

Hörsön.

Altona nr. 1039
For A 4



Dr. Geis'
geologiske arbeider.

3199

Rullet.

Dr. Hans - Peter Geis
Diplom - Geologe

Rapport over geologisk undersøkelse av Hjerkinnefeltet i tiden 20. august til
31. oktober 1957.

R e s y m é :

Hjerkinnefeltet ligger innen grønnstensformasjonen mellom Snöhettaantiklinen og Folladal - syklinen. Malmsonen er hittil blitt fulgt fra Tverrfjellet til Kvittedalen, d.v.s. på en lengde av 10 km. Innen denne strekningen er malmsonen ikke forstyrret av forkastninger eller oppfoldninger av betydning. Malmføringen på malmsonen er sterkt vekselende. I området vest for Dovrebanen (Tverrfjellfelt) er det påvist to malmag, og innen disse to malmagene ser malmen ut å opptre stokkformet. Hovedmalmen tilsvarende anomalisonen nr. 1 av den geofysiske rapporten fra 1953. Neststørste malmstokk er funnet under anomalisonen nr. 4.

Etter de hittil foretatte boringer ser det ut som om nr. 1 er en stokk med en drøining i feltet av ca. 35° mot øst. Dette svarer ikke til hovedfoldningsaksen som her ligger omtrent horisontal.

En utdyping av de geofysiske målinger øst for Jernbanen ved hjelp av spesialprofiler foreslås. Dessuten pekes det på en rekke muligheter for nye borrhull.

Innledning:

Av direktør Leiv Løvold har jeg fått i oppdrag å gjennomføre en geologisk undersøkelse av det nye malmfeltet ved Tverrfjellet, særlig med henblikk på en eventuell fortsettelse av malmsonen mot øst resp. nordøst til Heimtjønnshöflet.

Etter en første orientering av overingeniør Hjelseth og utesjef Rasm har jeg begynt med en oversiktskartlegging i målestokk 1 : 50000 i omgivelsene av malmfeltet. Denne foregikk innen et område som er begrenset av Svånåbelden i nord, Kvitdalen i øst, en rett linje fra Storhovda til Vålåsjøen i sør og en rett linje fra Vålåsjøen til Svånålegret i vest. Samtidig målte jeg strøk og fall og foldingsaksler. Deretter fulgte en geologisk detaljkartlegging på flyfoto i målestokk 1 : 4700. Denne strekker seg fra Tverrfjellet til Kvitdalen i en bredde av ca. 1,5 km.

Til slutt har jeg lagt et nett av strøk-, foldningsaksler- og sprekkenålinger over det feltet som jeg har kartlagt i målestokk 1 : 4700. De respektive avstandene av målepunktene var ca. 300 - 400 m.

For å få et overblikk over de tektoniske forhold har jeg underkastet samtlige strøk-, foldningsakse- og sprekkenålinger en nøyere granskning.

Om samtlige arbeider jeg har gjennomført, berettes i denne rapporten.

Jeg takker Folladal Verk for det interessante oppdrag som ble tildelt meg, og takker alle funksjonærer for det meget behagelige samarbeide.

1. Geologisk oversiktskartlegging i målestokk 1 : 50000.

Kjennskap til den geologiske oppbygging i de videre omgivelser av malmfeltet er av stor betydning for å kunne uttale seg om den mulige form og utstrekning av malmsoneforekomsten. Siden vår viden om de geologiske forhold har vært meget mangelfull, har jeg sett min første oppgave i dens oppklaring. Som topografisk grunnlag har jeg benyttet "Deutsche Heereskarte" 1 : 50000, kartblad F28W Hjerikinn.

I det kartlagte område faller lagdelingen gjennomgående mot SSE, med vekalende gradtall. Særlig i nord (Stridåidalen) er fallet temmelig slakt (36°), mens det tilter mot sør. Steilest er det omkring malmsonen hvor vi også meget ofte finner steilt nordlig fall. Grunnen til denne vekaling i fallet er delvis en spesialfoldning (se foto), men likevel er "Überkipung" ikke umulig enkelte steder. På strekningen Vålåsjøhö - Storhovda er nordlig fall ikke blitt observert.

Vi får altså inntrykket av en forholdsvis uforstyrret "skiktpakke" med fall mot SSE. Fra den geologiske kartlegging som franskmannen du Dresnay har gjennomført omkring Snöhetta vet vi at selve Snöhetta danner en antiklinal, på dens nordside faller lagdelingen mot nordvest. Og fra oversiktsbeføringen som jeg har gjennomført i Grimsdalafeltet, vet vi at fallet der går mot nordvest, slik at vi kan regne med en synklinal som krysser Folladalen omtrent ved Dalholen. Vi kan altså gå ut fra at vår "skiktpakke" danner den nordlige fløyen av en synklinal som jeg skal kalle Folladal-synklinal.

Av bergarter finner vi følgende regnet fra heng til ligg:

kvartsittavdeling

fylittavdeling

grønnsteinsavdeling

glimmerskiferavdeling

öyegneisavdeling

sparagnittavdeling

Dertil kommer omkring Vålånjå - Kringla - Veslehjerkinnhö en gneisaktig bergart som - såvidt det kan sees uten mikroskop - overveiende er av dioritisk sammensetning. Dessuten består Storhovdas mellomste topp av en dyppergart, muligens gabbro.

I kvartsittavdelingen finner vi hovedsaklig meget finkornede kvartsitter med mellomlag av fylitt, men mot ligg avtar kvartsittlagene og vi finner flere og flere lag av fylitt. Slik får man altså en gradvis overgang til fylittavdelingen. Grensen mellom begge avdelinger er av denne grunn ikke skarp. De strøk hvor kvartsitten dominerer er blitt regnet til kvartsittavdelingen, der hvor fylitten er mest fremtredene til fylittavdelingen.

Fylittavdelingen inneholder nesten bare fylitter og er således temmelig ensartet. De må betraktes som lavt metamorfe sedimenter. Av og til forekommer kvartsittiske lag og partier med større klorittrilom.

Grønnsteinsavdelingen har jeg studert nærmere og det viste seg da at dens oppbygging er nok så varierende. Ielt i vest - omkring Griaungdalen vest for Tverrfjellet - finner man nesten bare amfibolitter hvori krystallkornenes størrelse tiltar fra sør til nord, d.v.s. fra ganske finkornede til bergarter med hornblendekrystaller av 2 cm. lengde. Omkring selve Tverrfjellet begynner tett amfibolskifer å bli fremtredende, samtidig som man oppdager en rekke sedimentære innleiringer: fylitt, klorittskifer, kvartsit og et sterkt presset konglomerat. Muligens avtar de sedimentære andelene mot Hjerkinnhö og östover, men her er det meget vanskelig å si noe bestemt siden det finnes bare meget få blotninger. I den övre delen av bekken midt mellom Hjerkin Fjellstua og Brendhöin finnes et parti av tett amfibolskifer som kan oppfattes som opprinnelig lavbergarte. Men i hele det geologiske undersøkelsesfeltet mangler typiske "pillow" - eller putebergarter av den type som vi finner lenger nord i Trondheimsfeltet og på Vestlandet. De grønne bergarter er her av mer tynnplattig og skifrig karakter.

Den mot ligg følgende glimmerskiferavdeling inneholder høyt metamorfe bergarter: granat - glimmerskifer med få mellomlag av amfibolitt.

Öyegneisavdelingen består av en typisk öyegneis: en mørk skifrig til gneisaktig bergart med lyse "öyne" av kvarts og feltspat. Disse "öyne" har formen av en ellipsoid med lengdeaksen i retning av hovedfoldningsaksen.

De bergarter som danner sparagnittavdelingen er de typiske sparagnittene, en meget høyt metamorf sandsteinsbergart.

2. Geologisk detaljkartlegging på flyfoto i målestokk 1 : 4700.

Etter at oversiktskartleggingen hadde gitt et bilde av den geologiske sammenheng i grove trekk og klarlagt de geologiske strukturene i omgivelsene av feltet begynte detaljkartleggingen.

Hermed skulle et geologisk "nærbilde" skaffes, d.v.s. det skulle undersøkes, i hvilken retning malmsonen utstrekter seg, hvor den fortsetter, om den er forstyrtet av faldninger og forkastninger, om malmen er knyttet til bestemte geologiske forhold og om det var mulig å finne øvrl. utstående av malmen. Grunnlaget for denne kartleggingen er flyfotografier i målestokk 1 : 4700.

Siden malmen bare unntagelsesvis kan sees i dagen, måtte de synlige heng- og liggbergarter benyttes for å dra slutninger om forholdene innen selve malmsonen.

På kartet har jeg så inntegnet enhver blottning som jeg har funnet. Dessuten har jeg oppgitt bergartstypene så nøyaktig som mulig. På kartet fins det nå følgende bergartstyper:

- overdekking
- morenerygger
- fyllitt
- kloritt - amfibolskifer med fyllitt lag
- konglomerat
- grønsten, amfibolskifer og tett amfibolitt
- krySTALLINsk amfibolitt
- kloritt - fyllitt
- sandig fyllitt
- kvartsitt
- kvarts - serisittskifer

Morenerygger har jeg tatt med det hvor det er stor sannsynlighet for løsedekke - sektigheter av mer enn 5 - 10 m., siden det kan bli av betydning for fremtidig diamanthoring.

Fyllitt er den samme som i beskrivelsen til oversiktskartleggingen 1 : 50000.

Kloritt-amfibolskifer med fyllittlag:

Her har vi en intens veksellagring av fyllitt og "grønsten". Dette fins bare 500 m vest for jernbanestasjonen.

Konglomerat forekommer nær toppen av grønstensavdelingen og er blitt iaktatt mellom jernbanestasjonen og Røvdun. I en grunnmasse av kloritt-skifer ligger en rekke lyse rullsten, som i dag er tynne tre-aksige elliptiske skiver.

Grønsten, amfibolskifer og tett amfibolitt. Her er tre ikke meget forskjellige bergartstyper blitt fattet sammen av praktiske hensyn. Forskjellen mellom grønsten og amfibolskifer kan man ikke fastslå med det blotte øyet. Den tette amfibolitt består av mange ganske fine hornblendekrystaller som tilsammen lager inntrykket av en "grønsten", som bare har en litt mørkere grønn farge.

KrySTALLINsk amfibolitt består av mm - store hornblendekrystaller i en grunnmasse av feltspat.

Kloritt - fylitt er en bergart som likner meget på fylitten, men har en viss klorittgehalt. Den gir bergarten en grønngrå farge.

Sandig fylitt har jeg kalt en fylittisk bergart med et visst innhold av fin sand. Den er bare blitt observert i jernbaneskjeringen nord for Hjerkinns stasjon.

Kvartsitten består her av en masse kvartsbånd som er noen cm tykke, med tynnere, mere serisittiske mellomlag (se foto). Kvartsitten er meget motstanddyktig overfor forvitringen og danner derfor gjerne rygger langs etter strøketningen i terrenget.

Kvarts-serisittiskifer opptrer gjerne i nærheten av kvartsitten. Den består, som navnet tyder på, hovedsaklig av kvarts og serisitt og ser lyngrå ut.

For å kunne sammenligne er på kartet dessuten inntegnet det første geofysiske målefelt og borehullene.

Kvartsitten viste seg å være av den største viktighet som lederhorisont for å klargjøre strukturforholdene. Helt i vest opptrer enkelte lag med kort utstrekning i strøk. Men det fins ett kvartsittlag som går fra nord for grope til den gamle kongsveien, så forsvinner det under overdekning. Det finnes kanskje sin fortsettelse øst for Brendhøin, nord for Kvittalsveien. Hvor forbindelsen mangler har vi lenger nord og lenger sør kvartsittlag som i forbindelse med konglomeratet røper strukturene.

For å kunne merke inn på strukturene, så viser kvartsitt- og konglomeratlagene at det fins bare rett igjennongående lag som er litt bølget. Det fins ikke forkastninger og bare et sted 1 km nordvest for Hjerkinns Fjellstue ser det ut som om kvartsitten er i mindre utstrekning "schlingen" - fornet oppfoldet. Fjelllets strøketning bøyer seg litt fra ca. 85° i vest til ca. 70° i østlige delen av det undersøkte område. Fallretningen varierer mellom steilt syd og steilt nord.

