

Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Bv 2043

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2043	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "552120002"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel En malmgeologisk beskrivelse av omrødet Bursi - Charlotta, Sulitjelma.				
Forfatter CHRISTOFFERSEN T.		Dato 1960	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag Diplomarbeid fra omrødet mellom Bursi og Charlotta. Hovedvekt på forekomstenes tektoniske forhold, men også skildring av bergartene og malmgeologien i Bursi, MonsPetter og Charlotta. En malmgeologisk forbindelse mellom Bursi og Giken antas som sannsynlig. To forskjellige malmdannelser er antatt : primær exhalativ sedimentær pyritt-malm, og en sekundær hydrotermal kopperkismalm.				

DET STORE EKSAMENSARBEID

utført

i Sulitjelmafeltet

av

Tor Christoffersen

22. oktober 1960.

Det store eksamensarbeid for stud. techn. Tor M. Christofferse

Gi en malmgeologisk beskrivelse av området Bursi - Charlotta, Sulitjelma.

Legg spesiell vekt på de kjente forekomsters tektoniske forhold.

De geologiske forhold i Bursi behandles i detalj.

Muligheter for forbindelse i området mellom Bursi og Charlotta vurderes, og det fremlegges forslag for en fullstendig undersøkelse.

J.A.W. Bugge

J.A.W. Bugge

ERKLÆRING

Jeg erklærer herved på ære og samvittighet bare å ha benyttet
tillatte hjelpemidler under utarbeidelse av det store eksamensarbeidet.

Sulitjelma, den 15. november 1960.

Tor Christoffersen

Tor Christoffersen

F o r o r d

Jeg vil få lov å takke Sulitjelma Gruber for den imøtekommenhet som er vist meg under arbeidet med foreliggende oppgave. En spesiell takk vil jeg få lov å rette til marksjeider H. Olsen.

Preparant Anker Iversen har utført tynn- og planslipene og stått for fotograferingen av de forskjellige preparater. Jeg retter en takk til han for vel utført arbeide.

Innholdsfortegnelse.

Sammendrag	s. 0
Innledende bemerkninger	s. 1
Tidligere undersøkelser	s. 2
Kort oversikt over grubene i Sulitjelmafeltet	s. 4
Skyveplanene i Sulitjelmafeltet	s. 6
Området Bursi - Charlotta	s. 10
Petrografi:	
Furulundskifer under amfiboliten	s. 10
Furulundskifer over amfiboliten	s. 12
Amfibolitbergartene	s. 13
Graniten	s. 15
Beskrivelse av området	s. 15
Malmforekomstene Charlotta - Mons Petter og Bursi	s. 23
Furulundfakolitens dannelse	s. 25
Detaljbehandling av Bursi grube	s. 27
Kotekart	s. 27
Malmdelingen	s. 29
Cu-fordelingen	s. 30
S-fordelingen	s. 32
Kvartsgangene	s. 33
Storsleppa	s. 35
Diaklasene	s. 35
Mulig malmforbindelse Bursi - Charlotta	s. 37
Forslag til fullstendig undersøkelse	s. 40
Fortegnelse over plansjer, figurer og foto	s. 44

Litteraturfortegnelse.

1. Th. Vogt: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi.
N.G.U. Nr. 121. Oslo 1927.
2. G. Kautsky: Der geologische Bau des Sulitjelma- Salojaure-
gebietes in den nordskandinavischen Kaledoniden.
1953.
3. W.F. Steenken: Geology and Petrology of the Region south of
Russånes. 1957.
4. J.H.L. Vogt: Sulitjelma kis- og kobbermalmfelt.
Kristiania 1899.
5. J.H.L. Vogt: Salten og Ranen.
N.G.U. 1890.
6. Breyslag-Krusch und Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren
Mineralen. 1913.
7. Magnusson: Malmgeologi. Motala 1953.
8. C.W. Carstens: Om dannelsen av de norske svovelkisforekomster.
D.K.N.V.S. Forhandlinger BD XVII.
9. D.W. Bishop: Tectonic Geology of the Sulitjelma Pyrite Deposits.
1928.
10. A. Hasselbom: Om Sulitjelma Grufvor och Verk.
Sulitjelma 1898.

S A M M E N D R A G

Det foreliggende arbeid bekrefter skyveplanenes eksistens i Sulitjelmafeltet, og deres betydning for malmdannelsen.

Malmene er nøye bundet til de breccierte soner som er forårsaket av skyvebevegelsene.

Resultatene av undersøkelsen tyder på to adskilte malmdannelser.

En primær svovelkismalm, antagelig av exhalativ sedimentær opprinnelse, og en sekundær hydrotermal kobberkismalm.

Det er konstatert en intim forbindelse mellom kobberkismalmen og de mange kvartsårer i Bursi grube.

Videre er en malmgeologisk forbindelse mellom Bursi og Gikenområdet sannsynlig, og kan bestå av på hverandre følgende drivverdige malmer på dypere nivåer.

Ut fra de geologiske resultater oppgaven har gitt, er der trukket opp retningslinjer for en fullstendig undersøkelse av dette felt.

De utarbeidete kotekart og Cu-fordelingskart for Bursi grube skulle være av stor driftsøkonomisk verdi.

Innledende bemerkninger.

Det undersøkte felt ligger i Sulitjelma, på nordsiden av Langvann. Det er mot vest begrenset av gruben Bursi, mot syd av Langvann, mot øst av gruben Charlotta og mot nord av den velkjente Furulundfakolit. Feltarbeidet har delvis foregått ute i dagen og delvis i gruben Bursi. Til kartleggingen i dagen ble benyttet oversiktskart for grubene Bursi, Mons Petter og Charlotta i målestokk 1:2500, der den aller nødvendigste topografi var innlagt. Til høydebestemmelser ble også benyttet aneroidbarometer. Flyfotos i målestokk 1:15000 ble benyttet, men p.g.a. oppgavens art var denne målestokk alt for liten. Selve feltarbeidet foregikk som vanlig geologisk kartering med inntegning av bergartsgrenser og observasjoner av strøk og fall, innsamling av bergartsprøver og dagboknedtegninger. Meget tid ble benyttet til strukturstudier, skissering og fotografering av disse. Foruten de observasjoner jeg selv har gjort i gruben, forelå der en del materiale som ikke var bearbeidet og som jeg har benyttet.

Tidligere undersøkelser.

Sulitjelmafeltet har gjennom tidene vært besøkt og beskrevet av flere forskere. Delvis har undersøkelsene vært av ren økonomisk interesse, men den overveiende del behandler feltets usedvanlig interessante geologi og tektonik. De fleste arbeider har mer eller mindre vært knyttet til malmforekomstene.

En av de tidligste arbeider er fra F. Svenonius's besøk i 1877. Han omtaler der gabbroene i Sulitjelmafeltet.

J. H. L. Vogt beskrev i sitt arbeid "Salten og Ranen" ertsforekomstene i Sulitjelmafeltet. På dette tidspunkt var Vogt av den mening at en hadde med sedimentære kisdannelser å gjøre.

A. W. Stelzner besøkte i 1890 Sulitjelma. Hans oppfatninger og resultater er offentliggjort under titelen "Die Sulitjelma Gruben im nördlichen Norwegen". Også han var av den oppfatning at malmene var sedimentære. Skiferlinsene inne i malmen forklarte han som stykker av sidestenen som gjennom glidning og forskyvning var presset inn i malmlegemet.

Hjalmar Sjøgren besøkte i 1892 sammen med sine medarbeidere O. Norden-skjöld og P. J. Holmquist, Sulitjelma. I en rekke avhandlinger utgitt av "Geologiska Föreningens Stockholm Forhandlingar", er deres forskningsresultater å finne. Deres kart over Sulitjelma Grubers konsesjonsområde i målestokk 1 : 50 000 er det beste og mest detaljerte kart en i dag har for hele området. Hj. Sjøgren hadde en magmatisk oppfatning av renmalmene, men tydet impregnasjonsmalmene som metasumatiske dannelser.

I 1917 utførte G. Holmsen og J. Rekstad geologiske arbeider i feltet. I arbeidet "Fjeldstrøket Fauske Junkerdalen" beskriver de en kalkholdig variant av Furulundskiferen i Sulitjelmafeltets vestlige del.

Mellom århundreskiftet og frem til 1917 var Sulitjelmafeltet gjenstand for tallrike videre undersøkelser, såvel petrografiske som mineralogiske. Her i blant finner man J. H. L. Vogt. Han reviderte sin sedimentære oppfatning og holdt på en epigenetisk dannelsessteori. Til en begynnelse var

han meget forsiktig og ville nødig anvende uttrykket kismagma, mange mener at han mente malmene var avsatt av løsninger, men i den store lærebok som han forfattet sammen med Bayslag og Krusch, betegner han kisforekomstene i fjellkjeden som intrusive magmatiske dannelser. For Sulitjelmas vedkommende begrunner han dette bl. a. med malmforekomstenes beliggenhet like under eller i gabbroide bergarter som han mener sto i forbindelse med den store Sulitjelmafakolit.

I 1927 kom Th. Vogt's arbeid "Sulitjelmafeltets geologi og petrografi". Dette er en meget detaljert beskrivelse av feltets petrografi og tektonik. Det geologiske oversiktskartet som følger med er meget forenklet, og på sine steder synes det som om grensene er trukket opp på skjønn. Han benekter i sitt verk alle muligheter for større overskyvninger. Annen del om Sulitjelmafeltet som skulle omfatte malmene, kom dessverre aldri ut.

Det siste arbeid vi har er av Gunnar Kautsky "Die geologische Bau des Sulitjelma - Salojaure Gebietes in den Nordskandinavischen Kaledoniden". Det er den svenske del av feltet som her behandles. Han er den første som beskriver de store skyveplan. Det store sevedekket deler han inn i fire mindre skyvedekker. Det er tre av disse som får interesse for Sulitjelmas vedkommende, da det fjerde ikke er utviklet her. De samme navn som Kautsky bruker vil bli benyttet i denne oppgave, og er nevnt ovenfra og nedover:

Gasakdekket.

Salodekket.

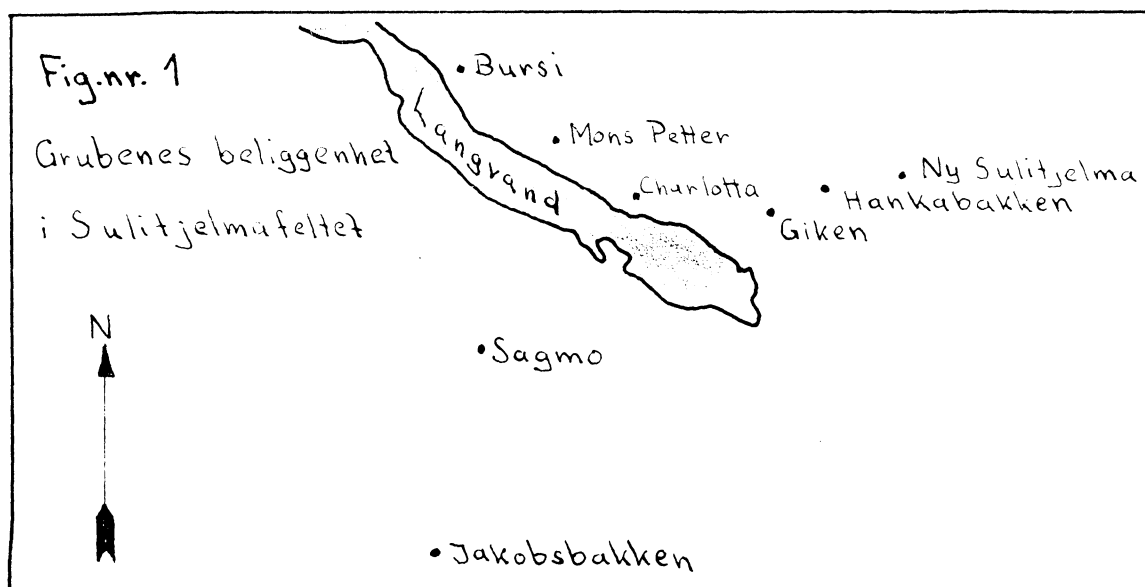
Vastendekket.

Pieskedekket.

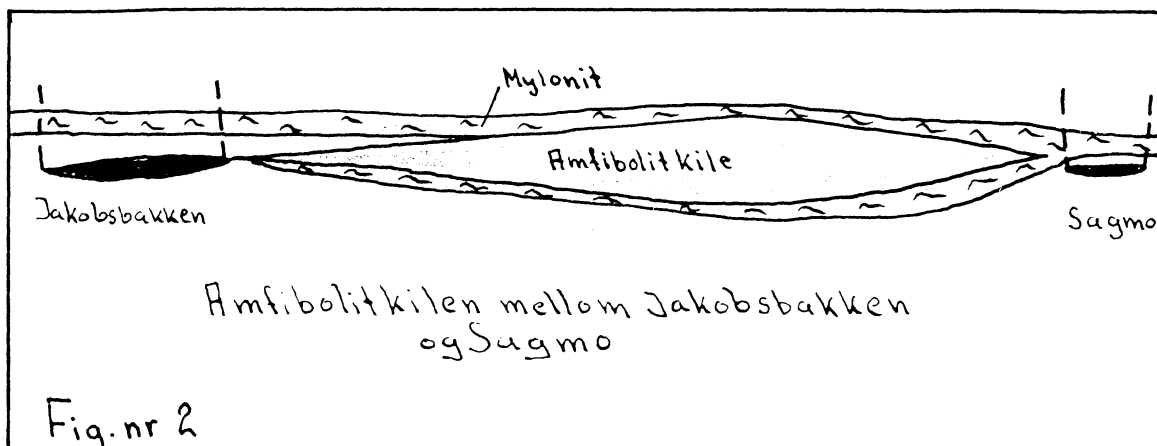
Det er Salodekket som ikke er utviklet i Sulitjelmaområdet.

