



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 316	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv Østlandske	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Geologisk og petrografisk beskrivelse av Søftestad gruve. Diplomoppgave NTH				
Forfatter Kvien, Reid Kjell		Dato 23.02 1961	Bedrift NTH	
Kommune Nissedal	Fylke Telemark	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad 16133	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type	Forekomster Søftestad		
Råstofftype Malm/metall	Emneord Fe			
Sammendrag				

DET STORE EKSAMENSARBEIDE

Siv. ing. Reid Kvien,
Måløy.

Måløy, den 3. feb. 1961.

Hr. driftsbestyrer Aamo,
Søftestad gruben.

Mange takk for en hyggelig sommer og en hyggelig høst nede hos dere. Mange takk for de gode arbeidsforholdene dere bød meg.

Jeg har nå vært hjemme ca. 14 dager og holder på å forberede meg på å dra videre igjen. Det er da militære som venter på meg.

Ellers står det bra til, Har ikke søkt noen jobb foreløpig. Fikk tilbud av prof. Bugge om å komme til han etterat jeg er ferdig med militærtjenesten for å jobbe for han inntil jeg hadde fått meg en god jobb. Det var et pent tilbud av han og jeg overveier sterkt om jeg ikke bør gjøre Trondhemmer av meg ennå en tid.

Ser av avisene at dere er vel igang igjen etter driftstansen. Håper at stansen ikke har fått vidtrekkende konsekvenser hverken av økonomisk eller driftsteknisk art.

Sender vedlagt den skrevne delen av diplomarbeidet. Kartene sender jeg i en rull for seg. Håper dere kan dra endel nytte av arbeidet. Det eneste jeg vil gjøre oppmerksom på er at arbeidet ikke er sensurert. Den endelige sensur vil sansynligvis ikke foreligge før om 1½ år.

Jeg ville sette stor pris på å høre hvordan det går med driften og hvordan det går med planene videre. Hvis det ikke har skjedd noen forandring, skulle dere vel begynne å vente forsøksresultatene fra Rana i disse tider.

Tilslutt vil jeg be deg hilse Landsverk, Gjerstad og Dragseth fra meg.

Dere må leve vel alle sammen og lykke til videre.

Reid Kvien

Det store eksamensarbeid for stud. techn. Reid Kjell Kvien.

En geologisk og petrografisk beskrivelse av Søftestad Grube.

På grunnlag av de eksisterende grubekarter og profiler skal gruben kartlegges geologisk så detaljert som mulig. Grensene for de to malmtyper - magnetitt og hematitt-malm skal angies.

Trondheim 25. juni 1960.

Jens A.W. Bugge.

Erklæring.

Jeg erklærer på ære og samvittighet at jeg ikke
har brukt ulovlige hjelpemidler i det store
eksamensarbeide i geologi.

N.T.H. 15. jan. 1961.

Reid Kjell Kvien

Reid Kjell Kvien.

	Side
Innholdsfortegnelse:	
Forord. Om arbeidets utførelse etc.	1
Innledning.	2
Geologisk oversikt:	8
Makroskopisk beskrivelse av de viktigste bergartstyper:	
Den finkornige røde gneis	9
Gabbro og Amfibolitt	10
Søftestadgneisene	12
Beskrivelse av malmforekomstene	14
"Linse 1"	15
"Linse 2"	20
"Linse 3"	25
Pegmatittene	27
Camptonittene etc.	30
Sluttninger og en del momenter	31
Slipebeskrivelse:	
Kvartskonglomerat	33
Den finkornige røde gneis	34
Gabbro	35
Grønnsten	36
Søftestadgneisene, uten direkte tilknytning til malmsone	37
Søftestadgneiser med tilknytning til malmsone	43
Bergarter i malm	48
Malmene	51
Beskrivelse av „Kisrose“	55
Kort beskrivelse av „Druserommene“	56
Generalanalyser fra Søftestadmalm	56 a
Diskusjon av malmdannelse	57
Anvendt litteratur	62

Forord

Hoveddelen av arbeidet i gruva gikk med til kartlegging av malmsone.

I feltortene ble det foretatt fallmålinger på skifrighetsflatene. Strøket ble anslått i forhold til feltortretningen. Mektigheten loddrett fall ble målt med meterstav. En del av malmsonen er ikke kartlagt. Dette skyldes enten at målingene ble ansett for å være mindre pålitelige i disse partier, p.g.a. uoversiktlige forhold etc. Målingen ble foretatt i tapninger og i strossene i den umiddelbare nærhet av feltort. I feltortene ble mektigheten målt anslagsvis.

Inndelingen i de forskjellige karakteristiske partier av malmsonen ble foretatt i samråd med driftsbestyrer Asmo og stigerne. De tall som er avsatt på Bilag 3 i forbindelse med malmen er erfaringstall fra skjeidehus og gjennomsnittstall tatt fra lab.journal. Disse tall er kun av veiledende natur. En 100 % pålitelig gjennomsnitt var umulig å få utregnet for enkelte partier. Dette på grunn av at de ved bedriften har drevet på flere steder i gruva samtidig. De analyser som er tatt de senere årene, gir derfor kun gjennomsnittlige tall av praktisk art.

Enkelte dager ble det imidlertid drevet separat. Lab-journalen ble studert i samråd med timetabeller og dagbøker for stigerne. Dagsanalysen for enkeltstrossene ble slått sammen. Gjennomsnittstallene ble så langt råd var regnet ut på grunnlag av disse. Pegmatittene i gruva ble særskilt studert. Størstedelen av disse er målt inn, - strøk fallmålet og mektighet. Pegmatittene ble gått opp, særlig med henblikk på å bestemme den relative alder.

De tektoniske forhold er ikke inngående studert, - kun i forbindelse med malmtypene, - for om mulig å finne en eventuell sammenheng.

Studiene i dagen ble foretatt for å bringe klarhet i strøkretningen i området. Disse ble planlagt etter statsgeolog Fosselies kart, "Nisserbladet" målestokk 1:50 000. På grunnlag av dette kart har kandidaten laget et kroki, M = 1:10 000, over området i den umiddelbare nærhet av Søftestadforekomsten. Under studiene i marken var et oversiktskart i målestokk 1:2000 til god hjelp. Kompasset var ikke særlig pålitelig i terrenget. Strøket ble derfor for det meste bestemt i samråd med dette kartet og terreng.

En hel del bergartstuffer ble samlet inn med henblikk på en beskrivelse av bergartsmiljøet i området.

Kandidaten kom til Nissedal den 27. juli 1960. Ble innlosjert på Niridsrud pensjonat. Reiste fra Nissedal 5. november. Av denne tiden gikk ca. 1 mnd. med til oppgaver utført for bedriften utenom selve diplomarbeidet.

Jeg vil med dette få rette en takk til driftsbestyrer Aamo og samtlige funksjonærer for enestående arbeidsforhold under tiden i Nissedal

Den videre bearbeidelse av oppgaven foregikk ved N.T.H. fra ca. 5. november. Jeg er svært takknemlig for all bistand fra instituttets folk og for utmerkede arbeidsforhold. En spesiell takk vil jeg rette til professor Bugge for enestående velvillighet og hjelpsomhet.

Innledning.

Søftestad gruber ligger i Nissedal i Vest-Telemark. Gruven ligger i en åsrygg, - Søftestadåsen, - ca. 1.1/2 km. sør for Nissedal kirke på østsiden av Nisservannet. Nissedal har bussforbindelse med Treungen som korresponderer med tog fra Treungen til Nelaug på Sørlandsbanen, og omvendt. Videre går bussrute begge veier som korresponderer med tog fra og til Bø i Telemark.

Området rundt gruva er svært overdekket som tydelig går frem av Bilag 2. Nissedal er forøvrig skogkledd helt inntil

granittmasivene i nord og syd. Jordmonnet er morene med blokker fortrinnsvis av granitt. Iskuringene viser at transporten har gått i N-S lig retning (noe varierende). Sand på bredd av Nisser ser ut til å være av granittisk sammensetning. (Det er lite vegetasjon i Nisservannet).

--- " ---

Tidligere arbeider:

J.H.L. Vogt: Nissedalens jernmalmforekomst. NGU no.17. 1895.

Vogt nevner i sin oversikt over fjellbygningen i Nissedal at denne ikke kan være å sidestille med "Telemarksformasjonens" (kvarts-skifer-konglomerat-etasje). Som kriterie på dette nevnes at kvartsskifer "synes fullstendig at mangle eller i alle fald kun være tilstede i ringe mængde, og konglomerat forefindes ikke".

Vogt påpeker likhet mellom gneisbergartene omkring Arendal og Grimstad by og Nissedals-skiferne og nevner at Nissedalens jernmalmforekomst i geologisk genetisk henseende må sidestilles med Arendalsmalmene. Utdrag av innledning til Søftestad jernmalmforekomst.

Sitat: "I grubeaasen hersker de vanlige krystallinske skifre, hovedsagelig grå gneis, hornblendegneis og hornblendeskifere; OG MALMEN OPTRÆDER SELV KONKORDANT MED SKIFERNE. De skifere, som grænser umiddelbart ind mot malmen, eller som er indleirede inde i samme, minder undertiden om de svenske "SKARNBERG"-skifere. Mikroskopisk undersøkelse av disse bergarter, som forevrigt ved Søftestadforekomsten kun spiller en rent underordnet rolle, viser følgende mineraler: Hornblende, grøn; granat (ikke rikelig); angit, lysegrøn; epidot (ikke rikelig); orthoklas, obligoklas; kvarts; videre Titanit (ofte i påfallende mængde) og Apatit" sitat slutt.

Jernmalmens mineralogi. Sitat: "Selve jernmalmen består hovedsagelig av det egentlige jernmalmineral (magnetitt eller jernglans) og apatitt. Desuden kommer en temmelig sparsom tilblanding av kvarts. Desuden er ved mikroskopisk undersøgelse påvist noget hornblende; dog oftest kun i små individer og i forsvindende ringe mængde, undtagelsesvis også lidt feldspat (obligoklas) og kalkspat og endelig forefinder vi, i for øyet synbare individer, dog kun som minerallogisk sjældenhed, lidt granat (000.202) samt - som sekundærprodukt - desmin." Videre: "Som allerede ovenfor nævnt er det i den egentlige jernmalm, - altså ikke medregnet de magnetit- eller jernglansførende "skarnberg"-skifere - af silikatene ubetinget KVARTS, som spiller viktigst rolle. Oftest er dog tilblandingen av dette mineral meget ringe; således indeholder av de foreliggende 10 mikroskopiske preparater av malmen de 2 preparater efter skjøn i høiden $1/2$ % kvarts, 3 preparater 1 eller 1 a 2 %; 2 preparater 3-5 %; 2 preparater 5 - 10 % og kun et efter skjøn så meget som 10 - 15 % (volum prosent) kvarts, medregnet lidt hornblende, feldspat og kalkspat.

Som fremgår av kartskitserne, (se Bilag 4) er Seftestadforekomsten opdelt i tre særskilte malmleier, der følger det ene efter den andet dog adskilte fra hinanden ved mellomliggende skifer af nogle ganske få m's mæktighet. Af disse tre leier består det nordligste (No.I) og det midterste (no.II - VI) af fingrynet magnetit-malm, det sydligste (no. VIII - VVII) derimod af jernglans og magnetit i nogenlunde ligeligt forhold. Undertiden er jernglansen her aldeles herskende; dermed er jernglansen på enkelte steder, en end rent underordnet, udviklet med jernglimmer-karakter. VI KAN SÅLEDES FØLGE OVERGANG FRA "APATIT-MAGNETIT"-MALM TIL APATITRIG "TORRESTEN"-MALM (JERNGLANS + KVARTS) OG VIDERE TIL APATITRIG JERNGLIMMER-SKIFER (JERNGLIMMER + KVARTS).

Magnetit-malmen viser i det hele og store skappere grænse mod de tilstøtende skifere, end tilfældet er med jernglans og jernglimmerskiferne.

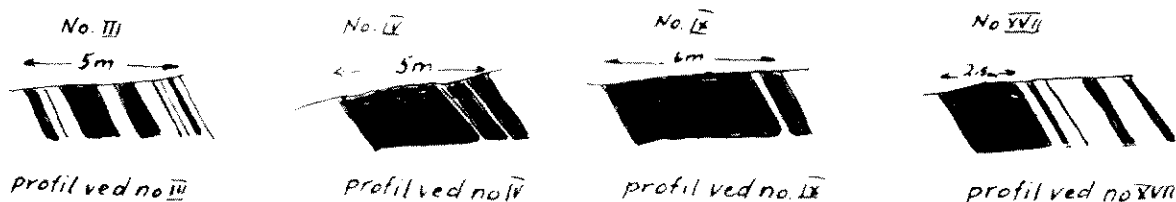
Detaljebeskrivelse av utgående i dagen er gjort detaljert av J.H.L. Vogt.

Malmparti no. 1. Se Bilag 4.

Malmen her er aldeles ren, uten skifermellomlag, ca. 3,4 m mektig. Gjennomsnittsanalyser viste 65,5 - 66 % jern og mye mindre fosfor enn ellers. Fall ca. 65°.

Malmparti no. II - IV. (190 m langt).

Ved no. II er malmleiet oppdelt ved mellomliggende skiferlag i en hel del tynne malmstriper ca 50 % malm a 60 % Fe. Malmleiet synes å kile seg ut ved pkt. II.



Skisse /og 2. Sort er malm, hvitt er skifer.

Ved no. III fører malmen fremdeles tallrike innleirede skifermellomlag, ved 5 m bredt brudd vil en kun få 50 % malm, som ble anslått til å holde 55 % Fe, dårligt bruddt.

Derimot er no. IV et av de mektigste og rikeste malm-partier innenfor hele feltet. Malmens horisontale bredde målt her til 5 m., innen denne bredde var der kun et par ganske tynne skiferlag ca. 5 cm. brede. Ved en drift på 5 m. ble anslått 75 - 80 % malm a 62 % Fe (samt 2,09 - 1,62 % P).

No. V ca. 1,1 m. mektig ren malm, ved siden av dette leie var vekslende malm og skiferstriper anslått 50 % malm a 55 - 60 % Fe.

No. VI målt horisontalt 5,2 m. samlet malm, gjennom-snittsprøve viste 57,31 % Fe og 1,05 % P.

Malmparti no. VIII XVII (210 m. langt).

Ved no. VII en del tynne malmstriper som ikke kan avbygges. Det egentlige malmleie regnes begynne ved no. VIII. Straks svulmer malmen opp til betydelig mektighet. Horisontal bredde 5 m., - opptil 6 m. Malmen er her godt samlet uten større skifermellomlag og ved brudd IV. Malmbredde 6 m. Generalprøve herfra viste 61,12 % Fe, og 1,77 % P.

Ved no. XII. Malmbredde 3,1 m. Anslått 60 - 70 % malm
a 55 - 60 % Fe.

Ved VIII. Horisontal bredde 3 m. GOD MALM.

Ved XIV. Horisontal bredde ca. 3,5 m. fremdeles god malm.

Ved XV er malmen avskåret av en granittgang, mektighet
anslått ca. 2 m.

Ved XVI til XVII er malmen fattig på Fe og rik på P.

Søftestad-forekomstens geologi (utdrag).

J.H.L. Vogt utviklet en hypotese for å gi en forklaring på de kjemisk geologiske prosesser ved dannelsen ved en eventuell sedimentasjon. Apatittrik jernglans: apatitt magnetitt-, og blandingsmalm forklares dannet dels ved de jernholdige løsnings vekslende kjemiske sammensetning, og dels ved de vekslende kjemiske betingelser når bunnfellingen av de jernholdige løsningene fant sted. Jernglans-apatittmalmens dannelsen forklares ved en oksydasjonsprosess av jernoksydulkarbonat oppløst i kullsyreholdig vann. Jernet faller derved ut som oksyd, som gir jernglans. Manganet holder seg foreløbig i løsning, derfor er jernglansmalmen manganfattig. Den frigjorte kullsyren feller kiselsyre av oppløst silikat, derfor er jernglansmalmen kvartarrik. Tilstedeværende forforsyre utskilles sammen med jernet, derfor er malmen ofte fosforrik. Det tilstedeværende sulfat blir ikke redusert, derfor er malmen svovelfattig.

Magnetitt-jernglansmalmene forklares ved bortdunsting av den kullsyren som holdt jernoksydulkarbonatet oppløst. Jernet utfelles dels som oksyd og dels som oksydul, hvorav en får jernglans og magnetitt. Mangan som er tilstede, utskilles samtidig med jernet, derfor er magnetitt hematittmalmene gjennomgående manganrikere enn jernglansmalmen. Sammen med jern- og mangankarbonatene utskilles også de kalk- og magnesiakarbonater som opprinnelig var tilstede i løsningen også noe kiselsyre. Dette forklarer den tilblandingens dels av kalkspat med dolomit og dels av kalkmagnesiasilikat.

Den fosforsyre som er tilstede, "vil formentlig (?) " for en vesentlig del holde seg oppløst. Kull eller organisk substans, som finnes i magnetitt-jernglansmalmen i form av grafit eller bitumen, reduserer sulfater i oppløsningen. Som en følge av dette følger at jernglans-magnetittmalmen regnet i det store og hele er svovelrikere enn jernglansmalmen.

Vogt fører opp følgende felles trekk for Nissedalforekomsten og Grängesberg.

1) Høyt fosforinnhold

Søftestad 1 - 3 % P

Grängesberg 1- 1,25 P (fra 0,05 - 3 % P)

2) Gjennomgående lavt

Søftestad	}	0,005 - 0,03, sjelden 0,05 %S
Grängesberg		

3) Påfallende lav Mn-innhold.

Søftestad 0,02 - 0,09 % Mn 0

Grängesberg 0,05 - 0,25 % " (spor - 0,5 % Mn)

4) Kvartsinnhold:

Søftestad: 5-10 ganger så meget kvarts som de andre silikatene forøvrig.

Grängesberg: mer hornblende og glimmer i forhold til kvartsen.

5) Titansyre mangler fullstendig.

Ved Søftestad "spor" titansyre.