I det undersøkte område fins bare to steder, hvor malmsonen er blottet og synlig i dagen. Det er jernbaneskjeringen nord for Hjerkinns stasjon og i bakken midt i mellom Hjerkinns Fjellstue og Brendhøin. De enkelte malmlag i jernbaneskjeringen er merket med A - F fra nord til sør. I de enkelte lag ble det observert:

- A Delvis fylitt, delvis kvartsitt, med spor svovelkis og små mengder magnetitt. Mektighet 8 - 10 m.
 - B Magnetittkvartsitt, et sted med spor svovelkis. 6,3 m mektig.
 - C Mineralisasjonssone. Fall 81° N. Bergart: kloritt - amfibolskifer. Profil fra nord til sør:
 - 15 cm kloritt - amfibolskifer med spor svovelkis
 - 15 " " " " " "
 - 10 " " " " " "
 - 140 " " " " " " striper av kompakt svovelkis.
 - 10 " amfibolitt med svovlkisimpregnasjon
 - 2,5" Kompakt svovelkis
 - 16 " magnetitt - kvarts - epidott - amfibolitt med spor svovelkis.
 - 80 " kloritt - amfibolskifer, enkelte steder med spor av svovelkis.
 - 14 " kompakt blanding av magnetitt og svovelkis.
 - 260 " kloritt - amfibolskifer
 - 2 " Kompakt svovelkis
- minst 10 cm kloritt - amfibolskifer
maks. 15 cm ± kompakt svovelkis (prøve 8)
65 cm bleket kloritt - amfibolskifer, med spor svovelkis.

D Mineralisasjonssone. Fall 85°N.

Bergart: klorittskifer.

Profil: fra nord til sør:

- 6 cm ± kompakt blanding av nye magnetkis, lite svovelkis.
- 35 " kloritt - kalsittskifer.
- 19 " rik impregnasjon til kompakt svovelkis i kvarts-mellommasse. Prøve 9.
- 73 " kloritt-kalsittskifer, kanskje med spor av svovelkis.
- 1,5 " svovelkis-impregnasjon.

E Mineralisasjonssone. Fall ± loddrett.

Bergart: biotitt-kvartsitt. Heri på 5 m nærtighet uregelmessig enkelte bånd av magnetkis som er opp til 4 cm mektig.

F Mineralisasjonssone. Fall ± loddrett.

Bergart: glimmerskifer med spor til svak impregnasjon av magnetkis.

Heri enkelte linser av kompakt magnetkis, som er maksimalt 30 cm mektige og 1,5 m høye. Prøve 10.

Malmagene i bekken er merket A - G fra nord til sør. På de forskjellige steder er det blitt observert:

A ca. 25 cm okerlag. Geofysiske koordinater 2185 Ö - 103 S.

B På ca. 1 m mektighet: magnetitt-kvarts-malm med enkelte svovelkiskrystaller. Geofysiske koordinater 2160 Ö - 130 S.

C Uklar rustsone av noen dm mektighet. Geofysiske koordinater 2150 Ö.-155 S.

D Mineralisasjonssone. Profil fra sør til nord:

20 cm sterkt brunfarget grønskifer

minst 30 cm ± kompakt svovelkis, med kvarts-mellommasse (prøve 15).

Ca. 1 - 2 m mot heng enda en gang 10 cm okersone.

Geofysiske koordinater: 2100 Ö - 223 S.

E Brunfarging på 1 m mektighet. Enkelte små linseformede okerdannelser tyder på utvitroste små mengder svovelkis.

F Brunfarging, grunnet muligens spor svovelkis.

G Skiftende brunfarging i tett amfibolskifer på 1,6 m mektighet. Deri kan sees enkelte kompakte striper med svovelkis som er opptil 2 cm mektige. Geofysiske koordinater: 2050 Ö - ca. 285 S.

3. Den tektoniske analyse.

Da malmens mange steder er utstrakt parallell hovedfolningsaksene, var det av stor betydning å gjennomføre en analyse av alle målbare tektoniske elementer, d.v.s. strøk, fall, foldningsstriper (= B-Aksen) og sprekker. Man ble gjennomført på en liknende måte som Dr. Karl har gjort det for Viganes.

Strøk og fall er målt på 158 forskjellige steder, samtidig som 271 foldningsstriper er innmålt.

To tredjedeler av disse er blitt innmålt innen det detaljkartlagte område. I tillegg har jeg innmålt 127 sprekker, derav 114 på detaljkartet. Det foreligger altså materiale nok til å danne seg et bilde av fordelingen av disse elementene i rommet.

Det var mulig å skille ut forskjellige strøk hvor de innbyrdes strøk- og akseretninger var noenlunde like ("Homogenitätsbereiche"). Hvor det forelå nok målinger har jeg foretatt en statistisk analyse. Målingene blir der opptegnet i en liknende projeksjon som man fremstiller jorden i en atlas. Så teller man ut antall målinger pr. 1 % flateinnhold. Der hvor man har de fleste måleresultater pr. 1 % flate ligger det respektive maksimum, f.eks. av foldningestriper. De øvrige tektoniske elementer (lagdelingen, sprekker) må så være ordnet symmetrisk i forhold til foldningestripene (= foldningsaksene = B - Aksen), hvis de er blitt dannet i samme tektoniske prosessen.

Vi skal nå se litt nærmere på foldningsaksene. Homogenitetsområdene er på kartet 1 : 50000 avgrenset og merket I - IV. Størsteparten er nr. I som strekker seg fra Valisjöbø til Hjerkinnhö. Maksimum av foldningsaksene ligger her i kompassretning 269° med en fallvinkel av 10° (mot vest). Lagdelingen ligger i sitt diagram litt skjevt til foldningsaksenes maksimum. Grunnen til det må undersøkes nærmere på et senere tidspunkt. Det er mulig at dette er innvirkningen av en annen eldre foldningsakse, som er blitt sterkt overpreget av den nåværende hoved-foldningsakse. Sprekken bekrefter aksens beliggenhet.

I homogenitetsområdet nr. II kommer særlig en bøyning av strøk- og akseretningen i nordøstlig retning til uttrykk. Aksensmaksimumet er delt i to. Ett ligger i kompassretning 57° horisontalt, et annet, mindre, går 252° og faller 6° (mot vest). Lagdelingsflatene og prekkene bekrefter akseretningen.

Denne bøyningen går videre i nord og nordøstlig retning, som en befaring av Hain-tjønnsjö og aksmålinger ved Kongsvoll, Engster og Finnsjö viste.

Homogenitetsområdet nr. III danner med enkelte, slakke sørvest-akser overgangen til nr. IV hvor det finnes mellomsteile akser, som pendler mellom øst og sør.

Analysen av det detaljkartlagte felt ga temmelig like resultater, sammenlignet med kart 1 : 50000, til tross for at de var blitt gjennomført hver for seg. Samme inndelingen som på oversiktskartet kunne således bibeholdes også på detaljkartet. Det tilsvarende til Homogenitetsområdet nr. I blir her i a med skarpt maksimum i kompassretning 264° med 7° fall (mot vest). Dette bekreftes meget godt av lagdelingsdiagrammet og ganske godt av sprekke-diagrammet. Sprekke-diagrammet inneholder et ss. - spreke - maksimum, et M0 - belte og M01 - belte som alle tilhører den nevnte foldningsaksen. Men dessuten opptrer på en belte-liknende måte en del sprekker som ikke lar seg innordne. Også dens betydning må vurderes på et senere tidspunkt.

Homogenitetsområdet nr. I b er en variasjon av nr. I. Akseretningen er blitt forskjøvet og går i kompassretning 76° med 19° fall (mot øst). Lagdelingsdiagrammet passer hertil meget godt. Sprekke-diagrammet viser ss. - og M0 - sprekker, som dessuten andre hvis betydning må klarlegges senere.

I homogenitetsområdet nr. II a er forholdene de samme som i II, bortsett fra at det ikke finnes et klart maksimum.

Til slutt skal vi fatte sammen resultatene av dette avsnitt: Mellom Tverrfjellet og Hjerkinnhö forløper hovedfoldningsaksen i malmsonen i retning N75 - 85° E og noenlunde horisontal med pendlene mellom østlig og vestlig fall. Fra og med østsiden av Hjerkinnhö og østover forløper hovedfoldningsaksen i retning N50 - 75° E og horisontal uten variasjoner. Det finnes entydning til en annen akseretning, men dette må granskes nærmere senere.

4. Hva kan man hittil si om malmforekomstene?

Sammenlikner vi den første geofysiske rapporten med det geologiske detaljkartet, så ser vi at malmen går parallell med lagdelingen som kvartaitlagene viser. Til å begynne med så det etter strøkmålingene ut som om malmen dannet en synklinal med parallelle fløyer, altså ett malmlag som bare viser seg to ganger som følge av folding. Dette ville peke hen mot en begrenset utstrekning mot dypet. Men etter de geologiske strukturundersøkelser kan denne muligheten utelukkes. Man må regne med to malmlag - som mange steder i Norge - hvis dybdestrekning ikke er begrenset av bunnen av en synklinal. Men det må regnes med mindre spesialfoldninger som enkelte steder kan komplisere forholdene noe. De kan f.eks. slike steder la maktigheten synes større enn den er. Allikevel kan man anta en forholdsvis regelmessig form av malmlagene. Etter de erfaringer som jeg har samlet hittil er malmer i plattige grunnstener mer eller mindre jevnt lineal - til plateformet, mens man i puteleavastrøk finner meget uregelmessige blyant- og sigarformede malmer. Med større forkastninger innen malmen benytter man ikke å regne.

Kartet over de første geofysiske målinger og de hittil foreliggende borresultater tyder på at innen de to malmlagene (anomalisone 1,5 og 2,3,4) finnes flere stokkformede malmerikninger. Disse synes å ha, som nevnt før, lineal - til plateform. Det ser ut som om de avløser hverandre: Er det ene lag malmførende, så er det andre ikke og omvendt.

Borresultatene viser hittil at de 2 største malmstokker er de som svarer til de geofysiske anomalisoner 1 og 4. Nr. 1 kjennar vi best, her er nå 7 hull blitt boret. Jeg har tegnet en lengdeprofil og deretter ser det ut at man kan regne med en dragning i feltet av ca. 35° mot øst. Malmen synes å være ca 200 m lang i horisontal utstrekning og maksimal 25 m naktig. Det dypeste hullet skjærer malmen 110 m under dagen. For å få størrelsesorden av malmmengden kan man regne:

$$\frac{25 \times 200}{2} \times 4 \times 100 = 1.000.000 \text{ t.}$$

malmarreal vekt høyde

Nr. 4 er boret opp med 3 hull og derav kjent i en lengde av 120 m med en maksimal maktighet av 13 m til 60 m under dagen. Skal vi også her se på størrelsesorden:

$$\frac{13 \times 120}{2} \times 4 \times 50 = 156.000 \text{ t.}$$

Disse malmene er jo bare påtruffet i et forholdsvis grunt dyp og med henblikk på de store maktighetene her man dog grunn til den antakelse at malmen fortsetter enda et stykke nedover. For også her å nevne en størrelsesorden så tror jeg at man minst kan regne enda en gang med de ovenfor nevnte mengder. Dessuten har jo de borkullene nr. 2 på sone 5 påvist 8 m kis nr. 9 på sone 2 påvist 2 m kis og impregnasjon. Men det må bemerkes at oksyderingen i de øverste partiene danner en viss usikkerhetsfaktor. Det er hittil ikke mulig å si hvor dypt nedover malmen er ondannet til limonitt. Men borkullene nr. 3 og 4 tyder på at dette neppe er tilfelle dypere enn 30 m. Selve "gropa" er visstnok en uantakelse, vannet har her muligens lutet seg ut en "gang".

Ruststener ("Fe" på kartet 1 : 4700), kisrullestener og de nye geofysiske måleresultater viser at malmen fortsetter flere kilometer østover, muligens til Haimbjørnshøflet. Man av borkull 51 og de siste geofysiske detaljmålinger ser vi at forholdene er delvis mere kompliserte enn fra først av antatt, da malmen er splittet opp i flere tynde lag med flere meters innbyrdes avstand, og at

det er forskjell i mineraliseringen i de enkelte lag (magnetisk.).