Kort oversikt over grubene i Sulitjelma.

Grubene i Sulitjelma ligger som kjent rundt Langvann. Man skiller mellom nord- og syd-grubene. Fig. nr. 1



Av syd-grubene er for tiden Jakobsbakken og Sagmo i drift. Jakobsbakken har en meget regelmessig form. Den senere forsering mot dypet har ikke vist noen fortsettelse av malmen i samme akseretning. Sagmo ligger som en parallell til Jakobsbakken på den annen side av en amfibolitlinse. Fig. nr. 2



Noen mener at disse på dypet vil falle sammen, men i dag kan man ikke øyne en slik mulighet. Mulighetene for andre forekomster mellom disse to blir nå undersøkt med diamantboring. Disse hull kan så nyttes til

senere geofysiske målinger. Syd for Jakobsbakken ligger en liten nedlagt grube ved navn Anna. En har fra Jakobsbakken, etg. 6 1/2, gått inn med en ort under denne grube, og driver nå opp stigort til gjennomslag.

Alle syd-grubenes beliggenhet er i Furulundskifre i kortere eller lengere avstand fra den tynne, men meget utholdende gang av gabbroide bergarter.

Av nord-grubene er følgende i drift regnet fra øst mot vest: Ny-Sulitjelma, Hankabakken, Giken, Charlotta og Bursi. Disse grubers beliggenhet i forhold til de gabbroide bergarter er følgende: Ny-Sulitjelmas østre del ligger helt og holdent i skifer, det vil si under amfibolitten. De vestre partier skjærer dog opp i lagrekken, slik at vi her har klorit i det hengende og skifer i det liggende. Det samme er tilfelle med Hankabakken og Charlotta. Disse ligger altså i kontakten mellom amfibolit og skifer. Giken derimot ligger helt og holdent i skifer. Mons Petter som nå ikke er i drift, ligger delvis i kontakten, men skjærer mot vest opp i amfiboliten. Bursi ligger langs det liggende av en klorittisk omv. kile. Denne kile ligger et stykke ned i skiferen.

Som en ser er alle forekomster nær de gabbroide bergarter, og det er dette som har ført til den oppfatning at der var en genetisk forbindelse mellom den store gabbrofakoliten og malmdannelsene. Det er bare Kong Oscars malmfelt, syd-øst for Langvann som har sure og ikke basiske bergarter i sin nærhet.

Gjennomsnittsanalyser av malmene fra de ulike forekomster viser følgende gehalter:

Jakobsbakken:	1,31 % Cu	1,53 % Zn	21,7 % S
Sagmo :	1,47 % Cu	0,13 % Zn	14,9 % S
Ny-Sulis- området :	1,45 % Cu	0,38 % Zn	15,5 % S
Gikenområdet:	2,06 % Cu	0,46 % Zn	18,7 % S
Bursi :	1,71 % Cu	0,14 % Zn	13,3 % S

Skyveplanene i Sulitjelmafeltet.

En helt ny faktor som er kommet inn som følge av G. Kautsky's nevnte arbeider på svensk side, er de mange skyveplan en har i Sulitjelmafeltet. En kort redegjørelse over slik Kautsky mener det har foregått vil være til nytte.

De vekslende lag av sedimenter, effusiver og intrusiver er først blitt utsatt for en folding, og som følge derav har man fått en metamorfosering av bergartene. Nå har ikke foldingen, ei heller metamorfosen, vært like sterk i alle områder. Etter at områdene slik har fått en forskjellig karakter, har vi hatt de store overskyvninger. Gasakdekket ble skjøvet over Salo og Vastendekket, mens Salo og Vastendekket som en tektonisk enhet ble skjøvet over Pieskedekket. Salodekket er på et tidligere tidspunkt skjøvet over Vastendekket og er delvis erodert bort, slik at det bare er rester igjen av det. Mot slutten av disse overskyvninger har så hele det store sevedekket en b l o c blitt skjøvet østover.

Kautsky har satt opp et skjema over rekkefølgen av sedimentasjon, vulkansk virksomhet, metamorfose og tektonik, og jeg gjengir det i litt forenklet form på neste side.

Oversikt over rekkefølgen av sedimentasjon, vulkansk virksomhet, metamorfose og tektonik.

Silur og underdevon	Plastisk folding. Dannelse av granitkupper. Regionalmetamorfose.
	Palingenese av archæiske graniter. Granitiseringsprosesser.

	e n b l o c overskyvning av det store sevedekket. Dynamisk metamorfose.
Øvre ordovicium	-----
	Overskyvning av Vastendekket og erosjonsrester av Salodekket over Pieskedekket, og overskyvning av Gasakdekket over Vastendekket.
	Dynamisk metamorfose.

Undre ordovicium Kambrium (Eokambrium)	Svak folding i Pieskedekket. Kraftigere i Gasakdekket. Sterk metamorfose av bergartene i Gasakdekket. Intrusjon av Sulitjelmagabbroene?

	Sedimentasjon. Intermediær og sur vulkanisme. Intrusjon av Sulitjelmagabbroene?
	Polymikt konglomerat.
	Orogenese med overskyvning av Salodekket over Vastendekket. Folding.

	Sedimentasjon.
	Intrusjon av serpentinit og natrongranit.
	Effusiv porfyr- og amfibolit-serie med spilit.
	Sedimentasjon.

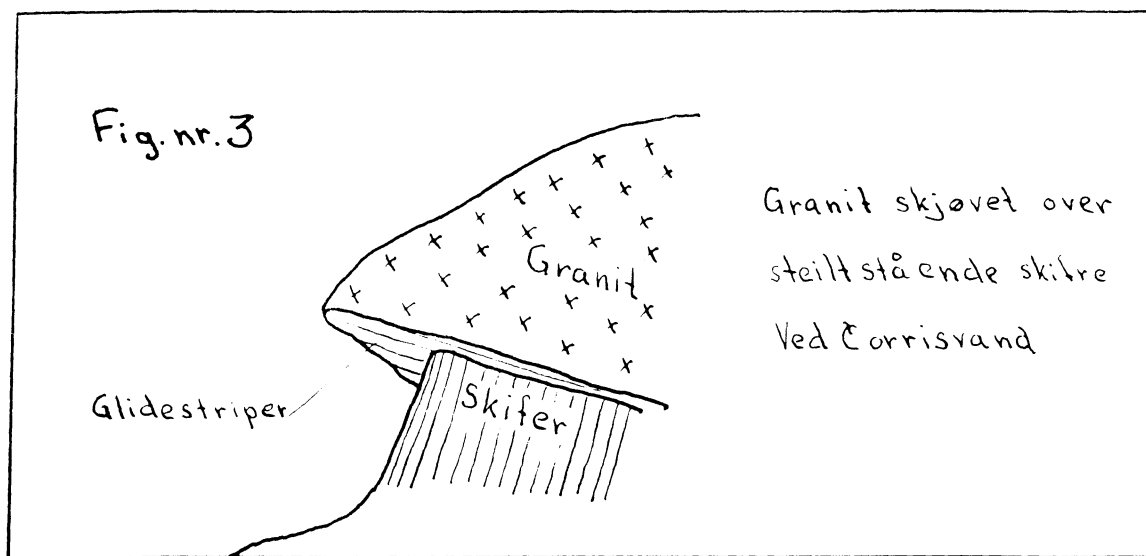
	Grunnfjellet.

Kautskys arbeider gjelder som nevnt for svensk side, men det er lett å gjenkjenne bergartene på norsk side ut fra hans beskrivelse. Han har selv satt opp en jamføring av bergartsnavnene vi kjenner fra Vogts arbeider, og de benevelser han selv bruker.

<u>Th. Vogt:</u>	<u>G. Kautsky:</u>
Rødtinnskifre i nord, Baldoaiveskifre i midten, Skaitiskifre i syd	Bergarter i Vastendekket og Gasakdekket Med Sulitjelmagabbro.
Undre Sulitjelmaskifre.	
Furulundskifre med Sulitjelmagabbro	Brune og grønne skifre.
Mourkiskifre	Jägnaftufitter med mellomlagringer av fosilførende sedimenter.
	Staloserien
Pieskekalk	Pieskekalk

Ut fra denne tabell, og ut fra hans og Th. Vogts bergartsbeskrivelser samt andres og egne iakttagelser, har jeg videreført skyvegrensene inn i Sulitjelmafeltets norske del. Pl. 1. Jeg skiller på kartet mellom iakttatte og formodede skyveplan. Vest for Baldoaive-synklinalen og vest for Sulitjelmatoppene, er skyveplanene inntegnet av ing. Dybdahl. I området Jakobsbakken er de observert av dipl. kand. G. Kirchner. Nord for Langvann og øst for Corrisvann er det egne iakttagelser. De formodete grenser er naturligvis grovt optrukket, men det hele gir et godt inntrykk av skyveplanenes forløp.

Skyveplanet øst for Corrisvann går i kontakten mellom granit og skifer og er meget tydelig. Sine steder er skiferen borterodert, slik at granitten stikker ut i luften. Fig. 3.



Både skifer og granit har tydelige striper etter bevegelsen. Skyveplanenes karakter nord for Langvann vil bli inngående beskrevet senere i oppgaven.

Området Bursi - Charlotta.

Området omfatter foruten grubene Bursi og Charlotta også den nå nedlagte gruben Mons Petter. Tidligere er dette området detaljkartlagt av ing. Carlson i 1930. Hans kart er meget nøyaktig og gir intet grunnlag til misforståelse. De betegnelser han bruker på bergartene kan diskuteres, men en kort orientering i felten bringer snart på det rene hva han mener med amfibolit, klorit, skifer o.l. Hans kart er konsentrert om de malmførende horisonter.

Jeg har utvidet hans kart opp til graniten, det vil si Furulundsfakoliten, og ellers lagt på strøk og fall, noe som ikke har vært systematisk gjort før. De fleste strøk- og fall-observasjoner er gjort i området rundt Bursi p.g.a. den brede plass denne grube har i oppgaven. Pl. 2 og 3 viser den utførte kartlegging.

Terrenget er bratt og meget vanskelig fremkommelig, noe som forårsaker ulemper ved kartleggingen. På det bratteste er stigningen 400 m på 700 m.

Alle bergartsgrenser er gått opp, også de som tidligere var kartlagt av ing. Carlson. Det er bare ett område som er helt utilgjengelig, og det er ca. 150 m øst for Sulitjelma stoll.

Området er karakterisert av den store amfibolitkilen som strekker seg over hele feltet, omgitt av skifre i heng og ligg. Kilens mæktighet varierer fra 550 m i øst til 150 m på det smaleste mellom Mons Petter og Bursi.

Jeg vil som en begynnelse gi en kort petrografisk oversikt av de bergarter som opptrer i feltet.

Furulundskifer under amfibolitten.

Dette er en brun glimmerskifer med granat, klinozoisit og hornblende. Makroskopisk er den lett kjennelig på sin ru overflate som er forårsaket av granat. Jo lenger vest en kommer i feltet, jo tydeligere blir hornblendenålene på overflaten.

Foto nr. I viser denne type av Furulundskifer.



Foto nr. 1 . x 20 .

Man ser tydelig at biotitten er knekket og opprevet som følge av "dragfolds". Mineralene for øvrig er kvarts, muskovit og små korn av klnzoisit. Hornblenden kommer ikke med på bildet, men er til stede i store mengder ellers i slipet, det samme er tilfelle med granat. Granatkrystallene ligger som i en "strøm" av biotit som bøyer seg rundt dem. Granaten er til dels oppsprukket, og til dels hele og har innslutninger av kvarts. Granaten viser ellers ikke noe tegn til omdannelse. Det gjør derimot biotiten som delvis er kloritisert. Det synes som om granatene kan ha rullet litt, men noen tydelig s-form som Vogt har funnet har vi ikke her.

På kartet har vi også en sone med rustskiifer. Det er en sone som i dagen er lett kjennelig p.g.a stor forvitring. Rustfargen skyldes finfordelt kis.

Under utgående av Charlotta grube, finner vi en sone som ing. Carlson har kalt kalkskiiferbreccie. At kalkgehalten her er større enn i den normale Furulundskiifer er det ingen tvil om, men noen utpreget brecciestruktur har vi ikke.

Ellers har vi i denne del av Furulundskiiferne flere amfibolitkupper. Disse synes å ligge i et bestemt stratigrafisk nivå. De er svært skarpt

adskilt fra den omliggende skifer, og stikker opp som fjellknatter p.g.a. sin store motstand mot forvitring. Foruten de større kupper som er avtegnet på kartet, har vi også flere mindre kupper i størrelsesorden 1 meter. De større kupper har en mer massiv og grovkrystalin karakter, de mindre er mer skifrig, konkordant de omgivne skifre. Deres natur som er linseformig, samt nivåstabiliteten, kan tyde på injeksjon av et gabbroid magma.