Vogt parallellførte i 1895 Søftestad og Grängesberg med fosforsyremalmene eller blålerjordmalmen som han den gang mente var en ekvivalent til våre archaiske og cambriske apatitt-jernmalmen.

Siden i 1915 har Vogt (i NGU nr.51) i den geologiske inndeling satt Søftestadforekomsten under gruppen: Magnetiske

utsondringer i - eller i umiddelbar nærhet av - eruptivbergarter, og har siden hevdet en epigentisk oppfatning.

En del slip av Vogt. 10 slip fra 1894 samt endel slip med tydelig henvisning til røsk i dagen fra 1898 ble funnet ved Geologisk institutt NTH, og er benyttet i oppgaven.

2 slip med tilknytning til forekomsten av A.M. Heltzen ble tatt med fra Søftestad gruber.

A.M. Heltzen har vært ved gruven og kartlagt noen spredte partier. Disse observasjonene har vært benyttet av kandidaten. Noen rapport har ikke vært i hende.

IV. Geologisk oversikt.

Geologisk beliggenhet.

Det råder en del uklarhet til hvilket geologisk felt bergartskomplekset i Nissedalsområdet skal henføres.

Vogt parallellførte i 1895 komplekset av gneisbergarter i Nissedalsområdet med de gneisene som opptrer i Arendal - Grimstad området. Det er imidlertid senere kjent at gneisene i disse to områdene er vesentlig forskjellige. Søftestadgneisen kan bl.a. gis følgende betegnelser etter innholdet av hovedmineraler: (Anslått %-innhold av mørke og lyse mineraler er angitt)

- | | | |
|----|-----------------------------------|---------|
| 1) | Hornblende - Biotitt Andesingneis | (60/25) |
| 2) | Hornblende - Oligoklasgneis | (60/10) |
| 3) | Oligoklas - Hornblendegneis | (40/35) |
| 4) | Oligoklas - Biotitt gneis | (60/30) |

Kvartsinnholdet er lite i de mørkeste gneisene. Solberg lyngerotforekomsten ligger nærmest i en pegmatittisk granitt. I området omkring er migmatitter, båndete gneiser. Det er vanskelig å direkte føre en geologisk-genetisk parallell mellom disse områdene.

Bergartskomplekset i Nissedalsområdet er omgitt i nord, syd og vest av en yngre granitt. Bergartene ligger som i en mulde med en strøkretning nærmest granittene som omlag følger opp bergartsgrensene. Bergartene har tildels en utpreget strøkretning i Ø-V-lig retning.

I området opptrer granitter, finkornige røde gneiser (trachyttiske-rhyolittiske), gabbro og amfibolitter, hornblendeskifre, og lyse og mørke Søftestadgneiser. De sistnevnte kan, bl.a., ha en sammensetning som ovenfor angitt.

Den finkornige røde gneis.

Bergarten er avmerket med orange - Bilag 1. Foslie kalte disse bergartene for finkornig leptittgneis. De finnes igjen over hele Nissedalsområdet som relativt beskjedne "benker". Disse er tildels utholdende og snor seg i sammenhengende "lag". Dons har under sin oversikt over området vært inne på tanken at disse muligens kan representere sure lavaer. I tegnforklaringen til oversiktskart til NGU No.208, Pl.4, har han plasert disse bergartene under Rjukan-gruppen med betegnelsen: "Mainly acid lavas with agglomerat. In Nisser area strongly metamorphosed acid lava ?"

Ved granitten ved Nissedalsbergartenes grense i nord, ligger en finkornig, rød gneis-sone. Foslie avmerket under kartleggingen av området enkelte partier med røde ringer, - i tegnforklaringen avmerket som agglomerat, kgl.liknende.

Ca.500 m. sør for Nordalstjern er funnet et parti som svarer til denne beskrivelsen.

Kvartskonglomerat ?

Det var svært vanskelig å finne noe som kunne likne på konglomeratboller, - dertil er området for intenst småfoldet og



for sterkt tektonisert.

Se Bilde 1 til venstre.

Den røde finkornige gneisen var tildels finbåndig. En hel del av de mørke mineralene er magnetitt (prøvet med magnet). Bilde 1 viser til høyre vanlige røde gneiser. En ekstremt finkornig og en finkornig.

Ellers var det mulig å finne kvartsboller om enn sterkt deformerte. Se Bilde 2. Kvartsbollene var enkelte steder knadd ut i tynne bånd og linser. Det er sannsynlig at man her har et relikte etter en primær klastisk sedimentær dannelse fra Nissedalsområdet. Slip av kvartskgl. ? finnes under den petrografiske del av oppgaven (slip 1).

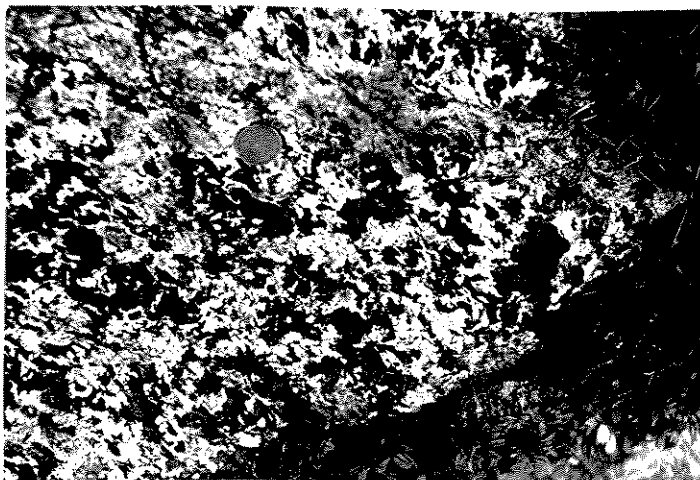


Grense-forhold:

Grensen mellom den finkornige røde gneis og gabbro og Søftestadgneis har vist seg å være skarp. Bl.a. ses dette tydelig ved Odde nord for Framnes, i lia østenfor Tveitgårdene, på Kvinsodden i Nordbygda, og 1 km. sør for Nordalstjern. I det sistnevnte området ligger forevrig også en hornblendeskiifer mellom gabbro og den finkornige røde gneis.

Gabbro og amfibolitt. Se Bilag 1 (lys-grønn)

Under denne gruppen er tatt med: grovkornig, mellomkornig gabbro og amfibolitt. Den grovkornige gabbro har et makroskopisk utseende som vist på Bilde 3.



Bildet viser en ofittisk tekstur. Angivelse av størrelse, - en femere. Bildet er tatt ved Dalanplassene ca. 30 m. øst for hovedveg. Se Bilag 2. Den typiske mellomkornige gabbro ser likedan ut makroskopisk.

For å karakterisere gabbromassivet vil kandidaten nevne en del malm, kis skjerp og andre opptredende forhold. Se Bilag 2.

Rett øst for Dalanplassene ca. 350 m. fra hovedveg er det med bekk rusket opp og tatt endel prøver på magnetitt. Analyser fra disse er ikke kjent.

Rett øst for Rønningen ca. 500 m. fra hovedveg ligger Venli. Her er funnet en Magnetitt-ilmenettgang. (Slip av A.M. Helzen viser Magnetitt-ilmenitt. Denne ligger i gabbro med amfibolitt i heng og ligg (slip av A.M. Helzen viser Amfibolitt). Stuffprøver fra rikmalmen er analysert ved Søftestad gruber og viser 69,20 % Fe og 0,01 % P. Seks stuffer viste gjennomsnittlig 70,4 % Fe og 0,06 % P.

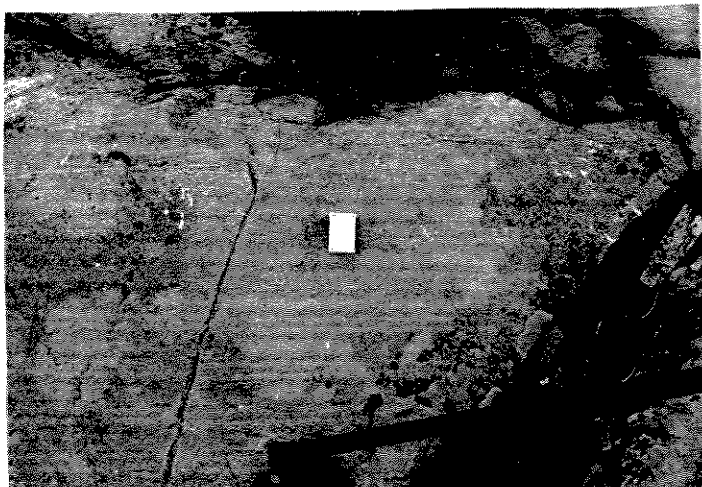
Nord for Stemmeffjell i Bulia er også røsket på en Magnetitt-ilmenitt. Analyser av stoffen viser 60,30 % Fe og 0,02 % P.

Ved Skarstjern nord for Hesten er påtruffet en sulfidmalm. Ifølge stiger Gjerstad ved Søftestad opptrer disse i parallelle ganger i gabbro med amfibolitt (makroskopisk bestemt) i heng og ligg. Gangenes mektighet er 1,5 - 2 m. etter lava som sees i dagen og går omlag i N.S.-lig retning, - anslagsvis på tvers av strøket i området.

Gabbro nord for Hesten (ifølge lab.-journal) viser analysert stoff 12,15 % Fe og 0,31 % P.

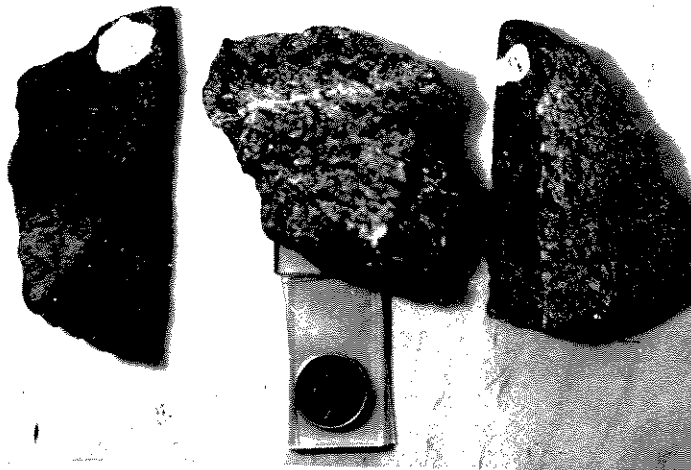
Gabbro tatt fra Odde nord for Framnes er blitt analysert og viste 7 % Fe (grovkornig gabbro).

Ved Framnes ligger en båndet amfibolitt-sone ca. 30 m. bred, som stryker Ø.-V. Se Bilag 2. Denne sonen viser regel-

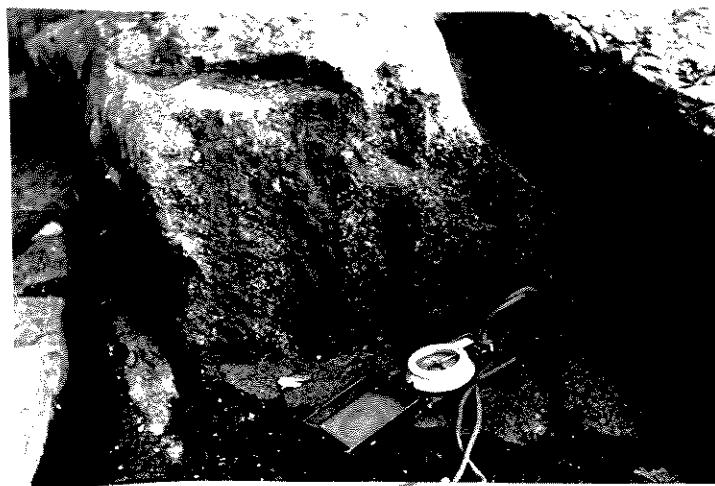


messig og pen bånding (se Bilde 4) over lange strekninger. Lys-grønne og grå bånd. På Framnes er påtruffet liknende bånding, men denne gang hadde de lysere stripene ofittisk^{textur}struktur og makroskopisk bestemt som gabbro. Det er derfor etter min mening rimelig å betrakte denne pene regelmessige båndingen, som forøvrig går parallelt med strøket for å være tektonisk dannet. Se Bilde 5.

Analyse tatt fra denne amfibolitt, viste gjennomsnittlig 9,5 % Fe og 0,25 % P.



Bilde 5A.



Bilde 5

I tilknytning til den ovennevnte amfibolitt-sone ligger en magnet-svovelkis-utsondring, makroskopisk impregnert i amfibolitten med opptredende av knyttnevestore biotittklumper. Denne utsondringen opptrer helt uregelmessig, med beskjedne innsprengninger av Fe-sulfid.

Nissedalsgabbroen ledsages, som nevnt av Vogt, av en del gjennomsettende apatittganger. Dette dreier seg om noen ganske få ganger kun av teoretisk interesse. (Se NGU no.17, s.5).

Metamorfosert gabbro ? eller basisk lava ? se bilde 5A

Syd for den båndete amfibolitten, se Bilag 2, nærmere bestemt på gårdene Tveit og Bakka, finnes et gneiskompleks som av kandidaten i samråd med professor Bugge, har innefattet under Søftestadgneisene. Makroskopisk ser enkelte av disse stoffene ut til å ha en ofvitisk tekstur, med uorienterte hornblendekrystaller. Andre steder ser disse hornblendekrystallene ut til å være knadd. Tilslutt finnes partier der disse hornblendekrystallene er pent parallell-orientert med typisk gneisstruktur, parallellorientert biotitt. Den makroskopiske iakttakelsen ble ikke bekreftet ved de slip som er laget (slip no.5 og slip no.6). Likevel mener kandidaten at det er på sin plass å nevne forholdet, som muligens kan bekreftes.

Søftestadgneisene

Søftestadforekomsten ligger omkranset av en gneis. Tidligere omtalt som mørke og lyse Søftestadgneiser. Her opptrer en rekke bergarter som viser stort slektskap mineralogisk sett og derfor sammenfattes i en gruppe. Makroskopisk sett kan de forskjellige Søftestadgneisene ha forskjellig utseende. Når disse er skilt ut på kartet, viser dette kun hyppigheten av opptredende av en bestemt gneistype innenor et område. Det har ikke lykkedes kandidaten å finne noe skille

mellom disse to. Her opptrer jevne overganger. Disse to gneiser vil en lokalt finne side om side og om hverandre.

På Bilag 2 er avmerket et granittpegm.-sliret parti. Ved Søftestad Ås topp ca. 70 m. fra ligg av malmsonen mot vest. En kan tydelig se at pegmatittslirene snor seg rundt omlag parallelt med strekretningen i området. Bilde 6 viser denne slirete gneistypen.



Sliren ser ut til å bestå av en god del kvarts. Den mellomliggende gneisen er erodert bort, slik at konturene av slirene stikker en del opp. På en måte er denne båndet, dog temmelig ujevnt. Gneistypene inntil malmsonen blir behandlet i forbindelse med denne.

Bilde 6.

Intrusiver og granittiserte bergarter.

Dens har sammenfattet de opptredende Gabbro og Amfibolitt -, Søftestadgneis- og hornblendeskifersonene under betegnelsen Basiske lavaer og gabbro. I disse basiske bergartene er det funnet agglomerater eller agglomeratliknende strukturer i grense mot den yngre granitt i nord i skjæring av veg fra Nisservannet over til Tørdal. Disse er avmerket på oversiktskart NGU No.208, Pl.4.

Nivå-bundethet.

Søftestadforekomsten viser, som tidligere nevnt, streng nivåbundethet. Strøk, fall og strukturetning i de omkringliggende bergartene blir konsekvent fulgt opp av malmens strøk, fall og strukturetning. Kandidaten har så godt råd var fulgt opp strøk og strukturetning i de nærmeste omkringliggende bergartene og tegnet disse inn på oversiktskart. Se Bilag2.

Beskrivelse av malmforekomsten.

Søftestad gruber ligger i en åsrygg ca. 1.1/2 km. sør for Nissedal kirke på østsiden av Nisservannet. Forekomsten ligger ca. 200 m. opp fra vannet og har hovedstrøk ca. N-S, -fall ca. 40° mot øst. Malmen er formet som en tynn skive. I horisontalsnitt er den formet som en svakt bøyd S. Se geologisk oversiktskart M = 1:10 000, - Bilag 2. I nord bøyer forekomsten av mot NNO. I den sydlige enden, mot SSV. Hele tiden blir sidebergartens strøk og fall fulgt opp av malmlinsen. Det er hittil ikke oppdaget tversgående lager-ganger ut i sidebergarten. Det er mye som tyder på at malmen over hele gruva ligger konkordent med sidebergarten. Det er riktignok enkelte steder at malmen har relativt betydelige mengder av impreg. i heng. Men også i disse partier vises det konkordens når den endelige heng er nådd.

Malmsonen ligger i en såkalt Søftestadgneis. Denne viser innenfor området endel variasjon makroskopisk sett. Et stykke fra malmsonen viser den seg å være mer biotittrik enn ellers lenger inne mot malmsonen. Derneft er det observert en mørkere hornblenderik gneis lenger inne mot sonen og en lysere grå gneis inn mot heng og ligg. Det er også funnet en rødlig gneis inn mot heng, også en glimmerrik gneis i heng og ligg i andre partier. Det ser ikke makroskopisk ut som der er noen forskjell mellom heng og ligg-gneisen, tatt fra samme parti.

Malmen viser variasjon i sammensetning fra parti til parti i gruva. Av praktiske grunner har man ved Søftestad inndelt gruva i tre linser! "Linse 1" lengst i nord, i midt-partiet "Linse 2", og "Linse 3" langt mot syd. Her eksisterer ikke noen skarpe grenser mellom de forskjellige partiene, nærmest en jevn overgang fra den ene malmtypen til den annen. De grenselinjene som er trukket opp (se Bilag 3) er derfor ikke absolutte, - kun tilnærmede. Det er imidlertid hensiktsmessig å operere med disse grenselinjene da malmtypene innenfor hver linse viser særtrekk og har svært likeartede tektoniske forhold.

