



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Innlegging av nye rapporter ved: Stig

Bergvesenet rapport nr

6206

Intern Journal nr

Internt arkiv nr

Rapport lokalisering

Gradering

Kommer fra arkiv

Elkem A/S

Ekstern rapport nr

Elkem 84-92-1

Oversendt fra

Elkem A/S

Fortrolig pga

Fortrolig fra dato:

Tittel

Det store eksamensarbeid 1966 for Arve Haugen : Gi en malmgeologisk beskrivelse av Gilså - Dronningen - Lillefjell-området i Meråker.

Forfatter

Haugen Arve

Dato

År

21.06 1966

Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

Kommune

Meråker

Fylke

Nord-Trøndelag

Bergdistrikt

1: 50 000 kartblad

17211 17212

1: 250 000 kartblad

Trondheim
Østersund

Fagområde

Geologi

Geofysikk

Dokument type

Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkesfelt)

Lillefjell

Gilså

Dronningen

Råstoffgruppe

Malm/metall

Råstofftype

Cu Zn

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Trondheim 21.6.1966

Det store eksamensarbeid 1966 for

Arve Haugen :

Gi en malmgeologisk beskrivelse av Gilså-
Dronningen-Lillefjell-området i Meråker.

Chr. Oftedahl /s./

Erklæring

Jeg erklærer herved at eksamensarbeidet er utført
i samsvar med eksamensreglementet ved Norges Tekniske
Høgskole.

Trondheim, 11.november 1966.

Arve Haugen

Forord.

Feltarbeidet i Meråker foregikk i tiden 1. august til 1. september 1966. Det skulle vise seg at august samme år kom til å bli ganske våt. Av de tre første ukene i måneden var det hele 11 dager som ikke var brukbare til feltarbeid. Bearbeiding av resultatene har foregått på Geologisk Institutt, N.T.H.

Jeg er bergingeniørene Løvaas og Hald ved Skorovas Gruber stor takk skyldig for all den hjelp som er ydet meg, bl.a. ved å stille måleutstyr og målemannskaper til disposisjon for de geofysiske målinger, og for alt annet utstyr som jeg har hatt bruk for. Likeledes er de kjemiske analyser utført på laboratoriet i Skorovatn.

Videre må jeg få takke NGU, Kjemisk avdeling, for den hurtige behandling av mine spektralanalyser.

Til slutt vil jeg få takke preparantene Iversen og Frøseth ved Geologisk Institutt for polerslip og tynnslip samt A. Hov for DTA undersøkelser. Videre en takk til annet hjelpsomt personell ved instituttet.

Røntgenundersøkelsene av magnetkis er utført på egen hånd og alle fotografier er laget av meg selv.

INNHALDSFORTEGNELSE

	side
I INNLEDNING	1
1. Kommentar til oppgaveteksten	1
2. Feltets beliggenhet	1
3. Adkomst til feltet	3
4. Overdekning og kvartær geologi	4
5. Benyttede hjelpemidler	5
6. Tidligere arbeider	6
II GEOLOGISK OVERSIKT	9
1. Generelt	9
2. Geologi i feltets tilgrensende områder	10
3. Oversikt over opptredende bergarter i feltet	13
4. Malmforekomster i feltet	13
III FELTETS GEOLOGI	16
A. Bergartene	16
1. Den blåsorte grafittførende fyllittskifer	16
2. Mørk grå fyllittskifer	19
3. Den grågrønne gråvakke	21
4. Den grågrønne fyllittskifer	25
5. Den lys grå svakt kvartsittiske sandsten	30
6. Den grågrønne gråvakkefyllitt	31
7. Den lyse grågrønne sandsten og grå skifer	37
8. Gabbro	40
B. Stratigrafi	49
1. Profilene	49
2. Lagfølgen	53
C. Tektonikk	54

	side
IV FELTETS MALMER	57
1. Lillefjell gruve	57
a. Generelt om gruen	57
b. Geologi	58
c. Malmen	62
2. Gilså gruve	68
a. Generelt om gruen	68
b. Geologi	69
c. Malmen	72
3. Dronningen gruve	74
a. Generelt om gruen	74
b. Geologi	75
c. Malmen	78
4. Skjerp i området	80
V LABORATORIEUNDERSØKELSER	82
1. Spesiell undersøkelse av Lillefjell-kis	82
2. Røntgenundersøkelser av magnetkiser	86
3. Sporelementundersøkelse	93
VI GEOFYSISKE UNDERSØKELSER	95
VII DRØFTING AV FELT- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	97
1. Geologien	97
2. Malmen	98
3. Laboratoriearbeider	102
4. Geofysikken	103
SAMMENDRAG	106
LITTERATURLISTE	

I INNLEDNING

1. Kommentar til oppgaveteksten.

Slik oppgaveteksten er formet, synes det som om en står ganske fritt hvordan en bygger opp arbeidet.

Jeg har da gjort det slik at jeg har opptatt et kart over den generelle geologi i området med slippbeskrivelse av de opptredende bergarter. Videre har jeg forsøkt å finne ut hvordan malmene opptrer i feltet og beskriver slipp, likeledes hvordan de mineraliserte soner opptrer. Da tektonikken er meget komplisert og tiden svært begrenset, har det ikke vært mulig å se nøyere på dette problemet.

Videre er det gjort en undersøkelse over malmen i fast fjell ved Lillefjell gruve, der hvor man kommer til, likeledes ved Gilså og Dronningen. Ved hjelp av røntgenundersøkelser av magnetkiser er det gjort forsøk på å se om man kan finne noen sammenheng med metamorfosetemperaturen, og ved sporelementundersøkelse se om man kan komme på sporet eller noen tegn på hvordan malmen er kommet på plass.

Da det syntes som om Lillefjell og Gilså lå i samme drag, ble det gjort geofysiske undersøkelser for å se om det var noen sammenheng mellom disse to. Videre var det meningen å se om malmen ved Dronningen drar seg noe til siden.

2. Feltets beliggenhet.

Det undersøkte feltet ligger i Meråker herred i Nord-Trøndelag fylke, nesten ned mot grensen til Sør-Trøndelag og ca. 15 km. NV for Essandsjø. (fig.1).



Fig. 1. Feltets geologiske beliggenhet.

Mot øst er feltet begrenset av Horrådalen med elven Horråa, og mot vest begrenses det av Løddøljdalen med elven Løddølja. I syd er begrensningsen gjort der fjellplatået begynner å helle ned mot Tydalen, og i nord er begrensningsen et par hundre meter nord for Lillefjell gruve.