Furulundskiifer over amfiboliten.

Denne har makroskopisk et litt annet utseende enn skiferen under amfiboliten. Den er ikke så planskifrig, man finner heller ikke den ru overflate grunnet granat. Den virker lysere og mer glinsende, og har sine steder en utpreget veksellagring mellom mørkere og lysere lag.

Mikroskopisk skiller den seg fra den andre Furulundskiifer ved sitt plagioklasinnhold. Plagioklasen er bestemt til oligoklas. Ellers har vi følgende mineraler: Kvarts, granat, biotit, muskovit, amfibol, myrmekittisk klinozoisit. Aksessorisk opptrer titanit og zirkon.

Foto nr. II viser myrmekittisk utviklet klinozoisit samt kvarts, amfibol og oligoklas. Ofte har vi kjørtler av amfibol omgitt av en rand av klinozoisit.

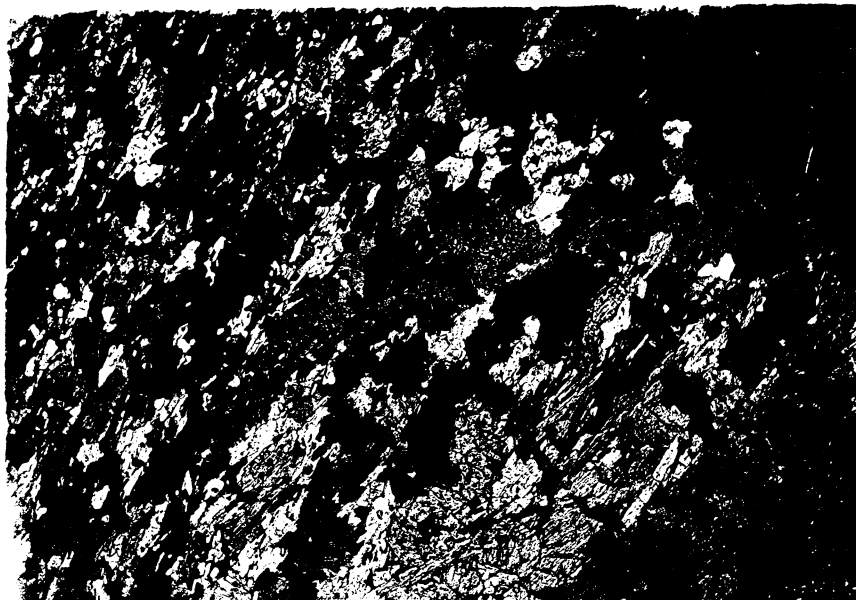


Foto nr. II . x 20.

Med sitt innhold av plagioklas, kan denne skifer svare til Vogts høyeste metamorfosetrinn. Det skulle også stemme at den tilhører Vastendekket, i motsetning til den mindre metamorfe skifer som vi har under amfiboliten, og som tilhører Pieskedekket.

Amfibolitbergartene.

På kartet er skilt mellom tre typer av amfibolitiske bergarter. Det er amfibolit uten nærmere spesifikasjoner, kloritisert amfibolit og forskifret amfibolit.

Foto nr. III representerer en typisk amfibolit uten spes.



Foto nr. III . x 20 .

Amfobolen som er bestemt til hornblende er dominerende mineral. Det er denne som gir bergarten den grønne karakter. Ellers har vi mineralene kvarts, plagioklas, epidot og klorit. I en litt lysere type av samme bergart har vi aktinolitisk hornblende som forårsaker den lysere farge. Denne er ofte litt mer finkornig og mer kloritisert.

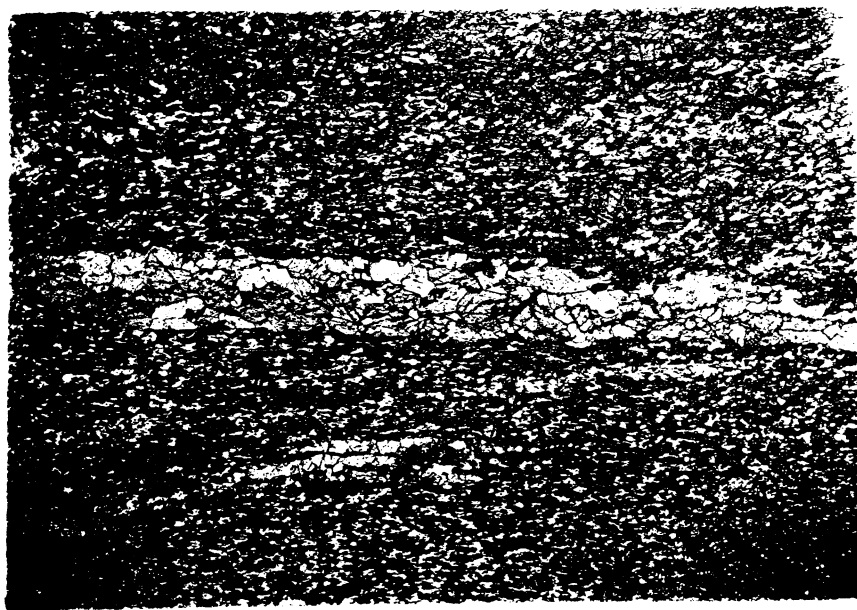


Foto nr. IV. x 20.

Det som betegnes som skifrig amfibolit, har vi på foto nr. IV. Dette er en meget finkornig bergart som hovedsaklig består av amfibol, kvarts, epidot og kalkspat. På bildet ser man en gjennomsettende gang av kalkspat. Amfibolen har parallellorientering.

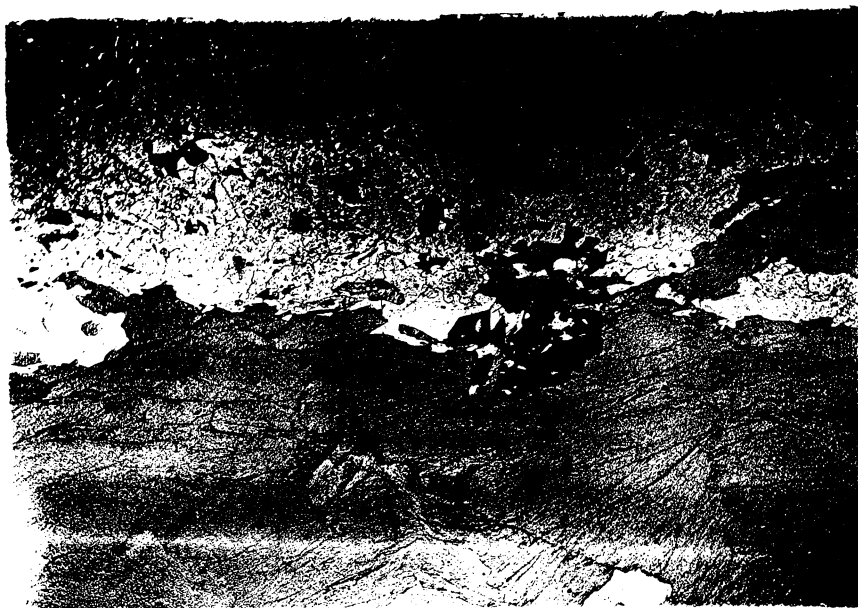


Foto nr. V. x 20.

Den kloritiserte amfibolit har vi på foto nr. V. En ser her kloriten konsentrert i soner. Det er en brecciebergart vi her har for oss, og en har kloritisering i de oppsprukne soner. For øvrig har vi titanit, kvarts, biotit og en del apatit.

Granit.

Den typiske granit fra den kjente Furulundsfakolit er en grå glimmerrik kaligranit med feltspatøyne i en mer finkornig grunnmasse. Bergarten har parallellstruktur og synes å være en del presset. Skiferen i kontakt med graniten synes å være litt mer finkornig enn ellers.

Hovedtypen av denne granit inneholder kvarts, mikroklinperlit, oligoklas, biotit, muskovit, epidot m/klinozoisit, titanit, apatit og zirkon.

Foto nr. VI er ikke en typisk granit, i og med at ingen feltspat kommer med på bildet.



Foto nr. VI. x 20.

De mineraler vi ser er kvarts, klinozoisit, myrmekitisk muskovit og litt biotit.

Noen mineralogisk forskjell i kontakt mot underliggende skifre og i mer sentrale deler av fakoliten er ikke påvist.

Som en vet har malmforekomstenes beliggenhet i forhold til amfiboliten ført til at man har lagt den aller største vekt på å undersøke og forklare amfibolitens natur og opprinnelse.

Vogt forklarer de amfibolitiske bergarter som derivater og utløpere av det store kabbromassiv i traktene rundt Sulitjelmatoppene. Han mener også å ha påvist en gradvis utvikling fra olivingabbro til klorit-albitfels.

I det område som behandles i denne oppgaven, skulle vi ifølge Vogt ha grønnstene i øst og klorit-albitfels i vest. Noen slik utvikling har jeg ikke kunnet finne.

Min oppfatning av de amfibolitiske bergarter er at vi har å gjøre med vekslende lag av effusive og intrusive grønnstener. Man har i dette feltet flere horisonter med agglomerater. Disse er ikke innlagt på kartet, da deres utholdenhet sjelden er over 100 - 200 m sammenhengende.

Fig. nr. 4.



Fig. nr. 4.

Deres nivå er også meget vekslende. Det synes som om agglomeratene over alt ligger i de mer finkornige lag av grønnstein. Når jeg tidligere har nevnt vekslende lag av effusive og intrusive grønnstener, så er ikke dette så liketil å se i dag. Hele grønnstenskomplekset synes å være utsatt for store bevegelser. Dette ser man både i det store og i det små. De store trekk skal jeg komme tilbake til i forbindelse med malmene. I det små kan man se resultater av bevegelsene i form av den breccie-karakter bergartene har. Fig. nr. 5 og nr. 6 viser dette tydelig.

Fig. nr. 5.



Breccie over
Qualekummen.

Fig. nr. 6.



Breccibergart over
Qualekummen.

Vi har her oppbrutte og forskjøvete lag av en lysere bergart i en mørkere mellommasse. At man her ser breccieringen best i de lysere lag skyldes senere kloritiserende løsninger som har angrepet den mørkere bergart mest, og til dels visket ut den oppknuste karakter. Sine steder kan denne brecciebergart minne om agglomerat. Dette har ført til at noen hårdnakket har holdt på betegnelsen agglomerat for det hele, og andre har kalt det myllonit. Et kompromiss er nok det riktige, i og med at vi ganske sikkert har både mylloniter og mylloniserte agglomerat.

Jeg har nevnt de store bevegelser vi har hatt i dette felt, og tenker da på de tidligere omtalte overskyvninger.

Det har vært hevdet at Vogt kategorisk benektet enhver form for overskyvninger i Sulitjelmafeltet. Dog må han i feltet ha funnet trekk som han har tydet som glideplan. I sin bok (1) side 175 skriver han følgende: "For Sulitjelmafeltets vedkommende kan det henvises til underlagets isoklinale folder, til den eiendommelige strekningsfold ved Langvannet samt til de ennå ikke beskrevne glideplan langs Sulitjelmakolittens underside." Det er magmaets fortsatte bevegelse fremover etter at den ytterste utløper er størknet, han her sikter til. Senere kommer han dessverre ikke mere inn på disse glideplan.

Vogt nevner også den breccierte amfibolit (1 side 146) og forklarer dem som årsaket av flere på hinannen følgende injeksjonsprosesser. Derved har man fått oppbrekning av den foregående og størknede injeksjon.

Når det gjelder Vogts teori om den gradvise utvikling fra olivingabbro til klorit-albit-fels, så har vi et trekk som passer adskillig bedre inn i teorien om skyveplan. Det er den sone av amfibolitiske bergarter man har i det liggende av olivingabbroen før kontakten mot skiferen. Noen slik sone finnes ikke i det hengende, her står olivingabbroen direkte i kontakt mot skiferne. Dette forklarer Vogt med at man først har hatt en injeksjon av liten mektighet som har tatt metamorf drakt tilsvarende de fysikalske forhold som hersket i den skifer de ble injisert i. Senere var injeksjonen av så stor mektighet at dens egen varmemengde ble avgjørende for krystallisasjonsbetingelsene. Hele dette problemet blir intet problem når man ser på tingene i lys av skyveplanene. Der er ingen sammenheng mellom olivingabbroen i feltet rundt Sulitjelmatoppene og de underliggende amfibolitiske bergarter.

I feltet som er kartlagt i denne oppgave, kommer skyveplanet mellom Pieskedekket og Vastendekket inn. I grove trekk går skillet mellom disse dekker i kontakten mellom Furlundskiifer og amfibolit. Man har altså at skyveplanet i store trekk går konkordant lagdelingen. Ved nærmere under-

søkelser i marken viser det seg at saken ikke er så liketil. Man har ikke et bestemt plan eller stratigrafisk horisont hvor man kan si at her har skyvningene foregått. Tidligere er nevnt den kraftige breccieringen man har av amfiboliten. Dette har ført til at man har fått skyvning langs flere plan, og det er ikke mulig i marken å peke ut et bestemt plan og si at den største bevegelsen har foregått her. Det som avslører skyveplanene er den sterkere brecciering med mindre fragmenter enn ellers, og en sterk kloritisering.