Linse 1. (bilag 3)

Linse 1 omfatter nordpartiet i gruva (farget med blå-grønt). Lengst i nord går malmen opp i dagen. Dette partiet er for det meste drevet ut. Malmen her er en svært tett og finkornig magnetitt. Den holder ca. 62 % Fe og ca. 1,6 % P. Her kan en tydelig se konkordens med sidebergarten. Bilde 7 er tatt fra dagstrosse helt i nord.



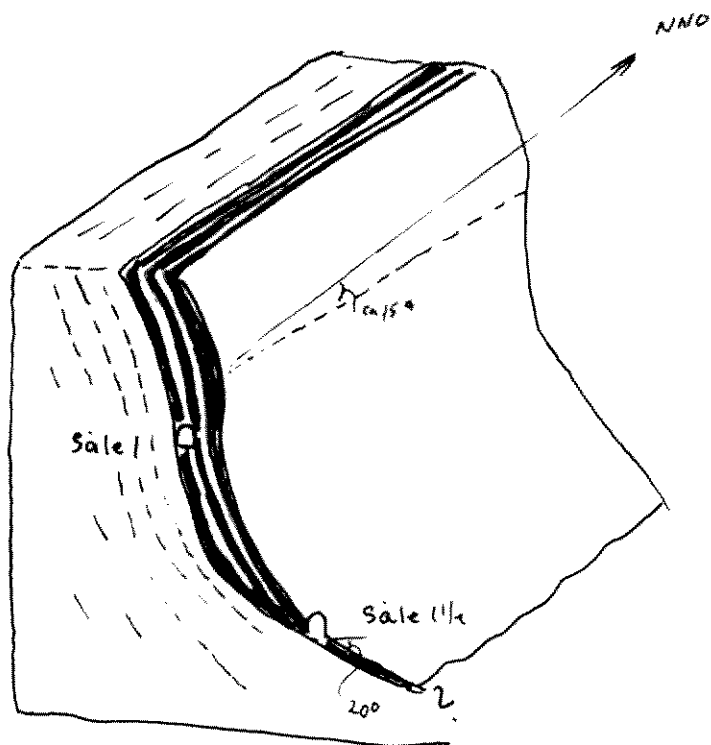
Bilde 7

Sidebergarten ser skifrig ut. De samme sprekker som en kan betrakte i den skifrige sidegneisen, finner en også i malmen. Malmen er i dette partiet svært sterkt foldet. Denne foldningen synes å være av rent lokal art. I dagen har malmsonen et fall

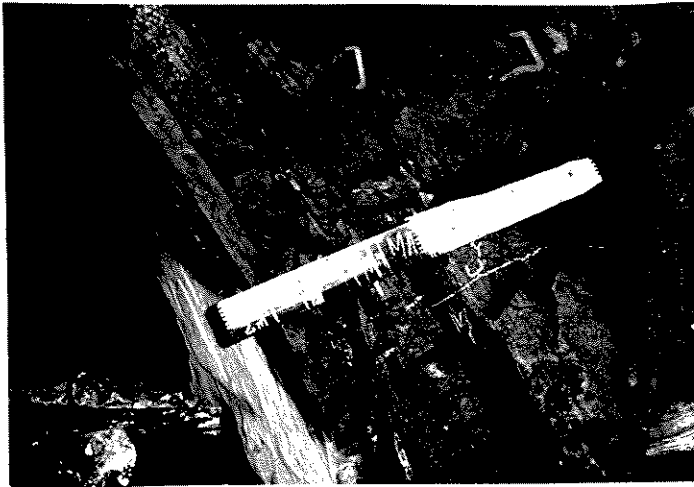
på ca. 50^g mot øst. Den er tydelig foldet om en akse som stuper ca. 15 - 20^g og har en NNO retning. Inne i malmen kan en finne tynne gneislag ca. 5 cm tykke. Ca. 15 m under dagen går fallet over til å bli steilt og faller sågar steilt mot vest for siden å bøye av mot øst igjen. På søle 1 nord har den et fall på ca. 70^g. Dette fallet holder seg til litt over søle 1¹/₂ ca. 15 m under søle 1 hvor malmen flater ut til ca. 20^g og kiler ut. Se skisse 3.

I denne malmen kan en observere tette tynne bånd av apatit av ca. 1 mm tykkelse. Denne båndingen går svært regelmessig over lange strekninger. Malmen har forøvrig et meget karakteristisk utseende. Den er nærmest skifrig. Skjørflatene er svært glatte, loddrett på disse ser en tydelige tensjons-sprekker med en mer ru bruddflate .

På søle 1 nord kan en finne følgende. I et feste ved pkt. 20, se bilag 4 finner en et eksempel på hvordan malmen enkelte steder kan opptre lagvis med en skifrig gneisbergart.



Snitt av malm-
sone ved pkt 20
Sale / nord.



Bilde 8 viser et snitt av malmen sett mot nord. Innerst inne mot liggen er en mellomkornig magnetitt. Denne ligger konkordant med et ca. 5 cm tykt gneislag. Deretter følger opp konkordant med dette et ca. 15 cm tykt bånd med finkornig magnetitt. Videre

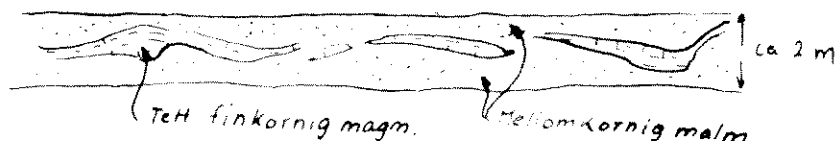
Bilde 8

et ca. 3 cm bredt og skifrig gneislag, et 10 cm bredt mellomkornig magnetittlag. Midt i dette laget finner man en $\frac{1}{2}$ cm bred tydelig stripe av malakitt. Videre konkordant med dette laget, - en dårligere malm eller imp. ca. 20 cm. Konkordant med denne ca. 2 m gneislag. Mot dette grenser konkordant ca. 6 m med finkornig magnetitt.

På søle 1 nord kan en finne igjen dette malakittbåndet som før nevnt. De fleste steder på søle 1 i linse 1, kan en finne utsondringer av malakitt i sprekker i malmsonen. Fra pkt. 15 og nordover til pkt. 16 finner en et ca. 10 cm tykt impr. lag av malakitt. Malakitten er ikke påtruffet lenger nede på søle 2 eller 2 $\frac{1}{2}$. I linse 1 syd for pkt. 18 er en mellomkornig til grovkornig magnetittmalm. Gjennomsnittet fra stigort IV viser 55 % Fe og ca. 1,75 % P. Fra pkt. 16 søle 1 Nord er det drevet et tverrslag inn i liggen på malmen. Prøver tatt fra dette tverrslaget under driften viste gjennomsnittlig 16 % Fe og 0,256 % P. På søle 2 Nord "Linse 1", har man en lignende malm. Denne er også grovkornig til mellomkornig, helst mellomkornig. Malmen er stripet hvite tynne striper, ikke så regelmessig finbåndet som den finkornige. Et forbausende fenomen er at man inne i denne grov til mellomkornige magnetitten kan finne en finkornig malm som makroskopisk er identisk med den tette finkornige malmen fra søle 1 helt i nord. Bånd av denne finkornige og skifrige malmen følger malmsonen. Kan lokalt avta til en tynn stripe og andre

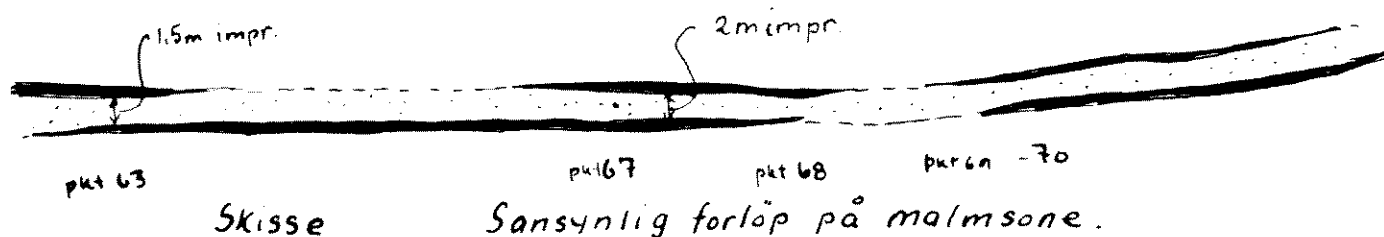
steder nå en mektighet opptil 80 cm.

Skisse 4.



Den viser ikke et regelmessig forløp forsåvidt som båndet en gang er ved ligg og siden kan sno seg opp i heng. Se skisse 4. På søle 2 $\frac{1}{2}$ kan en iaktta det samme. Her kan en treffe på et 10 cm tykt bånd ca. 25 m fra stuff.

På søle 2 ved pkt. 63 begynner en etter sigende en "trapning?" av malmen. Hengen på sørmalmen ble liggen på nordmalmen, men med ca. 1,5 m forskyvning loddrett fall. Det er her ikke tale om forkastning. Det mellomliggende gneislag er sterkt impregnert med magnetitt. Ved pkt. 67 kan en se to parallelle malmplater. Avstand mellom disse er her ca. 2 m (2 m impregnert gneislag). Hengmalmen faller av mot pkt. 68. Lenger nord ved fra pkt. 69 til pkt. 71 er det drevet på liggmalm. Malmen ligger således enten som to parallelle malmplater eller skjert om skjert. I stigort som kommer opp fra søle 2 $\frac{1}{2}$ ved pkt. 67 er det sansynligvis drevet på hengmalmen. Fra pkt. 71 og nordover opptrer begge malmene, men det drives kun på hengmalmen. Se ideskisse.



Den innerste del av søle 3 var ikke tilgjengelig for observasjoner p.g.a. at feltorten benyttes som trykkreguleringsmagasin. Denne er også drevet i brukbar malm på ca. 1 - 1,5 m mektighet bortsett fra det innerste parti hvor man sansynligvis er kommet for langt på liggen.

Søle 4 er ikke drevet inn i den typiske "Linse 1". På søle 5, har man drevet feltorten, men har ikke drevet i partiet over denne. Her har man sansynligvis gått på både heng

og liggmalm. Liggmalmen lengst mot stuffen i nord. Det er imidlertid vanskelig å påstå at malmen har en kontinuerlig ligg og hengmalplate i dette partiet. Det kan vel så godt være en eller flere lokalt opptredende parallelle malmlater av betydelig eller liten størrelsesorden med impregnasjonslag mellom.

På såle 6 nord, - nord for gråfjellsbeltet er drevet på en liggmalm i forhold til såle 7, - dersom en regner med at det partiet som er drevet på over såle 7 er en liggmalm. Begrepene heng og liggmalm må etter mitt skjønn ikke betraktes som absolutte ~~begreper~~. Kun som relative begreper. En planmessig utført diamantboring i dette området ville kunne bringe klarhet i dette.

Mellom såle 6 og 7 Nord er det drevet på den såkalte liggmalmen. Dette er en mellomkornig magnetittmalm som holder mellom 49 og 51 % Fe tot og ca. 1,1 - 1,2 % P. Dette er en sur malm. Holder anslagsvis 15 % SiO_2 . Over denne malmen har man truffet på en tett og finkornig type makroskopisk identisk med såle 1 nord-malmen. Denne er analysert og holder samme sammensetning som denne. Over det mellomliggende impregnasjonslaget finner man en mer oppsprukket og skifrig henggneis, - med tydelige skjærsprekker med glatte flater og tensjonssprekker med ru flater. Ved hovedsjakten såle 7 N har det vært drevet en del på denne malmen. Ved nøyere gransking her viste det seg at der var spor etter foldninger i minst to retninger. En mot SSO og en mot NV. Det var ikke mulig for meg ut fra sprekkedannelsen av disse to å avgjøre alderen på disse. Også her som overalt ellers kunne en konstantere konkordans med heng-gneisen.

Et annet fenomen som er iaktatt er en tynn pegmatitt-stripe som følger opp parallelt med liggmalmen i ligg-gneisen. En slik ligg-pegmatitt er ikke noe uvanlig i gruva. En vil finne det samme fenomen i linse 2 og vil bli beskrevet under det avsnittet. Pegmatittbåndet har en tykkelse på ca. 3 cm. Inne i denne kan en tydelig finne små uorienterte hornblende-krystaller, som skulle peke hen mot et rent statisk trykkfenomen. En kan følge dette båndet fra pkt. 3 S 7 N frem til hovedsjakten. Ved pkt. 3 skjærer dette båndet ned i ligger av felt-

ort. Båndet går alltid et stykke ned i ligg-gneisen ca. 20 cm under ligg malmsone. Ved hovedsjakten beveger båndet seg opp mot hengen av feltorten. Det ble på denne strekningen ikke funnet malm under dette båndet. Båndet kan følges videre over på sydsiden av hovedsjakten. Videre sydoover har ikke båndet et så regelmessig forløp som det har nord for hovedsjakten. Det følger opp litt utydelig omlag midt på feltortveggen. Ved pkt. 2-3 såle 7 syd, inntar pegmatitten et merkelig forløp. Se bilde 9. Her snor den seg i tydelige men svært uregelmessige folder.



Bilde 9

Partiet syd for hovedsjakten på såle 7 inntar foreløbig en særstilling i gruva i og med at det her ikke er påtruffet noen brytbar malm. Under driften ved Søftestad har man benyttet et porøst lag i den malmførende sonen som ledetråd. Det er det også gjort her. Det er

heller ikke helt fritt for malm i dette partiet. Ved pkt. 1 såle 7 syd har malmsonen en mektighet på ca. 50 cm. Ved pkt. 2 ca. 30 cm. Ved pkt. 3 større enn 75 cm, ved pkt. 4 ca. 60 cm god malm + hem. impreg. i heng større enn 1,4 m. Det som forbauser en er at det rundt dette parti er drivbare mektigheter. På såle 7 nord, opptrer en liggmalm med en mektighet ca. 1,4 m ved pkt. 2 S7N. Over denne ligger igjen en hengmalm med et relativt rikt impregnasjonslag mellom. Gjennomsnittlig holder dette hele malmsonen iberegnet ca. 45 % Fe tot. På såle 7 syd ca. 7 m syd for pkt. 7 er drevet ut en rik hematittmalm med en mektighet på ca. 4 m. På S8 nord for hjelpesynten er en magnetitt/hematittmalm forh. ca. 80/20 med mektighet opptil 2 m. På såle 6 ved hovedsjakt har malmsonen riktignok en beskjedne mektighet, - men her er påtruffet en malm under denne som etter sigende skal være betydelig. Denne malmen er hittil ikke nærmere undersøkt.

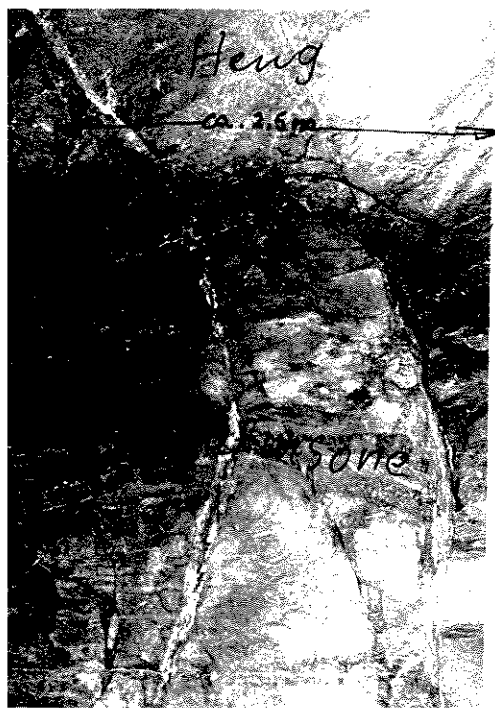
Det er tydelig at man her kan vente å finne grensen mellom "Linse 1" og "Linse 2". Det er også rimelig å vente at man her har det uholdige "gråfjellsbeltet" som man har lenger oppe i gruva. Ved observasjoner i hovedsjakten, så det ut til at det ved hovedsjakten såle 6 i partiet nærmest i nord var drevet på en hengmalm i forhold til malmen som er drevet ut på såle 7 nord. Det er heller ikke forsvarlig ut fra betraktningen at det på såle 7 nord ikke var malm under pegmatittbeltet å føre dette over på det uholdige partiet på såle 7 syd. Dertil har pegmatitten inntatt et altfor uregelmessig forløp i sydpartiet. Et moment som mulig kan tillegge denne liggpegmatitten en viss betydning, er at et lignende pegmatittbånd lenger oppe i gruva som også ligger i gneisen i liggen av malmen, følger denne og skjærer ikke malmsonen.

Linse 1 er det partiet i gruva som mest typisk kan vise en tydelig vekselvis lagning mellom malm og en nærmest skifrig gneis med konkordans mellom de vekslende lagene. Linse 1 viser forøvrig tydeligst spor etter tektoniske forandringer som malmen har undergått. De tydelige tensjons og skjærsprekke viser tydelig at malmen har vært utsatt for de samme tektoniske forandringer som sidebergarten, der sprekkestrukturen i sideberger og malm følger parallelt. De sprekker og stikk som finnes i dette området er i liten grad fylt med materiale. De viser overveiende rene bruddflater.

Beskrivelse av linse 2.