Terrenget er svakt stigende fra Rotvold gård som ligger 586 m.o.h. og opp til det som må karakteriseres som et lite fjellplatå i ca. 900 m. høyde. Over dette platå reiser små topper seg. I nord Grubefjellet på 928 m.o.h., i Sydvest Gilsåfjellet på 969 m.o.h. Mot øst synker landskapet ned til 650 m.o.h. før det igjen stiger mot toppen av Bjørneggfjellet (911 m.o.h.) Deretter synker landskapet raskt mot øst, og Horrådalen ligger på ca. 750 m.o.h. I det sentrale parti når Lillefjellet opp i 850 m.o.h. Omtrent rett vest for Gilså raker Fongen-massivet opp.

Tregrensen går i ca. 700 m. høyde, og over dette finnes ikke trær utenom noe lav vidje. Dette gjør at det er svært værhardt. Det er ikke noe som gir ly. (fig.2).



Fig.2: Oversiktsbilde. Tatt fra Grubefjellet mot Ø.

Tjern finnes det lite av. Damtjern er det største og ellers finnes bare noen få navnløse små-vann. Lengere nord ligger Svartåtjern.

3. Adkomst til feltet.

Feltet kan nåes med buss eller tog til Meråker. Derfra er det forbindelse en gang pr. dag inn til Stordalen med melkebil. Veien går videre inn til den innerste gården, Rotvold. Herfra går to av Trondhjems Turistforenings stier videre sydover. Den ene går forbi Dronningen gruve og videre til Storerikvolden ved Essandsjøen. Den andre

går til Lillefjell gruve der den deler seg i en sti til Schultz-hytta og en til Skarpdalsvolden, via Gilså gruve.

Fra Rotvold gård er det ca. 4,5 km. til Lillefjell gruve, 8,5 km. til Gilså gruve og 6,5 km. til Dronningen gruve.

4. Overdekning og kvartær geologi.

Store deler av det sentrale området består av bløte myrer med små myrtjern. Her finnes ikke blotninger. Nedover mot Horrådalen er det helt overdekket, og blotninger finnes bare i en bekk som renner ned mot Horråa. På det vedlagte kart er det inntegnet der det ikke er mulig å finne blotninger. Videre finnes områder der det kan stikke opp knatter mellom myrene. Disse må karakteriseres som delvis overdekket. Dette gjelder spesielt mellom Gilså og Lillefjell. Disse områder er ikke inntegnet som overdekket. Det har dessuten vært vanskelig å kartlegge på gruvene og i disses umiddelbare nærhet, da store velter og rustvann enten dekker berggrunden eller har gjort den så ukjennelig at den ikke kan bestemmes nøyaktig.

Isen har rundet og jevnet ut terrenget. Skarpt fremtredende rygger finnes ikke, men noen lave, godt avrundete. Berghammer^{ne} er glattpolert av isen og svært runde i formen slik at man svært få steder får vertikale snitt. Dette har gjort det vanskelig å få målt nøyaktige foldningsakser.

Løsblokker av grovkornet granitt med rød feltspat og blokker av en meget sort amfibiotitt, viser at isbevegelsesretningen har vært fra syd mot nordvest. Slike bergarter finner man syd for Essandsjøen. Videre finner man

skurings-striper som i den vestlige delen av feltet viser en retning N 40⁸V. Rundt Lillefjell gruve og videre mot øst er retningen mere NNV, i sydøst noe mere mot vest igjen.

Et karakteristisk trekk ved isretningen, spesielt i de vestre områder, er at isen ikke har gravet langs strøket, men langs den falske skifrihet som bergartene har. Dette har resultert i at f.eks. en meget finskifret grafittførende fyllittskifer står opp som en avrundet rygg. Bergartene på begge sider av denne er dessuten enda svakere. Dette kan også være grunnen til at grafittskiferen står opp.

Oppe på fjellplatået ligger bunnmorene med skarpkantete blokker og grus. I denne ligger det store løsblokker som stammer fra området.

Langs Lødselja strekker en grusås seg og kan følges over flere km. Den kan være 10-15 m. høy, og den viser tydelig at isbevegelsen er mot nord-vest.

I øst i Horrådalen er det mektige glacifluviale avsetninger. Her har materialet sperret av dalen som en rygg og elven har senere gravet seg gjennom. Det stiger bratt opp fra syd og faller slakt mot nord. Materialet er ganske godt rundet og usortert. Grusen inneholder også her granitt og amfibolitt. En må anta at dette er et isranddelta. Et vann uten avløp oppe på ryggen er dannet av en dødisgrop.

5. Benyttede hjelpemidler.

I den geologiske kartlegging er benyttet flyfoto med serienummer N25/1235 i målestokk 1:20000. Til stereoskopisk dekning samme foto i 1:35000.

De topografiske kart som er benyttet er meget unøyaktige og tildels direkte feil. Det er de såkalte NATO-kart i målestokk 1:50000, og de er en oppfotografering av de gamle NGO-kart. Kartbladene som er benyttet er 1721 I Meråker og 1721 II Essandsjø.

Et kompass med 400^g-inndeling er benyttet under feltarbeidet.

Som støtte for vurderingen av bergarter og malmer er det tatt 22 tynnslip og 15 malmslip. Som egne bilag finnes fullstendig tynnslip- og polerslipbeskrivelse. Som støtte til det opptegnede geologiske kart er det tegnet 3 profiler gjennom feltet.

Det undersøkte området er på ca. 25 km². Da flere av bergartene skiller seg klart ut på flyfoto, er stereoskopisk betraktning benyttet til det geologiske kart der grensene ikke er oppgått.

6. Tidligere arbeider.

Det er tidligere gjort mange arbeider i Trondheimsfeltet. Kjerulf foretok en inndeling av det i 3 deler og betraktet det som en enkel synklinal. Reusch gjorde rundt 1890 flere reiser i Trondheimsfeltet. Törnebohm (1896) gjorde en geologisk beskrivelse med nytt forslag til stratigrafien. Goldschmidt (1915, 1916) delte opp store deler av Trondheimsfeltet i metamorfe soner. J.H.L. Vogt oppdaget Dictyonema flabelliforme på Nordaunevolden.

C.W. Carstens (1920 og 1928) satte opp et geologisk kart over de forskjellige grupper utbredelse og beskrev flere av bergartene meget detaljert.