De mest utpregede og sterkest kloritiserte soner er lagt inn på kartet. Der hvor de kloritiserte soner er i kontakt med skifer, har denne flere steder fått et sericitisk preg. Det synes som om den er utlutet og avbleket av de sirkulerende oppløsninger.

På kartet ser man over Charlotta grube en sone skifrig amfibolit. Det er mulig at denne forskifring også er et produkt av de skyvebevegelser vi har hatt.

Man har flere steder mindre omvandlede amfibolitkomplekser som har form av kiler. Der disse ligger inne i amfiboliten har de en sone rundt seg som er sterkere kloritisert. Man kan tenke seg at de er skjovet fremover og har fått en sterkt oppknust sone rundt seg som så siden er blitt kloritisert. Noen steder, spesielt ved Bursi, ser man at disse kileformede legemer er skjovet ned i underliggende skifre.

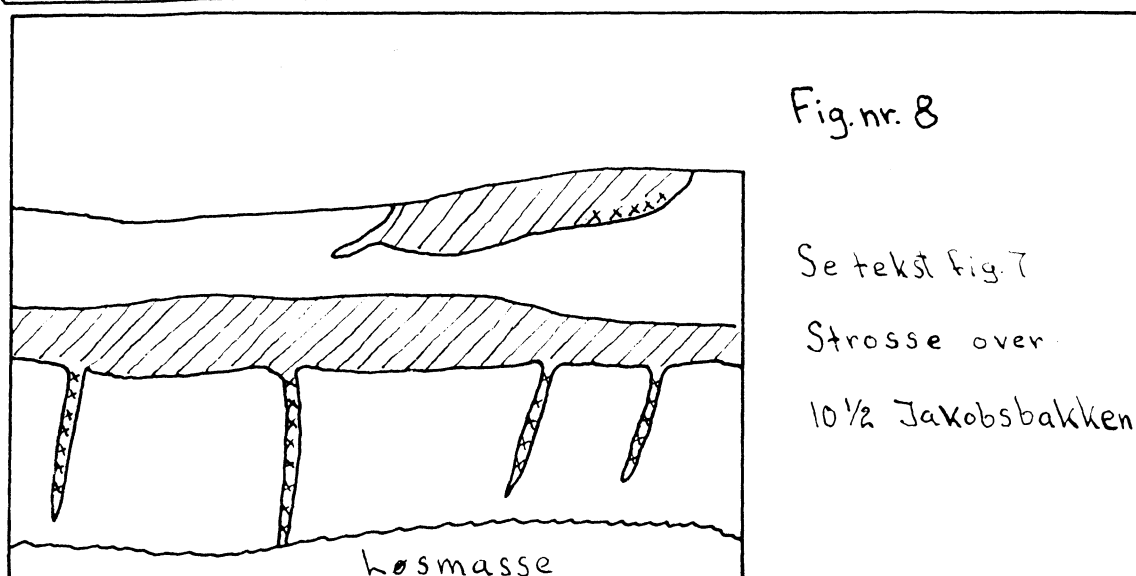
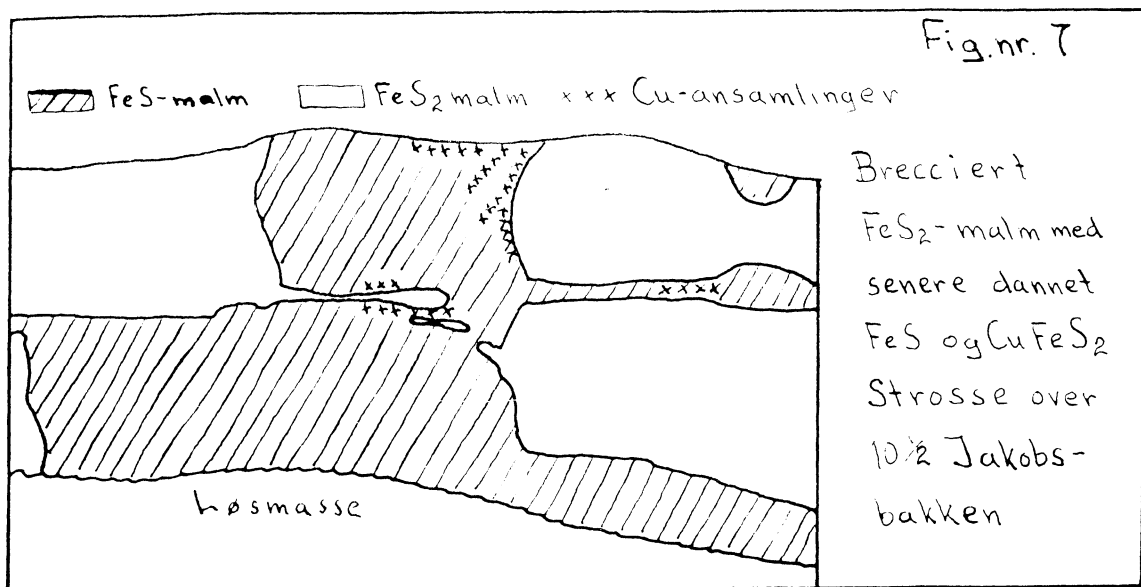
Man kan si at man har to hovedtyper av malm i Sulitjelma. Den ene er en utpreget sukkerkornig svovelkis av en mektig løs karakter. Den annen er en mer massiv kobberkis som er langt sterkere mekanisk sett. De opptrer både sammen og hver for seg. Den tanken at man har med to atskilte malmannelser å gjøre, ligger nær. Videre behandling av dette kommer jeg tilbake til under avsnittet om Bursi. Man la oss nå tro at vi har to atskilte malmdannelser. Den primære er den sukkerkornige svovelkis, den sekundære er den mer massive kobberkis.

Hvordan den primære svovelkis er dannet er naturligvis et vanskelig spørsmål. Kisens opprinnelige karakter er utvirket p.g.a. metamorfose.

Det har i den siste tid vært hevdet en exhalativ sedimentær opprinnelse til mange kisforekomster. Man kan heller ikke se bort fra denne mulighet når det gjelder Sulitjelmafeltets malmer. At man kan ha slike dannelser av svovelkis synes trolig, derimot er det vanskeligere å begripe en exhalativ sedimentær dannelse av komplekse kiser. Mulighetene for felling av slike malmer krever et annet kjemisk miljø enn det man har i havvann. Dette forklarer tilhengerne av denne teori med at de utstrømmende gasser og løsninger vil forandre det herskende miljø slik at sadanne dannelser likevel blir mulig.

Med mine nåværende kunnskaper i fysikalsk kjemi, vil jeg ikke gi meg ut på diskusjon av dette problemet, men bare si at en exhalativ sedimentær dannelse av den primære svovelkis synes mulig. Den primære svovelkis må ha ligget i et ganske bestemt stratigrafisk nivå. Av det man i dag kjenner til de mekaniske egenskaper til den sukkerkornige svovelkis, kan det tenkes at denne sone av liten mekanisk styrke har medvirket til skyveplanets plasering nettopp i denne svakere sone.

Dersom man tenker seg svovelkisen brakt på plass før skyvningen fant sted, så skulle man kanskje vente et langt mer brecciert preg på malmen. Tegn som tyder på oppsprekking av primærmalm og inntregning av sekundære løsninger har vi da også flere steder. Typisk har man dette på Jakobsbakken. Fig. nr. 7 og nr. 8 er fra strossen over tverrbane 10 1/2, og viser hvordan sekundære løsninger har trengt inn i den oppsprukne svovelkis.



Selv om man har disse typiske ting som vist på figurene, kan man ikke si at malmene i sin helhet har utpreget brecciert karakter. Dette kan dog skyldes den utvaskende metamorfose, som har forårsaket at man ikke har den skarpe overgang mellom primær og sekundær malm. Det kan også tenkes at svovelkis var mer plastisk under de da herskende forhold.

Den sekundære mer komplekse malmdannelse må antas å ha vært av hydrotermal natur og stå i forbindelse med fjellkjedefoldingene. De tidligere beskrevne overskyvninger, og som følge av dem oppsprekking, har gitt muligheter for malmløsningens fremtreden. I følge med malmdannelsen hører også kloritisering av den breccierte amfibolit og skifer. Til samme periode hører også de meget utbredte kvartsårer i Bursi, likeledes dannelse av kalkspat og baryth.

Under diskusjonen om to malmdannelser, kom også spørsmålet om to dannelses temperaturer inn. For å få en mulig fastleggelse av dette ble det sendt prøver over til Gunnar Kullerud ved Geophysical Laboratory i Washington. Det ble sendt prøver av både den antatte primære og den sekundære malm.

Nå hadde jeg ikke anledning til å mikroskopere prøvene før jeg sendte dem over, og resultatet var at bare tre av seks prøver hadde sinkblende i direkte kontakt med magnetkis. Bare i en av disse hadde man de nevnte mineraler i så stor mengde at temperaturbestemmelsen ble helt pålitelig. For de andre to prøver må den funne temperatur ansees som et minima for dannelsen.

Den eneste sikre temperatur var for kobberkisen i Charlotta grube, og den var 460°C , uten korreksjon for trykk som vil bli 25°C i tillegg for hver 1 000 atm. totaltrykk. Den annen men usikre, var 385°C for svovelkisen i Charlotta. At denne er lavere kan skyldes undermetning på Fe i dannelsesperioden. Den tredje temperatur var 410°C for sekundærmalmen i Bursi, denne må også ansees som minimumstemperatur.

På grunn av det som er nevnt beviser ikke disse temperaturer noe om to malmdannelser, men de motbeviser heller ikke noe, om det kan være en trøst.

I tillegg til de usikre faktorer som allerede er nevnt, kommer da det store spørsmål: Har man både en primær og en sekundær dannelses av sinkblende? Det er jo avgjørende i og med at det er sinkblenden som brukes som termometer.

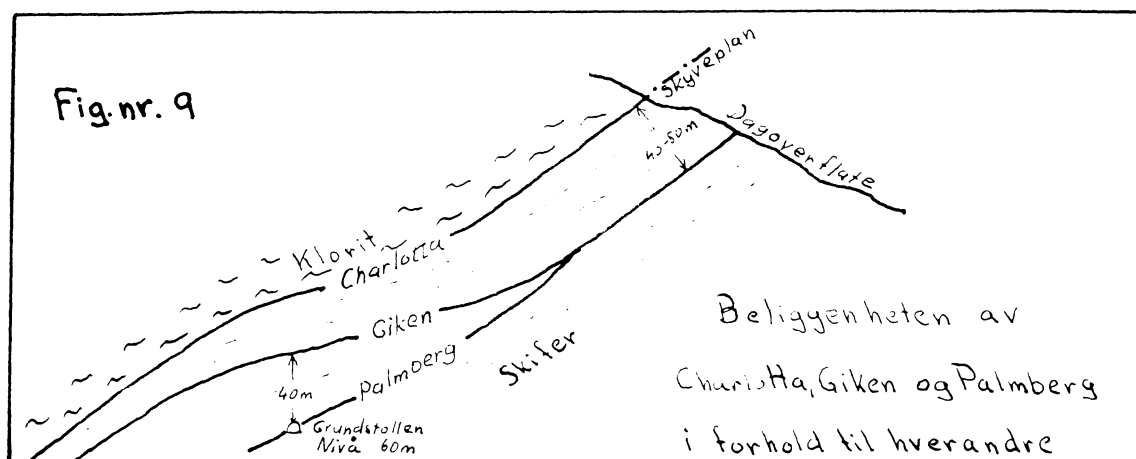
Selv om sinkblenden bare hører til den sekundære malmdannelses så skulle en kunne finne forskjellige temperaturer dersom en analyserte en prøve fra kjernen av den sekundære malm, og en annen prøve fra en tynn åre av sekundærmalm inne i primærmalmen. Den siste skulle da få en lavere temperatur dersom svovelkisen var tidligere dannet.

Mer kjennskap til problemene vedrørende temperaturbestemmelse og videre forsøk skulle kunne bringe resultater.

Malmforekomstene Charlotta - Mons Petter og Bursi.

Charlotta.

Denne ligger med klorit i hengen og skifer i det liggende, og skulle således svare til skyveplanet mellom Pieske- og Vastendekket. Charlottas beliggenhet i forhold til Giken og Palmberggangen fremgår av fig. nr. 9.



Giken og Palmberg ligger begge nede i Furulundskiferen. Charlotta og Palmberg ligger konkordant lagdelingen, mens Giken sannsynligvis ligger diskordant. Denne diskordans er ikke synlig i gruben, men går frem av figuren. Som nevnt er Charlotta dannet i skyveplanet mellom Pieske-dekket og Vastendekket. Dannelsen av Giken og Palmberg skyldes sikkert også svakhetsplan og oppsprekking i forbindelse med skyvebevegelsen.

Ser man på kartbladet Charlotta - Mons Petter, har man to kloritiserte soner. En nedre mot Furulundskiferen, og en øvre som grenser mot amfiboliten. (På kartbladets fortsettelse mot øst, er dette mer tydelig.) Man har også en sone av forskifret amfibolit. Ser man på den mellomliggende amfibolit, har denne form av en kile omgitt av kloritiserte og forskifrete soner. Det dreier seg her om en kile som har beveget seg i forhold til det omgivne, og dannet oppsprekning og forskifring. Senere har disse oppsprukne soner gitt muligheter for løsnings fremtrengen som har forårsaket kloritisering og malmdannelse. Man ser at det er sammenhengende malmsoner både i det liggende og hengende. Foran kilen finner man malmforekomsten Mons Petter som er funngruben i Sulitjelma.