Hovedstollen på såle 1 syd for hovedsjakten ligger i linse 2. Her opptrer en båndet magnetitt/hematittmalm, forhold ca. 60/40. Malmen ligger i dette partiet strengt konkordant med heng og ligg. Allerede ytterst i stollen vil en finne et ca. 15 cm mektig pegmatitt bånd under liggen av malmen. Dette finner en igjen i hele linse 2, såle 1. Pegmatittbåndet skjærer aldri malmen. Det følger alltid ligg-gneisen i ca. 20 cm avstand fra malmsonens ligg, - noe varierende. Her treffer en også frem på en småfoldning. Denne foldningen er av størrelsesorden ca. 2,5 m fra topp til topp, og ca. 20 cm av-

stand fra belgetopp til belgedal. Foldningsfenomenet er ikke så typisk her som i sydpartiet i gruva. Bilde 10 viser at



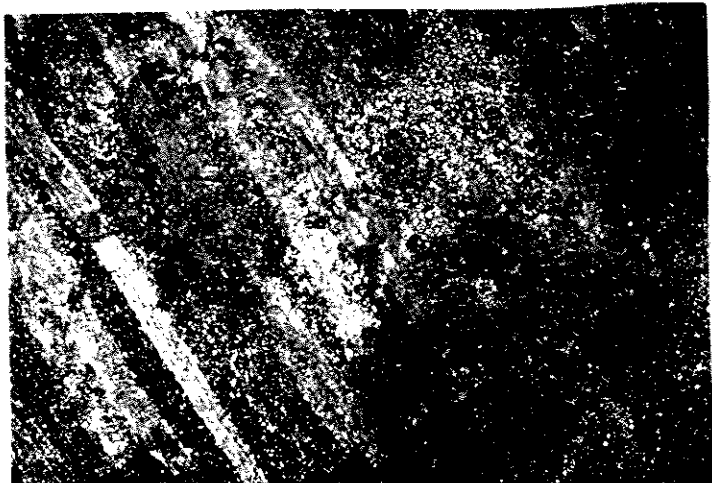
Bilde 10

båndingen i malmen pent følger opp konturene mot hengen. Foldenes akser går i SO-lig retning. Bildet er tatt mot hengen av malmen og viser konkordans samt parallellitet mellom hengkonturene og båndingen. Mektigheten i dette partiet inn til hovedsjakten er ca. 2,5 m. Omlag 10 m nord for pkt.1 såle 1 syd skjærer en pegmatitt såvel gjennom heng og ligg som malmsonen. Også denne har et forløp i SO-lig retning. Denne pegmatitten skjærer også den foran nevnte ligg-pegmatitt skarpt, og er altså yngre enn denne. Den gjennom-

skjærende pegmatitten er makroskopisk en mikroklinpegmatitt, - rød og grovkornig av farge. Lenger nord ved hovedsjakten treffer en frem på en tversgående pegmatitt. Denne går i nordlig retning og kan følges opp i feltortveggen til pkt.7 såle 1 nord. Makroskopisk ser denne litt forskjellig ut fra mikroklinpegmatitten. Den er hvitere, enkelte steder på feltortveggen kan en iaktta små uorienterte feltspattkrystaller inne i denne. Det har ikke lykkedes meg å finne en innbyrdes skjæring mellom ligg-pegmatitten og denne store tversgående pegmatitten, - PEGM 1. Makroskopisk er disse to pegmatittene svært like. Det så for meg ut som at ligg-pegmatitten gikk over i PEGM 1 uten tegn etter skjæring.

Ca. 55 m nord for hovedsjakten treffer en frem på et uholdig parti, det såkalte "Gråfjellsbeltet". På kartet er dette beltet farget med grått. Dette beltet treffes igjen nedover hele gruva. Det er ikke ren gneis forsåvidt som det er en impregnasjon med lagning parallelt heng og ligg. Syd for dette beltet og over såle 1 er det drevet på en malmsone med stort fall ca. 45° og med mektighet gjennomsn. 3 m. Denne mal-

men holdt ca. 56,3 % Fe tot og 2,35 % P forhold mellom magm/hem. = 60/40. I hengen på malmen står det igjen en impregnasjon. Denne impregnasjonen holder ca. 40 - 45 % Fe tot. Samme forhold har man i strosse såle 1 nord for gråfjellsbeltet. Her holder rikmalmen i malmsonen 56 % Fe tot og 2,03 % P. I hele lengdeutstrekningen av "Linse 2" videre mot dypet til såle 2 $\frac{1}{2}$, fant man under drivingen et gneisbelte inne i malmen. Gneisbåndet fulgte malmsonen, - var enkelte steder opptil 80 cm tykt og gikk delvis opp i malmen og nærmere heng og ligg av denne. På såle 2 ca. 10 m syd for hovedsjakten kan en finne en rekke parallelle gneisbånd. Disse går delvis i ligg og et stykke opp i malmen. Her var lange sammenhengende striper av en rødlig gneis. Det ble tatt opptil 10 striper som ligger vekselvis med malm. Det er foretatt analyser av malmen over og under et gneis-belte ved Benk 3 såle 1 Nord. Sansynligvis "skarbergart". Det er ikke anmerket hvordan disse prøvene er tatt. Det er sansynligvis stoffprøver og må betraktes som det. Over gneisbeltet viste analysen 56,8 % Fe og 2,92 % P. Under gneislaget: 55,7 % Fe og 3,36 % P. Det viser seg å være et nærmest lovnessig fenomen i gruva å finne Apatitt anriket i magnetitt og nær ligger av malmsonen. Det ble uttalt at man også hadde magnetitt nær og opptil den



Bilde 10 A

endelige heng av malmsonen.

Malmen i "Linse 2" er en båndet malm. Se bilde 10 A. Den viser de fleste steder pene bånd av hematitt og magnetitt. Ca. 1 - 2 cm brede. (Se bilde.) Magnetitten er grovkornig, har fra 1 - 3 mm store korn. Den ser makroskopisk mindre tettere ut enn

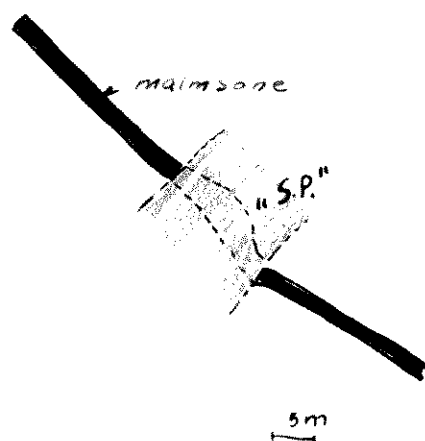
hematitten. Magnetitten og hematitten ligger ikke skarpt adskilt. En kan se de grove magnetittkornene stikke inn den relativt finkornige hematitt eller en finkornig hematitt som

fyller sprekke mellom de grove magnetitt-kornene i kontakt. Det ser forøvrig ut til at hematittstripene separat sett, ligger lagvis med gangbergart. Se slipbeskrivelse.

Malmen har tilnærmet konstant mektighet i de øvre partier nær dagen på $2\frac{1}{2}$ m + gjennomsnittlig 1,5 m impregnasjon. Impregnasjonen er oppblandet med gangbergart og er en malm med anslagsvis samme $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Fe}_2\text{O}_3$ forhold som rikmalmen i malmsonen og holder ca. 40 - 45 % Fe .

Malmlatten på overside av „S.P.“ flater lokalt litt ut. Det ser ut i profil som malmlatten på overside er bøyd opp. På undersiden av „S.P.“ er platten lokalt bøyd ned. Grensen opp til pegmatitten er delvis uregelmessig med bukter og tunger av pegm. inn i malmen.

Snitt langs
hovedsjakt...



Skisse 6.

Over pegmatitten ser det ut til at man har hatt gruvas mest apatittrike malm.

Under „S.P.“ mellom denne og såle 3 har man syd for hovedsjakt finnes en lignende malm som over „S.P.“ Mektigheten på undersiden av „S.P.“ er omlag 2 m og avtagende til ca. 1 m ved såle 3. Malmen har

forholdet $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ca. 60/40 med 61 % Fe. Apatittgehalten er noe lavere, - ca. 1,6 - 2 % P.

Mellom „S.P.“ og såle 3 nord for hovedsjakt holder malmen ca. 50 % Fe og 1,5 % P . Partiet her er litt egenartet i og med at det sydlige - d.v.s. partiet syd for "gråfjellsbeltet" ligger ca. 1,5 m vertikalforskj. i forhold til strosse nord for dette. Det så ut til at man her hadde en utkilning av de to platene, - at de nærmest lå skjert om skjert . Malmsonen i det sydligste parti er drevet ut omlag til den prikkede linje

på kart. Øverst langs grensen hadde malmsonen en mektighet på ca. 80 cm, økende nedover til ca. 1,4 m. Nord for "gråfjellsbeltet" var malmen adskillig mektigere opptil 3 meter og kilte ut i nord til "Linse 1", ca. 1,2 m. Også her så det ut til å være brukbar impreg. i heng.

I denne strekka vil en finne en rekke mindre kloritt - leir - kalkslepper som stort sett har forløp i SSO-lig retning. Ser ut til å bøye av endel mot syd nær grense til "S.P." Dette sikkert på grunn av den lokale nedbøyningen av malmplaten.

På såle 3 vil en finne en rekke av "Skarens pegmatitter", og anrikning av ren hematitt i forbindelse med skjærende kalkspatt - kloritt slepper og stikk, og pegmatitter. Ved pkt. 109 N i stosse ca 4 m vest for feltort er det påtruffet et kjempemessig ca. $3 \times 1,5$ m "DRUSEROM" som var delvis fylt opp av klorittmateriale.

Under såle 3 nord for gråfjellsbeltet har man omlag samme malmtypen innenfor det skraverte området helt ned til såle 6. Partiet har en mektighet på såle 3 på gjennomsnittlig 2 m, avtagende til ca. 1,3 m såle 5 og 6. I partiet over såle 3 ble liggpegmatitten brukt som ledetråd. Den hadde som nevnt en tykkelse på 15 - 20 cm på såle 1 og ble funnet igjen under "S.P." hvor den ved såle 3 var striper på $2\frac{1}{2}$ - 3 cm tykke. En liknende pegmatitt er funnet på såle 7 nord.

Dette gjør det rimelig å anta at denne malmtypen har genetisk sammenheng med disse liggpegmatittene. Under såle 3 syd for "gråfjellsbeltet" (sterkt rød farget på gruvekart) er en hematittmalm forholdet $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Fe}_2\text{O}_3$ er her gjennomsnittlig 40/60. Det som i første omgang synes svært påfallende er at det her forekommer svært hyppig lokale anrikninger av ren hematitt i roser. Her opptrer også "Skarens pegmatitter" i mektigere ganger enn noe annet sted i malmen. Malmen holder her ca. 52 - 53 % Fe. Malmsonen har stort sett konstant mektighet ca. 2,5 - 3 m. På såle 5 og 6 står det endel hematittimpregnasjon igjen i heng. Malmen er her båndet som ellers, - Vekselvise hem./magnetittbånd. Apatittinnholdet er her lavere enn i gruva ellers ca. 0,92 - 1,09 % P. Partiet er her svært stikket og sleppet. En finner også her spor etter en foldning med akse i

SO retning. Omlag 80° på disse går det, spesielt på større dyp, en del større og ikke fullt så regelmessige foldninger. På såle 7 syd i strosse har den store kloritt-leirsleppa antatt store dimensjoner. Malmen ser her ut til å være forkastet en halv-meter. På såle 8 kan en iaktta hvordan en lokal tversgående pegmatitt har anriket magnetitt og hem. i forbindelse nær opptil klorittsleppe. Det er også påfallende at det i forbindelse med tomme rom i disse partiene finnes ren hematitt avsatt på feltsp. flater.

Beskrivelse av „linse 3.“

„Linse 3“ omfatter et meget egenartet og karakteristisk parti i gruvas sydligste parti. Malmen i dette partiet er gitt navnet Tor Sandenmalm etter en driver. Malmen holdt i de øvre partier temmelig konstant 55 % Fe og 1,05 % P. Malmen ligger her strengt konkordant med heng og ligg. Et blikk på forløpet av feltortene viser at de gjenspeiler en foldning. Disse er kanskje ikke fullt så markant som feltortene viser, men det er en tydelig tendens. Foldningsaksen for disse går i SSO - lig retning. Det samme er tilfelle med en meget intens småfoldning i partiet. Allerede i dagen



Bilde 10 B

er det truffet frem på denne foldningen ved inngang Stoll ca. 15 m syd for denne. Bilde 10 B, er tatt herfra. Disse foldningene har også akser i SSO-lig retning. I snitt viser foldningene nesten et sinusformet forløp med "bølgelengde" ca 2,5 m. Malmen er også i dette partiet

stripet om ikke så markant båndet. Det er tydelig at stripningen i malmen følger opp konturene i heng og ligg. Foldnin-

gen er svært markant i sydpartiet men viskes ut endel i nord mot „linse 2.“ Her er det igjen rene brudd på sprekkeflatene i heng og ligg som i „linse 1.“ I de foldningene eller kastningene som feltortene gjenspeiler kan en finne en finkornig og skifrig malm som makroskopisk er identisk med den lette såle i nord malmen. Den viser glatte skjærflater og mer ru tensjonsflater. Det viser seg at denne type malm oftest opptrer i sterkt tektoniserte parti. Det er tydelig at disse to fenomen her har en genetisk sammenheng.. Tor Sandenmalmen har en gjennomsnittlig mektighet på ca. 1,2 - 1,4 m. Den har et ganske steilt fall på ca. 35° - 38° nede i gruva, - ^{og går} opp i 40° - 45° lenger oppe mot dagen. Mellom såle 5 og 6 er ^{Fe og P₂O₅ en} sunket til ca. 53 % Fe og 1,01 % P. I strosse mellom såle 6 og 7 over pkt. 717 holder malmen gjennomsnittlig 50,9 % Fe og ca. 1,00 % P. Det ser forevrig ut til at hematittinnholdet tar seg opp mot dypet. Strosse mellom såle 6 og såle 7 ca. 100 m syd for hjelpesynk mener jeg representerer en overgang mellom den hematittrike og den magnetittrike malmen. De tektoniske forhold er nevnt tidligere.



Bilde 12

Av særegenheter må nevnes at det her opptrer en sulfidrose i malmen som blir omtalt separat.

Bilde 12 viser den bølgete heng fra denne strossen. Den ene foldningsaksen går i SSO-lig retning og den andre ca. 80° på denne igjen.

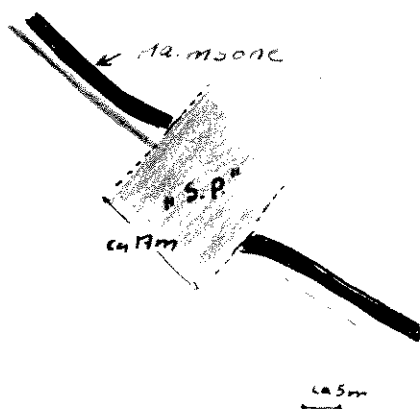
Beskrivelse av pegmatittene.

En typisk særegenhet ved Søftestad gruber er at malmsonen er gjennomsett av pegmatitter. Der finnes minst to forskjellige typer sett ut fra opptredende og retning. Under behandlingen av "Linse 2" ble det nevnt Pegm1 på såle 1 og liggpegmatitten, som opptrer i "Linse 2" helt ned til såle 3.

Ca. 18 m langs fallet nedenfor såle 2 treffer en på "Den Store Pegmatitten" - "SP". "SP" har strøk N15° og faller ca. 42° i vestlig retning, - omlag loddrett på malmens normale ligg. Bredde er ca. 17 m langs fall. "SP" klipper på en måte gjennom malmen. På oversiden er malmsplaten bøyd opp. På undersiden er den bøyd ned. Som nevnt lykkedes det

meg ikke å påvise skjæring mellom PEGM1 og liggpegmatitten. Det samme er tilfelle med liggpegm. i forhold til "SP". Et stykke nedenfor såle 2 kan en treffe igjen liggpegmatitten. Denne fortsatte sitt regelmessige forløp inn i den "SP". Liggpegmatitten og "SP" er makroskopisk også svært like. Det ble heller ikke her funnet noen skjæring. Liggpegmatitten forsvant uten spor inn i "SP".

Snitt parallelt
hovedsjakt.

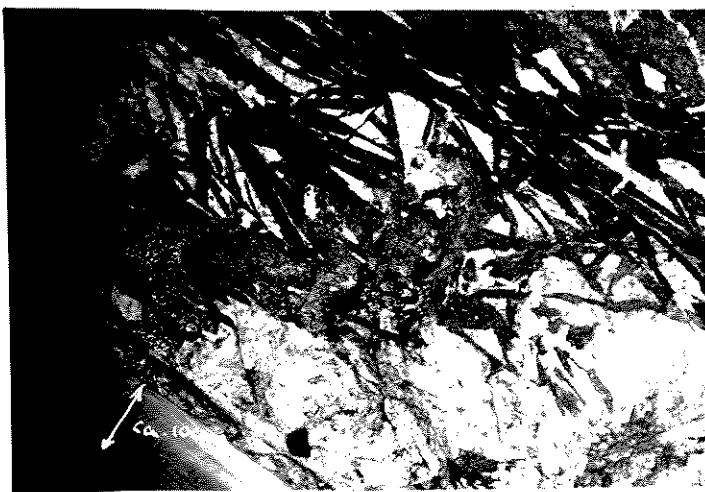


Skisse 5.

