i sprekkene og har inneslutninger av cp, po og silikatmineral med størrelse $< 0,2$ mm. Mindre fragmenter har subhedral form. Korngrensene til py er ujevne. Det ser ut som om py-krystallene har vokst på bekostning av silikatmineral for så å ha avvokst.

Bergart 24

Polerslip 8482

Viktorias II, Grefstadvfjellet

SVOVELKIS , KOBBERKIS OG SINKBLENDE SOM ÅRER OG DISSEMINASJON
I KVARTS OG GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er uregelmessig båndet av skifrig grønnstein og kvarts med py, cp og sl som årer og disseminasjon.

Mineralinnhold

43% svovelkis, 2% kobberkis, 1% sinkblende
34% kvarts, 10% kloritt, 10% stilpnomelan

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten har vært utsatt for deformasjon (skjærbevegelse). Py-krystaller er oppsprukket og nedknust. Noen soner virker myllø-nittiske med meget finkornet py og utgnidde silikatmineral. Andre kvartsrike soner er lite deformert og inneholder euhedrale py-krystaller og sl-rike lag.
(se bilde 22 side 57).

Svovelkis har kornstørrelse 0,01 - 0,5 mm. Store korn har sprekker med cp og silikatmineral og inneslutninger av disse og sl. Py sonert med silikatineslutninger opptrer. Blant cp har py litt rundet form.

Kobberkis opptrer som anhedrale korn med størrelse 0,05 - 0,35 mm.

Sinkblende opptrer som anhedrale korn med størrelse < 0,01 - 0,04 mm. Sl opptrer sammen med py og cp og blant silikatmineral. Noen steder har sl inneslutninger av py og cp.

Bergart 27

Polerslip 8480

Skjerp ovenfor Lensmanns-skjerp,
Grefstadjellet

DISSEMINASJON AV MAGNETKIS, KOBBERKIS OG SVOVELKIS I GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Po og litt cp er disseminert i mørk grønn kloritt-
omvandlet bergart.

Mineralinnhold

30% magnetkis, 1% kobberkis, 1% svovelkis

38% kloritt, 18% kvarts, 8% albitt, 4% stilpnomelan

Mikroskopisk beskrivelse

Magnetkis opptrer som anhedrale korn med størrelse
0,02 - 0,4 mm. Kornene har ujevnkornet størrelse og noen er oppsprukket.
Deformasjonslameller og undulerende utslukning opptrer. Fugleøye-
tekstur opptrer innover fra sprekker og kornrensere.

Kobberkis har kornstørrelse 0,02 - 0,1 mm blant silikat-
mineral og 0,04 - 0,25 mm i felt blant po. Cp opptrer også i
sprekker i et silikatmineral som går i retning vinkelrett på mineralets
lengderetning.

Svovelkis har kornstørrelse rundt 0,1 mm. Klar og "grumsete"
type opptrer i samme felt. "Grumsete" type py er sonert med silikat-
mineral og hull etter krystallflater.

Silikatnåler som sannsynligvis er stilpnomelan, har vokst
inn i malmineralene og gjør kornrensene ujevne.

Bergart 42

Polerslip 8483

Skjerp III, Resfjellet

SINKBLENDE- OG KOBBERKISDISSEMINASJON I KVARTSÅRE

Makroskopisk beskrivelse

Sl og cp er disseminert som årer i kvarts.

Mineralinnhold

10% sinkblende, 1% kobberkis

76% kvarts, 11% stilpnomelan, 2% albitt

Aksessoriske mineral: magnetkis, kobberkis

Mikroskopisk beskrivelse

Sinkblende opptrer i anhedrale felt med kornstørrelse 0,01 - 1,2 mm. Sl har inneslutninger av cp, po og silikatmineral. De fleste inneslutningene er < 0,005 mm, en del cp-inneslutninger er rundt 0,005 mm og po-inneslutningene < 0,02 mm.

Kobberkis har anhedral kornform, opptrer som inneslutninger i sl og som korn med størrelse 0,01 - 0,3 mm blant sl. I felt med ca. 50/50 cp/sl er kornstørrelsen 0,3 - 0,6 mm og sammenvokstningen er enkel med bøyde korgrenser.