Til slutt skal det pokes på at malmstokkenes lengdeakse som påvist i Tverrfjellet åpenbart ikke faller sammen med hovedfoldningsaksene. Den som er synlig idag er kanskje en yngre foldningsakse som har "visket ut" den gamle. Men jeg skal bemerke at jeg også under mine befaringer ved gruvene i Hardangerfjorden hadde fått inntrykket av at malmens lengdeakse kan danne en viss vinkel med hovedfoldningsaksen.

5. Forslag til videre undersøkelser.

Jeg foreslår at følgende undersøkelser utføres:

a) Geofysisk.

Fortsettning av de normale målinger foreløbig inn til Kvittjalen. På anomaliens spesialprofiler som allerede gjennomført omkring borthull nr. 51.

Be om snarest mulig å få rapporten med kart siden det har vist seg under boringen at større malmmengder fantes bare under soner med "sterk anomali", slik at man ser bedre hvor det er mest hensiktsmessig å bore. Det var meget ønskelig å få nøyaktige oppgaver over dybde av strømkonsentrasjonen for å få bedre rede på malmens dragretning.

b) Diamantboring.

En meget viktig forutsetning for å kunne bestemme malmarealet og draging i feltet er et nøyaktig kjennskap til avvikelsen av borthullene i både det horisontale og det vertikale plan. Siden det nå fins instrumenter til slike formål, er jeg av den oppfatning at slike målinger må gjennomføres så snart som mulig.

Herr professor Hofseth nevnte under en samtale at det var nødvendig å legge et helt profil gjennom denne malmsonen (anomaliens 1) med borthullsavstand ca. 25 m. Man vil på denne måten sikkert kunne øke malmarealet. Jeg foreslår derfor på sone 1 foreløbig 1 hull som skjærer malmsonen på:

2400 V i 60 m dyp.

1 hull som skjærer malmsonen på :

2525 V i 60 m dyp.

Sammen med borthull 12, 14, og 11 ville man så få en horisontal profillinje, som etter resultatene kan kompletteres med andre hull imellom. Etter at man har fått rede på malmarealet, kunne dyphullene kompletteres med et hull som skjærer malmsonen på 2525 V i et dyp av ca. 120 m. Til et enda senere tidspunkt kunne også et hull være av verdi som skjærer malmsonen i 200 m dyp, kanskje på profil 2300 V. Men det er meget vanskelig å fastlegge et borprogram for et lengere tidsrom i forut. Det er jo avhengig av resultatene av et hvert hull hvor det neste hullet skal bores.

På sone 4 burde det bores 1 hull som skjærer malmsonen på:

1825 V i 100 m dyp.

Borthull på de andre anomaliener byr etter min mening ikke utsikt på å øke malmkvantumet betydelig.

Når rapporten over de nye geofysiske undersøkelser foreligger burde - som tidligere gjort - settes et hull midt på enhver sterk anomalisone. Det måtte fastlegges nærmere etter at rapporten er oversendt.

c) Geologiske

Av geologiske undersøkelser som nå foretaes, er et mere inngående studium av aksenslingene alt blitt nevnt før.

Desauten burde borkjernene studeres nærmere av en geolog.

Av publikasjoner i og omkring det undersøkte felt foreligger:

du. DRAGSTAD, R. Quelques observations dans le district Kongsvoll - Snøhetta. Norsk geologisk Tidsskrift, bind 28, s. 157, 1950.

Helander, P. Trekkt av Oppdalsfeltet geologi, Norsk Geologisk Tidsskrift, bind 35.

Marlow, W. Foldal. NGU nr. 145, Oslo 1935.

Schuchert, C. Petrology and Geology of the Rondane Area. - Norsk Geologisk Tidsskrift, bind 28, s. 199, 1950.

Så vidt vites har statsgeolog T. Strand på kartblad Hjerkinns gjennomført en rekke geologiske undersøkelser hvis resultater ikke er blitt offentliggjort enda.

Foldal, den 29. oktober 1957.

Geologiske undersøkelser av Hjerklumfeltet sommeren 1958.

R e s y m é :

Den geologiske oversiktskartlegging i målestokk 1:50000 ble utvidet mot vest og nordøst. Det viste seg at grønnstensformasjonen mot vest blir begrenset av en større NW-SE-forkastning. Mot nordøst bøyer grønnstenssonen seg til nesten N-S-strøkretnings omkring Elgsjøen. Svevalksforekomsten på store Elgsjøtangen ble befaret.

Kartleggingen på flyfoto ble utvidet mot vest til Veslknatten og Drogenhytta. Det ser ut å være et mere sedimentært innslag i grønnstenssonen her.

Samtlige borkjerner fra Tverrfjellfeltet ble nøye gjennomgått. Det opptrer en del magnetkis i utkantene av den store malm. I det vesentlige finnes det to forskjellige bergartstyper: fylitt og amfibolskifer/amfibolitt. Fylitt er så og si steril, og malmen opptrer bare i amfibolskifer og amfibolitt.

1.) Kartlegging 1:50000.

Hensikten med denne oversiktskartlegging var i første rekke å kunne fastslå sammenhengen i de geologiske strukturer østenfor og vestenfor det ifjor kartlagte område. Dessuten skulle det undersøkes i hvorvidt det består en forbindelse mellom Tverrfjell-malmen og Heimtjønnshø- og Elgsjøtangen-forekomster. Endelig var det blitt spurt om navnet "Rustbui" (i Grisungdalen) kanskje skriver seg fra en jernbatt i nærheten.

Under kartleggingen vestover ble det konstateret at de ifjor utskilte avdelinger fortsetter med samme strøkretnings til man kommer til en betydelig forkastning i NW-SE-retning. Den forløper fra Elnölinghö, forbi Rustbui til Lispynten. Begrensningen av de gneisaktige bergarter på sørsiden av Lispynten går omtrent i samme retning. Forkastningen er i terrenget også morfologisk meget utpreget. På den andre siden av forkastningen gjenstår fylittiske bergarter som sikkert tilhører den i fjorårets rapport nevnte fylittavdeling. "Rustbui" ligger på SW-siden av forkastningen og her finner man de samme fylittiske bergarter, og det finnes hverken jernbatt eller andre tegn på malm. På grunn av avbøyningen langs forsrykningsplanet og på grunn av de på begge sider gjenstående bergartstyper, må det antas at sørvestpartiet er forskjøvet mot nordvest (det er det samme som i nordre og søndre Gjetryggen gruver). Det horisontale forsrykningsabeløp er minst 2 km.

Mot nordøst ble bare grensen mellom grønnstens- og fylittavdelingen forfulgt som en slags lederhorisont. Det mest påfallende er her den sterke bøyning av strøkretnings i nesten N-S-retning, høyere sagt i NNE-SSW. Strøkretnings i det tid-

ligere kartlagte området hadde vært WSW-ESE. Såvidt det kunne sees imtar grønnstensavdelingen her også en større flate enn f.eks. omkring Girsungdalen. Vi ser altså en viss forandring i strukturene. Det opptrer også en del forkastninger. I Kvittedalen kan vi muligens regne med en sådan i NN-SE-retning som ser ut å ha forskyvet NE-partiet mot nordøst. Det ville da være i motsatt retning enn vi er vant til fra gruvens og lenger vest på kartblad Hjerkin. Vi finner noen blotninger på østsiden av Kvittedalen like vest for Hjerkinmøster, og så kan vi trekke grensen nordøstover med ganske stor sikkerhet på grunn av blotninger og rullesten. Men på vestsiden av Kvittedalen mangler vi blotninger i grønnstenssonens grenseområde mot fylittavdelingen, og har dessuten en betydelig moreneoverdekning. Tegningen av grensen er derfor her (på vestsiden) usikker, og er skjedd bare på grunnlag av strukturene under forutsetningen at grønnstensens havgrense fortsetter i samme nivå. Men under detaljkartleggingen på flyfoto har det jo allerede vist seg fasisforandringer, og så må vi da regne med at havgrensen også kan forskyve seg av den grunn. Derfor er en forkastning i Kvittedalen ikke helt sikker.

Derimot har jeg funnet noen sikre forkastninger i NNW-SSE-retning, hvor tilsvarende N-S-forkastningene i gruvens østpartiet er forskyvet mot nord. Slike opptrer mellom Armodshöin og Knatten, mellom Knatten og Heintjønnsjö og på begge sider av Elgsjöen.

Som vi kan se på kartet ligger Heintjønnsjöforekomsten ca. 750 m på hengsiden av grønnstensavdelingen. I omtrent samme avstand ligger store Elgsjötangen-skjerpene. Derved ligger disse to ca. 1000 m høyere i en geologisk profil enn Hjerkinmøsterforekomsten, når vi antar at havgrensen av grønnstenssonen ikke forandrer sitt nivå. Men selvom vi antar en viss nivåforskyvning p.g.a. fasisforandring, så er nivåforskjellen likevel så stor at vi ikke behøver å regne med at Tverrfjell- og Heintjønnsjöforekomstene ligger i samme horisont. Her kan jeg kanskje også nevne at jeg har funnet noen kiserullesten i det nordøstlige området: en ca. 1 km nord for Kvittedalsmøster, en ca. 2 km NNE for Kvittedalsmøster og en på nordskråningen av Heintjønnsjö. Alle 3 ble funnet på fylittavdelingens område.

I samme sammenheng skal resultatene av undersøkelsene på store Elgsjötangen meddeles. Man følger en sti fra Tanglagsmøster på sørøstsiden av store Elgsjötangen ca. 1,5 km oppover i nordvestlig retning. Der finner man en eller flere malmsoner på ca. 500 m lengde. Malmen er på en rekke steder skjerpel. Den rikste mineraliseringen er blitt påtruffet ca. i midten av sonen (etter strøket). Her er drevet en liten stoll på ca. 25 m lengde, men vannet sto så høyt i den at jeg ikke kunne komme inn. På toppen av stollen er en grøft, i hvilken malmsonen er blottet. Her ser man kompakt svovelkis til rik impregnasjon på minst 180 cm tykkelse. En viss magnetiskohælt i malmen er mulig, spesielt mot liggen. Merkkelig nok ligger på bergsiden utenfor stollen bare noen stykker med magnetkis, ingen svovelkis. I alle de andre skjerpene finner man kun impregnasjon og noen svovelkisbånd med en maksimal tykkelse på 20 cm. Kobberkis ble ikke iaktatt. Med henblikk på den ugunstige beliggenhet tror jeg ikke at denne forekomsten er av særlig stor interesse.

2.) Komplettering av det geologiske spesialkart 1:4.700.

Da jeg kom til Folldal i vår forelå der akkurat resultatene av fjorårets geofysiske målinger vest for Tverrfjellet. Geofysisk Malinletting hadde funnet sterke geofysiske anomalier, og mente at det forelå maln. Derfor fikk jeg oppdraget til en utvidelse av det geologiske spesialkart mot vest.

Det viste seg visse forandringer i sammensetningen av bergartene. I Tverrfjellområdet mellom østre og Tverrfjellskaret finner vi fortrinnsvis amfibolittiske bergarter - altså rent vulkansk materiale. Men nordvest for Tverrfjellskaret trer dette sterkt tilbake, og en stor del av det kartlagte område sørøst for Vesknatten består av såkalt "gabbroskifer". Dette er en fylittaktig bergart med store hornblendekrystaller. Den må vel tydes som sedimentær med vulkanske innslag (tuffer). Lenger vest - omtrent i midten av det i år kartlagte område - er hornblendekrystallene i gabbroskifer erstattet av en fyllmasse av biotitt. Det er ikke noe videre enn en litt høyere metamorfosegrad - høyere p-T-betingelser - som har skylden for dette.

Om fylittavdelingen kan det sies at den i det kartlagte område er litt høyere metamorf enn vanlig. Sørvest for Tverrfjellskaret opptrer f. eks. glimmerskifer og i fortsetningen enkelte steder en litt amfibolittisk glimmerskifer.

Området er sterkt overdekket av morener og myrer, så det er meget lite å se, spesielt i områdets vestligste del. Mellom Drogenhytta og Vesknatten finner vi således bare to bittesmå bløtninger av amfibolskifer. Ved den ene er en liten jernhalt synlig.