Aasgaard (1927) beskriver malmforekomster i øvre Gauldal og i Tydalen nordover til Ramsjø gruve. Senere har Th. Vogt og C. Bugge ydet bidrag til Trondheimsfeltets geologi.

Geologisk litteratur som beskriver det her aktuelle felt detaljert, eksisterer ikke. Geologisk oversiktskart finnes heller ikke. I de nærmeste områder er det i de siste år gjort noe.

Nils Schøyen gjorde i 1919 og 1920 noen undersøkelser for Meråker Gruber. Han gikk noen profiler tvers over hele området. Et fra Gilsåa, over Grubefjellet og videre vestover, og et fra Horrådalen over Gilsåfjellet og opp til toppen av Fongen. Han nevner her bare opp de bergarter som finnes, deler inn i sandstensbenker i glimmerskifer og normal glimmerskifer. Dessuten legger han vekt på opptredende gabbroganger. Denne rapporten finnes i bergarkivet.

Av nyere undersøkelser finnes de petrografiske og geologiske undersøkelser Kisch (1962) har gjort i de sydvestre deler av Tydal.

K.Ø. Bryn (1958) har beskrevet søndre del av kartblad Essandsjø.

U. Bjørlykke (1962) har gitt en oversikt over bergarter som opptrer umiddelbart syd for mitt felt. Hun har også vært i området rundt Gilså.

I de siste somre har statsgeolog Wolff drevet geologisk kartlegging nord for riksveien gjennom Meråker. Jeg har hatt hans ennå upubliserte kartblad fra sommeren 1965 å støtte meg til.

Hovedfagstudent Ingolf Rui tok opp et kort geologisk profil sommeren 1965 under en befaring til Lillefjell gruve. Dette profil går omtrent øst-vest, ca. 2 km. nord for Lillefjell gruve. Hans observasjoner, plottet på flyfoto, har jeg hatt til rådighet, likeså hans dagboknotater. Det viser seg at mine egne observasjoner passer godt overens med Rui's, og for helhetens skyld har jeg tillatt meg å binde hans profil inn i den nordlige delen av mitt eget kart.

II GEOLOGISK OVERSIKT

1. Generelt

Trondheimsfeltet, som det undersøkte området ligger i, er en bred akse-depresjon som tilhører Kaledonidene. Det finnes flere opp- og nedbøyninger som ligger normalt til den kaledonske retning og skaper tydelige kulminasjoner, f.eks. Grognekulminasjonen.

Bergartene består av metamorfe kambro-siluriske sedimenter som er blitt beskyttet mot erosjon. Disse bergarter er foldet og overskjøvet.

I sydvest er Trondheimsfeltet i forbindelse med skyvedekkene i Jotunheimen, mot vest ligger kambro-siluriske sedimenter på basal gneiss og i sydøst over sparagmittkomplekset. I Sylene, videre mot nord, ligger sedimentene direkte oppå et antiklinorium av prekambriske granitter og porfyritter.

I de østre deler av Trondheimsfeltet, innover mot riksgrensen, er det typiske flysch-sedimenter. Vestover går man over i mere eu-geosynklinalfacies med tykke lag av lavaer og andre vulkanske produkter mellom de sedimentære bergarter.

Metamorfosen varierer gjennom hele Trondheimsfeltet fra nesten unetamorf til amfibolitt-facies. Største delen av bergartene hører med til grønnskifer og epidot-amfibolittfacies. Det er her de østlige deler hører hjemme. Goldschmidt (1915) deler opp hele Trondheimsfeltet i metamorfe soner, og henfører de østlige deler til sin biotittsone.

Stratigrafien i Trondheimsfeltet har vært gjenstand for stor diskusjon som begynte i forrige århundre og pågår enda. Th. Kjerulf betraktet det som et enkelt synklinorium med de yngste lag i midten. C.W. Carstens hevdet at hele den sentrale del var et antiklinorium, bestående av de eldste bergarter i feltet. Den stratigrafiske rekkefølge er nå bestemt i den klassiske nordvestre delen av feltet hvor bergartene så godt som ikke er metamorfisert. Men denne stratigrafi kan ikke uten videre overføres til de andre områder i feltet, så stratigrafien kan ennå ikke sies å være klarlagt i de fleste andre deler av Trondheimsfeltet.

Man er heller ikke kommet til en løsning av Trondheimsfeltets tektonikk, da man ikke med sikkerhet kan si om bergartene tilhører en eller flere tektoniske enheter.

2. Geologi i feltets tilgrensende områder.

I en karakteristisk grågrønn bergart i det undersøkte felt, opptrer store porfyroblaster av biotitt. Den er meget utbredt i de østlige grensestrøk og ble av Reusch i 1890 kalt Stuedalsskifer.

Denne bergart ble beskrevet av C.W. Carstens i 1920 og 1928 og henført til Røros-gruppens - den eldste av Trondheimsfeltets stratigrafiske enheter - høyere horisonter.

H.J. Kisch (1962) har i sitt arbeide fra Tydal støtt på denne bergart i de østlige deler av dette området og mener også den er en del av Røros-gruppen.

K.Ø. Bryn (1958) beskriver Stuedalsskifer nordvest for Essandsjø og plasserer gruppen i øvre del av Røros-gruppen på overgangen mellom kambrium og ordovicium.

En annen karakteristisk bergart som finnes på vestgrensen av det undersøkte felt er en grafittførende fyllittskifer. Denne er også iaktatt av Carstens (1920). Han kaller denne og liknende skifre for lerglimmerskifre. Törnebohm (1896) innordner de grafittførende glimmerskifer i sin Brekskifer-gruppe og parallelliserer denne med Rørosgruppens høyere horisonter. Bryn mener også at Stuedals-skifrene fører flere soner med grafittskifer.

På F.C. Wolff's (1965) upubliserte kart forekommer i den vestlige delen av det kartlagte området en skifer som betegnes som "grå, ofte grafittførende sercittfyllitt". Dens mineralogiske sammensetning er enda upublisert, men det er stor sannsynlighet for at det er den samme sone som av meg er kartlagt under betegnelsen "blåsort, grafittførende fyllittskifer.

Angående lagseriens stratigrafi mener Wolff at bergartene i vest er eldre enn de i øst. Da lagene har fall mot vest har man her med en invertert lagstilling å gjøre. Beviset på dette er følgende (personlig meddelelse): Over den grå, ofte grafittførende sercittfyllitt kommer en bergart Wolff kaller gråvakkefyllitt, og over denne igjen en konglomeratbank som er kalt "Lille Fundsjø polymikte konglomerat". Dette konglomerat fører boller som stammer fra overliggende bergarter som er grønnstener og finkornige til middelskornige dioritter. Videre er det funnet typiske sedimentære strukturer langs riksveien mot Storlien, såkalte flowcasts, som også tyder på en invertert lagstilling.