Den ligger med klorit i det liggende og amfibolit til dels forskifret, i det hengende

Bursi.

Denne forekomsts beliggenhet fremgår av kartet. Den er bundet til en kloritisk omvandlet amfibolittkile, og befinner seg i dennes ligg. Man kan tenke seg kilen skjøvet ned i og langs Furulundskiferen. Ved Glastuneslemmen vest har vi en kraftig fold, som sikkert er resultatet av at kilen under bevegelsen fremover langs skiferne har møtt så stor motstand at den har slått krøll på seg. I denne fold har det vært drevet en form for kraterdrift på en relativt mektig malm. At mektigheten her er uvanlig stor er rimelig. Under foldens dannelselse har man sikkert fått en større oppsprekking enn vanlig og derved lettere veg for malmløsningene. Hele kilen er ganske jevnt impregnert med kis, men den egentlige malm ligger altså i det liggende. En liknende jevn impregnasjon finner vi også i den ovenforliggende amfibolittkile. Denne er ikke så sterkt kloritisert, men likevel inneholder den ikke lite kis. Sine steder har man også her ansamlinger av kobbermalm. Det er slett ikke usannsynlig at det også her kan finnes drivverdig malm på dypere nivåer. Lenger vest har man de nedlagte gruber Clara og Sigrid. Om disse ligger i samme nivå som den senest nevnte sone, er mer uklart. Det samme gjelder forekomsten Sven Johan. Man har nemlig her langt mere uryddige forhold i dagen, noe som fremgår av det geologiske kart.

Ser man litt på Bursisonen så har denne forbindelse med en ovenforliggende mektigere amfibolit. I dagen er denne forbindelse meget svak, men det er ingenting i vegen for at det i det svevende var, eller under dagen er kraftigere og ikke så ubetydelig som i det utgående. Fra vest til øst kan sonen i dagen følges i ca. 1 400 m til den kiler ut like øst for et skjerp. Denne utkiling har enkelte tolket som Bursimalmens begrensning mot øst, og har trukket en linje fra denne og rett nord. Noe grunnlag for denne linjes retning har ingen kunnet gi, og jeg har ennå

ikke funnet noe i dagen som kan gi en pekepinn om hvordan utviklingen forløper på dypet. Jeg skal komme nærmere inn på dette problem i kapitlet om malmforbindelse Bursi - Charlotta.

Bursimalmens struktur ser vi på foto nr. VII og nr. VIII. Det første viser en prøve av kobberkismalm, det andre viser en svovelkismalm.

Foto nr. VII. x 300.



Kobberkis med
cubanitt eller

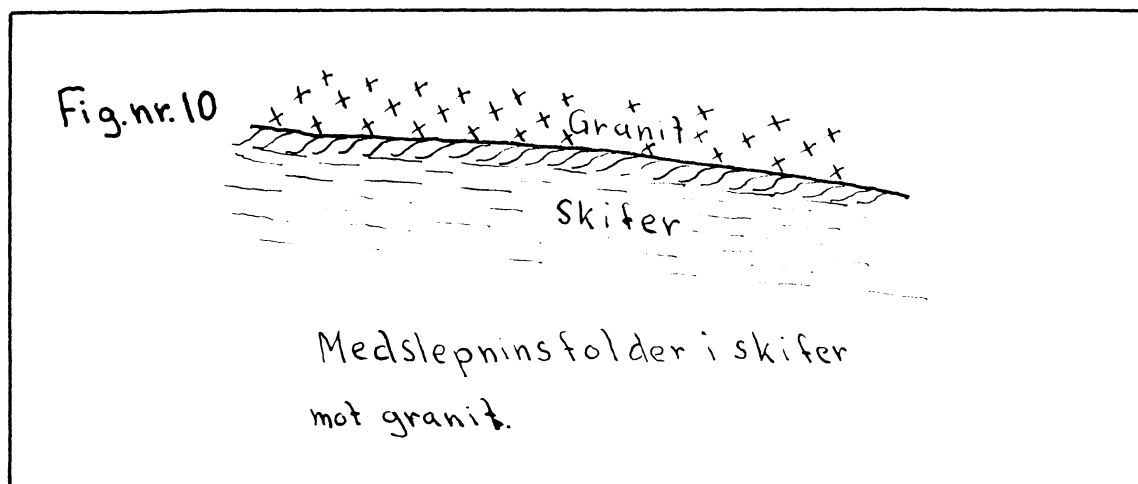
Foto nr. VIII. x 12.



Graniten.

I høyeste nivå på oversiktskartet finner man graniten, av Vogt kalt Furulundsfakoliten. Den har form av en linse som kiler sterkt mot vest. Vogt mener at graniten er kommet på plass i smeltet fase. Dette

forekommer meg merkelig, ingen tegn til kontaktmetamorfose er å finne. Til og med de små innleiringer av skifer har samme karakter som skiferne lenger fra kontakten. Tanken om granitiseringsprosesser har også vært diskutert, men granitens skarpe grenser og relativt homogene karakter tyder i alle fall på at en slik prosess ikke har funnet sted i de sidebergarter en har i dag. Sure vulkanske asker har også vært nevnt som opprinnelse, og jeg vil være mest tilbøyelig til å være enig i denne teori, men det er mye som tyder på en forflytning av granitmassivet, f. eks. som på fig. nr. 10 små medslepningsfolder i underliggende konkordante skifre.



Om denne forflytting av granitmassivet har forbindelse med de store overskyvninger er ikke undersøkt, men det er vel trolig.

Detaljbehandling av Bursi grube.

Ser man på kartet over Bursi grube, Pl. 4, så har den en gammel del, den vestre, og en nyere del, den østre. Det er i den nye del driften i dag pågår. P.g.a. mangelfullt materiale og ellers vanskelige forhold med sterkt oksyderte gruberom o.l. i den gamle del av gruben, vil denne oppgave bare behandle den nyere del.

Vi har her følgende produksjonsnivåer: 72, 80 og 85 meter. Malmen er en kobberholdig svovelkis med skifer i det liggende og klorit i det hengende. Malmlegemet danner et meget komplisert "ås - og dal-landskap, i gruben kalt mulder og rygger. For å få en bedre oversikt over formen, ble det for en del år siden påbegynt et kotekart for malmlegemet. Dette kartet omfattet bare en liten del av gruben, nemlig den til da kjente del av mulden mellom ortene 72 høgre og venstre. Jeg har ført dette kartet videre, så det er ajour med de i dag kjente forhold i "ny-gruben". Pl. 5.

Skal et slikt kart bli riktig trenges det stor nøyaktighet. En må foruten godt kjennskap til gruben også kjenne flest mulig høyder. Som en ser, er det bare et fåtall høydeangivelser på kartet. Skal en få de nødvendige høyder må en bruke resultater og tall fra grubekartleggingen. En del antagelser er gjort for de partier der drifter ennå ikke finnes, f. eks. mellom mulden 72 h. og v. forløp mot øst. Som en ser løper feltortene langs kotene, disse drives som kjent med en stigning på bare 1 : 133. Det har tidligere, i gammelgruben, vært gjort forsøk med å lage en modell av malmen. Den var laget av plastplater som dannet et rutemønster av vertikale plater. Hver plate representerte således et profil, og var påmalt malmens forløp. For en mer regelmessig form ville det kanskje vært en brukbar metode, men i dette tilfellet mister man hele oversikten. Hadde tiden tillatt det, hadde det vært meningen å lage en modell i f. eks. plast. Jeg ville der ha brukt kotekartet som jo viser malmens ligg, og avbildet det som en topografisk modell. På dette som grunnlag

kunne man så bygge opp fester og andre gjenstående partier, og fått en sann modell av gruben der heng og overliggende berg var fjernet.

Det mest karakteristiske med kotekartet er, foruten dets ujevne forløp, mulden mellom 72 h. og v., og ryggen som 72 v. svinger seg rundt. Disse to formasjoner løper nesten parallelt. På et tidligere tidspunkt ventet en at 72 h. og v. skulle svinge mot hverandre og møtes, og på den måten avgrense en lukket mulde. Som en ser er denne mulighet nå mindre, skjønt ikke helt utelukket. I alle tilfelle blir bildet et helt annet enn man fra først av tenkte seg. Min formodning, som også er antydnet på kotekartet, er at 72 v. vil svinge slik at den vil gå i motsatt retning av 72 h. med omlag samme strøk som denne. Det er også på kotekartet antydnet et mer jevnt strøk og fall på dypet mot nordøst.

Ryggen som 72 v., 80 og 85 svinger rundt er antatt å ville dø ut. Denne antagelse er gjort på grunnlag av forløpet til den nylig påbegynte synk som går fra 72 h. og nordover (koordinatene 1470V - 1720N). Et profil av denne synk er gjengitt på Pl. 6. Skulle den nevnte rygg fortsette i den retning den hittil har hatt mot øst, ville man ha merket dette ved at synken ville få en stigning videre mot nord. Det er mulig at den forbigående utflating av synken på nivå 69, er de siste rester av denne utdøende rygg.

Mulden mellom 72 h. og v. er også formodet å ville dø ut, eller rettere sagt bre seg ut mot nord-øst. Man kan muligens finne forklaringen til dette i at den nevnte rygg og denne mulden løper sammen og gjensidig svekker hverandre. Med dette er ikke sagt at synken ikke kan treffe på nye rygger og få et bølgende forløp.

Forholdene på toppen av ryggen, mellom 85 vest og nord, er mer uklar, og noen formodning av forløpet her er vanskelig å ha ut fra nåværende kjennskap.

Kotekartet er foruten at det gir et godt bilde der en har uregelmessige forhold, også et godt hjelpemiddel ved planlegging av videre drift.

For anlegging av strosser kan en benytte det slik at en får strosser

som går mest mulig vinkelrett på kotene, og ellers får riktigst plasering av disse. En vil også ha nytte av kotekartet ved valg av undersøkelsesdrifter.

Kotekartet tyder som nevnt på at strøk og fall på malmen vil bli mere stabilt mot nordøst. På fremtidige nivåer på 20 - 30 meter kan man vente seg et strøk på ca. N. 20-30° V.

Det er en ting som kanskje vil virke forstyrrende på det nevnte jevnere strøk og fall, og det er ort 85 nords forløp. Driften her er dessverre stoppet p.g.a. dårlig malm, men må rimeligvis taes opp som undersøkelsesdrift. Ser man imidlertid på strossen som går fra 85 ved koordinatene 1640V - 2080N, så stiger denne til nivå 104,5 m. Dette er sannsynligvis toppen, for der er antydning til utflating og fall mot vest. Dette tyder på at man her har med en rygg å gjøre, og at 85 nord kan svinge rundt denne og få en mere stabil retning mot nordvest på den annen side. Den annen mulighet som også er nevnt tidligere, er at 85, 80 og 72 v. kan svinge mot øst og senere mot syd, og på den måten ringe inn en stor mulde. Jeg har vanskelig for å tro dette, bl. a. p.g.a. fallet man har i dagen.

Profil av gruben har vi på Pl. 7 og 8.

Malmfordelingen.

I den generelle del av oppgaven er det nevnt muligheten for at vi har med to tidsavskilte malmdannelser å gjøre. Den primære svovelkis, og den sekundære kobberkis. Nå er vel ikke forholdet fullt så enkelt. Det er mulig at den primære malm er en ganske ren svovelkis. Den sekundære har derimot p.g.a. sin hydrotermale natur et mer komplekst innhold. Kobber- og svovelkis må ansees å være de dominerende malmineraler, men ellers har vi også sinkblende og blyglans, skjønt i langt mindre mengde enn tilfell er ved de fleste andre gruber i Sulitjelma. Det jeg har konsentrert meg om er fordelingen av kobber- og svovelkis. Mot slutten av dette arbeidet viste det seg imidlertid at man i den

østligste del av 72 h. hadde ekstremt høye Zn-gehalter til Bursi å være, helt opp i 2 % Zn. På grunn av tidsmangel måtte dog videre arbeider med dette oppgies.

Som grunnlag for fordelingen av kobber- og svovelkis, har jeg benyttet de allerede eksisterende malmføringskart for Bursi. Malmføringskartene lages på følgende måte: Der hugges hvert kvartal prøver med 10 m mellomrom i alle drevne orter, og andre steder av spesiell interesse. Mektigheten av renmalm og impregnasjon måles, og prøvene sendes til analyse. Ut fra dette tegnes så mektigheten i målestokk 1 : 400 på kartet, og for hvert prøvested påføres de respektive verdier for kg Cu pr. m² gangflate, tonn malm pr. m² gangflate % Cu og % S. Disse kart tjener sikkert sin hensikt, men for dette arbeidet er et kart med fordelingen av Cu og S det formålstjenlige.

Fordelingskartene finnes på Pl. 9 og Pl. 10.

De aller fleste stedene er opptrekkingen av grensene sikre, og de gir således grunnlag til å trekke opp de mer usikre. Det kan kanskje synes som om malmføringskartet er for spinkelt grunnlag til å tegne opp et slikt mineralfordelingskart, og for kontroll ble der tatt analyser av 18 stikkprøver fra ulike strosser, samt analyser av to diamantborhull fra liggorta. Alle stemte forbløffende godt inn i de på forhånd opp-tegnede fordelingskart. Når et slikt kart viser seg å ha så stor riktighet, selv langt fra de kjente punkter, så kommer det av den store retningsstabilitet som grensene har.