Magnetkis har anhedral kornform, opptrer som inneslutninger i sl og som korn med fortrenngningstekstur langs korgrensene. Po ~~fort~~rennges til/erstattes av en finkornet masse med py sammensetning (supergen omvandling). Ofte observeres bare py ytterst og hull innenfor, fordi det bløte mellomproduktet og po har falt ut under prepareringen. Kornene har størrelse 0,02 - 0,1 mm, opptrer ofte langs sl's korgrenser og ellers disseminert i felt.

Svoelkis har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,2 mm. Py opptrer blant cp og disseminert sammen med sl, cp og po.

Kvarts har polygonale korgrenser. Tynne sprekker med bredde rundt 0,01 mm opptrer og deler blandt annet et py-korn i to. Stilpnomellannåler har vokst inn i og på tvers av sl og cp (se bilde 28 side 67).

Bergart 43

Polerslip 8484

Skjerp III, Resfjellet

KOBBERKIS- ,MAGNETKIS- OG SVOVELKISDISSEMINASJON I GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Disseminasjon og uregelmessige årer av cp og po i finkornet mørk grønn bergart.

Mineralinnhold

16% magnetkis, 9% kobberkis, 2% svovelkis

49% stilpnomelan, 13% kloritt, 10% kvarts, 1% epidot

Aksessoriske mineral: sinkblende

Mikroskopisk beskrivelse

En viss parallellorientering av mineraler i felt opptrer. Et silikatmineral og py er utstruktet i lengderetningen og oppsprukket i retning vinkelrett på denne.

Kobberkis opptrer som grunnmasse i større felt med sl-inneslutninger, po-korn, py og bøyde stilpnomelannåler spredt i massen. Kornstørrelsen er $< 0,01 - 1,6$ mm. Po-kornene har anhedral form, er ikke delvis fortrenget/ erstattet og har størrelse $0,02 - 0,1$ mm. Cp og po opptrer i sprekker i et silikatmineral med lengde opp i $1,6$ mm og sprekker vinkelrett på lengderetningen.

Magnetkis opptrer som korn blant cp og som delvis fortrenget/erstattete korn, ofte samlet i felt. Po er omvandlet til en finkornet masse med py-sammensetning ytterst på kornene som tynne render, fugleøyne eller "parallele fjær" som er kløvkontrollert. Kornstørrelsen er $0,02 - 0,15$ mm. Cp, sl og silikatnåler opptrer i po.

Svovelkis opptrer som store anhedrale, avlange korn med lengde $1,2 - 2,5$ mm. De er oppsprukket med cp, po og silikatmineral som inneslutninger og i sprekker. Subhedrale py-korn med størrelse $0,01 - 0,07$ mm opptrer blandt cp og po.

Sinkblende opptrer i anhedrale felt med størrelse $0,01 - 0,08$ mm og kornstørrelse $0,01 - 0,03$ mm.

Bergart 46

Polerslip 8485

Skjerp III, Resfjellet

MAGNETKIS- OG SVOVELKISDISSEMINASJON I KVARTS

Makroskopisk beskrivelse

Tett sammenvoksning av po og py, disseminert fra skarp sprekk og utover.

Mineralinnhold

12% magnetkis, 5% svovelkis

79% kvarts, 4% stilpnomelan

Aksessoriske mineral : sinkblende, kobberkis, kloritt

Mikroskopisk beskrivelse

Py-korn med po rundt og imellom, opptrer tett sammenvokst ut fra skarp kontakt. Grovt sett øker kornstørrelsen ut fra kontakten og mineraliseringen blir mer og mer disseminert. På den andre siden av kontakten opptrer svak disseminasjon av py, po, cp og sl.

Svovelkis opptrer som subhedrale korn, ofte rundete og oppsprukket. Mot skarp kontakt er sammenvoksningen tett. Py-korn med po imellom har kornstørrelse 0,01 - 0,1 mm. Utover fra kontakten går kornstørrelsen opp i ca. 1,2 mm.