Skisse 6

Liggpegmatitten ble ikke bøyd av nær "SP" slik som tilfellet var med malmsplaten. Se skisse 6. Det er en liten blandingsone der pegmatitten grenser opp til malmen. Denne er smal og uregelmessig, - av størrelsesorden ca. 1 m. I blandingssonen er oppblandet fortrinnsvis magnetitt. Under "SP" har man igjen liggpegmatitten. På såle 3 nord kan denne iakttas. Den har da en tykkelse på ca. 3 cm. Enkelte steder kan en se denne har delt seg i to og ligger lagvis. Nedover gruva ser det ut til

å ha vært en rekke tversgående pegmatitter omlag parallelle med "PEGM1" og "SP". På såle 5 kan en iakttatte restene etter en av disse. Den har sansynligvis vært av relativt liten størrelsesorden i forhold til "SP". I malmsonen på oversiden av denne går råta. Det som er igjen av pegmatitten er svampaktig og porøst. Det ser nærmest ut som feltspatten er forvitret etterat den på forhånd har blitt oppknust. I pegmatitten er roser av magnetitt og hematitt fortrinnsvis hematitt. Malmen i rosene er helt tette og nærmest metallisk av utseende. Tydeligere treffer en på den tversgående type i hjelpesynten mellom såle 7 og såle 8 ca. 15 m nedenfor/ ^{såle 7} langs fallet. Se



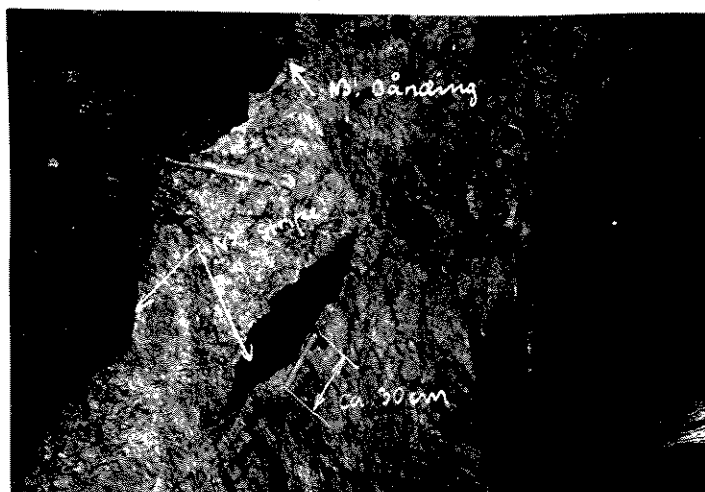
Bilde 13

profiilet av synken, viser det seg at en har en utflatning av synkprofiilet under pegm. Heng og ligg ved "PEGM4" er endel stikket og sleppet. På såle 7 nord for hjelpesynten kan en finne kloritt-kalkspatslepper. Det er sansynlig at en her har hatt en breksiering av pegmatitten og en senere avsetning av løsninger i sprekke ~~ne~~. Dette "breksiefenomenet" ser ut til hyppigst å opptre i de tversgående, - tilnærmet langs strøket gående, - pegmatitt-typene.

Et blikk på gruvekartet viser en hel skare tilnærmet paralleltgående pegmatittganger som følger opp i en SSO-lig retning. Gangene har et tilnærmet rettlinjet forløp. En hel del av "pegmatittskarens" pegmatittganger er fulgt opp i strossene. De har makroskopisk et ensartet utseende. Det er en

bilde 13. Denne pegmatitten er gjennom-satt av en ren mosaikk av hematitt og magnetitt. Magnetitten går som staver inn i pegmatitten. Forsøk med magnet viste at man ytterst mot kontakten vanligvis hadde hematitt mens det innerst i enden på stavene og utløperne var magnetitt. Ved å studere

rødlig - grønn mikroklinpegmatitt. Gjennomgående faller disse ca. 75° mot VSV. Enkelte kan ha mindre fall spesielt ganger og utløpere fra de større pegmatitter som lokalt kan skjære ut fra de store, følge disse parallelt et stykke for siden å forene seg. Det synes å være et gjennomgående trekk at de steiltstående har mer regelmessige kontaktflater enn de med mindre fall. Over alt skjærer pegmatittskaren skarpt gjennom malmsone heng og ligg. Enkelte steder, hvor malmen er pent båndet, kan en tydelig iaktta hvordan en finbändig malm på den ene side av pegmatitten fortsetter med samme bånding helt inn til kontakten med pegmatitten, uten å endres, for siden å fortsette med samme bånding og samme struktur i forlengelse av "lagning" på den andre side av en gjennomskjærende pegmatitt. Det er aldri truffet på noen blandings-sone og ikke noen avkjølingskontaktsone i malmen. Det er også iaktatt XENOLITTER i disse pegmatittene. Se bilde 14. På såle 8 ved pkt. 4 syd



Bilde 14

for hjelpesynten skjærer en 2,3 m bred pegmatitt gjennom feltortprofilet. På ortveggen kan en finne snitt av et stort stykke av ligg-gneisen som ligger midt i pegmatitten. Stykket er makroskopisk uten kontaktsone og uten avrundede hjørner, med den opprinnelige form og størrelse, og med det speilvente kontur-

bildet i sidegneisen hvor den opprinnelig lå. Pegmatittene i skaren har også en annen egenskap felles. De øker i bredden mot dypet. Under observasjonene i gruva ble endel av disse pegmatittene fulgt nedover i gruva og tendensen ble bekreftet. I undergrensen av "SP." ca. 7 m syd for hovedsjakten, er det eneste sted i gruva hvor en kan se en av skarens pegmatitter og "S.P." samtidig. Nær opptil "S.P." kan en iaktta en utblomstring i den førstnevnte. En kan her tydelig se soner i peg-

matittene, rødlig, og mer blekrøde soner. De blekrøde sonene ser ut til å holde samme materiale som pegmatittene ellers, men er mer finkornig og finnes nær og på grense av sidebergart. Ellers synes den ikke å ha samme regelmessige forløp her som ellers lenger nede i gruva. Etter en grundig undersøkelse ble det konstantert at det her ikke er tale om utløpere fra "S.P.". Det er mulig å finne konturene av Skarens pegmatitt i "S.P." til tross for at en her har en omvandlings-soner. Disse to pegmatitt-typene er forøvrig som tidligere nevnt, makroskopisk av forskjellig utseende. Pegmatittskaren skjærer med andre ord "S.P." og er yngre enn denne. Det ligger nærliggende å trekke den slutning at pegmatittene her representerer sprekkefyllinger i på forhånd åpne sprekker.

Camptonittene.

På såle 1 syd, ved pkt. 86 finner en i liggen av malmen et lag av en finkornig, tett, nesten flintaktig brunlig bergart. Ved pkt. 80 finner en to ganger av samme bergart som skjærer malmsonen. Ved pkt. 113, S3 syd finner en igjen samme bergarten. Denne gangen ble fulgt opp i de tilgjengelige strossene. Disse gangene har ikke regelmessig forløp. I strossen nedenfor pkt. 112, såle 3 syd vil en kunne finne at gangen bøyer av og følger forekomsten et stykke i heng-gneisen langs skjærsprekker i denne, for siden å skjære ned gjennom malmen igjen. Denne gangen skjærer pegmatittskaren brutalt og er yngre enn denne.

Klorit - kalkspattsleppe (Stor)

Der finnes en rekke mindre kalkspatt og klorittslepper i gruva. Men en kan en av noen størrelsesorden. Denne følger forbausende parallelt opp med pegmatittskaren og har et forbausende regelmessig forløp. Se bilag 3. Denne sleppa vider seg ut mot dypet. Når den skjærer gjennom "SP" bøyer den av mot innfallsloddet. Kan observeres i stigort gjennom "SP". Denne skjærer gjennom kamtonitten og forkaster den en halvmeter. Når denne følger opp parallelt med pegmatittskaren er det rimelig å vente at denne også opprinnelig er en tensjonssprekk

eller svakhetssone opprinnelig svært liten. Det finnes endel andre mindre kloritt-kalksp.-slepper som følger opp tilnærmet i samme retning.

Sammenfatning av sansynlig relativ alder

1. og eldst liggpegm., PEGMI og "SP", sansynligvis også de andre
ca. N-S gående pegmatittgangene
2. pegmatittskaren i SSO-lig retning
3. kamptonittene
4. Bevegelse i kalkspatt-klorittslepper

Sluttninger og endel momenter.

For jeg vil trekke noen sluttninger av de observasjonene som er foretatt i felten, vil det være naturlig å sette opp en hypotese, - nemlig følgende: Malmen må primært ha opptrådt ensartet i feltet.

Det dreier seg her om et relativt lite malmfelt med en sammenhengende malmpate. Det opptrer forevrig lokalt parallelt 2 malmpater med et relativt tynt gneislag opptil 4 m bredt mellom. Enkelte steder har en tynne striper av gneis som ligger parallelt N-1 i malmsonen og forevrig konkordant med malmen.

Når en så betrakter malmen som den opptrer idag, må malmens sammensetning og strukturer og avvik i disse skyldes senere prosesser som har foregått i sterkere eller svakere grad innenfor feltet.

Ved å betrakte malmen, hyppigheten av stikk og sprekker i malmsonen, viser disse forhold at hele malmsonen har vært *in situ* i det tidsrom da foldningene og de tektoniske omveltninger som sprekkesystemet i malmsonen avspeiler. Dette gjelder ikke bare innenfor det parti hvor sprekke^{pagikk}ne finnes, men generelt.

I gruva vil en med få unntak finne at forløpet av båndingen følger heng og ligg konturene. Skjersprekkestrukturene i malm og gneis likeså. Et vesentlig moment er at strukturene i malmen direkte kan parallellføres med strukturene i sideberg-

arten og bergartsgrensene i lang avstand fra malmsonen. Se Geol. overs. kart. *Bilag 2.*

Det er til dags dato ikke påtruffet tydelige apofyger av malm ut i sidebergarten. Det forhold at pegmatittskaren opptrer med regelmessige kontakter, uten blandingssoner uten flexurer av noen art, leder tanken hen mot sprekkefyllinger i allerede åpne sprekker (tensjonssprekker?).

At pegmatittene i skaren tiltar mot dypet er konstantert ved å gå opp en del av disse og tendensen er bekreftet.

Malmen i linse 1 i nord i det finkornige parti viser renere bruddflater i sprekkesystemet enn ellers. Dette skulle peke hen mot en mindre intensitet av sirkulerende gasser og løsninger etter de tektoniske forandringer som malmen har undergått etter den siste foldningsperioden.

I linse 1 i overgangen til linse 2, finner en at den finkornige malmen snor seg inne i en grov til mellomkornig malm. Den finkornige tette malm ser her ut makroskopisk til å være brecciært. Dette med alle forbehold. Opptredende er beskrevet under linse 1. Det er vanskelig å tenke seg en foldning som kan gi glatte pene tensjons-sprekker i et såvidt uregelmessig opptredende lag inne i en mellomkornig nesten porøs malm. Dette båndet er ikke sammenhengende. Enkelte steder forsvinner det helt. Siden kan det ta seg opp igjen som nevnt 80 cm. Malmen synes også å opptre uregelmessig ikke bare i snitt men i planet. Den mest nærliggende forklaring må være at den tette finkornige malmen her er et relikt (kanskje et mellomprodukt), altså eldre enn den mellomkornige malm som kan tolkes som en brecciært omkrystallisert opprinnelig finkornig malm.

Slip 1. KVARTSKONGLOMERAT ? Se bilag 1.

Denne konglomeratakige prøven er funnet ca. 500 m sør for Nordalstjern. Slipet er et snitt gjennom enkelte av de svært knadde bollene. Se Bilde 1 er fra et par holler, med grense mellom disse.



Mineraler:

I hollene. Kvarts, ondulerende utslukning, Svært finkornig. Sammen med kvartskornene opptrer små spredte korn av plagioklas. Feltspattkrystallene har svært liten utslukningsvinkel med albitt-tvillingene.

S. bilde 1

Mineraler utenom kvartshollene.

Amfibol 120° spaltev. (001)

Feltspatt opptrer i store korn som er svært deformert. Disse ser nærmest ut til å være Mikroclin.

Epidot opptrer i grensene av amfibolkornene og på grense til feltspattkornene. Epidotisering av hornblenden.

Magnetitt opptrer som spredte korn, og i randsonen av disse opptrer ofte

Titanit

Zirkon: snakset opt + høyt relieff, opptrer som enkelte spredte korn ofte i 8 kantete basissnitt.

Slip 2. Rød finkornig gneis (O V 12) Ved Århus gård se bilag 2. Finkornig del. S. bilde 2.

Mikroclin opptrer med typisk mikroklingitter i store korn, mengde ca. 40 %.

Albitt 2 akset optisk +, største målte utslukningsvinkel albitt-tvillingene 15° $\text{Al}_{93} \text{An}_7$ ca. 35 %

Kvarts endel.

Hornblende, amf. spalt. 120° , sterkt pleokroittisk.

x = lys grønn y = mørk grønn z = mørk grønn enkelte små korn.

Magnetitt opptrer oftest på grense mellom de øvrige mineral-korn, Rundt ertskornene, opptrer ofte.

Titanitt, som forøvrig helst opptrer på grense mellom de øvrige mineral-kornene.

Mellomkornig del av slip.

Her opptrer de samme mineral som i den finkornige del av slipet.



S. bilde 2

Men har et noe større tilskudd på mørke mineraler. Dessuten er hornblendene en del biotittisert.

Vi har her en bergart med granittisk til syenittisk sammensetning med rhyolittisk til trachyttisk struktur. Den mest finkornige del minner om de svenske leptittporfyrene.

Slip 2 A Granitt fra Geitaråsen, OV 4.

En typisk mellomkornig rød granitt:

Hovedmineraler: Mikroclin, albitt, kvarts.

Accessorisk : muskovitt, enkelte korn av amfibol.
enkelte ertskorn, - sjeldne

Hyp - idiomorf struktur

Slip 3. GABBRO (mellomkornig) T V I, nord for Tveitgårdene
se bilag 2.

Hornblende, amf. spalt., sterkt pleokroittisk, $x = \text{gul grønn}$
 $y = \text{mørk grønn}$, $z = \text{mørk grønn}$, - 2v stor, $z \wedge c$ ca. 32° .
Menge ca. 70 %.

Hornblenden ligger omgitt av plagioklas. Plagioklasen er
svært omvandlet, + 2v stor, $\alpha, \wedge 010_{\text{maks}} = 32,5^\circ$); en
Labrador $Al_{42} An_{48}$. Biotitt ligger som randsone rundt horn-
blenden); biotittisering av denne. Opptrer ellers spredt i
plagioklas, opptrer bl.a. i tvillinglamellene i denne. Apatitt



opptrer som enkelte
spredte korn. Enkelte
korn magnetitt. Disse
opptrer innesluttet
i hornblenden. S.bilde
3 viser den ofittiske
textur i denne bergart.
Pyroxen er ikke funnet
i dette slipet. Vi
har følgelig en
hornblendegabbro.

S. bilde 3

J.H.L.Vogt karakteri-
serer gabbroen i dette
bergartskomplekset dels som en egentlig gabbro, dialag og la-
brador, dels kanskje en olivingabbro. (Noen av Vogts slip
viste seg å være sterkt omvandlede, ved en ordinær skaplitti-
seringsmetamorfose, at det ikke kunne avgjøres om olivin opprin-
nelig har vært tilstede eller ikke.

Påfallende er at hornblenden i slip 3 er grønn som er
vanligere for de mer metamorfe bergarter. Det hadde vært rime-
ligere å finne en brunlig, som er vanligere i uomvandlede
gabbroer.

Slip 4. Grønnsten. Fra båndet sone nord for Tveitgårdene

Se Bilag 2.

Hornblende. x = svak gul grønn, y = grønnlig, z = grønn - 2V stor, z/c ca. 24° , mengde ca. 15 %.

Plagioklasen er svært omvandlet. λ/λ_{010} liten + 2V stor, den er sannsynligvis Albitt eller Obligoklas. Karbonat opptrer i adskillige mengder ca 10 %. Enakset, optisk + høyt relieff, tvillingdannelse. HCl ga ingen reaksjon. Dette indikerer Dolomit. Biotitten er sterkt pleokroittisk, - γ sterkt brun og lys brun - opptrer i svært små mengder i forbindelse med Hornblendene.

Kloritt + 2V ≈ 0 , pleokroittisk grønn - lys grønn - fargeløs, dispersjon $r < v$. Biotitten er sannsynligvis klorittisert. Mengde av kloritt ca. 25 % (?)

Magnetitt opptrer i spredte korn.

Denne bergarten er nærmest å karakterisere som en sterkt omvandlet gabbro, nærmest en grønnsten.

Etter dette skulle metamorfosegraden ligge et sted mellom grønnskifer og epidot - amfibolitt facies.

SØFTESTADGNEISENE

=====

Slip 5. B6. Nord for grense mot den røde gneis øst for
Bakka gård (bilag 2)

Slipet viser en typisk gneisstruktur med parallell-orientering av hornblende og biotittkrystallene, endel av hornblende krystallene er uorienterte, men det er vanskelig å tolke dette som rester av en primær offittisk tekstur.

Hornblenden er sterkt pleokroittisk, $x =$ lys grønn, $y =$ grønn og $z =$ mørk grønn. $+ 2V$ er svært stor. Mengde ca. 30 %.

Biotitt ser ut til å ha vokset på bekostning av hornblenden. Mengde ca. 30 %. Indikasjoner på biotitt: Sterkt pleokroittisk γ sterkt brun α lys brun $+ 2V > 5^\circ$ parallell utslukning under kryssede nikøer. Andesin. $+ 2V$ stor $\wedge 010$ maks 22° , n_1 og n_2 (001) $> 1,545$, indikerer Andesin $Al_{59}An_{41}$. Mengde ca. 25 %.

Erts. Enkelte korn viser å være mørk-rødlig ut mot randsonen. Disse korn er sansynligvis jernglans. Ellers finnes det Titanitt i randsonen hos enkelte ertskorn, men dette er mere sjelden. Kvarts opptrer i enkelte korn enakset opt. + og lavt relieff. Av apatitt, enkelte spredte korn enaksede opt. +, høyt relieff ofte utviklet i hexagonale krystaller. Dette er en representant for de mørke Søftestadgneisene, en

Hornblende - biotitt andesingneis

Etter dette skulle en ligge et sted i laveste del av amfibolitt-facier.

Slip 6. N 2 ODDE. Fra Odde syd for Framnes. Prøve tatt ca. 30 m fra det røde gneisbeltet i nord.

Hornblende: Sterkt pleokroittisk, $x =$ lys grønn, $y =$ grønn, $z =$ mørk grønn, $+ 2v$ stor, $z \wedge c$ ca. 32° . Hornblendekrystallene opptrer oftest parallellorientert, gneisstruktur. Mengde ca. 60 %. Oligoklas $(+) 2v \approx 90^\circ$. I de fleste kornene opptrer periklintvillinger $n_1(001) > 1,545$, $n_2(001) < 1,545$. n_1 og $n_2(001) < 1,550$ som viser Oligoklas ca. $Al_{73}An_{27}$.

Kvarts: enakset opt. + , lavt relieff opptrer i adskillige mengder, (anslått ca. 20 %).