Cu-fordelingen.

For å avbilde fordelingen av kobberkisen, har jeg benyttet kobberprosenten. Man har bare kobberkis som kobberførende mineral av betydning (Man kan se helt bort fra eventuelle spor av andre kobbermineraler). Jeg fant det hensiktsmessig å skille mellom >3 %, 2-3 %, 2-1 % og <1 % Cu. De felter som representerer de ulike kobberprosenter er pålagt forskjellig farge. Det som først virker påfallende når man ser på

kobberkartet er den utpregede parallellitet man har i dragene, dessuten den store s-sving man har fra vest mot øst. Lengst i øst er det en skarp tendens til svinging mot nordøst. Tidligere er nevnt den utkiling østover som kloriten gjør i dagen. Det er meget mulig at denne utkiling har forårsaket en dreining av mineraloppløsningenes strøm til en retning langs denne. Man kan tenke seg at de malmførende oppløsninger har fulgt oppknusnings- og sprekkesoner. Der disse opphører vil oppløsningene svinge av langs grensene. Nå vil kanskje noen hevde at slyngene på malmfordelingen skyldes senere foldinger i forbindelse med den avsluttende periode av fjellkjedefoldingen. Mot dette taler at man i de mulder og rygger som visselig er et produkt av fjellkjedefoldingene, ikke kan iaktta noen regelmessige og overensstemmende svingning av fordelingen. Av dette må man kunne formode at ingen vesentlig forflytting av kobberfordelingen har funnet sted etter at kobberkisen først er utfelt.

Ser man på de røde felt): over 3 % Cu, på nivåene 72 h og de korresponderende konsentrasjoner på 72 v., ville det muligens vært riktig å trekke de røde felter sammenhengende. Jeg er imidlertid av den oppfatning at det her er bedre å ta for lite enn for kraftig i. Det som imidlertid er av økonomisk interesse er ikke de små detaljer, men de store drag. Disse gir retningslinjer om hvilke områder man med fordel kan ta ut, og hvilke man kan la stå igjen. Skal gi et eksempel på den nytte man kan ha av et fordelingskart. Eksemplet er tatt fra synken som går ned fra ort 72 høyre. De beste eksempler får man dersom man har inngående kjennskap til planleggingen av den daglige drift, men jeg tar likevel dette med for å hentyde bruken av et slikt kart. Synken drives for øyeblikket i meget kobberrik malm. Analysen av renmalmen viser 18 % Cu. Nå tyder Cu-fordelingskartet på at man kan komme inn i meget fattigere partier, men det er av forbigående art, og man vil igjen komme inn i det rike drag som man ser antydnet ved koordinatene 1600V - 1860N. Dette er på kartet trukket meget smalt av grunner som nevnt tidligere, men det er intet i

veien for at den vil bli bedre og svinge mer mot nordøst. Når synkens lengde kommer opp i ca. 150 m, blir avstanden for de kjente områder så stor at det er vanskelig å komme med formodninger. Nye konsentrasjoner og fattigere områder kan komme frem. Synken vil således være en ypperlig oppfaringsdrift.

S-fordelingen.

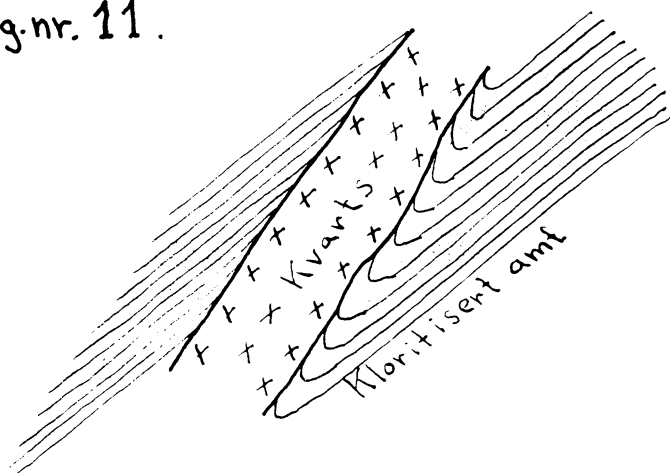
Tar vi så for oss S-fordelingskartet, Pl. nr. 10, ser vi at det er forholdet $S\ \% / Cu\ \%$ som er ført opp, og ikke $S\ \%$. Dette er gjort for å eliminere den svovelen som er bundet til kobberet i $CuFeS_2$. Det man vil ha tak i er jo ikke $S\ \%$ som sådan, men $S\ \%$ som en indikasjon på hvordan svovelkisfordelinger er. Det er som nevnt forholdstallene $S\ \% / Cu\ \%$ som er ført opp, og grensene er trukket for >10 , >5 og <5 . Forsøk med flere verdier ga et langt mer uoversiktlig bilde der retningen for fordelingsgrensene var meget ustabile. Dette kan skyldes den form for malmdannelse man her har hatt, i motsetning til den av løsningen oppståtte $CuFeS_2$ - malm.

Det som imidlertid er mest interessant, er den retningen S-kis-fordelingen har i forhold til Cu-kis-fordelingen. Man ser her at disse står så og si vinkelrett på hverandre, noe som etter min oppfatning skulle være et indisium på at vi har med to adskilte malmdannelser å gjøre. Man ser at S-kis-kartet viser store massiver og mer klumpformede konsentrasjoner, i motsetning til Cu-kis-kartet der man nesten kan se "flytningen".

S-kis-kartet vil p.g.a. svovelmarkedet i dag, være av langt ringere økonomisk verdi, men dersom man i fremtiden skulle få bedre priser, ville en mer detaljering av kartet være formålstjenlig.

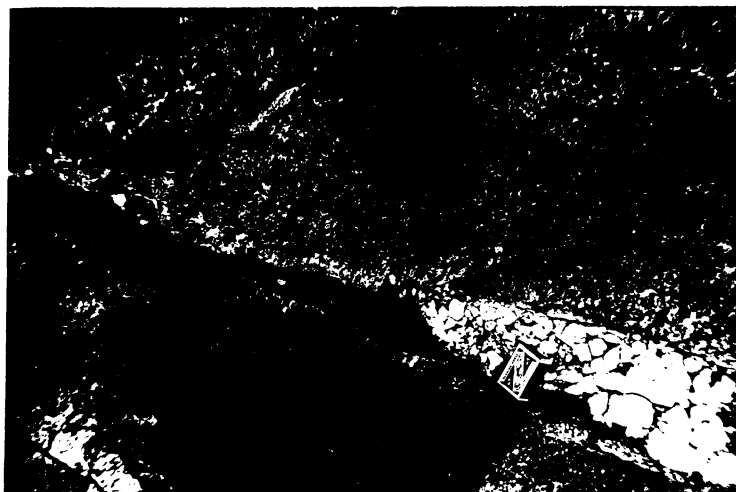
Som en biting vil jeg nevne at jeg fra først av prøvde med et kart over $S\ \%$, dette viste seg å få en retning som var en mellomting mellom $Cu\ \%$'s og $S\ \% / Cu\ \%$'s retning. Dette kan forklares med at man her fikk svovelkidrag både fra kobberkisen og svovelkisen.

Fig.nr. 11.



Gjennomgående
kvartsgang.
Bursi grube.

Fig.nr. 12. Kvartsåre. Bursi.



Kvartsgangene.

Et fenomen som særpreger Bursi i motsetning til de fleste gruber i Sulitjelma, er det utall av kvartsganger som finnes.

I tidligere tider drev man endog drift på kvarts til bruk ved smeltehytten.

De fleste kvartsganger har en mektighet fra $1/2$ m til 1 m. Mineralselskapet er kvarts som det dominerende med en del svovelkis på enkelte ganger. De fleste er ganske ren kvarts. Noen ganger er omgitt av kalkspat som en overgangssone 5 - 15 cm, mot omgivende klorit. Kun et par steder finner man kvartsårer i skifer, for øvrig er det klorit. Kvartsgangene løper de fleste steder med et fall som avviker opp til 10^0 fra det omgivende bergs fall. Direkte på kontakten er der dog ingen diskordans. Det synes som om skifriheten i kloriten legger seg parallell kvartsgangene (fig. 11).

Flere steder, spesielt der mektigheten er stor, kan man se druse-rom i kvartsen. Disse må dog ikke forveksles med de rom som er dannet under sprengning. Den sprøere kvartsen har lett for å smuldres opp under skyting, og dette medfører druseliknende rom. Foto nr. 12 viser en kvartsgang av relativ beskjeden mektighet.

På plansje nr. 11 er kartlagt strøk og fall for ca. 75 kvartsganger. Det er ikke slik å forstå at det er 75 forskjellige ganger, for flere steder gjentar sikkert den samme gang seg. Strøket var i de fleste tilfeller lett å bestemme. Faller derimot var vanskeligere. Dette medførte en del usikkerhet, og de helt upålitelige har således intet gradetall for fallet, bare retningen. Denne vanskelighet skyldes ujevn mektighet på kvartsgangene, samt meget ujevne ortvegger som følge av den sprø kvarts.

Det har lenge vært antydnet muligheten av en forbindelse mellom kvartsgangene og de rikeste kobberpartier. Ved karteringen av gangene er dette blitt bekreftet. På kartet er påført $\text{Cu } \% > 2$, og som en ser har man de aller fleste konsentrasjonene i kvartsgangenes umiddelbare

nærhet. Der en kvartsgang skjærer over en ort, har man de fleste steder god Cu-malm, både før og etter at man går gjennom kvartsganger. En annen ting som kommer frem av kartet er den gode overensstemmelse mellom kvartsgangenes strøk, og kobberkonsentrasjonens orientering.

Begge de nevnte ting tyder på forbindelse mellom den sekundære kobberkisdannelse og kvartsgangene. Av den diskordans som tidligere er antydnet (fig. 11), er dog å anta at kvartsgangene er senere enn kobberkisen, eller i alle fall i den avsluttende periode av kobberkisdannelsen.

Når man likevel finner så god overensstemmelse mellom de to, tyder det på at begge slags løsninger i store trekk har fulgt de samme oppsprekkings- og knusningssoner.

En ting som tydelig viser forbindelsen mellom Cu og kvartsganger er den svingen Cu-fordelingsgrensene gjør i kartets sydøstre hjørne. En tilsvarende dreining av kvartsårenes strøk, ser vi tydelig.

Hvilken nytte man rent driftøkonomisk kan ha av det som her er pekt på, er åpenbar. Stater man med en drift på en kvartsåre, så er det intet grunnlag til stopp i driften, alt tyder på at man etter å ha passert den vil komme inn i god malm.

Som man ser av det foregående, mener jeg at man har følgende mineraler bundet til den hydrotermale malmdannelse: Foruten CuFeS_2 mindre mengder FeS_2 , ZnS og $\text{Fe}_{x-1}\text{S}_x$, har vi kvarts og kalkspat. Som en sjeldenhets har vi også baryth. Alle disse er jo typiske hydrotermale mineraler.

I dagen over gruben har jeg undersøkt terrenget med det for øyet å finne utgående på kvartsårene, men det var ikke mulig. Riktig nok fant jeg noen få kvartsårer, men deres orientering viste at de ikke hadde noen forbindelse med de man har i gruben. Dette tolker jeg slik at kvartsgangene er bundet til den breccierte malmførende sone.

N 30° V. Studerer man hans tabeller over observasjonene på ulike steder, finner man at de som er observert i Bursi tilhører undergruppen med N 30° V. En ser da at dette faller sammen med både kvartsårenes og Cu-fordelingens retninger, noe som tyder på forbindelse mellom disse. Lengst mot øst i Bursi har man en sving med strek mer mot vest for kvarts og kobber, noe som også stemmer med diaklasenes mer vestlige strek. Nå har det jo i denne oppgave vært antydning at man videre mot nordøst i Bursi kan vente seg et strek for kvarts og Cu som er mer nordøstlig, eller om man vil, sydvestlig, og at man vil få en gradvis sving mot denne retning. Her er det da å si at det er mulig at andre og mer dominerende faktorer enn diaklasene kan komme inn. Nå skal man heller ikke se bort fra en jevn overgang fra diaklasretning N 30° V til den annen hovedretning N 30° Ø. Nå er nok diaklasene et senere fenomen enn malmdannelsen, men de er resultat av stressvirkning. Det kan vel tenkes at det er de samme krefter som har forårsaket de oppsprekningssoner som inneholder malmene, og de senere dannede diaklaser. En mer detaljert undersøkelse av akkurat dette problem er nødvendig for å fastslå de muligheter jeg har antydning. Kunne man finne noen lovmessig overensstemmelse mellom malmen og diaklasene, ville det være til uvurderlig nytte.

Mulig malmforbindelse Bursi - Charlotta.

Det som i første rekke spiller inn når man skal vurdere mulighetene for malmforbindelse mellom Bursi og Charlotta, er de kloritiserte og dermed malmmulige horisonter, og malmlegemenes akseretning. Ser vi på kartet over Bursi - Charlotta har vi en sammenhengende kloritisert horisont som strekker seg over hele feltet.