Magnetkis har kornstørrelse 0,02 - 0,8 mm. Mengden av po langs kontakten varierer, fra 50/50 py/po til 100% py. Py har inneslutninger av silikatmineral, po og cp. Po-inneslutningene har størrelse rundt 0,02 mm.

Kobberkis har anedral kornform og størrelse 0,01 - 0,4 mm. Cp opptrer som inneslutninger i py og disseminert i kvarts.

Sinkblende har anedral kornform og størrelse 0,01 - 0,05 mm og opptrer sammen med po mellom py-korn.

Bergart 50

Polerslip 8486

Skjerp I, Resfjellet

SVAK DISSEMINASJON AV KOBBERKIS, MAGNETKIS, SVOVELKIS OG SINKBLENDE
I KVARTS

Makroskopisk beskrivelse

Kvarts med cp-disseminasjon og tynne sprekker med rosa farge og litt gedigent sekundært Cu.

Mineralinnhold

95% kvarts, 3% kloritt

1% kobberkis, 1% magnetkis

Aksessoriske mineral: svovelkis, sinkblende, covelin, Fe-hydroksyd

Mikroskopisk beskrivelse

Kobberkis har anedral kornform og størrelse 0,01 - 1 mm.

Cp er disseminert som enkle korn eller samlet i felt.

Magnetkis har anedral kornform og størrelse 0,01 - 0,1 mm.

En del korn er delvis fortrenget/erstattet. Po opptrer disseminert, rundt cp-korn og i sprekker i cp.

Svovelkis har sub- til anedral kornform og størrelse rundt 0,2 mm. Py opptrer i cp og disseminert i kvarts.

Covelin (blågrå farge, bireflektans, A) opptrer langs korgrensene til cp og po.

Et Fe-hydroksyd med kornstørrelse rundt 0,02 mm finnes i sprekker. Mineralet opptrer alene eller rundt cp. Mineralet har blå/grå farge, er anisotropt med røde farger og kan være goethitt.

Kvarts har polygonale korgrensene. Tynne sprekker opptrer.

Bergart 54

Polerslip 8487

Rustdalen, Resfjellet

SVOVELKIS DISSEMINASJON I GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, lys grå/grønn med py disseminert i felt med størrelse rundt 1,5 mm og 1 - 2 cm.

Mineralinnhold

49% albitt, 33% aktinolit, 5% kloritt, 4% kvarts

9% svovelkis

Aksessoriske mineral: magnetkis, kobberkis

Mikroskopisk beskrivelse

Svovelkis har subhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,4 mm. Klar type py og py med mye silikatinneslutninger opptrer sammen. Py opptrer disseminert som enkeltkorn og sammen med po blant silikatmineral og samlet i store felt (rundt 5 x 7 mm) med inneslutninger av po, cp og silikatmineral med størrelse rundt 0,01 - 0,02 mm. Py er svakt oppsprukket.

Magnetkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,5 mm. Po opptrer disseminert alene og sammen med py blant silikatmineral med størrelse 0,1 - 0,5 mm. Po opptrer også i store felt med py, som inneslutninger i py med størrelse rundt 0,01 mm og som korn langs py's korn grenser med størrelse 0,01 - 0,04 mm.

Kobberkis har anhedral kornform og opptrer som små korn blant py, po og silikatmineral og som inneslutninger i py med størrelse rundt 0,01 mm.

Bergart 9

Polert tynnslip 9.84

Lensmanns-skjerpet
Grefstadvjellet

DISSEMINASJON AV SVOVELKIS, MAGNETKIS OG LITT KOBBERKIS
I KVARTS OG GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Disseminasjon av py, po og litt cp i finkornet kvarts med fragmenter av mørk grønn/svart bergart.

Mineralinnhold

28% svovelkis, 12% magnetkis, 1% kobberkis

45% kvarts, 10% stilpnomelan, 4% kloritt

Aksessoriske mineral: epidot, leucoxen

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet til middelskornet og ujevnkornet. Ujevnkornet kvarts har felt med sterkt varierende størrelse med finkornet til mikrokrySTALLIN stilpnomelan og kloritt med noe leucoxen og epidot. Py og po er oppsprukket med stilpnomelan, litt kvarts og kloritt i sprekker og rundt kornene. En 1/2 mm bred sone inneholder orienterte stilpnomelannåler og avlange kvartskorn med størrelse < 0,05 mm og noen ertskorn.