Hovedfagstudent Rui, som arbeider i Haltdalen, mener også å ha funnet sedimentære strukturer som tyder på

invertering.

Under den grafittførende sericittfyllitt ligger en grå sandsten og under denne igjen kommer mørkegrønne grønnstener (amfibolitter) i en smal sone. Denne sone har vist seg å komme og gå. Den kan følges fra Verdal og sydover og så forsvinner den. I Meråker kommer den igjen ved nordvest-enden av Fjergen, og den er av Wolff fulgt ned til riksveien. Sommeren 1966 fulgte cand.mag. G. Grammeltvedt denne sonen og den grå sandsten videre sydover. Det viser seg da at grønnstenen forsvinner igjen noe sydvest for Storhusmandsberget i Meråker. I det herværende kartlagte området er den ikke påtruffet.

Wolff har videre mot øst metagråvakker og mørk grå til svarte fyllitt-skifre.

Bergartens strøkretning viser en ganske jevn forandring når man følger dem mot syd. Nord for riksveien gjennom Meråker har de et ganske konstant strøk i nordøstlig retning. Denne retning beholdes til man kommer sydover til Storhusmandsberget. Her svinger strøket først over til nord-syd og videre sydover til nord-vest slik det opptrer i det undersøkte området.

Aldersforholdene gies av Wolff (1964) som følger: Den grå, ofte grafittførende sericittfyllitt ligger underst med sandsten og grønnstener (amfibolitt) over, i den såkalte Sulåmo-gruppen, og regnes til Undre Hovin i ordovicium. Metagråvakkene innregnes i Kjølnhaug-gruppen og regnes til Øvre Hovin i over-ordovicium. De mørke grå til svarte skifre tilhører Slågan-gruppen og regnes til silur.

3. Oversikt over opptredende bergarter i feltet.

Da bergartene innen feltet stort sett har samme mineralogiske sammensetning, er de på det vedlagte kart skilt ut etter makroskopisk utseende.

I vest finnes en blåsort, grafitt-førende fyllittskifer. Østover kommer man så inn i en mørk grå fyllittskifer, som videre mot øst følges av en grågrønn gråvakke-horisont. Innen denne horisont finnes en grågrønn kvartsittisk sandsten. Denne går så over i en grågrønn gråvakke-fyllitt. Innen denne horisonts sydlige deler finner man en lys grågrønn sandsten med lag av grå skifer. Går man så videre østover, opptrer en lys grå, svakt kvartsittisk sandsten, som har en grågrønn fyllittskifer mot øst. I de nordvestlige og sydsstre deler av feltet opptrer gabbro. Stratigrafien skal vi komme tilbake til.

4. Malmforekomster i feltet.

I Meråker-feltet opptrer en hel rekke malmforekomster som det er drevet på i eldre tider.

Man kan dele mellom to forskjellige malmdrag: Et vestlig og et østlig.

Det vestlige malmdrag består for det meste av kopperfattig svovelkis. Dette drag er karakterisert av å være dels knyttet til gabbroidale og dels til sure eruptiver og vulkanske bergarter. Her opptrer både trondhjemitter, keratofyrer, grønnstener og gabbroer.

Det østlige malmdrag som er av interesse i denne forbindelse fører meget rik kopper-malm. Det følger et gabbrogangdrag som begynner i nord ved Fjergen, går over Storhus-

mandsberget og forsvinner mellom Lillefjell og Gilså gruver.

I Storhusmandsberget, noe nord for det her kartlagte felt, i bergartenes ombøyning fra NØ- til NV-lig strøk, ligger en rekke mindre malmforekomster. Malmene i dette området ligger mere eller mindre i nær kontakt med gabbro. Storhusmandsberget er i seg selv et flere km² stort felt av gabbro og langs periferien av dette massivet ligger flere forekomster. J.H.L. Vogt (1894) beskriver en av disse forekomstene (antagelig Dudu gruve) der han sier at kisforekomsten opptrer på utvalsingssoner inne i gabbroen.

Av de andre gruver og skjerp ved Storhusmandsberget har Anna skjerp gabbro et godt stykke opp i heng. I Ebba skjerp ligger malmen umiddelbart under gabbroen, bare med en smal amfibelrik sone mellom den og malmen. Knoll skjerp som ligger noe nordøst for Storhusmandsberget, har også gabbro (middelskornig) like oppe i heng, kun skilt fra denne ved en smal sone av en kvartsittisk, nesten hornfelsaktig bergart. Under malmsonen finnes gråvakke. De malmmineraler som makroskopisk sees å opptre er magnetkis, kopparkis og sinkblende i alle forekomstene. Vogt (1894) sier at malmen i Storhusmandsberget mineralogisk, kjemisk og strukturelt kan identifiseres med malmen fra Mugg gruve på Røros.

I det herværende undersøkte felt opptrer også en rekke forekomster. De tre største er Lillefjell gruve, Gilså gruve og Dronningen gruve. Dertil kommer flere mindre skjerp som ligger for det meste i parallelt-liggende drag.

Når man ser på opptreden av de tre gruvene er de alle forskjellige fra hverandre. Lillefjell gruve ligger i gråvakkefyllitt umiddelbart i ligg av en gabbrokropp. Gilså

gruve ligger også i gråvakkefyllitt, men det er her ikke påvist noen gabbro i nærheten. Dronningen gruve er betraktet å ligge inne i en steiltstående gabbrogang, ca. 10 m fra liggflaten. (C.W. Carstens 1935)

Skjerpene opptrer inne i ^vsifrene eller på grensen mellom skifer og gabbro.

Mineralogisk er det også en del forskjell mellom de forskjellige forekomster. Svovelkis er en hovedkomponent i malmen i Lillefjell gruve. Malmen fra Gilså gruve er nesten uten svovelkis. Mineralet er i det hele tatt ikke funnet i slip, men det er observert i stoff på malmveltene.

Hoved-mineralene her er magnetkis, kopperkis og sinkblende. I Dronningen gruve opptrer en meget ren kopperkis med noe magnetkis og sinkblende og enkelte små svovelkiskrystaller.