I denne finner vi grubene Charlotta og Mons-Petter. Den ene ligger i det liggende, den andre i det hengende av kloriten, men det ser vi bort fra foreløpig. Mot vest ligger denne horisont i det liggende av amfiboliten, vestenfor Mons-Petter skjærer den opp i amfiboliten, og i den vestligste del av kartbladet har vi den nesten oppe i kontakten mot den øvre skifer. Sonen inneholder foruten de to gruber også et par mindre stoller, Knutsens Grube og Sulitjelma stoll. For øvrig har vi vestover en rekke mindre skjerp som tydeligvis ikke har vært av interesse. Nå har betegnelsen malm i økonomisk betydning forandret seg meget siden disse skjerpinger og undersøkelser fant sted, så det er absolutt grunn for nye undersøkelser og vurderinger.

Tar vi først for oss området mellom Charlotta og Mons-Petter, så er den malmgeologiske forbindelse åpenbar. Man har som nevnt tidligere Charlotta-malmen i det liggende av den kloritiserte sone i kontakt mot skifer. Følger man denne kontakt vestover mot stoll har man en meget jevn kloritisert sone som i liggen inneholder flere kjente forekomster påvist ved skjerp, og ved iakttagelser i dagen. Man kan si at en sammenhengende mineralisering her er meget sannsynlig. Dette ikke sagt bare på grunnlag av det tidligere nevnte, men også fordi man på denne strekningen har det mest utpregede skyveplan knyttet nettopp til kontakten. Man har heller ikke særlig mange avgrenede kloritiserte soner. Hvorvidt den sammenhengende mineralisasjon gir muligheter for økonomisk drivverdig malm, er en annen ting som jeg vil komme tilbake til litt senere.

Ser man på den malmsone som Mons-Petter har vært drevet i, og følger denne østover, så ser man at man her kommer i en høyere sone. Mons-Petter ligger i den hengende av kloriten på kontakten mot den skifrige amfibolit, østover skjærer så malmsonen oppover slik at den blir liggende i det hengende av den tidligere omtalte amfibolatkile. Den sammenhengende mineralisering er også her overveiende sannsynlig. At man kanskje her har å gjøre med en mineralisering av mindre målestokk, tyder den relativt beskjedne kloritisering på. Jeg har før i den generelle oversikt over malmene i Sulitjelma nevnt den amfibolatkile man har mellom Jakobsbakken og Sagmo, og man kan da være tilbøyelig til å trekke paralleller. Ut fra dette kan man si at man foran kilen, d.v.s. vest for denne, skulle ha den mest omfattende brecciering og som følge derav de største muligheter for malmkonsentrasjoner av økonomisk verdi. Den store oppsvulming av det kloritiserte parti vest for Mons-Petter skulle også tyde på dette.

Følger man den kloritiserte sone under Mons-Petter og vestover på kartbladet Bursi, så ser man den meget markante sammenhengende sone som stiger fra det liggende av amfiboliten til det hengende. Sonene er hele vegen impregnert med svovelkiskrystaller, og bare noen få steder har man lokale ansamlinger av kobberkis. Disse er hovedsakelig konsentrert i området der en har det sericitiserte skiferlag inne i kloritsonen. At kobberet akkurat er utfelt her, fører tanken hen på at skiferen har hatt en utfellende virkning på kobberet. Dette med kobberutfelling i kontakt med skifer har vi i de fleste forekomster, i og med at de ligger i kontakten amfibolit skifer. Hvorvidt den antatte kloritsone kan inneholde malmkonsentrasjoner av økonomisk betydning er det intet som tyder på. I det utgående er mineraliseringen meget beskjeden. Heller ikke det diamantborhull som går gjennom sonen (Pl. nr. 7, profil nr. I) er lovende. Vi vil så gå over til Bursifeltet.

Når det gjelder Bursis videre utvikling så er det mange åpne spørsmål og usikre faktorer. Malmene i Sulitjelma har en slik karakter at nesten intet kan sies med sikkerhet før man har oppfart malmen ganske omfattende. Dette betyr dog ikke at man kan komme med visse formodninger, men ingen store og omfattende avbygningsplaner må settes ut i livet før malmene er tilbørlig oppfart. De teorier man kan komme med sett fra geologisk synspunkt er imidlertid uten tvil til stor nytte for å vurdere hvilke undersøkelsesdrifter man skal legge mest vekt på.

Av kartet ser vi at den sone Bursi i dag drives på, ikke har noen forbindelse i dagen med østenforliggende gruber. Med dette menes at man ikke har noen sammenhengende kloritisert sone eller kjente skjerp i denne horisont. Selv om Bursi befinner seg i liggen av en kloritisert amfibolitisk kile, så er denne et stykke under hovedamfiboliten, og ligger altså ikke i samme stratigrafiske nivå som Charlotta.

Som tidligere anført ligger Giken grube nede i skiferen. I utgående er avstanden fra amfiboliten ca. 50 meter, men avtar innover (fig. nr. 9). De samme trekk har vi også i Bursi. Dette frengår av Pl. nr. 7 som viser profil I. Her er avstanden fra hovedamfiboliten til malmgangen i utgående ca. 100 meter, ved diamantborhullet er avstanden minket til ca. 60 meter. Ut fra det man vet om de utholdende mineralisasjoner i Sulitjelmafeltet, så er det mulig at man har en mineralisert forbindelse mellom Bursi og Giken. Denne forbindelse synes ikke å være til stede i dagen, men det er heller ingen betingelse. La oss anta at den kloritiserte Bursi-sones utvikling mot øst også er malmbegrensningen. Her kommer man da inn på det som før er nevnt om hvorledes den kloritiserte sones begrensning forløper innover i fjellet. Jeg har tidligere under detaljbehandlingen av Bursi vært inne på forbindelsen mellom den breccierte sones utvikling og retningen av kobberfordelingen og kvartsårene. Under dette antyd det jeg en dreining

av disse, parallell med utkilingen. Retningen av disse er etter min mening de eneste ting man har til å formode retningen på malmlegemets begrensning mot øst. Nå er det ikke mulig å tegne kobberfordelingskartet lenger mot nordøst, fordi her finnes for få drifter. Man har bare begynnelsen av svingen mot nordøst med på Cu-fordelingskartet, og det er trolig at man vil få en mer nordlig retning på dette. Jeg vil anta at en mer stabil retning vil bli ca. N 45° øst. Dette faller også omtrent sammen med falllets retning.

Vi ser på oversiktskartet i målestokk 1 : 10000 Pl. nr. 12. Foruten de kjente forekomster er tegnet inn Bursisonens utkilning i dagen samt den antatte begrensning av Bursimalmen mot øst. Ut fra det som er nevnt om den mulige forbindelse mellom Bursi og Giken, er det tegnet på kartet hvorledes man kan tenke seg forløpet av en slik forbindelse. Nå er det ikke slik å forstå at man har en sammenhengende drivverdig malm her. Det mest sannsynlige er vel at man har en sammenhengende mineralisert sone som skulle kunne inneholde flere etter hverandre følgende drivverdige malmtog. På liknende måte som Hordsynkenområdet i forhold til Gikenområdet og slik som det synes å utville seg på dypere nivåer i Hankabakken.

Jeg har tidligere nevnt hvordan Charlotta- og Gikengangen går sammen på dypere nivåer. Noe liknende kan man godt tenke seg også for Mons-Petter og de to soner over Bursi.

Nå er det jo ingen grunn til at en på dypere nivåer skulle få bare en malmsone, mens en i dagen har flere i forskjellige. Det er rimelig å anta at nye malmsoner kan fremkomme både over og under den nevnte sone, idet oppsprekkingssonene som har ført til malmdannelse, er utpreget forgrenet.

Forslag til fullstendig undersøkelse.

For en fullstendig undersøkelse av feltet kommer det tre former for undersøkelsesarbeider inn. Det er geofysiske målinger, diamant-

boringer og rent grubemessige undersøkelsesdrifter.

Før krigen ble det foretatt geofysiske målinger i feltet rundt Bursi. Disse ga ingen positive resultater. Man mente at forholdene var i de grader ugunstige både p.g.a. topografien og de mange ledende horisonter. I år, altså sommeren 1960, ble det på nytt forsøkt med målinger. Nå ble hele feltet Bursi - Charlotta undersøkt. De endelige resultater av målingene foreligger ikke i skrivende stund. Utfallet av disse målinger vil avgjøre i hvilken grad geofysiske undersøkelser kan brukes videre i dette felt.

Når det gjelder diamantboringer fra dagen, så har man bare et hull i området. Dets beliggenhet fremgår av grubekartet og det geologiske kart, og dets forløp vises på Profil I, Pl. nr. 7.

Grunnen til den meget beskjedne boring her, kommer for det første av topografiens ugunstige form. Skulle man foreta en fullstendig undersøkelse med diamantboringer i feltet Bursi - Charlotta, ville man komme opp i hullengder av størrelsesorden 500 - 800 m. Hadde malmen vært av en jevnere karakter, kunne man likevel tenke seg slike undersøkelser. Nå er imidlertid forholdene slik at et diamantborhull intet sier om forhold i litt avstand fra hullet. Man kan treffe på en rent lokal oppsvulming av den mineraliserte sone, og man kan også treffe på en rent lokal innsnevring i en ellers mektig malmkropp. Disse forhold vil nødvendiggjøre et så stort antall hull på et lite område at utgiftene vil bli uforsvarlig store i forhold til resultatenes verdi.

Derfor er de undersøkelser som kan utføres med diamantboring begrenset til et ganske snevert område fra malmsonens utgående og et lite stykke oppover. Alt er avhengig av topografien. Deres beliggenhet kan bli omtrent på høyde med diamantborhullet A_2 i Bursi. Selv om deres opplysende verdi vil bli av ringe karakter, vil de være berettiget som et ledd i grubemessige undersøkelser. Diamantboringer fra undersøkelsesdrifter under dagen vil jeg komme nærmere tilbake til.

Man må kunne si at grubemessige undersøkelser planlagt på grunnlag av geologiske indikasjoner er den beste form man har i dag. Nordsynken med det malmtog man støtte på er et godt eksempel på hvilke resultater denne kombinasjon kan gi.

Mitt forslag til en fullstendig undersøkelse av feltet på nord-siden av Langvann er følgende: (Pl. nr. 12).

Man fører ort 72 høyre til malmens begrensning mot øst, da vil man ha et bedre holdpunkt for malmgrensens retning enn man har i dag. Likeledes må 85 nord settes i drift igjen. Dette er den lengst frem-skutte undersøkelsesdrift i denne del av gruben, og den vil gi opplysninger om malmens utvikling mot vest. Synken fra 72 høyre vil være et godt snitt for å klårlegge forholdene vest for denne, og i dens umiddelbare nærhet østenfor. Det er mulig at synken vil vise at mine formodninger som fremgår av kotekartet ikke holder stikk. At man likevel får et jevnere fall på dypet og lenger øst, er jeg ikke i tvil om. For utløsning av partiet vestenfor synken vil man sannsynligvis gå inn med liggorta på nivå 35. Ved diamantboringer fra denne og opp i malmen får man enda et opplysende snitt.

For undersøkelser på dypet vil jeg foreslå en synk som starter fra ort 72 høyre omtrent ved koordinatene 1700 N, 1400 V og går i nordestlig retning. Jeg tror at man ved en slik plassering vil være kommet utenfor de uregelmessige forhold lengre vest.

Ved denne synk vil man krysse de mulige malmtog som ligger etter hverandre på liknende måte som Nordsynken i forhold til Giken.

Parallellt denne undersøkelsesdrift, må man også gå frem med Troftensynken og Nordsynken. Når nye malmkropper påtreffes, må undersøkelsesorter drives slik at man får oppfart også dette snitt.

Hvis det viser seg at utviklingen blir som antatt, må en ny produksjonssjakt drives. Dens plassering må bli som påtegnet kartet, eller litt lenger vest.

For å få en mer hensiktsmessig transport av malmen fra Bursi-

området, vil en avgrening av Østbanen være nødvendig.

Transportstollens plassering er antydnet på kartet.

For videre undersøkelse av Mons-Petter grube, vil en stigort fra stollen være gunstig.

Disse planer for en fullstendig undersøkelse må ikke være bindende. De er lagt frem på grunnlag av det man vet i dag. Undersøkelsesdriftene vil gi opplysninger både av geologisk og grubemessig art, og planen for undersøkelse må justeres og forandres i pakt med disse opplysninger.

Fortegnelse over plansjer, figurer og foto.

- Pl. 1 Kart over skyvedekkenene i Sulitjelmafeltet
- " 2 Geologisk kart over Bursiområdet
- " 3 Geologisk kart over Mons Petter - Charlotta-området
- " 4 Grubekart over Bursi m/profillinjer
- " 5 Kotekart over Bursi grube
- " 5a Profil gjennom diamantborhull fra "Liggorta"
- " 6 Profil av synk fra ort 72 h.
- " 7 Profil I, Bursi grube
- " 8 Profil II og III, Bursi grube
- " 9 Kobberfordelingskart, Bursi grube
- " 10 Svovel-fordelingskart, Bursi grube
- " 11 Kart over kvartsårene, Bursi grube
- " 12 Nordgrubene med påtegning av mulig malmforbindelse og forslag
til undersøkelsesdrift

Plansjene 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 og 11 finnes i vedlagt kartrull, av disse er Pl. 5, 9, 10 og 11 transparent og kan legges over grube-kartet Pl. 4.

Plansjene 5 a, 6 og 12 finnes bak i boken.

Foruten plansjene følger det også med et panorama av feltet nord for Langvann.