3.) Diamantboringens geologiske resultater.

Kjernene til alle 32 diamantborhull ble gjennomgått, og som vedlegg følger en beskrivelse av kjernene. I denne beskrivelse er det skilt ut 3 grupper av bergartstyper og dessuten ble det - såvidt mulig - oppgitt hvilke uønskede mineraler som ble funnet. Det er de følgende:

Svevalkis
magnetkis
kobberkis
sikkilande
magnetitt.

De 3 grupper av bergartstyper er:

Fyllitt og glimmerskifer
kvartsitt
amfibolskifer og amfibolitt.

Fyllitten er vanligvis en lysegrå, skifrig bergart med enkelte biotitt-flek og kvartslag. Opptrer kvartslag i store mengder så har jeg kalt bergarten kvartsfyllitt. Granetfyllitt er en fyllitt med innsprengte granatkrystaller. Forøvrigt er den jevne grå farge og opptrer det mørke glimmer (biotitt) lagaktig så kaller man bergarten glimmerskifer. Den oppstår når fyllitten kommer under forhold med høyere trykk og temperatur under metamorfosen. Også den kan inneholde granat, og kan være kvartarisk til overgangen i en kvartsitt. Denne gruppen av bergarter oppfatter jeg som sedimenter.

Betegnelsen "kvartsitt" har jeg brukt for de bergarter som er meget harde og ikke lot seg ripse. Om det virkelig er kvartsitter - d.v.s. sandsten hvis korn er bekket sammen av kvarts - er ikke sikker. Det er godt mulig at det her dreier seg om kjemiske utfellinger av kiseltsyre på havets bunn. Under mikroskopet ville man sikkert

se enkelte kvartskorn, men denne krystallinske karakter skyldes da en omkrystallisering under metamorfosen. Det er meget sjelden at det opptrer ren kvartsitt i borkjernene fra Tverrfjellfeltet, vanligvis finnes innblandinger av biotitt eller hornblende samt fylittiske og amfibolittiske mellomlag.

Amfibolskiferen er en mørkegrønn skiferbergart som består av fine hornblendekrystaller og feltspat. Blir hornblendekrystallene større, slik at de er godt synlig med det blotte øye i en lys feltspatgrunnmasse, så kaller man bergarten amfibolitt. Også her skyldes forskjellen bare metamorfosen. Bergartene kan føre bestemte mineraler som granat, kvarts og biotitt, og får i så fall et tilsvarende tillegg til navnet. Denne bergartegruppe er av vulkansk opprinnelse. Sannsynligvis er det vel tuffer, altså vilkanske asker som er blitt avsatt på havets bunn.

Det er ikke alltid mulig å skille klart mellom de 3 grupper, og det måtte f.eks. brukes navn som "amfibolittisk glimmerskifer" i borkull 12. Her ser det ut som om vi befinner oss i en overgangssone hvor tuff og rent sedimentært materiale er sterkt oppblandet.

La oss nå se hvilket bilde vi får av den geologiske oppbygging i det området hvor det er blitt boret. Vi går fra liggeren mot hengen, og fra øst til vest. Ved soner III/IV viser samtlige hull amfibolskifer og amfibolitt på liggeriden av malmen. Heri noen striper og impregnasjoner av svovel- og magnetkis. Borkull 16 går lengst mot liggeren: det begynner 100 m i liggeren av malmen. Malmen består av finkornet svovelkis i kvartagrunnmasse. Enkelte steder er den temmelig fattig, andre steder er den ganske rik. I borkull 28 er det litt fri kobberkis synlig ved hang- og liggergrensen. Også et siddende-rikt lag ble iaktatt. Men mot dypet (Loddrett; i borkull 16) finner vi i fortsetningen bare litt svovelkislmpregnasjon. Ikke langt fra malmens grense opptrer det gjerne litt magnetkis (impregnasjon eller striper) i liggbergarten. Bergartene på hengsiden er temmelig kvartsrike og harde, omtrent så langt mot hengen som de er kjent fra borkjernene. Mot øst møter vi i borkull 26 - det ligger jo litt i utkanten - de samme forhold. Men her er det eneste sted i denne sone, hvor det opptrer litt magnetkis i malmen, nærmere bestemt spor magnetkis i et amfibolitt-mellomlag, og også noe kompakt svovelkis - magnetkismala på hengsiden. Her mangler derimot magnetkis på liggeriden. Uttøringer i malm finnes bare i borkull 26 (i hengpartiet) og 27.

Sone V ligger jo tydeligvis i hengen av sone III/IV. Det fjell som ligger mellom disse to er boret igjennom av borkull 26 og delvis også av borkull 2. I borkull 2 (d.v.s. like under dagen) finner vi på malmens liggeride sterkt kvartsrike amfibolskifer på 25 m næktighet, fra 10-25 m i liggeren av malmgrensen overveier kvartsitt. I borkull 26 (80 cm under dagen) derimot består kun de første 5 m i malmens ligg av kvartsitt, resten er typisk amfibolskifer og amfibolitt med en masse striper og impregnasjoner av svovelkis og magnetkis. Man kan altså her se en faciesforendring mot dypet. Men i det hele tatt må vi vente fortidensvis harde bergarter mellom sone V og III/IV.

Malmen er også i sone V finkornet og ligger i en kvartagrunnmasse. I borkull 2 er den temmelig ensartet, et sted er den fattig. I borkull 26 derimot viser den noen annerog: ved henggrensen er den på 30-60 cm næktighet, delvis rik på kobber- og magnetkis. Det opptrer delvis meget kompakte, delvis kobberrike og andre steder fattig mala. Dessuten finner vi bånd av magnetitt over en stor del av næktigheten.

Fra hengsiden vet vi bare om amfibolskifer og amfibolitt; borkullene går da heller ikke langt mot hengen. Men borkull 7, som ligger 100 m lenger vest og er boret fra hengsiden, viser bare fylitt, så det kan ikke være nye amfibolskifer på hengsiden av malmen.

Forholdene mellom sone III/IV og sone I er ikke så helt klare, fordi i borchull 9 finnes bare amfibolbergarter, mens i borchull 25 finnes det en innleiring av fylitt. Den ble heller ikke påtruffet i hullene som skjærer sone I.

Den geologiske oppbygging av sone I er temmelig ensartet. På liggsiden av malmen overveier amfibolitter og amfibolskifere. Rent lokal finner vi i borchull 12, overveiende granatfylitt. Enkelte steder ble det fastslått opp til 15 m kvartsitt. Men også dette synes å være rent lokalt fenomen. Vanligvis finner man bare noen kvartsittlag. Man kan altså gå ut fra at størsteparten av en eventuell kommunikasjonsort vil bare gå gjennom amfibolbergarter. Impregnasjoner av svovelkis og en sjelden gang magnetkis er tilstede. Et større antall striper av svovelkis, magnetkis og magnetitt ble iaktatt i det vestligste borchull nr. 21.

Malmsonen består i utkanten av svovelkisiimpregnasjon, i vestenden knyttet sammen med magnetkis. Så blir malmen litt mere samlet, som borchull 14 viser det: Her består den av en rekke kislager på ca. 30 m mektighet. I "kjernen" er kisen enda mere samlet med bare mindre gråberg-mellomlag. Hovedmineral er svovelkis i kvartsgrunnmasse. Kisen er forskjellig i sin krystallinitet: overveiende er den finkornet, delvis meget finkornet, men også krystallinsk kan den være. Renhetsgraden varierer mellom meget kompakt og fattig. Enkelte steder er kobberkis anriket, men ikke bare i bestemte partier av profilen som i borchull 26 (sone V). Mindre uttøringer finner vi i alle hull, unntatt nr. 10. De opptrer gjerne nær heng- og liggrensene. Av analyseresultatene fra borchull 10 ser vi at vi mot dypet, grunnet avtagende uttøring, kan regne med høyere gehalter.

På hengsiden finner vi først på ca. 40 m mektighet amfibolbergarter, som i nærheten av malmen gjerne er noe kvartsittiske. De samme bergarter inneholder en mengde svovelkislager og impregnasjoner. Magnetkis er temmelig sjelden, den opptrer først fra borchull 18 og vestover i større mengder. I borchull 21 finner man dessuten striper av magnetitt. Amfibolbergartene synes i vestpartiet å kile ut mot dypet, som man kan se ved sammenligning av borchull 4 og 12. Samtidig blir malmens mektighet mindre. Mot hengen følger et lag av fylitt og glimmerskifer med en mektighet på ca. 70 m. Her er svovel- og magnetkisiimpregnasjoner meget sjelden. Det består altså en viss sammenheng mellom kisen og de grønne (amfibol-) bergarter. På hengsiden av denne bergartstype får vi igjen amfibolbergarter. I borchull 12 finner vi i tilsvarende posisjon "amfibolittisk glimmerskifer". Den må vel oppfattes som en blanding av sedimentært og vulkansk materiale, og kan viss tydes slik at dette amfibolskiferlag kiler ut mot vest. Kisanesamlinger av noen art mangler her.

Nå noen ord til de øvrige borchull. Borchull 17 (Grisungdalen) står til 69 m lengde i kvartsitt og kvartsittiske skifere, deretter følger til hullets slutt amfibolitt. Amfibolitten viser at vi her befinner oss framdeles i grønnstensavdelingen. Men metamorfosegraden er mye høyere enn på Tverrfjellfeltet. De geofysiske anomalier skyldes grafittiske skifere med magnetkisiimpregnasjon.

Borchull 52 og 53 (ved veivesenst). Begge hullene står i fylitt. Anomalierne skyldtes her en rekke impregnasjoner og kompakte striper av svovel- og magnetkis. Også her får vi det inntrykket at den drivverdige malm på Tverrfjellfeltet ligger i amfibolbergartene. De bergartene som opptrer her har jeg under den geologiske detaljkartlegging ordnet inn under "amfibolskifere", fordi de ser i marken sterkt grønnaktig ut. Men i borchullene var det tydelig å se at de ikke hørte hit. For bedre å kunne avgrense det området hvor det eventuelt kan regnes med malm, er derfor en revisjon av kartleggingen nødvendig.

Borchull 51 (Hjerkimhö). Dette er bare boret gjennom amfibolskifer og amfibolitt. Her finnes det impregnasjoner av magnetkis i større antall. Disse er visstnok årsaken til de geofysiske anomaliene. Vi ser her at vi ikke uten videre kan si: ligger de geofysiske anomaliene innenfor de grønne bergarter så er dette ensbetydende med drivverdig malm. Ved en meget nøyaktig gjennomgåelse av hele kjernematerialet kunne man forsøke å finne ut om den drivverdige malm er knyttet til en bestemt variasjon av amfibolbergartene.

Til slutt noen ord til borkhullsavvikelsene. Borkhullenes avvik i vertikalplanet er jo blitt målt ved hjelp av flussyre, og når det gjelder avviket i horisontalplanet er det antatt at hullene innstiller seg loddrett på lagdelingen. Under disse forutsetninger er verkets borkhullsprofiler tegnet. Nå viste det seg under gjennomgåelsen av kjernene at spesielt borkhull 18, i nærheten av malmen, neppe kan stå loddrett på lagdelingen. Lagdelingen danner her på en lengde av ca. 20 m en temmelig stor vinkel med kjernen. Ved andre hull fant jeg ikke en så stor vinkel.

Dette viser igjen hvor viktig det er å måle hullene nøyaktig for å kunne beregne malmengden. Som nevnt i min rapport av 7/11-1958 (Malmengden på Tverrfjellfeltet) er beregningen foretatt på grunnlag av de foreliggende borkprofiler. Borkkjernene viser oss nå at avvikelsen etter horisontalplanet danner et stort usikkerhetsmoment, og at malmengden må beregnes på ny etter at nøyaktige borkhullmålinger er foretatt.

Vigares, 9. desember 1958

Malmmengden på Tverrfjellfeltet.

R e s y m é .

På grunnlag av forutliggende boryprofilar og analyser ble det foretatt beregninger av malmmengden på Tverrfjellfeltet.