Kvarts har kornstørrelse 0,1 - 1,5 mm og polygonale til interlobate korn grenser. Primære korn er noe grumsete og har ujevne korn grenser eller heksagonal form. Rekrystalliserte korn er klarere.

Stilpnomelan har avlang og nåleformet kornform med lengde 0,02 - 0,4 mm. Stilpnomelan opptrer i felt tett sammenvokst med kloritt, med litt leucoxen og epidot i feltene. Stilpnomelannåler opptrer i retning ut fra feltene. Store stilpnomelankorn med størrelse > 0,2 mm opptrer i sprekker i erts og rundt ertskorn.

Epidot har kornstørrelse < 0,2 mm.

Bergart 9, forts.

Svovelkis har kornstørrelse 0,01 - ca.3 mm og er kataklastisk deformert. Store korn har sprekker fylt med cp og silikatmineral og har inneslutninger av disse og po (se bilde 16 side 47). Mindre py-korn/fragmenter har sub- til anhedral form. Ofte opptrer en tynn rand av cp ut mot silikatmineral. Py med flere og mindre inneslutninger opptrer blant silikatmineral, også med inneslutninger av cp og po.

Magnetkis har anhedral til subhedral form og kornstørrelse 0,02 - 0,05 mm. En del korn er delvis fortrenget/ erstattet langs sprekker og korngrenser som smale render og fugleøyne. Blant silikatmineral opptrer po med subhedral heksagonal form. Noen po-korn er oppsprukket, med cp i sprekker og som inneslutninger med størrelse rundt 0,02 mm.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 1,6 mm. Cp opptrer som inneslutninger i py og po, i sprekker i py og po, som korn sammen med po og py og blant silikatmineral. Inneslutningene i py har størrelse < 0,02 mm.

Bergart 21

Polert tynnslip 21.84

Viktoria II, Grefstadfjellet

KOBBERKIS, SVOVELKIS OG SINKBLENDE I KVARTSÅRE I GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Kvarts med cp-årer orientert i en retning og skifrig grønnstein med svak disseminasjon.

Mineralinnhold

7% svovelkis, 6% kobberkis

80% kvarts, 5% kloritt, 2% stilpnomelan

Aksessoriske mineral: sinkblende, koboltglans, leucoxen, epidot

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet, ujevnkornet og myllonittisk med tydelig parallellstruktur.

Noen soner består av mikrokrySTALLIN kloritt, leucoxen, nedknust epidot og kvartslinser.

I kvartsrike soner er kvartskornene rekrystallisert, har polygonale korn grenser og er relativt jevnkornet i felt. Tynne soner med mindre kvartskorn opptrer. I soner med mye cp og py er ikke kvartskornene rekrystallisert. Kornene er store og avlange med ujevne korn grenser. Kornene har undulerende utslukning. Kloritt, epidot og stilpnomelan har her relativt stor kornstørrelse og svovelkisen er kataklastisk deformert.

Bergarten er gjennomvatt av sene sprekker med 0,01 mm bredde. De fleste opptrer vinkelrett på parallellstrukturen og er fylt med py, Fe-hydroksyd og kvarts.

Kvarts har kornstørrelse 0,05 - 1 mm. Kloritt har kornstørrelse \ll 0,2 mm. Et sted opptrer kloritt sammen med et Fe-hydroksyd i erts. Stilpnomelannåler opptrer i felt med erts og har lengde \ll 0,2 mm. Epidot har størrelse 0,05 - 0,1 mm i snitt, er sonert og noen steder oppsprukket.