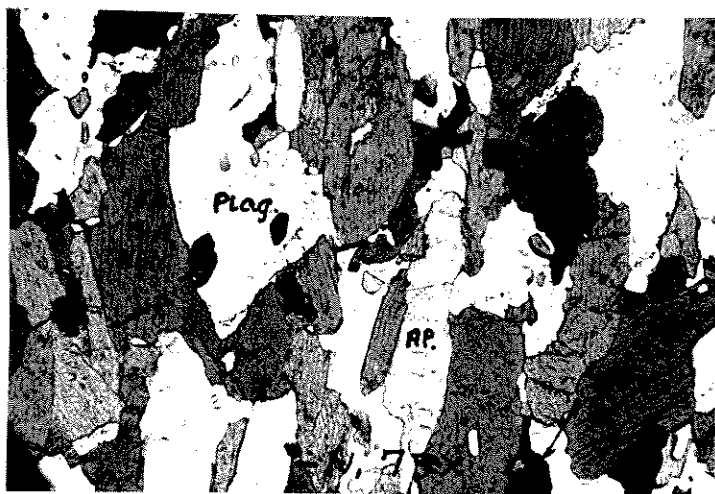
Biotitt en del korn i forbindelse med hornblende, - biotittisering av denne.

Apatitt, - enkelte korn med høyt relieff, enakset opt. +. Opptrer ofte i hexagonale snitt. Erts noen spredte korn. Enkelte med mørk-røde korn på grense. Disse korn er sannsynligvis jernglans. I randsoner av andre ertskorn opptrer ofte Titanitt.

Dette representerer en annen variant av den mørke Søftestadgneis.

En Hornblende - oligoklasgneis

Metamorfosegraden ligger i den laveste del av amfibolittfacies som foregående Slip 5.



S. bilde 4 viser Hornblende, plagioklas og apatitt.

Slip 7. TV.10. Søftestadgneis tatt i elv ved Søftestad gård ca. 30 m fra gneisbeltet i nord fra samme i strek som Slip 6.

Hornblende: $x = \text{grønn}$, $y = \text{mørk grønn}$, $z = \text{mørk grønn}$,
+ 2v - stor, $z \wedge c$ ca. 24° . Hornblendekrystallene ligger
ikke så pent parallellorientert, mengde ca. 35 %.

Oligoklas: (+) 2v - stor, $\alpha \wedge 010 \approx 10^\circ$

n_1 og n_2 (001) $> 1,5 + 0$, $n_1(001) > 1,545$ og $n_2(001) < 1,545$ altså ca. $Al_{72}An_{28}$. Mengde: ca. 40 %

Karbonat: enakset, opt. +, høyt relieff, tvillingdannelse.
Ingen reaksjon med HCl.

Indikasjoner tyder på Dolomitt.

Biotitt opptrer i randen av hornblendekrystallene, biotittisering av denne og biotitt opptrer dessuten i plagioklaskornene.

Apatitt, enakset opt. + høyt relieff, uten spalteriss, opptrer også her med hexagonale snitt.

Erts opptrer her med randsoner av Titanitt. Kvarts finnes, -
sikre indikasjoner er funnet.

Betegnelse: Oligoklas - hornblendegneis.

Slip 8. SÅ 3. Lys Søftestadgneis. ca. 175 m vest for malmens ligg i midtparti, se bilag 2.

Dette er en typisk gneis med parallelt orienterte biotittkorn se S. bilde 5. Biotitten er sterkt pleokroittisk, $\gamma =$ grønn, α lysgrønn $\div 2V \approx 0^\circ$. Inne i biotittkornene opp-



trer endel omvandlede plagioklas-korn. Hornblende opptrer svært underordnet i dette slip, ser nærmest ut til å være rester etter en langt frem-skredet biotittisering.

Biotitten opptrer muligens som pseudomorfer etter hornblenden.

Mengde biotitt ca. 30 %

Oligoklas.₄(010)_{max} :

S. bilde 5

$10,5^\circ$ $n_1(001) \approx 1,540$, $n_2(001) > 1,540$, n_1 og $n_2(001) < 1,545$ (+2V-stor) : $Al_{89}An_{11}$. Mengde ca. 60 %.

Erts, sansynligvis magnetitt. Endel korn har randzone av Titanitt.

Betegnelse av denne stuff:

Oligoklas - biotittgneis.

Slip 9. OV 16. fra tenkt forlengelse av malmsone langs streket mot syd. På Århus gård.

Albitt $2v \approx 90^\circ$ (opt + ?), $\alpha \wedge (010)$ ca. $13,5^\circ$, $n_1(001) \approx 1,540$, $n_2 < 1,540$, n_1 og $n_2(001) < 1,545$: $Al_{97}An_3$. Mengde ca. 50 %.

Mikroclin. Enkelte korn opptrer med tydelig mikroklingittve. Enkelte steder kan en iaktta korn av mikroclin inne i Albitt-kornene, som kan tyde på at disse plagioklaskornene er omvandlingsprodukter.

Hornblende sterkt pleokroittisk: $\pm 2v$ er stor, x = svak gulgrønn, y = mørkgrønn, og z = mørkgrønn. $z \wedge c$ ca. 24° .

Mengde i slip ca. 10 %. Pyroxen, monoklin + $2v$ -moderat, $z \wedge c$ ca. 50° . Augit?

Kloritt: grønn $\pm 2v$ moderat til liten. Finnes rundt hornblendene. Vi har her hatt en klorittisering av hornblendene.

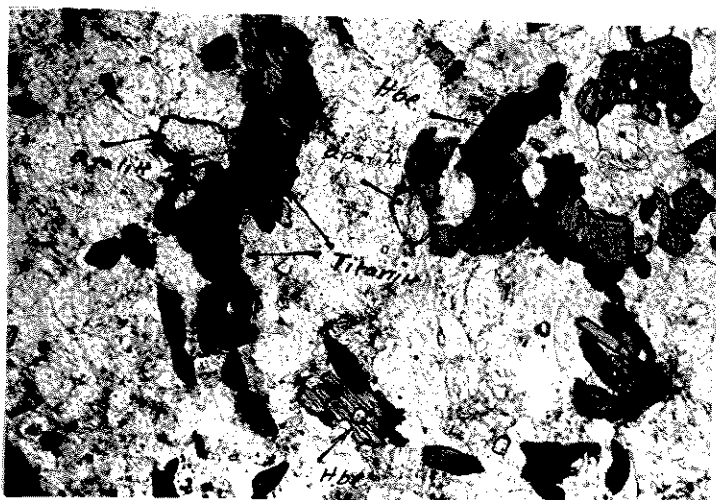
Titanitt adskillig mange korn spredt over hele slipet.

Ertskorn, påfallende lite. Endel apatitkorn.

OV. 16. viser et høyere innhold av lyse mineraler enn Softestadgneisene forøvrig. Ligner adskillig på enkelte av de gneisene som ligger inntil malmsonen.

Betegnelse etter hovedmineralene

Alkitt - Hornblende Pyroxen-gneis.



Slip 10. OV 13. ved Århus gård. Se bilag 2.

Hovedmineralene er her oligoklas, hornblende, biotitt og kloritt.

Hornblende, sterkt pleokroittisk $x = \text{grønn}$, $y = \text{mørk grønn}$, $z = \text{mørk grønn}$ $2V \approx 90^\circ$, $2\lambda c \text{ ca. } 33^\circ$, noe uvanlig sterke grønnfarger.

Oligoklas $2V \approx 90^\circ$ (opt $\div$?) $2\lambda 010 \approx 6^\circ$.

n_1 og n_2 (001) $> 1,540$ n_1 (001) $> 1,545$, n_2 (001) $< 1,545$

Altså $Al_{86} An_{24}$ mengde ca. 50 %.

Biotitt pleokroittisk $\gamma = \text{brun}$, $\alpha = \text{lys brun}$, mengde ca. 10 % opptrer med parallellorienterte korn, kloritt grønn $\div 2V$ moderat. Kvarts opptrer relativt hyppig i slipet.

Pyroxen, enkelte få korn loddrett spalteriss i snitt loddrett c-aksen.

Erts: Magnetitt med randsoner av titanitt, opptrer hyppig i slipet.

Slipet viser en foliert gneisstruktur.

Betegnelse:

Oligoklas-hornblende-biotitt-gneis.

Søftestadgneisene, resyme.

Søftestadgneisene som ikke har noen direkte tilknytning til malmsonen er beskrevet ved slipene fra og med slip 5 til og med slip 10. Det synes tydelig at disse bergartene primært er eruptive bergarter. De accessoriske mineraler som inngår, er typisk hva en i den forbindelse kan vente å finne.

Ved nøyere betraktning viser det seg at Ca.-innholdet i plagioklasene øker ved økning innhold av mørke mineraler, = også en indikasjon i samme retning.

Søftestadgneisene viser ikke større avvik i opptredende av mineraler. Stort sett er disse de samme. Å vise noen topografisk sammenheng, vil ikke være forsvarlig da feltundersøkelsene viser lokale variasjoner.

Her er ikke noe som minner om klastiske strukturer, - ellers synes det vanskelig å tenke seg disse gneisene som metamorfe produkter av et primært sortert klastisk materiale.

Det er to alternativer som er rimelig å tenke seg:

- 1) Metamorfoserte og granittiserte gabbroer
- 2) Metamorfoserte og granittiserte basiske lavaer.

Metamorfosegraden i området ligger omkring laveste del av amfibolittfacies.

Søftestadgneiser i tilknytning til malmsone.

Fra og med slip 11 til og med slip 16, se bilag 4.

Slip 11 (H1) hengbergart ved heisehus.

Hovedmineralene er her: Albitt og hornblende.

Albitt, + 2 v stor, $\wedge(010)_{maks.} = 19^{\circ}$. $n_1(001) \approx 1,540$, $n_2(001) < 1,540$: $Al_{90}An_1$. Mengde ca. 60 %.

Hornblende, $\div 2$ v stor, $z \wedge c$ ca. 25° , pleokroittisk
 x = svak gulgrønn, y = lysgrønn, z = lys brun-grønn.
Mengde ca. 15 %.

Biotitt pleokroittisk, gul til lys grønn $\div 2$ v $\approx 0^{\circ}$. Biotitten opptrer i enkelte spredte korn.

Klorit, - en del klorittisering av (hornblenden) biotitten?

Ertskorn er spredt over hele slipet. En del av disse viser randsoner av titanitt, kvarts, - enakset opt. + med lavt relieff, - opptrer med endel store korn. Bergarten viser en foliert gneisstruktur.

Betegnelse:

Albitt - hornblendegneis.

Slip 12 (H2) Liggbergart ved heisehus.

Hovedmineraler er: Albitt, kvarts og biotitt. Albitt + 2v er stor, $\Delta \wedge (010)_{\text{maks}} \text{ ca. } 11,5^\circ$): $\text{Al}_{91}\text{An}_9$ Biotitt, - Denne ligger pent paralleltorientert, $\gamma = \text{brun}$, $\alpha = \text{kakifarget}$, + 2v $\approx 0^\circ$. Mengde ca. 15 %. Kvarts, - en hel del store kvartskorn enaksede opt. + med lavt relieff. Mengde ca. 15 % (?) Erts sannsynligvis magnetitt opptrer overalt i slipet. På av disse har randsoner av titanitt som forevrig finnes spredt overalt. Apatitt enkelte korn i hexagonale basissnitt, - enaksede opt. +, med høyt relieff, ufarget.

I forhold til hengbergarten opptrer her mindre hbl. og mer biotitt. Dessuten en god del mer kvarts.

Betegnelse:

Albitt - biotittgneis.

Slip 13 (H3). Bergart ca. 40 m vest for ligg ved heisehus.

Hovedmineraler: Oligoklas, Hornblende og Biotitt. Oligoklas er en del omvandlet, særlig i kjernen, + 2v stor, $\Delta \wedge (010) \text{ ca. } 6^\circ$ $n_1(001) > 1,540$, $n_2(001) \approx 1,540$ $n_1(001) > 1,545$,): $\text{Al}_{84}\text{An}_{16}$ Mengde ca. 40 - 50 %. Hornblende, sterkt pleokroittisk, $x = \text{lys grønn}$, $y = \text{grønn}$, $z = \text{grønn}$, $z \wedge c \text{ ca. } 24^\circ$. Mengde ca. 25 %. Biotitt, - sterkt pleokroittisk, $\gamma = \text{brun}$ $\alpha = \text{kakibrun}$, - 2v $\approx 0^\circ$. Mengde ca. 20 %. Ser ut til å være dannet ved biotittisering av hornblenden. Erts opptrer som små strøkorn over det hele. Enkelte korn har randsoner av titanitt, men ikke så hyppig her som ellers.

Apatitt enakset opt. +, ufarget med høyt relieff opptrer

her som ellers ofte i hexagonale basissnitt.

Betegnelse:

Oligoklas - hornblende - biotitt - gneis.

Slip 14 SÅ 8. Liggbergart fra Søftestad Ås topp.

En rødlig lys gneis. Henggneisen ser makroskopisk ut til å være den samme. Hovedminerale: Albitt og hornblende Albitt + 2 $\checkmark$ moderat, $\lambda \wedge (010)_{maks} 18^\circ$ (15 målinger) viser $Al_{98} An_2$.

Hornblende, pleokroittisk, x = lys grønn, y = grønn z = grønn, + 2 $\checkmark$ stor, mengde ca. 10 %. Hornblendene er endel epidotisert. Epidot opptrer i noen frynser, gulfarget, aksesnitt viser anomale interferensfarger.

Mikroelin. Enkelte korn opptrer med typisk mikroklin-gitter ofte innesluttet i plagioklaskornene, men oftest som separate korn. Se S. bilde 6.



S. bilde 6

som her som ellers ofte har randsoner av titanitt. Kloritt er her tilstede i større mengder enn ellers, - + 2 $\checkmark$ moderat, grønlig og lite pleokroittisk. Klorittisering av biotitt ?

Kvarts, enakset opt.+, ufarget med lavt relieff opptrer i enkelte store korn.

Apatitt, enakset opt.+, ufarget, med høyt relieff opptrer her helst på grensen av de øvrige mineralkornene.

Titanitt opptrer forbausende hyppig i dette slipet, - hyppigere enn Magnetitt

Slip 15 (G 1) Gneis fra det småfoldete parti i "Linse 3". Dette er en ren og fin bergart. Hovedmineralene er: Albitt, hornblende, biotitt og kvarts.

Albitt. $2\psi \approx 90^\circ$, $\alpha \wedge (010)$ ca. 18° . $n_1(001) > n_{\text{H}_2\text{O}}$
 $n_2(001) < n_{\text{H}_2\text{O}}$) : $\text{Al}_{98}\text{An}_2$. Mengde ca. 50 %. Hornblende, pleokroittisk, x = lys grønn, y = grønn, z = grønn, $z \wedge c$ ca. 21° . Mengde ca. 10 %. Biotitt opptrer med pene parallellorienterte langprismatiske krystaller, γ = brun, α = kaki-brun, mengde ca. 10 %. Zirkon ? som *halo* i biotittkrystallene.



Magnetitt opptrer som pene avgrensede korn både inne i plagioklaskrystallene og på grense av disse. S.bilde 7 er tatt fra dette slipet.

S. bilde 7

Slip 16 (G 2) fra såle 3. ved luftmagasin

En ren og fin bergart, svært lite omdannet. Albitt + 2ψ - stor, $\alpha \wedge (010)$ maks = $14,1^\circ$) : $\text{Al}_{91}\text{An}_9$ mengde ca. 60 %. Hornblende, + $2 \wedge$ stor, $z \wedge c$ ca. 20° , pleokroittisk x = gul, y = lys grønn. Biotitt, -pleokroittisk, lys gul - kaki gul. Biotitten og hornblenden opptrer meget strengt parallellorientert. Vi har her en meget typisk foliert gneisstruktur. Titanitt opptrer i store krystaller. Her opptrer titanitt som randsoner rundt magnetittkornene hyppigere enn vanlig. Også her er spredte korn av apatitt.

A. M. Heltzen kalte denne bergart en Biotitt hornblende dioritt kan også betegnes som en:

Albitt - biotitt - hornblendegneis

Slip 16A(G 3) Fra såle 5 nord.

Hovedmineraler. Albitt, biotitt og hornblende. Bergarten er svært lik den foregående fra såle 3 nord, - har typisk foliert gneisstruktur.

Albitt + 2 $\vee$ - stor, $\alpha, \wedge(010) 12^\circ$ _{max}): $Al_{10} An_{90}$ mengde ca. 50 %.

Hornblende, pleokroittisk, x = lys grønn, y = grønn, z = grønn, + 2 $\vee$ er stor, $z \wedge c$ ca. 25° . Mengde ca 20 %

Biotitt, pleokroittisk, lys gulgrå til kakifarget - 2 $\vee \approx 0^\circ$
Mengde ca. 15 %.

Magnetittkorn er spredt over det hele. De fleste kornene har titanitt i randsonen. Dessuten opptrer Apatitt.

Kvarts opptrer sjelden.

A.M. Heltzens betegnelse:

(Plag. rik) Diorit. Biotitt - hbl - dioritt eller kan også betegnes

Albitt - hornblende - biotittgneis.

Sluttbemerkning til heng og ligg-gneisene.

Det ser ikke ut til at de bergarter som opptrer i kontakt med malm viser betydelig variasjon. De samme mineralene opptrer gjennomgående over alt men noe lokalt varierende mengdeforhold. I de heng og ligg-bergarter som det er tatt slip av, opptrer Albitt, - kanskje opp mot grensen av Oligoklas for enkelte. Prøvene er tatt såvidt spredt at de skulle gi et pålitelig bilde av bergartsmiljøet nær opp til malmsonen. De samme mineraler inngår her som i de øvrige tidligere nevnte gneisene lenger borte fra malmsonen. Ligg og heng-gneisene ser ut til å ha den sureste plagioklasen i sammenlikning. I metamorfosegrad

ligger en også her et sted i laveste del av amfibolittfacies.

Bergarter i malm Fra slip 17 til og med slip 23, se bilag 4.

Beskrivelse av bergarter i malm er basert på stuffer og slip innsamlet av J.H.L. Vogt 1889 samt endel stuffer innsamlet av kandidaten. Nummereringen med romertall refererer seg til røsk i dagen, se bilag 4.