Det kan regnes med følgende mengder:

sone 1: 2.256.000 t. sannsynlig malm
med en gjennomsnittsgehalt på
0,782 % Cu; 1,083 % Zn; 34,1 % S.

sone 3/4: ca. 400.000 t. sannsynlig malm
med en gjennomsnittsgehalt på
0,243 % Cu; 1,113 % Zn; 39,9 % S.

sone 5: 228.000 t. mulig malm
med en gjennomsnittsgehalt på
1,14 % Cu; 1,23 % Zn; 33,65 % S.

Den samlede sannsynlige og mulige malmengde utgjør altså:
2.884.000 t.

På sone 1 ble det i vestpartiet konstatert et parti med over 1 % Cu, som muligens lar seg bryte selektivt. Dette parti omfatter 56 % av en horisontalprofil gjennom malmen.

På sone 3/4 kunne ved hjelp av to forskjellige beregningsmåter feilgrensen fastslås til å være ca. 10 %.

På sone 5 tilter kobbergehalten mot dypet.

Malmmengden.

Siden ifjor er det blitt hørt en hel rekke nye kull. Disse har bidratt til at man nå kan si noe mere nøyaktig om malmens utbredning og at man kan oppgi hvor stor den sannsynlige malmengden er.

Forutsetninger.

Erferingene med forekjørlige svovelkulförekomster har hittil vist at disse pleier være stokk- eller linealformet. I tynnskifrige grüne bergarter pleier de være nok så regelmessig linealformet. Siden vi på Tverrfjellfeltet befinner oss i tynnskifrige grüne bergarter behøver vi altså ikke regne med så uregelmessige dannelser som f.eks. i Viganes. Dette letter tydingen av borkullresultatene betraktelig. Men den i borkullene påtrufne malm kan også knyttes sammen med andre fenomener, som f.eks. innsenkninger over anomalisoner 1 og lengden av de sterke geofysiske anomalisoner. I de spesielle tilfeller skal jeg komme nærmere inn på disse ting.

Malmstokkene.

Som det fremgår av de geofysiske kart, foreligger det 2 rekker av anomalisoner med en innbyrdes avstand på ca. 50 m, mellom jernbanen i øst og Tverrfjellskarot i vest. På en lengde av 500 m er de meget utpreget og her har man da også i diamantborkullene funnet de store malmenrikningene. Rikest viste seg å være den sørlige rekke (anomalisoner 1 og 5) som samtidig er den hengende (vi har i malmfeltet steilt fall mot sør). Dette gjelder maktigheter såvel som kobbergehaltene. Den nordlige eller liggende rekke består av anomalisonene 2, 3 og 4. Men bare på sone 3/4 ble det påtruffet store maktigheter og høye svovelgehalter.

På sone 1 ble det boret 13 hull. Av disse ligger 8 hull i et noenlunde horisontalt plan (borkull nr. 13-18-4-19-20-22-14 og 11). Av disse ble det tegnet en horisontalprofil (profil 1) for å vise malms fordeling i dette plan. Malms strøklengde er her ca. 350 m. Vi kan gå ut fra at dette stemmer noenlunde, siden lengden av innsenkningene i dagen er ca. 310 m. Knytter vi de 8 borkullene sammen, så får vi et malmareal på ca. 4.350 m^2 med en gjennomsnittsgehalt på

0,762 % Cu; 1,088 % Zn; 34,1 % S.

Malms spesifikke vekt blir da 4,17 (t/m³). Som man ser av profil 1 er kobbergehaltene i vestpartiet av sone 1 høyere enn i øst. Det er her mulig å skille ut et parti på ca. 2.450 m^2 og en gehalt på

1,087 % Cu; 0,895 % Zn; 34,3 % S.

Det er påfallende at de høyeste kobbergehaltene helst finnes midt i kispartier av stor mektighet. Men det er vanskelig å si noe om utstrekningen av denne kobberrike sone mot dypet, fordi det bare finnes noen få hull utover. Gehaltene i hullene 3, 10 og 15 synes dog å tyde på en lignende fordeling av gehaltene også ovenfor og nedenfor profil 1. Gjennomsnittsgehaltene viser iallfall ingen vesentlig avvikelse fra gjennomsnittsgehalten av hele profil 1.

Når det gjelder formen av det malmlogene som hører til anomalisonen 1, så danner spesielt borchull nr. 15 et problem. Mellom dagen og profil 1 har malmen jo en linealform med 30° dragning i felt mot øst. Hull nr. 15 som fører bare 1,5 m kis, ligger der hvor vi etter disse forholdene måtte vente en mektighet på ca. 10 m.

Nå har jeg i mellomtiden forsøkt å konstruere avvikelsen av borchullene etter horisontalplanet. Jeg gjorde det på denne måten at jeg antok at borchullet innstiller seg loddrett på lagdelingen. Således måtte skjæringen av hull nr. 15 med malmsonen flyttes noe mot øst. Forholdene kan nå forklares på to måter: enten blir malmen smalere i likhet med forholdene på Nordre Gjetryggen grube eller så er avvikelsene av borchullene i horisontalplanet enda større enn nå antatt. Jeg personlig heller til den siste oppfatning. Men for sikkerhets skyld legger jeg den i lengdeprofilens avmerkede form av malmen til grunn for mine mengdeberegninger. Også i dette tilfelle kan man regne med en ny økning av malmen når man går lengre ned.

- 1). Malmarede over profil 1: Siden lengden av innsenkningen i dagen er ca. 10 % kortere enn malmen i profil 1, skal malmarealet i profil 1 reduseres med 5 %. Det blir da $4.132,5 \text{ m}^2$. Den gjennomsnittlige høydeforskjell mellom profil 1 og dagen er 70 m, derav regner vi 10 m som sterkt forvitret og oksydert, høyden blir altså 60 m. Fallet behøver vi ikke ta hensyn til. Malmengden blir da:

$$4.132,5 \cdot 60 \cdot 4,17 = \underline{\underline{1.033.951,5 \text{ t.}}}$$

- 2) Malmengden nedenfor profil 1:

Malmareal på profil 1:	4.390 m^2
" "1 plan av borchull:	2.400 m^2
	$\frac{10}{10}$
	$6.790 : 2 = 3.395 \text{ m}^2$

Høydeforskjell mellom profil 1 og borchull 10: 75 m.

$$3.375 \cdot 75 \cdot 4,17 = \underline{1.055.531,25 \text{ t.}}$$

Malmen nedenfor borkull 10 regnes for å være en pyramide med grunnflate 2.400 m^2 og høyde 50 m.

$$\underline{2.400 \cdot 50 \cdot 4,17 = 166.800 \text{ t.}}$$

Den samlede malmengde nedenfor profil 1 blir således

$$\underline{1.222.331,25 \text{ t.}}$$

Således blir den samlede sannsynlige malmengde i malmsone I: 2.256.000 t., med gehalter som oppgitt for profil 1.

Sone 5 ligger i noenlunde samme strøk med sone 1 og skal derfor omhandles like etter sone 1. Her er det ikke mulig å oppgi en sannsynlig malmengde, siden malms utstrekning etter strøket ikke er påvist. Men erfaringene fra sone 1 og 3/4 viser at malmen har omtrent samme strøklengde som de sterke geofysiske anomalier, i dette tilfelle 80 m. Dette er grunnlaget for horisontalprofilene 3 og 5. Dessuten skal det nevnes at spesielt Cu-gehaltene varierer sterkt mellom de to borkullene 2 (35 m under dagen) og 26 (90 m under dagen).

Borkull 2: 0,52 % Cu; 1,25 % Zn; 32,50 % S.
" 26: 1,76 % Cu; 1,20 % Zn; 34,80 % S.

Gjennomsnittet av disse to er:

1,14 % Cu; 1,23 % Zn; 33,65 % S.

Til dette svarer en spesifikk vekt av 4,15.

Som det fremgår av profil 3 og 5 er malmarealene henholdsvis 600 og 620 m^2 , i gjennomsnitt 610 m^2 . Borkull 26 ligger 90 m under dagen, minus 10 m oksydasjonssone: 80 m.

Sannsynligheten taler for en malmstokk med en dragning i feltet på ca. 45° øst og en mulig malmengde på

$$690 \cdot 90 \cdot 4,15 = 227.835 \text{ t.}$$

Sone 2 er bare svak og det ble ikke påvist brukbar malm. Sone 3 og 4 synes å børe til en og samme malmstokk med ca. 35° dragning i feltet mot øst. I dette området finnes 7 borkull, og på grunnlag av disse var det mulig å tegne en horisontalprofil (profil 2) og en profil ⁺ loddrett på malmstokkens lengdeakse (profil 4). Kobbergehaltene er her meget lave. Gjennomsnittsgelalten av samtlige rikere partier i sone 3/4 er:

$$0,243 \% \text{ Cu; } 1,113 \% \text{ Zn; } 39,9 \% \text{ S.}$$

Den spesifikke vekt blir da 4,43.

Skal vi nå se litt på malmengden.

- 1) Den sannsynlige malmengde resnet på grunnlag av profil 26 (horisontalprofil). Det antas at malmen fortsetter med samme horisontaltvernsnitt til borkull 28: 100 m under dagen. Fra trekker vi her også 10 m forvittringszone, så blir det 90 m høyde. Malmareal er 975 m².

$$975 \cdot 90 \cdot 4,43 = 388.732,5 \text{ t.}$$

- 2) Den sannsynlige malmengde resnet på grunnlag av profil 4 (- loddrett på lengdelingen). Det gjøres de samme antagelser som under 1). Man får da - etter at 10 m forvittringszone er trukket fra - 155 m skrå lengde. Profil 4 viser dessuten et malmareal på 630 m².

$$630 \cdot 155 \cdot 4,43 = 432.589,5 \text{ t.}$$

Differansen mellom de to beregningene utgjør altså ca. 10 %. Sannsynligvis må vi også ved de øvrige beregninger ante en slik fallprosent.

Mulighetene mot dyppet.

Ved de foreliggende malmengdeberegningene er det lagt til grunn en dybdeuttrekning

av inntil 175 m ved sone	1
" " 90 " " "	5
" " 100 " " "	3 1/2

Dette er jo bare meget beskjedne dybder, og siden andene av malmstokkene ikke er prøvet, har man god grunn til å anta en fortsetning av malmstokkene mot dyppet.

For å gi et inntrykk av størrelsesorden så kan man sikkert enda en gang regne med samme malmengde.

Folldal Verk, den 7. novbr. 1958.

Verkets skjerp ved Alvdal.
+ + + + +

Resymé:

En rekke av Verkets skjerp omkring Alvdal ble nærmere undersøkt. Ingen av dem kan sies å ha økonomisk betydning. Men det er mulig at gamle Baugenberg-gruve ligger i utkanten av en større forekomst. Dessuten kan det hende at det finnes større malmanrikninger i fortsetningen av Storthåp-gruve mot nord.

Innledning:

Blant de arbeidene som ble utført for Follidal Verk iløpet av året 1958, ble det også foretatt en nærmere undersøkelse av noen av Verkets skjerp som ligger omkring Alvdal. Det handler som om en rekke gamle gruver. Alle ble lagt inn på kartblad Alvdal 1:50.000. Tallene på kartet svarer til tallene i denne rapporten. Av en del av skjerpene ble det også lagt skisser. Dessuten er det tatt ut noen prøver.

Forekomstene.

1. Gamle Baugenberg-gruve.

På en lengde av ca. 120 m. finnes det en rekke gamle gruvelpninger og skjerp som ligger i samme strøkretning som de omgivende bergarter. Strøket er nord-øst, fallet 45-65° mot nord-vest.

A: på skråsen er en gammel synk med ca. 40 m³ tipp. Synken er fylt med vann, og står av den grunn sannsynligvis ikke i forbindelse med de andre gruvelpningene. På tippen finnes bare noen få malmostykker, bl.a. et magnetkis-bånd av 3 cm tykkelse, ellers bare kvarts med spor av magnetkis, kobberkis og svovelkis.

B: er en skråsynk langs etter fallet som er gått i ras. Men nærmest dagen kan man se følgende profil gjennom malmonen:

på hangesiden	2 m	fylt
	10 cm	kompakt magnetkis
	15 cm	kvartarisk skifer
	7 cm	kompakt magnetkis
	30 cm	kvartarisk skifer
på liggelsen		fylt.