Svovelkis har sub- til anhedral form og størrelse 0,01 - 0,15 mm. Svovelkisen er oppsprukket og /eller deformert slik at opprinnelig kornstørrelse er vanskelig å bestemme. I soner med kvarts, leucoxen og kloritt har py subhedral form eller opptrer i lange soner. En del av denne py kan være post- tektonisk fordi inneslutningene ser ut til å være en fortsettelse av strukturen utenfor krystallene. I andre soner er svovelkisen oppsprukket og har mindre silikatinnestutninger. Klar type py og py sonert med silikatinnestutninger og hull etter krystallflater opptrer i sammenhengende felt. Svovelkisans kornrensere er ujevne.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse 0,01 - 0,2 mm blant silikatmineral og ellers samlet i felt med inneslutninger av magnetkis med størrelse 0,01 - 0,03 mm.

Sinkblende har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,08 mm. Sl opptrer blant silikatmineral og sammen med cp, noen steder med cp-inneslutninger.

Bergart 31

Polert tynnslip 31.84

Rustsone, Grefstadjellet

SVOVELKIS I KVARTSÅRE I GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Py med størrelse rundt 1 mm er disseminert i kvarts og svakere disseminert i grønnsteinsfragmenter.

Mineralinnhold

27% svovelkis

67% kvarts, 6% kloritt

Aksessoriske mineral: sinkblende, kobberkis, magnetkis, leucoksen,
Fe- hydroksyd

Mikroskopisk beskrivelse

Kvarts har kornstørrelse 0,02 - 0,5 mm. Rekrystalliserte korn har polygonale korn grenser og er relativt jevnkornet med størrelse rundt 0,05 mm. Opprinnelige korn med størrelse rundt 0,25 mm har interlobate korn grenser, undulerende utslukning og er samlet i felt. Rundt py-korn som er kataklastisk deformert, har kvarts vokst vinkelrett ut fra korn grensene. (Se bilde 18 side 51). Et Fe-hydroksyd opptrer i åpne sprekker med bredde rundt 0,05 mm og sammen med py. Mellom kvartsåre med py-disseminasjon og grønnstein er det en overgangssone. Denne består av kvarts, py, litt epidot og bøyde stilpnomelannåler.

Grønnsteinen består av mikrokrySTALLIN kloritt med leucoksen disseminert og samlet i felt, større kvartskorn og noe py. Py opptrer i felt med størrelse rundt 0,5 mm og som enkeltkorn med størrelse rundt 0,01 mm.

Svovelkis har subhedral kornform. Kornene er oppsprukket og fragmentert. Kornstørrelsen er 0,01 - 1,4 mm. Inneslutninger av sl, cp og po med størrelse < 0,01 mm opptrer.

Sinkblende har anhedral kornform og størrelse 0,02 - 0,07 mm. Sl opptrer som inneslutninger i py, som korn sammen med py og blant kvarts. Noen korn har emulsjonslignende inneslutninger av cp.

Kobberkis har anhedral kornform og størrelse rundt 0,05 mm. Cp opptrer som enkeltkorn i kvarts og som inneslutninger i py.

Bergart 41

Polert tynnslip 41.84

Skjerp III, Resfjellet

MAGNETKIS- , KOBBERKIS- , OG SVOVELKISDISSEMINASJON I GRØNNSTEIN

Makroskopisk beskrivelse

Bergarten er mørk grønn klorittomvandlet med po, cp og py som disseminasjon og årer.

Mineralinnhold

9% svovelkis, 7% magnetkis

33% stilpnomelan, 29% albitt, 21% kloritt, 1% kvarts

Aksessoriske mineral: kobberkis, epidot, leucoxen

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er mikrokrystallin til finkornet. Den består av stilpnomelan, albitt og kloritt, med ertsrike felt, klorittrike felt med rundet og avlang form og varierende størrelse, og albittrikere felt. (se bilde 27 side 66).

Stilpnomelan opptrer som nåler med lengde 0,05 - 0,2 mm. Albitt har kornstørrelse 0,05 - 0,4 mm. Albitt-tvillinger er tydelig i en del korn. Epidot har kornstørrelse 0,07 - 0,1 mm i runde snitt, største lengde er rundt 0,4 mm. Leucoxen opptrer disseminert blant kloritt, stilpnomelan og albitt. Erts opptrer i uregelmessige felt med stilpnomelan, litt albitt og kloritt inne i og rundt feltene.