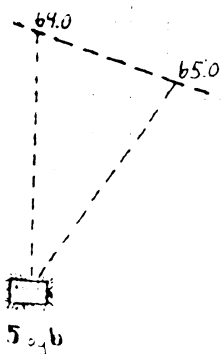
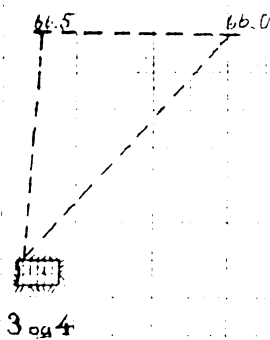
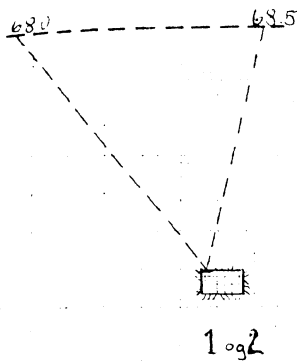
- Foto I Slip av Furulundskiifer like under kontakt mot amfibolit.
- " II Slip av Furulundskiifer over amfiboliten.
- " III Slip av delvis omvandlet amfibolit.
- " IV Slip av skifrig amfibolit.
- " V Slip av brecciert og kloritisert amfibolit.
- " VI Slip av granit, Furulundsfakoliten.
- " VII Kobberkis m/cubanitlameller. Bursi grube.
- " VIII Svovelkis. Bursi grube.

- Fig. 1 Grubenenes beliggenhet i Sulitjelmafeltet.
- " 2 Jakobsbakken og Sagmos plasering i forhold til amfibolitskilen.
- " 3 Skyveplan mellom granit og skifer. Corrisvann.
- " 4 Foto av agglomerat under Qualekummen.
- " 5 Foto av breccie over Qualekummen.
- " 6 Foto av brecciebergart over Qualekummen.
- " 7 Inntrengning av sekundærmalm i oppsprukket primærmalm.
Jakobsbakken, strosse over 10 1/2.
- " 8 Viser det samme som fig. 7.
- " 9 Charlotta og Palmbergs beliggenhet i forhold til Giken.
- " 10 Medslepningsfolder i kontakt granit - skifer. Furulunds-
fakoliten.
- " 11 Kwartsgang i Bursi. Tyder på senere bevegelser.
- " 12 Foto av liten kvartsgang. Bursi grube.

Pl. nr. 5a.

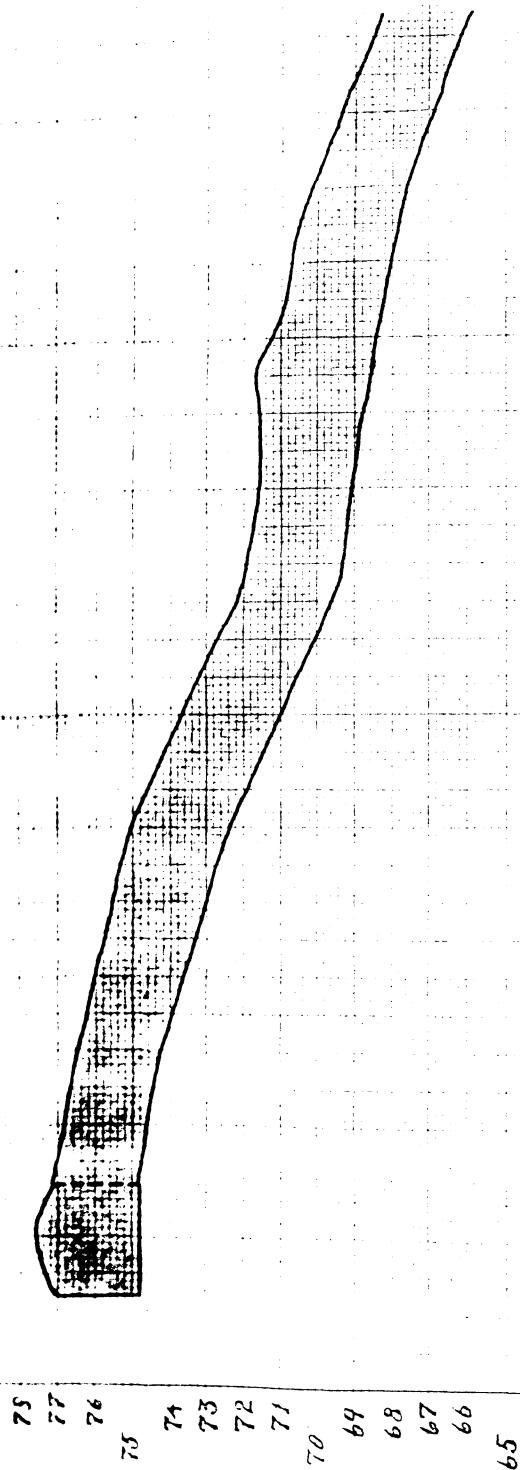
Profil gjennom dbh. "liggerå" Bursi

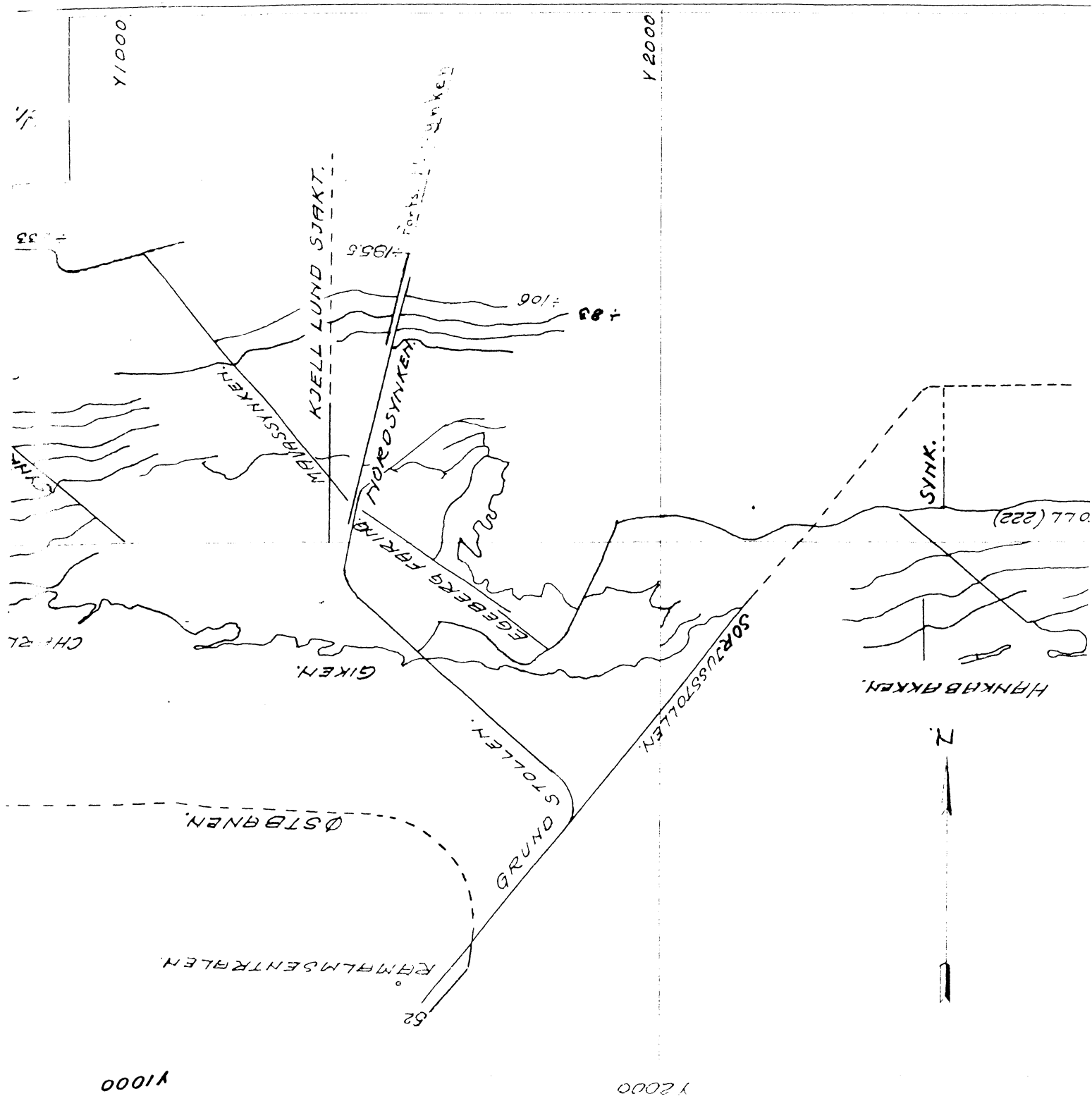
Diplomarbeid T. Christoffersen 1960



Profil over synk fra 72 høgre.

Diplomarbeid T. Christoffersen 1960.





x=2700

2

1

x=2000

0 100 200 300 400 500 m.

M = 1:10000

y1000

MALMOMRÅDET
HÅNKBÅKKEN - CHARLOTTA

mulig forbindelse Bursi-Girken

port- og undersøkelsesstoll

MONS PETTER GR.



NORDGRUBENE

FURULUND. M = 1:10000

0 100 200 300 400 500 m.

x=1000

CHARLOTTA

PROJENTER SJAKT.

CHARLOTTA

BEIARSYKKEN

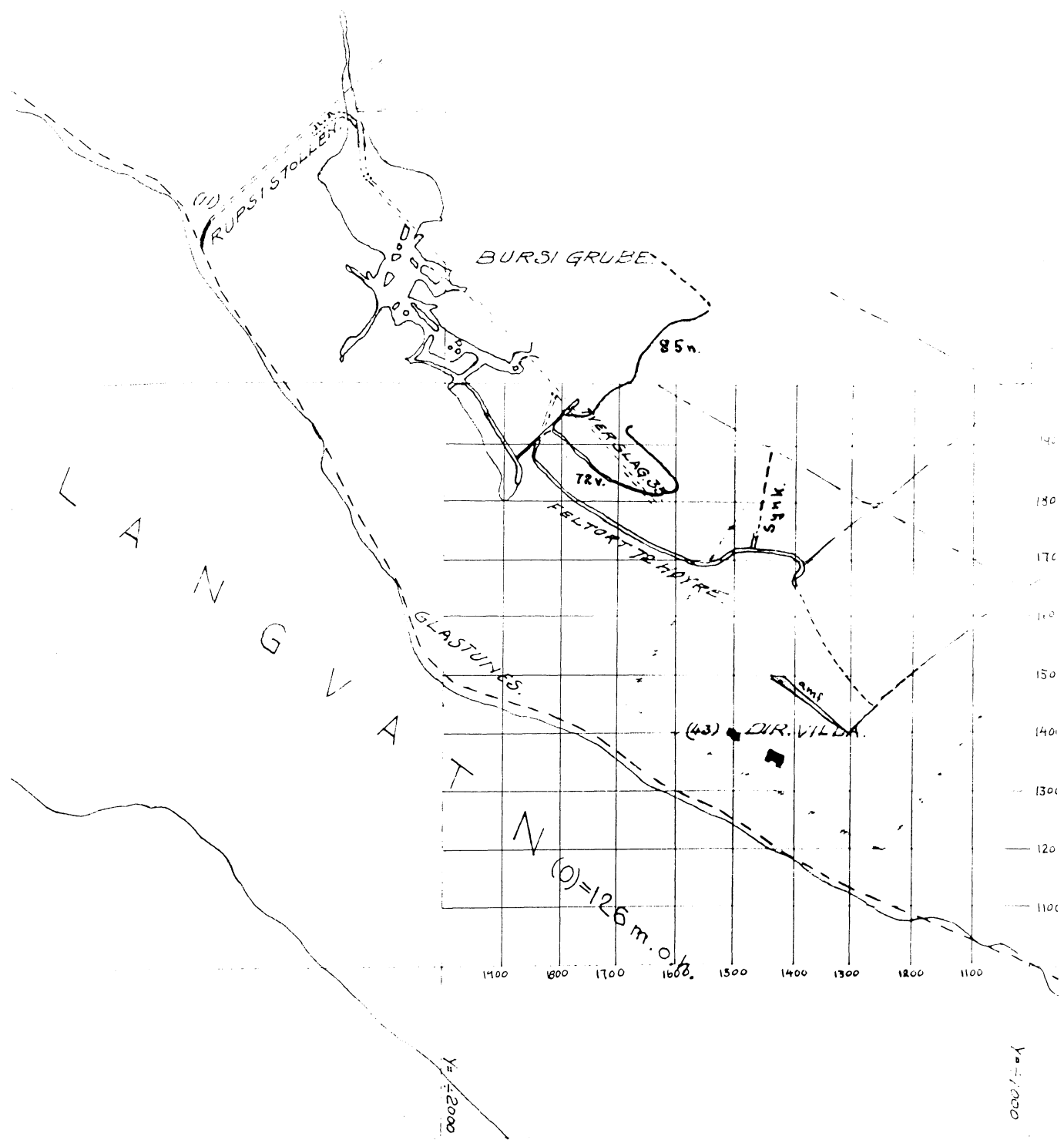
Fortis
Frettingsyn

mulig malmforbindelse

isesdrift

nr. 1000

0001A



Nordgrubene med påtegning a

og forslag til videre undersøke

Diplomarbeid T. C