Magnetkisbåndene synes ikke å være meget utholdene. På tippen fant jeg ikke malm.

C: en gammel gruveåpning som er fullstendig gått i ras, muligens en noe utstrosset skråsynk. Ellers er det ingen ting å se. På tippen ligger noen få stykker som inneholder kobberkis. En gammel smelteplass på liggsiden kan tyde på en viss kobbergehalt.

D: også dette er en sammenrast gruveåpning, sannsynligvis en skråsynk som ble strosset ut noe etter strøket. Av malmen ser man bare en liten jernkatt på liggsiden av synken. På tippen ligger noen stykker som er meget rik i magnetkis og kobberkis. Her hadde det parti av malmen som det ble drevet på muligens sin største maktighet.

E: sammenrast gruveåpning eller skjerpeshull. Mellom D og E en tydelig jernkatt; rullesten er bakket sammen av limonitt.

F: er gjennomsnitt av en gammel liten strosse som vistnok sto i forbindelse med stoll G. Det er mulig å komme ca. 10 m. inn i den gamle strosse; lenger vest er den rast sammen. Av det som nå er synlig får man inntrykket av at malmen besto av 3 magnetkisbånd på ca. 10-20 cm som inneholder også kobberkis og svovelkis. Båndene har en innbyrdes avstand på ca. 1 m. Det ser ut som de kiler ut og det oppstår nye bånd i stedet. På grunn av rasfare var det imidlertid ikke mulig å ta prøver fra den gjestående malen.

Mellom E og F finnes det på liggsiden igjen en gammel smelteplass.

G: mundloch av en stoll som er rast igjen. Her kan man se følgende profil fra hangen til ligger:

10 cm limonitt
180 cm klorittskifer
ca. 50 cm limonitt

H: skråsynk etter fallet. Det kan sees følgende profil:

på hangside fylitt
30 cm klorittskifer
1-2 cm kompakt svovelkis
ca. 1,5 m klorittskifer
ca. 50 cm limonitt
på liggsiden fylitt.

På tippen ved G og H ligger en hel del magnetkisstykker som inneholder kobberkis. Også et større antall stykker av typisk svovelkissala med binding av kobberkis og sinkblende ligger på tippen. På grunn av disse stykker kan det sies at maktigheten må ha vært minst 10 cm.

Bergmester Riiber nevner i NGU nr. 145, s. 86, en synk som jeg antar er den samme som "H". Han skriver: "Det numrerende selskap lot nederste synk lønse, og den var etter oppgave 15 m dyp... I synken såes et 0,40 m mæktig kisbånd langs ligger og et impregnasjonsbånd med magnetkis og kobberkis langs hangen. I den ovenfor liggende synk var kisbåndet kun 0,15 m mæktig, og i synkens ovenfor vistest kun magnetkis - kobberkisimpregnasjoner." 0,15 m

Vestenfor de gamle åpningene ligger igjen en smelteplass.

På grunn av det som idag er synlig og det som bergmester Riiber skriver, får man altså inntrykket av at mineraliseringen blir rikere vestover: Maktighetene øker og helt i vest får vi også litt svovelkis. I Nordre Gjettryggen gruve har vi jo også gjerne tynne årer av magnetkis og kobberkis. Så består altså muligheten at vi

her befinner oss i utkanten av en større svovelkisforekomst av den vanlige type. De aksmålinger som ble foretatt ga sterkt varierende resultater, derfor er det ikke mulig å oppgi den sannsynlige lengdeakseorientering av malmen. Men de øvrige observasjoner tyder jo på at en eventuelt større malm måtte finnes mot dypet og mot vest.

Forekomsten burde iallfall holdes i hevd, og ved tid og leilighet burde det også foretas en geofysisk undersøkelse og diamanthoring. Dette er usølig, etter min oppfatning, den mest lovende av de forekomster omkring Alvdal, som jeg har sett.

2. Veslegrube (på Baugeberget)

Mellom 500 og 1000 m nord-øst for gamle Baugeberg-grube ligger 4 gamle gruveåpninger på en strøklengde av ca. 100 m. De 3 vestligste synes å ha vært støller, idag kan man faktisk ikke se noe mer enn store tipper. Den ~~vestligste~~ vestligste er en gammel strosse som idag er delvis tilgjengelig, og hvor man kan se et stykke mot ~~øst~~ vest. Den kunne sees på ca. 25 m lengde (horisontalt) og ca. 25 m dybde (på skrå), men den går sikkert dypere. Malmen kiler ut mot ~~øst~~ vest og så følger en 25 m lang undersøkelses-ort, hvor malmen forsvinner fullstendig. Strossen er loddrett på fallet ca. 1 - 1,5 m høy; dette har muligens også vært malmens maktighet. Men i utkantene av strossen kan man idag bare se en meget beskjeden maktighet. Her inngangen er et 10-20 cm maktig bånd synlig som består av meget finkrystallinsk svovelkis med sinkblende og nye kobberkis. Her ble det tatt en prøve. Mot liggen følger 40 cm fylt og så på 20 cm maktighet roen 1 cm's tykke malstriper. Det kan tenkes at de utetrossete partier var rikere. Strøk og fall er her: $40^{\circ}/40^{\circ}$ NW.

På tippen finnes meget lite malm. De prøver som man finner, består delvis av magnetkis, delvis tett til finkrystallinsk svovelkis, delvis bare av kobberkis.

Forekomsten synes ikke å være særlig stor. Men det kunne jo lett tas med i en undersøkelse av Baugeberg-grube. Og, inntil en slik undersøkelse er foretatt mener jeg man burde holde rettighetene vedlike.

3. Gamle Transvaalen gruber.

På 100 m lengde er gamle strosser med roen gjennomslag synlig (se skisse):

A. gjennomslag til dagen fra gammel strosse. Strossen strekker seg ca. 20 m østover. Bergfestens inneholder et ca. 1 m's maktig lag av oksydart malm, men det var ikke mulig å finne ut hva de opprinnelige mineraler besto av.

B. gjennomslag til samme strosse. I bergfesten mellom A og B splitter malmen seg opp i et heng- og et ligglag. Ligglaget synes å kile ut bare noen få meter vest for B. Henglaget derimot ser ut til å utvide seg mot dypet i nord-vestlig retning, hvor man kan se inn i en fortsetning av strossen til ca. 20 m under dagen. En malmprøve fra strossen tyder på følgende maltype: Fin impregnasjon av kobberkis, magnetkis og svovelkis i svart skifer. Strøk og fall er her: $45^{\circ}/41^{\circ}$ NW.

Berghalden ved A og B er meget stor og tyder således på en stor strosse.

C: et lite skjærpehall, hvor det ikke ble funnet mineralisering av betydning.

D: gjennomslag til en annen strosse.

E: dagåpning av samme strosse som ved D; strossen går ca. 10 m videre vestover. Sannsynligvis var mineraliseringen slutt her. Strossen står full av vann. Det tyder på at det ikke finnes forbindelse med A/B. Hva malmen består av lot seg ikke fastslå. Antageligvis er det den samme som ved A/B.

Tippen ved D/E er meget liten (ca. 70 m³). Dette er altså sikkert en liten strosse.

Ifølge bergmester Riiber (NGU nr. 145, s. 93) ble gruva drevet "i tiden 1770-80 av Follidal Verk, og senere har bønderne i dalen av og til gjort noen tillegg til videre undersøkelser. Gruva skal være avsynket til 40 m dyp og løses i 20 m dyp av en ca. 70 m lang stoll."

Forekomsten synes ikke å være av noen betydning: gehaltene ser ut å være lave, feltutstrekingen er liten.

A. St. Knuts-grube samt gruveåpninger i dens fortsettning mot vest.

St. Knuts-grube (s. skisse).

Foruten noen synker som står fylt med vann og en stor tipp er her ikke mye å se. Et inntrykk av mineraliseringen får man kanskje i den vesle dagstrosse, hvor det er en profil gjennom malmsonen å se. Sonen går parallelt med Tronsvangen gruber.

A: økråsynk som ser ut å følge malmen. I dagen ser man en ca. 1 m mektig oksidasjonsone med malachitt. "Gjennomslag til strosse?" på skissen tyder på at det finnes muligens to malmsoner.

B: synk, sannsynligvis på økrå, i malmsonen.

C: en liten utstrossing. I vestenden følgende profil:

i hengen:	klorittisk skifer
	70 cm klorittisk skifer med litt malachitt
	110 cm klorittisk skifer
	50 cm kloritt-kvartsitt med spor kobberkis og litt fxl kvarts
	40 cm kvartsittisk klorittskifer
	40 cm dte., med spor kobberkis
	60 cm kvartsittisk klorittskifer
	50 cm klorittisk kvartsitt med spor kobberkis
i liggen	kvartsittisk klorittskifer på få steder med litt malachitt.

På tippen ligger delvis meget rike malastykker, men mesteparten består av impregnasjon og årer av kobber- og magnetkis. Anrikningen av kobberkis finner man gjerne sammen med hvit kvarts. Endel skheidet rik mala ligger for seg.

Noen nærmere opplysninger finner vi igjen hos Riiber (NGU nr. 145, s. 93/94). Driften begynte i begynnelsen av 1860-årene på ganske rik mala, men malaföringen avtok mot dyptet. Graven "er avsynket til ca. 55 m dyp og fra bunnen drevet et 150 m langt tverrslag mot N og derved underferet og overferet gamle Trons-grubers gang og utlenket på denne, samt videre overferet en malagang ca. 40 m nordenfor denne. Ved disse arbeider og ved driften av en grunnstoll ... fra fjellets vestsider, som skulle innbringe ca. 90 m under dagen i St. Knuts grube ... var selskapets midler oppbrukt og tiltroen til foretaket røkket så sterkt, at all drift innstillet 1911. Fra St. Knuts grube er levert tilsammen 772 tonn med en gehalt av ca. 8 % kobber".

I fortsetningen vest for hovedlagren finnes det på 80 m strøklengde 4 skjerpshull hvor det er blitt påvist spor kobberkis i kvartsittisk grunnmasse.

Sjakt 300 m vest for St. Knut.

Denne sjakt som jeg rikk vist av Berger Steihaug, skal være ca. 20-30 m dyp. Den mineralisering man ser på tippen likner på St. Knuts, men gehalten på magnetkis er her høyere og den på kobberkis lavere. Ifølge Steihaug var malmen på synkens bunn helt forsvunnet. Strøket er her $90^{\circ}/36^{\circ}$ N.

Åpningsone ved Tjæreåyr.

Tjæreåyr er en liten åyrstrekning som også er lagt inn på kartet. Omkring denne åyr finnes det en del gamle sjakter, stoller, strosser og skjerp som ser ut å høre til 3 parallelle mineraliseringssoner i fortsetningen av St. Knut.

Lengst øst ligger en gammel dagstrosse som er ca. 30 m lang. Malmen er i strossen synlig som en 1-1,5 m mektig oksydasjonssone som er sterkt foldet. Takket være denne foldningen oppsto lokale, redeformete anrikninger på magnet- og kobberkis. Forekomsten er meget fattig. Strøk og fall: $89^{\circ}/29^{\circ}$ N.

50 m lengre vest finner vi en stoll og 2 skråsynker. De er drevet på den samme mineraliseringssone, og malmen er like så fattig. Stollen følger malmen på en lengde av 20 m, men på grunn av en forkastning ble malmen mistet.

I vestenden av Tjæreåyr ligger en loddsjakt som ifølge Steihaug i 52 m dyp traff på en fin kobbermala. Men etter strøket forsvant malmen meget fort. Det samme beretter Riiber. Det er etter all sannsynlighet den samme mala som på de to siste steder.

En parallellsone finner vi i et skjerpshull 50 m sør for loddsjakten. Den består av 10-15 cm magnetkisimpregnasjon med ganske liten kobberkis.

I et skjerpshull 100 m sør for loddsjakten er en tredje mineraliseringssone blitt påtruffet. Også denne består av en magnetkisimpregnasjon med litt kobberkis.