Mellom II og IV i nord er en rekke skifermellomlag i malm mer eller mindre impregnert med magnetitt. Bilde 8 s. viser hvordan disse lagene kan opptre. I et av de impregnerte lagene inngår følgende mineraler: Magnetitt, apatitt og kvarts, mest apatitt.

Slip 17 (Vogt: slip 25) fra V Uren stripe i malm. Magnetitten ligger i striper. Inntil og mellom magnetittkornene ligger hornblende. Ellers opptrer Plagioklas, kvarts, apatitt, biotitt og noen korn med pyroxen (slipet var svært tykt).

Slip 18 (Vogt: slip 27) Stripe inne i malm, Betegnet: Pyroxen skarnbergskifer fra VI eller XV. Pyroxen, + 2v er moderat, $z \wedge c_{\max} = 55^\circ$, svakt grønnlig og lite pleokroittisk. En monoklin pyroxen sansynligvis en Augit ellers opptrer plagioklas i meget sterkt omvandlet form, litt hornblende, noen frynser epidot, noe kloritt og striper av erts.

Slip 19 (SÅ9) Bergart i malm ved VII Magnetitten opptrer her som lange tynne parallelle striper, også som små korn på grense og inne i plagioklas. Mikroklin opptrer dels som korn inne i plagioklas og dels i randsone av denne. Dessuten som korn inne i Hornblende. Hornblende, pleokroittisk $x =$ lys grønn, $y =$ grønn, $z =$ grønn. - 2v stor. $z \wedge c$ ca. 22° . Mengde ca. 10%. Oligoklas, $2v \approx 90^\circ$ (opt + ?), $\alpha \wedge (010)_{\max} = 8,1^\circ$ sansynligvis Oligoklas. Monoklin pyroxen, + 2v ca 60° , $z \wedge c$ ca 53° .



Svært svak pleokroisme, farge: lys grønn, sansynligvis Angit. Pyroxen ligger hyppig innesluttet av hornblende mengde ca. 5 % Epidot opptrer som enkelte frynser. S. bilde 8

Slip 20 (M 5) Fra såle 1 nord pkt. 13. (Råta)

Denne prøve er tatt fra et porøst bergartlag i malmen som er vannførende og blir ved graven betegnet som "Råta".

Foruten magnetitt opptrer monoklin Pyroxen, $\alpha \approx 60^\circ$, sansynligvis Angit.

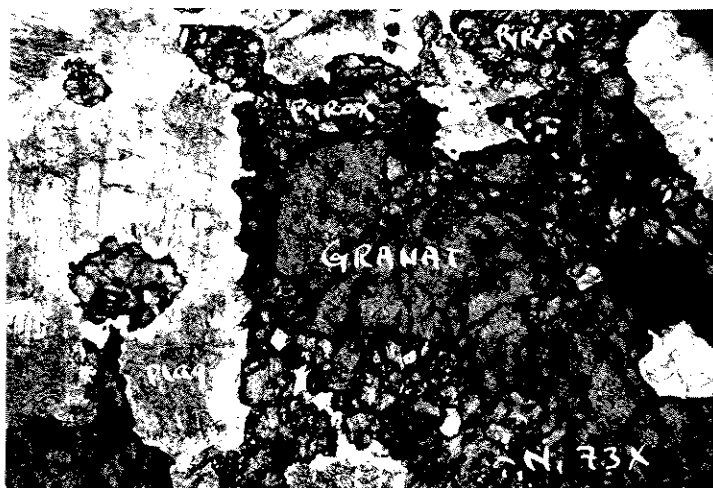
Hornblende opptrer i små mengder,

S. bilde 8 pleokroittisk og sterkere grønnfarget. Plagioklasen var svært omvandlet. $1,545 > n_1(001) > 1,540$ og $n_2 < 1,540$):
Albitt $Al_{91}An_9$, $\alpha_1(010)_{\max} 13,5^\circ + 2^\circ$ stor....

Et stråleformig mineral sansynligvis Zeolitt $\approx$ parallell utslukning.

Slip 21 og 22 Vogt: slip (13 og 14) Tynt skarnberglag.

Mineraler: granat. Røntgen tatt av kandidaten på granat fra omlag samme område, viser Andradit. Dessuten: Angit, hornblende, plagioklas, ($\alpha_1(010)$ er liten) plagioklasen er svært omdannet. Biotitt noen frynser epidot, magnetitt med randzone av titanitt og noen korn med apatitt.



S bilde 9 viser granat, pyroxen og omvandlet plagioklas.

S bilde 9

Slip 23 (Vost: slip 28) "Pyroxen - skarnbergskifer"

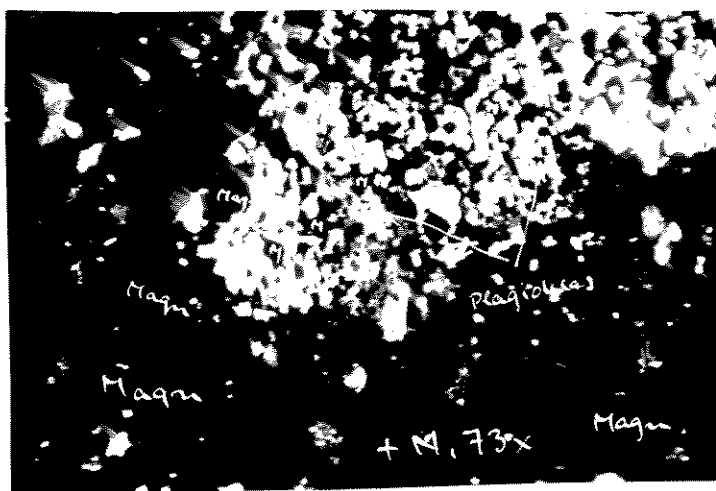
har stort sett samme mineralinnhold som slip 21 og 22, men uten granat og med karbonat.

Sluttbemerkning.

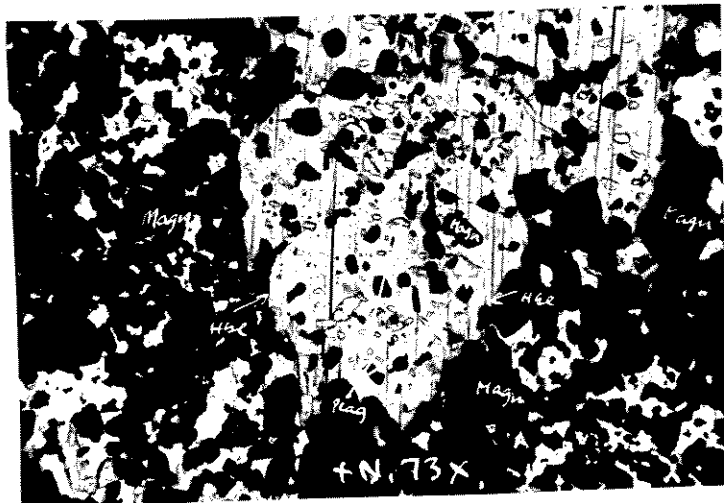
Det er påfallende at skarnlagene eller de skarnlignende bergartene opptrer hyppigst i det sentrale båndete magnetitt/jernglansholdige parti av gruen. Imidlertid synes ikke disse å opptre med så stor utbredelse som en kunne vente seg om det her skulle dreie seg om en primært dannet skarnmalm. Under dannelse av granatskarnet må det ha vært Ca - overskudd.

Slipbeskrivelse av malmene.

Slip 24 (Vogt slip 1) Fra no I (skjerp)



S.bilde 10



S.bilde 11

- | | | |
|---------------|---|--|
| 1. Apatitt |) | |
| 2. Magnetitt |) | forelå kanskje ikke i smeltet tilstand |
| 3. Plagioklas | | |
| 4. Hornblende | | |
| 5. Kvarts ? | | |

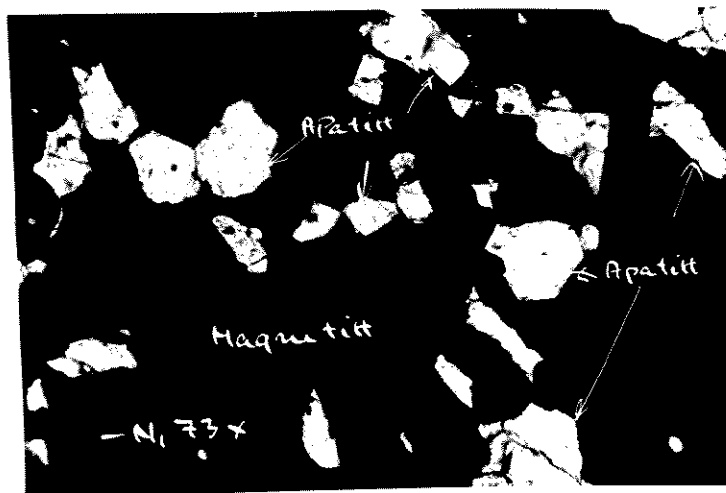
Dette er en tett og finkornig magnetitt-malm. Apatitt opptrer i adskillige mengder inne i magnetittkornene. Plagioklas ($\alpha(010)$ er liten) opptrer av og til i store krystaller. Se S.bilde 10. Disse har inneslutninger av en sky av magnetittkorn. Hornblende opptrer også i store krystaller se S.bilde 11. I disse er inneslutninger av magnetitt og plagioklas. En del biotitt opptrer i forbindelse med hornblendene. Kvarts opptrer i betydelige mengder.

Etter dette skulle krystallisasjonsforløpet være. Kandidaten regner da med en rekrystallisasjon i forbindelse med en gjenoppsmeltning under metamorfosen.

Slip 25 (M 6) Impregnasjon fra såle + syd.

Magnetitt opptrer som parallelle striper i bergartsmineralene også som små inneslutninger i disse. Mengde av magnetitt ca. 10 %. Albitt + 2 $\checkmark$ stor, $n_1(001) > 1,540$, $n_2(001) < 1,540$, $n(001) < 1,545$, $\alpha(010)_{\max} = 18,5$): $Al_{98}An_2$ Mengde ca. 30 %. Biotitt, pleokroittisk, gul - kakifarget + 2 $\checkmark \approx 0^\circ$. Mengde ca. 20 %. Kvarts opptrer i store korn, dessuten er her apatitt i betydelige mengder og svært lite titanitt. Bergartsmineralene er forbausende friske, kan direkte sammenlignes med gneis fra samme parti G 1. Slipet viser en meget utpreget foliert gneis-struktur.

Slip 26 og 27 (Vogt: slip 9 og 10) Malm fra forekomstens sydligste del. Apatitt - magnetitt. Fra dagen. Magnetittmalmen i dette parti er mellomkornig. S.bilde 12 viser hvordan apa-



titten kan opptre innesluttet i magnetittene. Apatitten opptrer dessuten i brede striper. Enkelte kvartskorn finnes, men sjeldnere hornblende og biotitt. Stufanalyse herfra viser 3,49 % P.

S.bilde 12

Slip 28 - 35 Vogt: slip 2 - 6 og 22 - 24. Fra IV Finkornig magnetitt.

Disse slipene viser en magnetitt - apatittmalm. Slipene viser stort sett det samme. Apatitten opptrer oftest i brede striper i magnetitten. Stripene er stort sett rene, men inneslutter av og til ertskorn. Kvarts forekommer i striper paral-

lelle med apatittstripene og er sterkt oppblandet med magnetittkorn. Ellers finnes noen spredte korn av hornblende og plagioklas. Vogts slip 24 viser titanitt i randsone av magnetitt.

Slip 36 og 37 (Vogt: slip 7 og 8). Jernmalm, mest jernglans fra no. X. I disse slipene er apatitten spredt som små korn over det hele. Enkelte spredte korn av magnetitt ligger inne i jernglansen. Dette sees makroskopisk.

Slip 38 (M 7) Magnetitt /jernglansbåndig malm fra gruvas sentrale parti.

Magnetitten ser makroskopisk ut til å være mer grovkornig enn jernglansen, - ca. 1-3 mm store korn. Jernglansen har mer bladige korn. Magnetittbåndene er gjennomgått av apatittstriper. Apatitten ligger forøvrig som spredte korn både i magnetitten og jernglansen. Plagioklasen er meget sterkt

omdannet. Amfibolkrystallene ser noe uvanlig ut, - pleokroittisk grønn - blågrønn.



Denne ble bestemt ved måling av lysbrytning

S.bilde 13

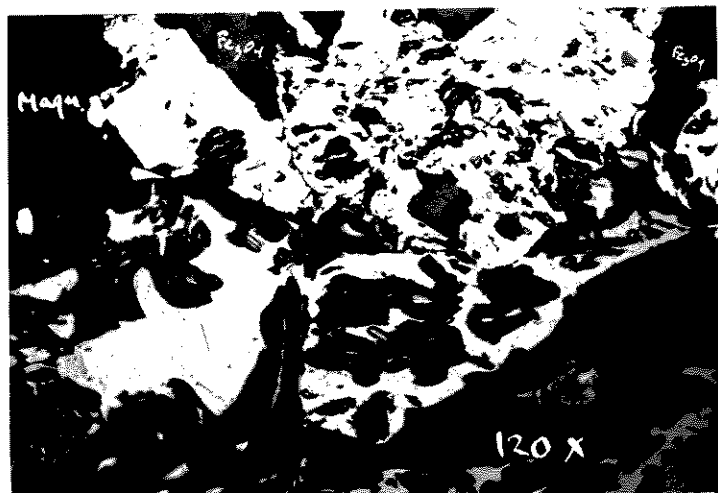
$$1,649 < n_x < 1,653$$

$$1,660 < n_y < 1,667$$

ZnO ble målt for hvert korn og viste maksimalt 37%. I følge W.E. Trøger indikerer dette en MAGNESIAHASTINGSITT, 75 mol % $MgFe^{3+}$ og 25 mol % $Fe^{2+}Fe^{3+}$. Karbonat finnes i forbindelse med amfibol. Ellers finnes

enkelte korn av monoklin Pyroxen og noen frynser av epidot. Det er forbausende at man her skal ha en mg-rik amfibol i dette jernrike miljøet. Da her også opptrer monoklin pyroxen, tyder dette på at en har vært høyt oppe i facies. Enkelte steder i forbindelse med malmsonen, opptrer pyroxen med randsoner av hornblende. Noe som tyder på at pyroxen ikke har vært stabil ved lavere facies.

Planslip 1 viste at grensen mellom magnetitt og jernglanskornene i båndene i denne malmen gjennomgående var skarpe. En del magnetittkorn var innesluttet i jernglansbåndet. En del jernglanskorn var innesluttet i magnetittbåndet, - men i disse jernglanskornene opptrådte igjen magne-



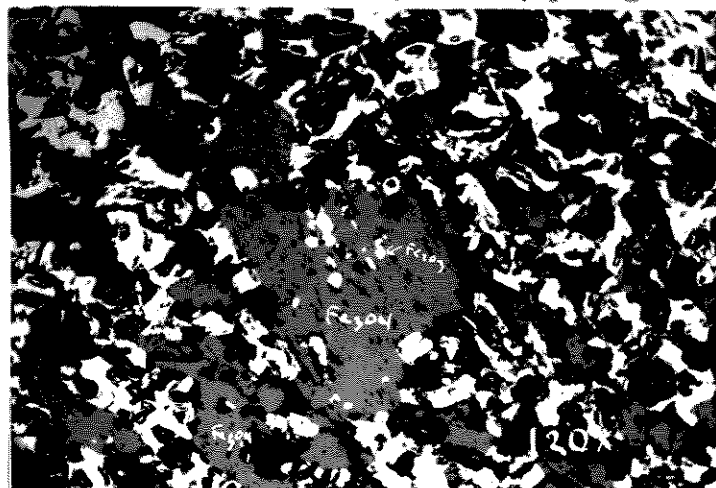
tittkorn. Dette kan være en svak indikasjon på at det på et stadium har foregått en omvandling fra magnetitt til jernglans. I jernglansen kunne en enkelte steder finne tvillingstriper som kunne minne om en martittisering. Det er imidlertid umulig å få stadfestet en omvandling i hverken

S.bilde 14

den ene eller den annen retning på grunnlag av dette slipet.

Planslip 2. Malm fra VII.

viser en finkornig magnetitt/jernglansmalm. Se S.bilde 15



Bildet viser inneslutninger av jernglans i magnetitt.

S.bilde 15



-  Tett jernmalm.
-  Hornblende
-  Grov-mellomk. Malm
-  KVARTS
-  Cu FeS₂
-  Fe_{x-1}S_x

Illustrasjon til beskrivelse
av "Sultidrose" Sæle 4 syd.

Slip 39. Camptonitt i kontakt med pegmatitt.

Den mørke, tette, nesten glassaktige bergarten er av A.M. Heltzen betegnet som Camptonit. Denne bergart er umilig å bestemme i slip.



Pegmatitt-mineraler:
Mikroblin, Alkitt,
kvarts. Se bilde

S.bilde 16

Beskrivelse av Kisrose på Sole 4 syd pkt. 416.