I skjerpene finner man ikke svovelkis i mineralskapet. Her varierer det fra nesten rene magnetkisen til paragenser mellom kopperkis, magnetkis og sinkblende.

III. FELTETS GEOLOGI

A. Bergartene.

Under følger en beskrivelse av bergartenes opptreden og petrografi, fra de eldste lag og oppover. Aldersrekkefølgen begrunnes senere. Kart over lokaliteter med slip finnes som bilag 2. Bilag 1 henviser slipnummer til den betegnelsen som ble brukt i felten.

1. Den blåsorte grafittførende fyllittskifer.

a) Feltobservasjoner.

Denne skifer danner den vestre grensen av det undersøkte felt og er tektonisk beliggende over de andre bergartene, og er den eldste bergarten i feltet.

Skiferen kan følges fra nord til syd gjennom hele feltet. Den står opp som en rygg, eller som avrundete bergknauser i rekke etter hverandre. På vestsiden av den, begynner i sydhellingen ned mot Løddølja-dalen. Når den følges mot syd, blir den stadig smalere og den kiler ut. På det bredeste i nord er den ca. 450 m mektig, og der den sist er sett er den bare ca. 20-30 m bred. Det er stor sannsynlighet for at den kiler ut bare et par hundre meter syd for det stedet den sist ble sett.

Grensen mot den tektonisk underliggende skifer er ikke skarp. Enkelte steder kan man se grensen som en renne i terrenget. Overgangen arter seg som om den grafittførende skifer mister noe av sitt grafittinnhold og blir gradvis lysere. Andre steder kan man se et skarpt skille fra blåsort skifer til mørk grå skifer.

Grensen mot vest er stort sett overdekket, men over ligger en lys, grågrønn fylittskifer som er meget sprø og kan nesten gnides ut mellom fingrene.

Skiferen har et fall mot vest som varierer mellom 60° og 70° . Strøket er i de nordre deler, ca. N $20-30^{\circ}$ V, mens det mot syd går mere over til N 10° V. Lokalt kan det svinge ganske mye og gå helt over til Ø. Inne i selve horisonten kan strøket gå helt over fra N 60° V til N 15° Ø.

Den grafittførende fylittskiferen skiller seg ut fra den siluriske sorte skiferen som finnes lenger øst, oppe på riksveien, gjennom Meråker, ved at den fører en god del rust. Den er meget tynnskifret og smuldrer opp i tynne blad, når man slår på den. Både lineasjon og noen antydning til falsk skiffrighet er synlig. Småfolding er meget vanlig, og på overflaten har bergarten "kruset" utseende.

I håndstykke er bergarten blåsort og glinsende på flatene. Den har et rustovertrekk og noen gule sulfatutblomstringer. Svovelkiskuber er lett synlig nå og da. Av og til opptrer en veksling mellom lyse og mørke bånd. De lyse bånd er ganske grove og består av kvarts. Disse båndene kan ha en bredde fra noen få mm til ca. 2 cm. Kvarts opptrer videre i små klyser og linseformede utsondringer. Denne utforming av bergarten er kun observert i de nordvestlige deler av feltet.

b) Petrografi.

Bergartens hovedmineraler er kvarts, kloritt og muskovitt. Underordnet inngår albitt/oligoklas med 2V 90° og optisk tegn +, epidot, titanitt, biotitt og bitumen. Opakmineraler er svovelkis og noe magnetkis.

Det volumetriske forholdet mellom mineralene, anslått i mikroskopet er:

- 35 % kvarts
- 28 % kloritt
- 25 % muskovitt
- 8 % albitt/oligoklas
- 1 % epidot
- 1 % titanitt
- 2 % kis, bitumen, biotitt.

Bergarten er ganske finkornet og kornstørrelsen varierer fra 0,05 - 0,1 mm.

I slip ser man at muskovitt- og kloritt-rike lag veksler med lag av renere kvarts og definerer lagdelingen på den måten. Noen av kvartsbåndene er grovere enn andre. Foldingen er tydelig å se, også i inverterte folder.

Figur 3 viser et mikrofoto av den grafittførende fylittskifer.

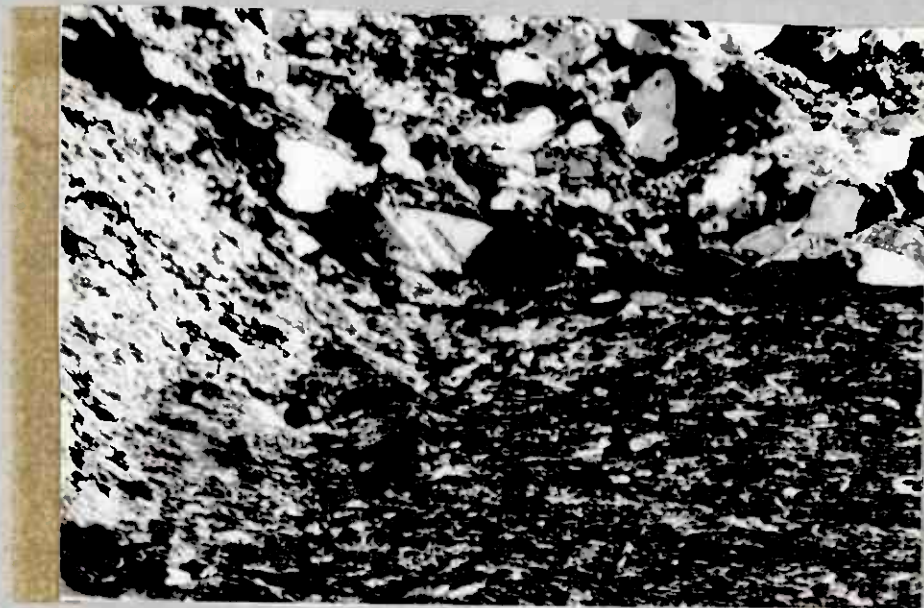


Fig. 3.

Mikrofoto av grafittførende fylittskifer + N.36 x.

Man ser de finkornete og tette muskovitt- og klorittlagene og en del av et grovere kvartslag med enkelte feltspatkorn.

2. Mørk grå fylittiskifer.

a) Feltobservasjoner.

Tektonisk under den grafittførende fylittiskifer ligger en mørk, grå fylittiskifer. Denne kan følges gjennom hele feltet og danner et trappetrinn i terrenget. Langs Damtjern er den meget godt blottet. Den undre grense er skarp, og langs Damtjern kan dette forhold sees godt. Likeledes kan man i den sydlige delen av feltet se grensen tydelig mot den underliggende bergart. I nord ligger en liten linse av den grå skifer inne i den granittførende skifer.