Ca. 400 m vest for Tjæremyren er en malmsone oppfaret på ca. 100 m strøklengde ved hjelp av en stoll og en skråsynk. Malmsonen består bare i toppen av skråsynken på 3-4 m lengde av en kobberkislins med 30-40 cm maktighet. Forøvrig består mineraliseringen av fingerbrede magnetkissårer og mindre. Den følgende strøk- og fallretning ble målt: $85^{\circ}/29^{\circ}$ N.

Malmsonene som i det foranstående er blitt beskrevet, er blitt fulgt over en strøklengde av ca. 1 km. Den har altså uten tvil en stor lengdeutstrekning. Men mineraliseringen består foruten noen ganske regelmessige magnetkissstriper bare av enkelte uregelmessige kobberkislins. Deres størrelse er liten, og deres opptreden uten noen regelmessighet. Jeg tror derfor ikke at det her noen gang kan bli tale om en lønnsom drift.

5. Gruven i Nordkletten.

På sørsiden av Nordkletten - en utløper av Tronfjellet - er en mineraliseringsone blitt undersøkt på en lengdeutstrekning av noen hundre meter. Det største arbeide som er utført er en stoll med en skråsynk fra dagen (se skisse). På toppen av skråsynken ser man i dagen et kompakt kishånd på 10-20 cm maktighet. En liknende maktighet viser malmen 3 m over stollnivået, mens den i selve stollnivået bare er 2-3 cm maktig. Synken kan være ca. 20 m lang. 12 m i hengen av denne malm er et kobberholdig skiferlag oppfaret i 20 m lengde. Ved inngangen til stollen ble denne strøk- og fallretning målt: $120^{\circ}/26^{\circ}$ N.

Den kompakte kis likner på de vanlige kistypene og er båndet av sinkblende. Ca. 100 m vest for synken er malmsonen blitt blottet og her har det vist seg uregelmessige bånd av svovelkis i uholdig fjell på 80 cm maktighet. Svovelkislådene er opptil 15 cm maktig, og inneholder mye sinkblende, muligens også litt kobberkis. Ca. 10 m i hengen finner vi igjen den kobberholdige skiferone. Lenger mot vest ligger en del avrøsninger, men mineraliseringen er her ytterst svak.

Ca. 200 m øst for synken og stollen finnes det et lite innhugg i fjellet, men her ble det bare funnet en ganske svak impregnasjon av svovelkis og noen bittesmå kobberkissårer. Mellom innhugget og synken er det røsket litt, men ingensteds kunne man se malm. Strøket er her: $94^{\circ}/42^{\circ}$ N.

Utstrekningen av malmen etter strøket og etter fallet er således kjent, dessuten den maksimale maktighet. Man kan altså med god sannsynlighet si at denne forekomsten er for liten for å begynne drift på.

6. Brandvollsgrybe.

Her finnes det tipper med flere 100 m³ innhold. Det ser ut å skrive seg fra en stoll, skjærpegrofter, kanskje også en mindre stressing. Alt er rust igjennom, og er nå sterkt tilgrodd. Et sted kan man se et parti av den sterkt forvitret malmsone som sannsynligvis er glidd noe nedover skråningen. Man ser kvartsittisk og skifrig bergart som i 2 m maktighet er kraftig farget av limonitt. Her er det ikke mulig å uttale seg om hvordan malmen opprinnelig så ut. Men etter tippen å dømmes var det en fattig svovelkismalm i kvartsittisk grunnmasse som delvis inneholdt mye kobberkis og sinkblende. De tykkeste malnstykkene er 15 cm tykk. Fjellets strøkretning i nærheten er: $119^{\circ}/63^{\circ}$ NE.

Det er vanskelig å si noe avgjørende om forekomsten, fordi det er nokså sterkt gjengrodd rundt omkring. Men erfaringene fra stedene i nærheten viser jo at vi ikke kan vente altfor mye av forekomster med liten svovelkiesgehalt. Dog skinnret det inntrykk får man av stykkene som ligger på tippen. Jeg tror derfor ikke at det her dreier seg om en drivverdig forekomst.

Fra veien på østsiden av Glomsa er tippen ikke å se. Man bruker derfor best marekkompass fra gamle Brændvoll skole og går i retning 70° gjennom skogen.

7. Storthåp grube.

På 120 m lengde finnes det 6 gamle hull (se skisse) på en meget svak mineralisert sone. Sonen forløper i NNE - SSW-retning med 60° fall mot vest.

A: skjerpehull eller liten synk. I dagen ser man på 4 m maktighet i klorittskifer noen cm tykke striper som er impregneret med svovelkis, meget sjeldent også med kobberkis. Det samme inntrykk får man av tippen.

B: skjerp som ligger litt lenger mot hengen enn A, men forholdene er meget lik A. På skjerpets liggeide finner man et 15 cm tykt lag som inneholder delvis sterk svovelkis-impregnasjon og også litt kobberkis. På berghalden ser man det samme.

C: en skråsynk som ikke synes å være meget dyp. Ved synken ser man en 1,4 m mektig forvitret mineraliseringsone som består av

0,6 m klorittskifer	(hengparti)
0,3 m kvartsitt	(liggparti)

klorittskiferen førte visst den sterkeste mineralisering. Like ved siden av synken ser det ut å ha vært en skeldeplass, fordi her fantes noen litt rikere stykker med kobberkis-bånd, magnetkisbånd og sammenvekning av magnetkis og kobberkis.

D: skjerpehull. Det som er synlig av fast fjell minner sterkt om A. Men ved siden av hullet finnes det en rekke stykker med bånd av magnetkis og kobberkis i klorittskifer.

E: skjerpehull. På 5 m maktighet er klorittskifer sterkt farget av limonitt; enkelte steder ser man også litt svovelkis og kobberkis.

F: skjerpehull. Det faste fjell er her på 12 m maktighet synlig. I liggen har man 3 m kvartsittaktig bergart, brun av limonitt og uten synlige primærminerale. Resten består av sterkt rustfarget klorittskifer. Heri finner man hist og her noen alirer av svovelkiskrystaller. Slirenes tykkelse varierer fra 1 cm til 1 dm. Deres lengde mellom 1 og flere dm. På tippen ligger dessuten noen stykker som inneholder litt magnet- og kobberkis.

Som det fremgår av beskrivelsen er det ikke mulig å snakke om "mala" her. Selve forekomsten er derfor helt verdiløs. Men det finnes i omtrent samme strøk-retning, 3 km lenger mot nord-øst, en nylagt liten gruve hvor det ligger en meget pen kis på berghalden. Hvis man foretar en undersøkelse i Storthåp-feltet, så burde det første være en geofysisk rekognosering mellom Folladalen i sør og Sivilladalen i nord. På denne måten ville man kunne fastslå om det eventuelt finnes en større malmanrikning i fortsettning av Storthåp-gruben.

Geologisk undersøkelse av Nordre Gjetryggen-gruve.

Innledning.

Etter at den geologiske kartlegging av Søndre gruve var gjennomført, ble Verket også interessert i en liknende undersøkelse av de nederste 5 etasjer i Nordre Gjetryggen gruve. Arbeidet ble gjennomført etter de samme prinsipper. Det ble lagt et oversiktskart av etasje 7-11, hvor det er lagt inn malm, tre bergartstyper og forkastninger. Det kan nå gies et overblikk over de store trekk etter det som det kunne sees på hovedetasjene, d.v.s. i horisontalplanet. Men en malmkropp er jo en tredimensjonal dannelselse og av denne grunn er det nødvendig å knytte hovedetasjene sammen ved å kartlegge også stigortene. Oppbygningen er noe mere komplisert enn den av kisen i Søndre gruve, og derfor burde man også kartlegge mellometasjene og strossene. I det følgende skal jeg legge fram de resultater som jeg er kommet til.

M a l m e n .

Malmen har i Nordre Gjetryggen gruve en litt annen form enn i Søndre. Den er mere skiveformet og regelmessig med en større foldningsrekning, men til gjengjeld finner vi da heller ikke så store maktigheter. Som vi kan se på gruvekartene, varierer maktighetene langs etter hele malmansamlingens lengdeakse. Slik ser vi det f.eks. fra etasje 8 til 9 til 10 til 11. Lengdeaksene av disse fortykninger og fortykninger av malmen, ser ut til å ligge litt på skrå i forhold til det.

Det karakteristiske oppbyggingsprinsipp i denne gruve er utkilingene mot hengen og mot liggen. Det har jo blant funksjonerene vært kjent lenge. Malmen dannes i det store og hele en skive med kileformete utkilinger mot hengen og liggen. De mot hengen går i vestlig retning, de mot liggen i østlig retning. Derfra kom man til regelen: Driver man en ort mot vest, må man holde seg til ligg-gransen, driver man en ort mot øst, må man holde seg til hænggransen. Det er altså omvendt som i Søndre gruve. Men det finnes selvfølgelig unntagelser fra denne regel. Naturen er jo ingen fabrikk med en standardisert masseproduksjon. Det er spesielt mindre kiler som ikke følger regelen. Regelen betyr forøvrig at malmen forlagrer seg mot hengen. Malmen dannes altså ikke bare ett lag eller en skikt, men den er del av en hel lagfølge, og denne del forskyver seg mot hengen utover. Det er nå bare det som man kan se i horisontalprofilene. Hvordan malmen er bygget opp i vertikalplan, måtte undersøkes i stigortene.

Jeg kan tenke meg at man også i vertikalplan kan finne regler som gir Verkets ledelse en bedre oversikt og gjør driften mere enkel. Noen pekepinn kan det allerede nå gis. På kartet kan vi se en litt større kile mot liggen på etasje 7, 35 m. øst for den vestlige synk. Den samme ser vi på 8 og på 8. På etasje 8 ligger den ca. 20 m. vest for samme synken. I en parallellretning synes fortykningene mellom de rike malmkartier å ligge. Dette er vist også retningen av hovedlinjesjonene eller "foldningsstripene". Mere sjeldent finner vi en linesjon parallelt med hele malmansamlingens lengdeakse. Den siste opptrer vanligvis bare i kvartsett.

På kartet er bare lagt inn malm som opptrer båndformet og er mere eller mindre kompakt. Impregnasjoner er ikke tatt med.

Bergartstypene.

I Nordre gruve ble det skilt ut 3 bergartstyper:

overveieinde grønne og skifrige bergarter,
liggfjell,
harde bergarter (amfibolitt).

De "grønne og skifrige bergarter" svarer i det vesentlige til "hengfjellet" i Søndre gruve. Det samme er tilfelle med "liggfjell". Det er altså ikke nødvendig å beskrive dem igjen, der henvises til rapporten om Søndre gruve.

De harde bergarter er ofte meget lik de grønne skifrige bergarter og det er da ikke mulig å trekke en skarp grense. Den større hardhet skyldes muligens en høyere feltspatgehalt og kanskje også en annen mikroskopisk struktur. Noen steder var disse harde bergarter av amfibolittisk sammensetning.

De grønne skifrige bergarter opptrer mest og både på heng- og ligg-siden. Det er altså en viss forskjell i forhold til Søndre gruve.

Liggfjellet finner man, som navnet viser, på hovedmalms liggende. Men også dette er ikke så utpreget som i Søndre gruve. Direkte i kontakt med malmen finner vi den bare få steder, f.eks. helt i øst på etasje 10 og 11, hvor malmen har meget liten maktighet. Men også der vi har større maktigheter som i midten og i øst på etasje 7 og 8, og i midten og i vest på etasje 11. Andre steder ligger det et par meter i liggen av malmen, som helt i vest på etasje 9 og 10. På de samme etasjer treffer vi på liggfjell også i tverrslaget fra M.L.-synken i henholdsvis 40 og 20 m. avstand fra malmen. Liggfjellet finner man forresten i liggortene på etasje 7 og 8 også på hengsiden av malmkiler i liggen av hovedmalmen.

Som man ser er det ikke mulig å påvise en sammenheng mellom liggfjellet og malms oppreden. Vi vet bare at et kvartarikt liggfjell opptrer på ligg-siden av mange av de norske kiseforekomster. Her for Nordre kan vi kun si: Et liggfjell på malms hengside, så kan vi regne med mere malm lengre mot hengen.

De "harde bergarter" fant jeg på begge sider av malmen i meget uregelmessig fordeling, noen ganger i nærheten av malmen, men vanligvis i ca. 30-40 m. avstand på ligg-siden.