På sole 4 syd ved pkt. 416 kan en observere sulfidrosen som ligger midt inne i en mellom til grovkrystallinsk magn./jernglansmalm forhold ca. 70/30. Her opptrer en større rose med diam. anslagsvis 50 cm. og flere mindre opptil knyttnevestore roser. Se skisse. Har tatt enkelte kontaktstuffer for å belyse forholdene.

a) Viser en grov- til mellomkornig magn./jernglansmalm som grenser opp til hornblende. Enkelte steder er Hbl.-krystallene pent parallelltorientert og en kan da finne tett og ren jernglans i skarp og glatt kontakt med denne på andre siden. Hyppigere finner en Hbl.-krystallene uorientert og med en svært finkornig magnetitt i og ut fra grensen på den andre siden. Denne magnetitten har nærmest et flintaktig brudd som viser en slags flytning av magnetittkrystallene. c) viser en finkornig magnetitt i kontakt med kis. En kan observere hvordan kisen enkelte steder ligger inne i denne. Makroskopisk ser det ut til at såvel CuFeS_2 , FeS_2 som $\text{Fe}_{x-1}\text{S}_x$ opptrer i magnetitten.

d) viser en kvartsrose. I denne opptrer klumper finkornig magnetitt. I kontakten mang./kvarts ser det ut til at magn. er litt mer grovkornig enn et stykke ut fra kontakten. I stikk i kvartsen opptrer CuFeS_2 sammen med finkornig magn. I kontakt med kvartsen opptrer også Apatitt i lange prizmer (Apatitten påvist i pulverprøve). I spaltene i denne ser det makroskopisk ut til å være avsatt CuFeS_2 . I sulfidene opptrer innesluttete tette hexagonale krystaller, - grønne med flintaktig utseende. Brytn.indeks og min. arealets utseende tyder på kloritt, - nærmest prokloritt. Langs grensen av denne er ingen anrikning av sulfider. I et annet ikke fullt så finkornig flintaktig klorittmineral, har anriktet tynne bånd av FeS_2 sansynligvis markasitt i kontakten. Et malm-slip viser hvordan markasitt opptrer anriktet i stikk i magnet-kis. I utkanten av markasittstripen i grensen mot magnet-kisen opptrer korn av CuFeS_2 . Hovedmin. i slipet er magnet-kis. Forsøk med magn. viser det. Det er ikke funnet lignende ting i strossene hverken ovenfor eller nedenfor denne rosen. I området er en rekke kloritt-slepper og stikk.

Kort beskrivelse av "Druserommene".

Det synes kandidaten som om druserommene nesten lovmessig opptrer i tilknytning til en eldre pegmatitt som er overskåret av en kloritt-kalkspattsleppe.

I druserommene finnes bl.a. følgende mineraler:

Stilbitt, Chabasitt, fibrige asbestaktige mineraler i forbindelse med hornblende, berglæraktige mineraler i forbindelse med pent utviklede og sonarbyggede bergkrystaller. Dessuten: Kalkspatt, flusspatt, anhydrid, granat, jernglansglimmer, biotitt og en lang rekke mineraler som er vanskelig å bestemme makroskopisk.

Disse druserommene ser med få unntak ut til å være ledsaget av ren jernglans.

Generalanalyser for Søftestadmalm.

	Analyser av Rieber og Vogt 1889 i %	Skipningsanalyse gjennomsnittlig for 1958 i %	Generalanalyse 2. okt. 1959 i %
Fe ₂ O ₃			54,69
FeO.			21,55
Total Fe. . .	58,8	51,98	55
MnO.	0,08		0,15
CaO.	8,60	6,17	4,64
MgO.	0,40	1,32	1,03
Al ₂ O ₃	spor	3,51	2,70
SiO ₂	2,40	11,37	9,60
TiO ₂	spor	-	-
P ₂ O ₅	-	-	2,75
P.	2,50	1,29	1,20
As ₂ O ₅	-	-	0,08
As.	-	-	0,05
ZnO.	-	-	0,11
S.	0,025	0,05	0,28

Diskusjon av maldannelse.

Bergartsmiljøet omkring Søftestadmalmen ser, som tidligere nevnt, ut til å være av ren eruptiv opprinnelse. Kandidaten mener derfor å kunne se bort ifra en primær ~~K~~lastisk dannelselse. De alternativene som er rimelig å ta i betraktning er følgende:

- 1) Magmatisk dannelselse
 - a) Krystallisasjonsdifferensiasjon
 - b) Lignidmagmatisk-pneumatiktisk.
- 2) Exhalatitv sedimentær dannelselse.

Likheten mellom Søftestadforekomsten og de mellomsvenske forekomstene med hensyn til opptredende og bergartsmiljø, ble tidlig påaktet. I P. Geijers beskrivelse av Gällivare malmfelt SGU, Ser. ca. 22, 1930, kan en finne enkelte generalanalyser av malmen der some er tilnærmet identisk med hva generalanalysene fra Søftestad viser. Det kan trekkes en rekke felles trekk for Gällivare malmfelt og Søftestadforekomsten.

- 1) Gällivareforekomsten har undergått en intens foðning og deformasjon og er rikelig inntrudert av granitt og pegmatitt.
- 2) Både de malmførende bergartene og malmene har undergått en gjennomgripende strukturell metamorfose. Følgende geologiske hovedenheter:

- 1) Det malmførende bergartskomplekset, består av leptitter og gneiser.
- 2) Malmene
- 3) Granitt og pegmatitt.

De malmførende leptittene skiller seg ut fra gneisene kun når det gjelder kørnstørrelsen.

Det samme kan ikke sies om Søftestadgneisene. Det var tidligere nevnt at den røde finkornige gneisen hadde skarpe grenser mot gabbro og amfibolitt og mørk Søftestadgneis. Det lykkedes ikke kandidaten å finne rød gneis i kontakt med den lyse Søftestadgneis. Det eneste som kan peke på et eventuelt skille er at

den lyse Søftestadgneis ved Århus gård var vesensforskjellig fra den finkornige røde gneis. Disse to bergartene ligger kun 30 m fra hverandre (OV 12 og OV 13).

De lyse Søftestadgneisene som finnes i området ut fra malmsonen har nærmest diorittisk sammensetning. Disse kan parallellføres med de metabasittene som er utbredt i feltet omkring Gällivare. Magnusson nevner at metabasittene etter alt å dømme er vulkanske dannelser, lavaer og tuffer av dacitisk eller andisittisk sammensetning.

Malmen ved Gällivare er for en stor del magnetitt, men store deler av Stora malmen er jernglans. Begge malmtypene opptrer likt mot sidebergarten. Det sistnevnte forholdet kan også stemme med Søftestadmalm. Men i det Magnetitt/jernglansholdige parti opptrer en impregnasjon i gråberg som er sjeldnere i den magnetittrike del av gruve. Ved Søftestad forekommer ikke nevneverdige partier av ren jernglansmalm. Derimot forekommer en båndig Magnetitt/jernglansmalm mellom en temmelig ren magnetittmalm i "linse 1" og lengst i syd i "linse 3". Her opptrer som nevnt ingen skarp overgang fra parti til parti. Overgangen fra jernglansmalm til magnetittmalm langs strøkretningen i Gällivare skjer iblant ved en suksessiv utspedning, men oftere gjennom en sone, der magnetitt og jernglans alternerer med hverandre i form av bånd, som følger malmens strøk og fall.

Apatittinnholdet ved Søftestad.

Apatitten er bestemt ved lysbrytning

$1,630 < n_D < 1,635$): en temmelig ren FLUORAPATITT.

Malmen viser et noe varierende apatittinnhold fra parti til parti i gruve. Det ser ikke ut til som det går an å føre apatittinnholdet tilbake på noen bestemt malmtypen innen de forskjellige "linsene". Det er nevnt under den makroskopiske beskrivelsen at apatitt gjerne opptrådte noe mer avrikt i magnetitt nær ligg av malm, - ellers finnes apatitt spredt over alt i malmsonen også over alt i sidebergarten og Søftestadgneisene forøvrig, dog aldri i slike mengder som i selve malmsonen.

Imidlertid synes de mest apatittrike delene av gruva å være konsentrert i det øverste parti av malmsplaten og i "linse 2". Det synes ellers å være større lokale variasjoner av apatittinnhold i disse partiene nær dagen. Mot dypet ser det ut til at apatittinnholdet har stabilisert seg på ca. 1 % P.

Apatittinnholdet i Gällivare ligger i gjennomsnitt for en malmkropp på omlag 1 % P, men varierer betydelig. Vanligvis opptrer apatitten i en mer eller mindre markant randing.

Malkroppens grenser er ofte aldeles distinkte og gjerne sleppige. Det er imidlertid sjelden at en finner en samlet malm mot ren leptitt eller gneis. I nordpartiet av Søftestadforekomsten og i "linse 3", har en skarp konkordans mellom malmsone uten impregnasjon i heng derimot har en de tydelige impregnasjonssonene i heng i "linse 2".

Randingen i Gällivare er betegnet som en ytterligst til plattet malmkreccie. Også her opptrer randingen i malm med en regelmessighet som for en skiktning. Utspilingen av malmsonen i linse 1 helt i nord, se bilag 4, kan representere malmkreccier. Det er imidlertid vanskelig å tenke seg når en betrakter de regelmessige lagene i gruva, se bilde 8 side 16. Konturene av utgående i dagen minner utvilsomt sterkt om breccier.

Det er forbausende stor analogi med Gällivare og Søftestadforekomsten. De forhold som opptrer i den ene forekomsten kan i de fleste tilfeller direkte overføres på den andre.

Krystallisasjonsdifferensiasjon eller Liquidmagmatisk - Pneumotektisk.

Malmsonen ved Søftestad ligger i de sure albittrike gneiser. Dette synes litt merkelig dersom malmen opprinnelig skulle stamme fra et gabbroid magma. Likeledes at ertsinnholdet i Søftestadgneisene viser seg å være temmelig konstant like inn til malmen såvel som i de mer basiske gneisene eller og den typiske gabbro. De skarpe grensene mot sidebergartene synes ikke å peke på at malmsonen og sidebergarten stammer fra samme magma.

P. Geijer fremholder den sistnevnte analogi for Kirunas vedkommende og mener at Kiruna hører til de liquidmagmatiske pneumatotekniske malmene.

I syenittporfyrene i Kiruna finnes tallrike mandler som viser en anrikning på magnetitt som viser at det har foregått en ertsutsondring i en silikatsmelte. Disse mandlene skulle ha blitt dannet av en svært gassrik smelte med lettflyktige bestandeler.

Ved Søftestad er bergartene over alt impregneret med magnetitt. De er imidlertid så sterkt tektoniserte og metamorfoserte at eventuelle relikter etter eldre mandelstrukturer ikke særlig godt representert. I enkelte slip kan en finne magnetittkorn som overveiende hyppigst opptrer på grensen mellom feltspatkornene. Ellers synes det litt vanskelig å trekke en direkte parallell mellom de svenske syenittporfyrene og Søftestadgneisene.

R. Fischer har gjort en rekke smelteforsøk av blandinger mellom system av høyere jernoksyder - calciumfosfat - natrium-silikat som synes å bekrefte P. Geijers syn for Kirunas vedkommende. Disse forsøkene gir en god forklaring på den høye jern- og fosforgehalten i disse og nærbeslektede forekomster.

Exhalativt sedimentær.

En sedimentær dannelse forklarer den pene båndingen i malmen. Ut i fra en exhalativ sedimentær hypotese er disse å betrakte som relikter etter en primær bånding. Sedimentasjonen kan tenkes foregått ved en rytmisk felling. Det er ikke funnet kvarts i båndene. De hovedmineraler som inngår i jernglansbåndene er følgende: Feltspatt, magnesiahestingsitt, pyroxen og litt karbonat i forbindelse med amfibolen.

Et forhold som viser ren analogi med de svenske båndete forekomstene er en konsentrasjon av magnetitt på hver side av malmsonen og i de og fremfor alt i fortykninger og utspissinger av malmsonen. Jernglansen i båndene er skjellaktig og magnetitten er isometrisk.

De typiske svenske båndete malmene holder aldri over 55 % Fe, - gjennomsnittet er adskillig lavere. Bisbeberg som representerer en av de mindre typiske kvartsbåndete malmene holder opptil 64 % Fe, men kun 0,005 % P. Det høye Fe innhold

tenkes fremkommet gjennom en anrikning ved utløsning av kvarts.

I Lahn-Øll forekomsten holder ^{den rikeste} malmen 50-55 % Fe og 0,3 - 0,4 % P.

Bergartene i tilknytning til forekomsten kan parallellføres med basiske og sure lavaer (ell. tuffer). De lyse Søftestadgneisene kan opprinnelig ha vært basalter og idag representere i sterkere eller svakere grad granittiseringsprodukter i forbindelse med tektoniseringen av området og sirkulerende løsninger. Det er også tenkelig at heng og liggbergartene, (albit-rike med korn av mikroklin i plagioklas-kornene) opprinnelig kan ha vært tuffer, men har fått sitt nåværende mineralselskap under metamorfosen.

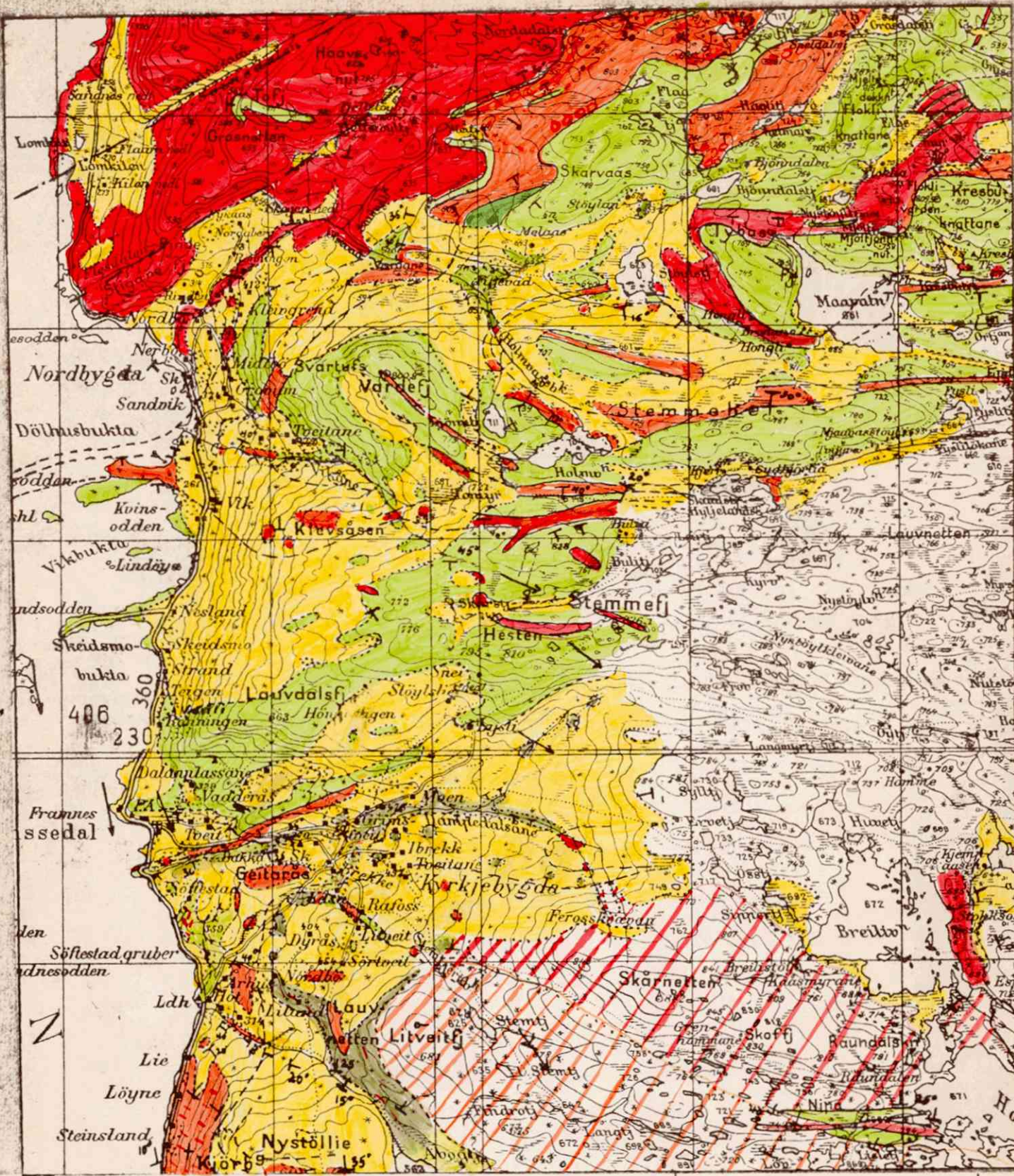
De skarnmineraler som finnes i malmsonen, er et indicium på at malmsonen har undergått metasomatiske prosesser om enn av sekundær betydning i forhold til en primær dannelselse. Det er ting som tyder på at her har foregått metasomatiske prosesser som er nær beslektet med Fe-Mg-metasomatosen slik den er beskrevet for en del svenske forekomster.

Med hensyn til opptredende i felt og på grunnlag av feltobservasjonene, vil en lett forestille seg dette som en sedimentær malm. Men bergartsmiljøet kan vanskelig parallellføres direkte med noen av de kjente sikre exhalativt sedimentære malmene. Typiske trekk som kan oppfattes som sedimentære kan forklares som rent tektoniske trekk.

På grunnlag av parallellføringen med Gällivare, faller det naturlig å henvise Søftestad-malmen til liquidmagnetisk pneumotektiske malmer.

Anvendt litteratur.

- H. Schneiderhöhn: Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde.
- Nils H. Magnusson: Malmgeologi.
- Paul F. Kerr: Optical mineralogy.
- W.E. Tröger: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale.
- Winchell: Elements of optical mineralogy II.
- Paul Ramdour: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen.
- Steinar Foslie: Hastingsites and amphiboles from the epidote-amphibolite facies. N.G.T. nr.25.
- J.H.L. Vogt: N.G.U. 17. Nissedalens jernmalmforekomst.
- R. Fischer: Entmischungen in Schmelzen aus Schwermetalloxyden e.t.c.
N.Jahrbuch f. Mineralogie
Abhandlungen 81, 1950.



TEGNFORKLARING:

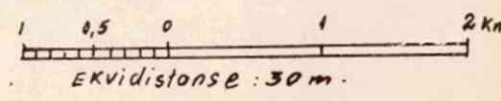
- GRANITT.
- GABBRO OG AMFIBOLIT.
- FINKORNET LEPTITGNEIS.
- M/røde ring. agl. ? Kgl. Lkn.
- SØFTESTADGNEIS - LYS.
- M/røde strok - pegm. sliror.
- SØFTESTADGNEIS - MØRK.

- GRANITTGANGER.
- GNEISGANGER.
- Hbl. skifer. (Nordbygd).
- OVERDEKNING.

Geologisk Kart Bilag 1.
over

NISSEDALSOMRÅDET.

Utdrag av statsgeol. Fossies
Kart. M = 1:50 000.



NTH, jan. 1961.
Ried Kjell Kvinn.