Mektigheten varierer en del. Helt i nord og helt i syd er den ca. 50 m, men like syd for Damtjern gjør strøket en sving og her kommer mektigheten opp i 250 á 300 m. Gjennomsnittlig mektighet er mellom 100 og 150 m.

Bergarten har hele tiden et fall mot V, mellom 55° og 70° , og følger den grafittførende skifers fall. Strøket er i nord omkring N 30° V og i syd N 10° V. Noe syd for Damtjern svinger strøket til NO- 10° Ø.

Falsk skifrichet er sterkt utviklet i to retninger, en vinkelrett lagningen og en retning noe sterkere enn den første og ca. 40° fra den opprinnelige lagning. Både på den sterkeste, falske skifrichets plan og på lagningen, finner man noe rust. En svak lineasjon finnes på lagflatene. Småfolding er også vanlig.

Av farge er bergarten mørk grå og noe skiftende over til mørk grågrønn. På lagflatene har den et matt, fylittisk skjær. Den fører mørke og lyse bånd. De lyse er fra 1 til 5 mm tykke. De hvite båndene er ikke utholdende, men kiler ut etter noen meter.

Da bergarten inneholder noe bitumen, er det sannsynlig at dette er en variant av den grafittførende fylittskifer som har et mindre grafittinnhold.

Ved vestbredden av Damtjern, omtrent midt på vannet, opptrer en liten trondhemittgang (ikke inntegnet på det geologiske kart) i den mørke grå fylittskifer. Trondhemitten er hvit med et svakt gulig skjær. Den ligger helt konkordant lagningen, men flere steder er det observert at den sender apofyser inn i den omgivende bergart, så den er helt tydelig gjennomsettende. Den varierer i tykkelse, ned til 1 cm og opp til 50 cm. Den buler ut som en pølse og går så ned igjen til en tynn streng. Før den forsvinner inn i overdekningen er den fulgt ca. 100 m langs strøket.

b) Petrografi.

De opptredende hovedmaterialer i denne bergarten er muskovitt, kloritt, kvarts og biotitt. Underordnet inngår feltspat som albitt/oligoklas med $2V = 70-80^{\circ}$, optisk tegn + Dessuten titanitt, apatitt, klinozoisitt, opakmineraler og noe bitumen.

Anslått volumetrisk i mikroskopet er mengdeforholdet mellom hovedmineralene:

Muskovitt	30 %
Kloritt	25 %
Kvarts	20 %
Biotitt	15 %

Det er en meget finkornet bergart. Kornstørrelsen varierer fra 0,03 mm til 0,1 for de største feltspatkorn.

Lagningen blir definert av muskovitt- og klorittstengler, som er rettet ut langs lagningen. Videre er lagninge

bestemt av smale kvartsbånd der kornstørrelsen er noe grovere.

Den falske skifrighet kommer godt fram i slip. Fig. 4 viser et mikrofoto av bergarten, der den falske skifrighet er

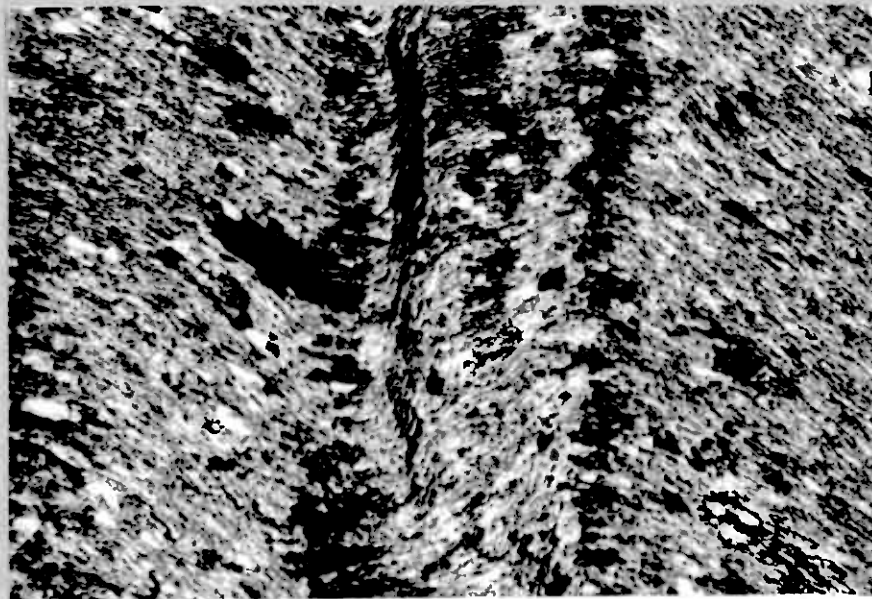


Fig. 4

Den mørk grå fylittiskifer, med falsk skifrighet + N.36x

definert av mineralenes utslukning langs rette linjer. Ellers sees enkelte større ertskorn, og bildet gir et innblikk i hvor finkornet bergarten er.

3. Den grågrønne gråvakke.

a) Feltobservasjoner.

Denne bergarten, som ligger tektonisk under den mørke grå fylittiskifer, er delt i to av en grågrønn kvartsittisk sandsten. Gråvakken befinner seg både øst og vest for denne. Det er rimelig å anta at sandstenen er et spesielt sandig bånd i gråvakken. Derfor vil de her bli beskrevet sammen.

Disse bergartene kan også følges gjennom hele feltet, fra nord til syd. I nord står den kvartsittiske sandsten opp som en rygg i terrenget. Toppen av Grubefjellet består

av denne bergarten. Videre kan den følges langs ryggen og som små hauger i landskapet.

Damtjern ligger inne i gråvakkene, og her er gode blotninger. Følges de videre, kan man se at de også er godt blottet i reisdyrinnngjerdingen vest for Gilså gruve.

Den samme type gråvakker finner man også igjen i Horrådalen i øst. Her ligger den under og delvis over gabbroen ved Dronningen. Her er sonen den ligger i ganske smal, men kan følges sydover langs gabbroen. I nordenden, på gabbroens langside, er sonen noe mer mektig, men på denne siden forsvinner den mot syd. På grunn av overdekning er det umulig å følge gråvakkene mot nord, og de finnes ikke igjen der hvor man har blotninger i bekkefar. På det geologiske kart er det antatt at sonen kiler ut.