Tektonikk.

Forkastninger er i Nordre Gjettryggen gruve meget sjelden, men vi befinner oss jo her i større dyp enn i Søndre gruve.

Vi finner noen få av de samme systemene som i Søndre gruve (NE-SW og NN-SB) og det er ikke nødvendig å gå nærmere inn på den her igjen. Jeg henviser til rapporten om Søndre gruve.

En forkastning av litt større betydning i N-S-retning er tilstede. E-partiet er forskjøvet mot nord. Forkastningen har på etasje 7 bevirket en forskyvning på 2 m., den øker mot dypet og er på 12 m. på etasje 10. Den kommer vel til å kryse vestsynken et sted mellom etasje 10 og 11.

I Nordre gruve hadde jeg anledning til å gjøre noen iakttagelser angående foldningen, d.v.s. innvirkningen av fjellkjedefoldningen på malmforekomsten. Når man ser malmen i graven eller ser på kartet, får man ikke inntrykk av at den er foldet. På gruvekartet mener jeg å kunne se en viss "bølging". Men i ortens og tverralagene i gruva ser man flere steder at sidebergarten er delvis tænnelig intens foldet. Tynnere lag av harde bergarter er under foldningen blitt revet i stykker og så "avømmer" det hist og her et stykke av den i bløtere bergartstyper. Vi har således her med en utpreget disharmonisk foldning å gjøre, en foldning ved hvilken stoffer med forskjellige mekaniske egenskaper reagerer på forskjellige måter.

Ser vi nå nærmere på malmen så legger vi merke til bevegelsesspor mellom malm og sidebergart, spesielt på hagsiden, men også på grensene av gråfjellsinnleiringer i malm. Disse bevegelsesspor består i små avbøyninger som vi kjenner dem fra forkastninger hvor man kan avlese retningen av bevegelsen. Noen steder har jeg lagt dem inn på kartet med små piler. Dessuten står lagdelingen i sidebergartene i en viss avstand fra malmen, ofte på skrå i forhold til malmgrensene. Vi kan tenke oss det hele slik at malmkivene virket som stive plater i de omgivende bløte skifere. Sidebergartene ble da forskjøvet, foldet og rotert langs malmgrensen, mens malmen sto stille. På denne måten oppsto da de løse skifere som vi finner på malms hengside, og som er så farlige under avbygningen. Den samme deformasjonsprosess må også tilskrives de nesten hvirvelformede foldninger av sidebergartene, der malmen mangler et stykke på etasje 9 i Øst. Malms mekaniske innvirkning kan vi selvfølgelig spore et stykke i forlængelsen etter strøket, der er fjellet da oppsprukket.

Det kunne være av interesse å undersøke nærmere om man kan påvise en viss sammenheng mellom disse fenomener og f.eks. malmektigheten eller om man kan forutsi hvor man må regne med en spesiell stor rasfare under avbyggingen av malmen.

Konsekvenser for bedriften.

Som det fremgår av det foranstående sto det altfor liten tid til disposisjon for å oppklare de mange problemer i denne forholdsvis store gruve. Det eneste sikre resultat er faktisk at den erfaringsregel angående utkilingens mot heng og ligg kunne bekreftes. Men kanskje jeg har bidratt til en bedre forståelse av forholdene i gruva.

Folldal Verk, den 27/11-58.

Geologisk undersøkelse av Søndre Gjetryggen gruve.

Innledning:

Sammenhengende med undersøkelsen av grunnvannsforholdene i og omkring Søndre Gjetryggen gruve, ble det også foretatt en geologisk oversiktskartlegging av samme gruve. Malmen grenser ble lagt inn så nøyaktig som det lot seg gjøre innen den korte tid som sto til disposisjon. Det ble lagt inn fordelingen av de to bergartstyper som ble skilt ut. Dessuten ble alle de små forkastningene lagt inn og endel faldningsaksler ble målt. På grunnlag av disse undersøkelser er det mulig å gi noen veiledninger for den fremtidige drift i gruva.

Malmen.

Malmen i Søndre Gjetryggen gruve består stort sett av tre stokker, en stor en i Øst, på hvilken gruvens drift baseres og to mindre i vest på begge sider av sjekten. Longdeaksen av disse stokkene går omtrent langs etter fallet. Etter streket er de knyttet sammen av udrivverdige kissestriper. Malmen er altså på denne måten sammenhengende.

Den østligste stокk öker fra 5 m. mektighet i Juliane - Marie-stollen nedover til 20 m. på etasje II, men så avtar den igjen til 9 m. på etasje III, og ca. 7 m. på etasje $\frac{1}{2}$ IV. Ströklengden er fra Juliane - Marie-stollen til etasje II ca. 100 m.. På etasje III synes den å være kortere, men i feltortens östre ende er det en forkastning som har forskjøvet malmsonen's fortsetning mot ligger, det kan altså hende at malmen fortsetter, men sannsynligvis ikke i drivverdig mektighet. Dessuten ser det ut som om malmen drar seg veik fra stokkens longdeakse - målt ved de største mektigheter - og östover.

Den midterste malmstokk består på etasje I av maksimal 4 m. mektig uren kis på 30 m. ströklengde. I fortsetningen nedover finner man på etasje II og III bare noen kissestriper. Derimot kan man få inntrykket av at det utvikler seg en ny malmstokk mellom de to nevnte fra etasje III og nedover. Jeg støtter meg da til borkull 3¹ (?), der det er påvist noe malm. Orten går nemlig her på liggenden av malmsonen.

Den vestligste malmstokk er bare påvist på etasje I og et stykke oppover. I forhold til de andre stokkene er denne langs en forkastning blitt forskjøvet mot nord, og derfor har man den hittil ikke funnet på etasje II og III. Stokken er på etasje I ca. 70 m. lang og maksimal 4 m. mektig, men kisen er ikke særlig ren. Mot dypet blir stokken sannsynligvis ikke större, fordi vi kjennar malmsonen på etasje II og III fra sjekten og östover. Og hvis vi antar den samme longdeakse som ved den östlige stокk, så måtte man ha funnet mere malm like öst for sjekten.

Om malmsonen's oppbyggningsprinsipp er det vanskelig å si noe på grunn av de mange små forkastninger som stykker opp malmsonen. Visse trekk kan vi se ved den östlige stокk. Her trekker malmen seg tydelig mot hengen når vi går vestover og mot ligger når vi går östover. Det betyr altså: driver man en ort mot öst, må man holde seg til liggenden, driver man en ort mot vest må man holde seg til hengenden (det er således omvendt som på Nordre gruve). Man finner også utkilinger mot heng og ligg, men de er ikke så utpreget som på Nordre gruve. Når vi følger etasjertene vestover så får vi et liknende inntrykk:

Malmen synes å bygge seg videre mot hengen, ved at malmag forsvinner på liggsiden og nye kommer isteden på hengsiden. Det ville være av interesse å knytte etasjene sammen ved hjelp av stigortprofiler. Man må nemlig også regne med utkillinger oppover og nedover, som særlig stigorten mellom etasje II og $\frac{1}{2}$ III viser. Dessverre hadde jeg ikke tid til å se på disse ting.

Sidebergartene

På kartet er det skilt ut to typer av sidebergarter. Den ene har jeg kalt for hengfjell eller biotitt-klorittskifer, den andre for liggfjell eller kvartsitt og kvarts-serisittskifer.

Hengfjellet er overveiende en mørke grønn bløt skifer med biotittflak. Hva den grønne substans består av lar seg ikke erkjenne med det blotte øye, det må undersøkes under mikroskopet. Muligens er det kloritt, men det kan likevel godt være ganske fine hornblendenaaler. Navnet "biotitt-klorittskifer" må altså ansees som foreløbig.

Liggfjellet er av liknende type som i Nordre gruve. Delvis består det av det såkalte "hardfjell", delvis av en kvartsrik glimmerskifer. Hardfjellet er en kvartsitt, en bergartstype som består av små kvartskorn med kvarts som mellommasse. Noen steder er biotitt anriket på lagene. Navnet "granulitt" passer ikke, fordi man med det mener en grovkrystallinsk bergart som består av kvarts, feltspat og granat. Andre steder er liggfjellet mere skiferaktig og ligner på liggfjellet i Vigsnæs. Der bestemte jeg mineral sammensetningen under mikroskopet som kvarts og serisitt. Derfor kaller jeg denne bergartstype for "kvarisserisittskifer".

Navnene sier allerede hvor de to fjelltypene opptrer: hengfjellet på hengsiden og liggfjellet på liggsiden. Hvor det finnes to parallelle malmag har man fortrinnsvis hengfjellet mellom dem. Liggfjellet er således en ganske god ledetråd under driften: Man vet da, om man er virkelig kommet til malmens ligg-grense.

Tektonikk

Det som først faller i øynene når man ser på kartet, er de mange småforkastninger som har stykket opp malmen hvor den har liten maktighet. Ved hjelp av avbøyninger langs med forskyvningsplanene har det i nesten alle tilfelle vært mulig å bestemme forskyvningsretningen. Måket ofte har det også vært mulig å oppgi størrelsen av forskyvninger på grunnlag av bergartstypene på begge sider av forskyvningsplanet, og hvor man kunne finne igjen den samme malmstripen.

Forskyvningsplanene forløper i 3 hovedretninger:

NW-SE fall mot NE
NE-SW fall mot NW
N-S fall mot W

NW-SE-sleppene danner et sprekkesystem sammen med NE-SW-sleppene. Forskyvningsretningene tyder på en sammentrengning i N-S-retning og en utvidelse i E-W-retning.

De fleste er NW-SE-slepper. Vanligvis er NE-partiet forskjøvet mot SE. Forskyvningsbeløpet varierer mellom noen cm. og 20 m. (målt langs etter forskyvningsplanet).

Dermed opptrer NE-SW-slepper. Her pleier SE-partiet være forskjøvet mot NE. Det maksimale observerte forskyvningsbeløp er 15 m. (lange planet).

Av forkastninger i N-S-retning finnes det faktisk bare en med en samlet forskyvning på ca. 15 m.. Østpartiet er beveget mot nord. Men bevegelsen er fordelt på flere parallelle plan.

Det er interessant å konstatere visse forandringer mot dypet. Forskyvningen på N-S-forkastningen foregikk i Juliane-Marie-stollen i det vesentlige på ett plan, mens den på etasje III er fordelt på en hal rekke parallelle plan. De øvrige forkastninger avtar ganske betydelig i antall fra etasje I til III. På etasje I finnes det 23, på etasje III bare 6 sådanne.

Forekomsten ble selvfølgelig også undersøkt fjellkjedefoldninger. Men det ble ikke gjort mange observasjoner i denne retning. Mit hører kanskje de på kartet med violettt avlagte soner av "løse skifer med kvartsser". Enkelte steder fikk jeg inntrykk av at de svarte til oppskyvninger langs etter bergartenes strøkretning.

Konsekvenser for bedriften.

Det ble allerede gitt noen regler som her skal sammenfattes: Ved ortdrift i malm i østlig retning må man holde seg til ligg-grensen, ved ortdrift i vestlig retning til henggrensen. Finner vi liggfjell på malmens liggside, så vet vi utenlunde sikkert at dette er malmens ligg-grense.

Småforkastningene avtar i antall mot dypet. N-S-forkastningen splitter seg opp mot dypet. Langs en NW-SE-forkastning pleier NE-partiet være forskjøvet mot SE. Langs en NE-SW-forkastning pleier SE-partiet være forskjøvet mot NE. Langs en N-S-forkastning pleier E-partiet være forskjøvet mot N.

Det er visse muligheter for malm vest for sjakten på etasje II og III. For å undersøke disse, måtte ortens forlenges mot vest og lenkes ut mot hengen. Det ser ut å være visse chanser for en malmåkning mot dypet på etasje III vest for N-S-forkastningen.

Feltorten på etasje III mot øst er kommet for langt til hengsiden av malmen. Den burde lenkes ut mot ligg. En videre inndrift byr da også på muligheter for å få undersøkt Juliane-Marie- og Godthåpgruven. Men for dette foreslår jeg at jeg ser litt nærmere på disse to gamle gruvene.

Folldal Verk, den 26. november 1958.