Svovelkis har kornstørrelse 0,02 - 0,1 mm. Klar type og py sonert med silikatmineralinneslutninger opptrer i sammenhengende felt. Blant po har py anhedral form. Py er oppsprukket med po i sprekker og po-korn mellom kornene med svake sprekker og deformasjonslameller.

Magnetkis har kornstørrelse 0,01 - 0,4 mm og anhedral kornform. Kornene er svakt oppsprukket og en del har undulerende utslukning. Po opptrer sammen med py og disseminert blant silikatmineral.

Kobberkis har kornstørrelse 0,01 - 0,4 mm og opptrer blant py, po og silikatmineral. Stilpnomelannåler har vokst inn i både cp og po.

Bergart 52

Polert tynnslip 52.84

Skjerp I, Resfjellet

DISSEMINASJON AV MAGNETKIS, KOBBERKIS, OG SVOVELKIS I KVARTS

Makroskopisk beskrivelse

Disseminasjon av po, cp og py i kvarts med grønnsteinsfragmenter.

Mineralinnhold

12 % magnetkis, 4% kobberkis, 2% svovelkis

69% kvarts, 8% kloritt, 4% kalkspat, 1% epidot

Aksessoriske mineral: stilpnomelan, leucoxen, feltspat

Mikroskopisk beskrivelse

Bergarten er finkornet til mikrokrystallin. Avlange og linseformete felt består av mikrokrystallin kvarts, litt kloritt, leucoxen, epidot og feltspatkorn med størrelse opp i 0,8 mm. Kvarts opptrer mellom feltene.

Kvarts har kornstørrelse 0,05 - 0,5 mm. Store korn opptrer samlet. Små korn er rekrystallisert i områder eller tynne soner. Litt stilpnomelan opptrer blant kvarts.

Kloritt opptrer i felt med leucoxen, feltspat og heksagonal sonert epidot med størrelse 0,05 - 0,5 mm. Store klorittkorn opptrer rundt og mellom erts.

Kalkspat opptrer som uregelmessige korn med størrelse rundt 0,4 mm. Kalkspat har poikiloblastisk tekstur, opptrer i mikrokrystalline felt og i kvarts. Leucoxen opptrer sammen med kalkspat.

Erts opptrer i mikrokrystalline felt og med kloritt, kvarts og epidot rundt kornene.

Magnetkis har anedral kornform, er samlet i store felt med jevnt kornet størrelse 0,015 - 0,25 mm og er disseminert enkeltvis blant silikatmineral. Fugleøyetekstur opptrer langs korngrenser (supergen omvandling). Noen korn har deformasjonslameller og andre undulerende utslukning. Subhedrale, heksagonale korn opptrer blant kvarts og mikrokrystalline felt.

Svovelkis har anedral kornform og størrelse 0,02 - 2 mm. En del store korn er oppsprukket, spesielt i retning vinkelrett på kornenes lengderetning. Korn grensene mot po som ligger rundt er sterkt anedrale. Cp og po opptrer i sprekker. Inneslutninger av cp er vanlig.

Kobberkiskorn opptrer sammen med po, py og blant silikatmineral. Kornstørrelsen er 0,01 - 0,05 mm. Cp opptrer som inneslutninger og sprekkfylling i py.

Innover fra en sprekk med bredde rundt 0,01 mm opptrer et mineral med blå/grå farge og røde internreflekser. Mineralet fortrenger po og er sannsynligvis et Fe-oksyd, muligens goethitt.

GEOLOGISK KART over V-siden av GREFSTADFJELLET

(basert på økonomisk kartverk 1:5000)

0 100 200 300 400 500 m

- Putelava og andre vulkanitter
- Ganger og vulkanitter
- 100% ganger
- Udifferensiert gabbro
- Bergartsgrense
- Tektonisk linje
- Skjerp og gruve
- Gangkontakt
- Rett vei opp
- Invertert
- Lavahylle (paleohorizontalplan)
- Soner med sulfiddisseminasjon
- Jaspis og magnetitt
- Svakhetssoner overført fra flyfoto
- (311, 1321, 1371) Bergartsprøver