Mektigheten av disse to bergartene er ganske konstant, ca. 350 m. Men rett vest for søndre ende av Damtjern vider den østlige del av gråvakkene seg ut, mens den venstre del og sandstenen smalner. I de fleste områder er den vestre gråvakke bredest. I Horrådalen er mektigheten 30-50 m.

Grenseforholdene er ganske klare på øst- og vestsiden av gråvakkene. I østhellingen av Grubefjellet er grensen mot den underliggende bergart en steil vegg, som kan følges over flere hundre meter. I syd blir ligg-grensen mer difus.

Fallet er hele tiden mot vest, mellom 60° og 70° . Det synes å bli noe slakere mot vestgrensen, ca. 55° . Strøket er omkring N 30° V i nord og N 10° V i syd. Vest for Gilså gruve gjør det flere svinger på seg og kan bli N 45° V. Dette kan komme av den intense småfolding som finnes i dette området. I Horrådalen er strøket N 35° V og fallet 85° mot V.

Ved sydenden av Damtjern svinger strøket over mot øst. Dette har gjentatt seg i alle bergartene som er beskrevet hittil, og dette kan definere en svak tverrfolding i ØNØ-retning.

Gråvakken er meget karakteristisk utviklet, med lyse kvartsholdige bånd og mer leirmineralholdige bånd. Ved vestbredden av Damtjern er denne utvikling meget tydelig (fig. 5). Her står de kvartsrike bånd opp, mens de leirmineralholdige



Fig. 5

Gråvakke ved Damtjern.

bånd er nederodert. Bredden av båndene er fra 0,5 cm og opp til 3 cm. Småfolding opptrer ofte og er meget tydelig på figuren. De enkelte bånd behøver ikke å være utholdende. De kan kile ut etter et 10-tall metre. Denne båndutvikling er mest framtrædende i den vestlige gråvakke. Overgangen til den kvartsite sandsten er noe diffus. I øst finnes også de lysere båndene, men ikke så framtrædende. De lyse bånd er her mere oppblandet med leirmateriale.

Øst for den sydlige enden av Damtjern, i den østre gråvakke, mener jeg å funnet graded bedding, og alt tyder på at det er en primærstruktur. De groveste korn ble her funnet øverst, og finere korn nedover i bergarten. Dette

tyder på en invertert lagstilling. Dessverre ble et fotografi av lokaliteten ødelagt.

Den grågrønne kvartsittiske sandsten varierer fra lys grågrønn til noe mørkere og den er ganske tett.

b) Petrografi.

Gråvakke er av W.W. Moorhouse (1959) definert som leirholdige sandstener eller sandige leirstener med en høy prosent klastisk feltspat (15-50%), med varierende mengder bergartsfragmenter og ferromagnesium-mineraler.

De herværende gråvakker har som hovedmineraler, grovt anslått i mikroskopet:

Kvarts	30 %
Kloritt	35 %
Epidot	22 %
Feltspat	10 %

Bergarten er analysert på DTA (differensial termisk analyse). Hvor stor nøyaktighet denne metoden gir, er noe usikkert. Man får her et utslag for kvarts som tilsvareer mellom 20 og 25 %. Kloritt gir et utslag som tilsvareer 35 %. Dessuten får man kraftig utslag for epidot.

Dessuten finnes underordnet biotitt, muskovitt og opak-mineraler.

I slip har bergarten et meget finkornet utseende, kornstørrelsen varierer fra 0,01 - 0,08 mm.

I de mere kvartsrike bånd er kvarts noe mere grovkornet. Fig. 6 viser et mikrofoto av et grovt kvartsbånd.

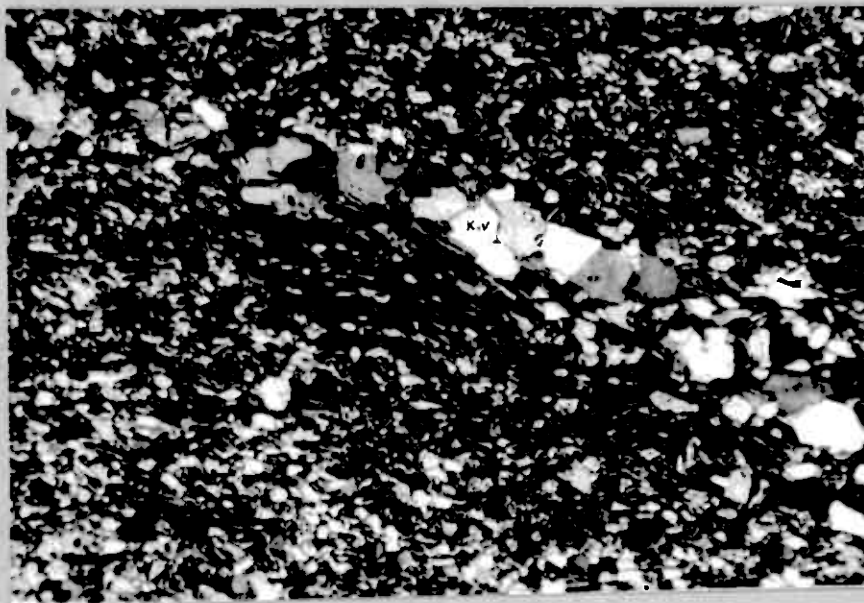


Fig 6. Gråvakke + N 36x

Kvartsen viser en svak undulering. Epidot opptrer i meget stor mengde og finnes der hvor kloritt finnes. Kloritt definerer lagdelingen, og biotittkorn opptrer i vinkel med denne. Småfolding finnes.

4. Den grågrønne fylittskifer.

a) Feltobservasjoner.

Denne bergart opptrer i de østre deler av feltet og er tektonisk den lavest liggende av bergartene i feltet, men stratigrafisk ligger den over gråvakkene. Dette begrunnes under omtalen av profilene.

Store områder av denne bergarten er sterkt overdekket. Det meste av Horrådalen består av denne bergart, og best blottet er den i Bjørneggfjellet og i to bekke-far.

Fallet er hele tiden vestlig, i nord 55° - 60° . Lengre syd blir det noe steilere, 70° - 85° V. Strøket dreier gradvis fra nord til syd. I nord er det N 25° - 35° V, mens det

i syd er kommet over mot N 10⁸ v.

Mektigheten kan man finne ved å se på profilkartet; måler man her, finner man mektigheten på 550 - 600 m, og denne er ganske jevn gjennom hele feltet.

Tett småfolding er meget vanlig, og dette kan sees over store strekninger. Foldene kan være fra noen få cm til 20-30 m fra flanke til flanke. I Bjørneggfjellet er det mulig å måle foldningsakser, og disse målinger viser at aksen faller mellom 15 og 20⁸ mot nord. Lineasjon er også vanlig, og den faller sammen med foldningsaksens retning mot nord, men faller noe brattere, fra 20-35⁸. Falsk skiffrighet er meget sterk og står ca. 40⁸ på lagningen. I flere snitt i Bjørneggfjellet kan man se dragfolds, og disse indikerer i riktig lagstilling.

I håndstykke er bergarten grågrønn, men kan bli ganske lys. Den kan føre enkelte sandige lag, spesielt i den østre skråning av Bjørneggfjellet. Man kan også påtreffe lag der fyllitten er meget tynnskifrig. Karakteristisk for bergarten er en utvikling av store biotitt-porfyroblaster. Disse kan nå en størrelse på 1-2 mm. Det virker som om biotitt-porfyrene har innrettet seg etter den falske skiffrighetsplan. På overflaten har den bestandig en kraftig "krusning" som definerer lineasjonsretningen.

b) Petrografi.

Hovedmineralene i denne grågrønne fyllittskifer er med et grovt overslag av mengdesforholdet mellom dem i mikroskopet:

Muskovitt	25 %
Kloritt	20 %
Kvarts	20 %
Albitt	20 %

Dessuten finnes underordnet kalkspat, biotitt, klinozoisitt, titanitt og opakmineraler.

Kvarts viser undulerende utslukning. Det er mulig at det er bestemt for lite kvarts i forhold til albitt.

Kloritt er bestemt til å være klinokloritt.

Biotitt opptrer ikke i stor mengde, men er utviklet som store porfyroblaster, i alminnelighet i vinkel med lagningen, definert av kloritt og muskovitt.

Opakmineralene er rutil, leucoxen, som omvandling av biotitt, og magnetkis.

Albitt har sammensetningen An_{10-11} , $2V = 80^\circ$ og optisk tegn + .

Kornstørrelser fra 0,01 mm til 0,1 mm er målt, gjennomsnittlig rundt 0,05 mm. Biotitt har i slip en kornstørrelse mellom 0,4 - 2,1 mm.

Fig. 7 viser et mikrofoto av fyllittskiferen. Den falske skifrichet kommer tydelig fram. Samtidig ser man at opakmineraler innretter seg etter lagningen og i foldeknærne.

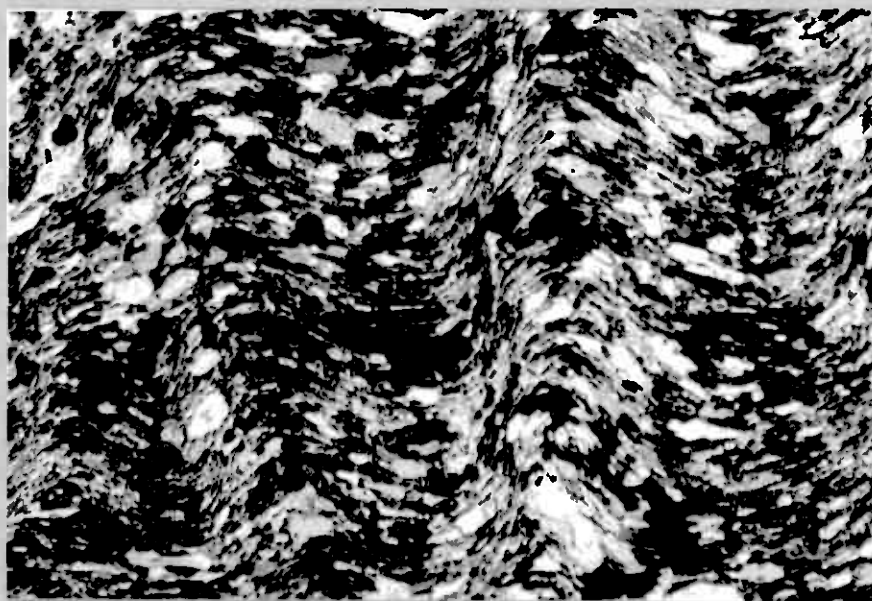


Fig. 7

Grågrønn fyllittskifer med falsk skifrichet. + N . 36x

C.W. Carstens (1928) setter opp 3 analyser fra Stuedalsskifrene (karakterisert av biotittporfyrer, ikke parallell teksturflaten). Disse er fra forskjellige deler av Trondheimsfeltet. En analyse fra "Busjø i Holtaalen" viser følgende sammensetning:

SiO ₂	57,60 %	CaO	1,56 %
TiO ₂	1,08 %	Na ₂ O	1,62 %
Al ₂ O ₃	18,30 %	K ₂ O	2,88 %
Fe ₂ O ₃	1,63 %	P ₂ O ₅	0,14 %
FeO	6,57 %	S	0,03 %
MnO	0,06 %	H ₂ O	2,98 %
MgO	5,14 %		<u>99,57 %</u>

Fra det volumetriske overslaget i tynnslipet (nr. 21) har jeg forsøkt å regne meg tilbake til den grågrønne fyllittskifers kjemiske sammensetning, uttrykt i oksyder. Resultatet er ført opp i Tabell I.

Som en kontroll på de anslåtte volum% for mineralene er egenvekten for bergarten målt. Resultatet var 2,78, mens den beregnede egenvekt er 2,828. Man ser her at forskjellen er svært liten. Men samtidig må det sies, at det likevel kan oppstå feil, når to mineraler har omtrent samme egenvekt (f.eks. kvarts og feltspat).

Tabell I.

	Vol%	Sp.v.	V. %	Vekt%	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	S	CO ₂
	V	%														
Kalkspat	4	2,71	10,8	3,8							2,1					1,7
Muskovitt	25	2,84	71,0	25,1	11,3		9,7						3,0	1,1		
Biotitt	5	3,0	15,0	5,3	2,3		0,9	0,1	0,1	1,3			0,5	0,1		
Klinokloritt	20	2,8	56,0	19,8	6,4		3,6			7,2				2,6		
Kvarts	20	2,65	53,1	18,8	18,8											
Albitt, An ₁₀	20	2,62	52,4	18,5	12,2		3,9				0,4	2,0				
Klinozoisitt	1	3,3	3,3	1,2	0,5		0,4				0,25			0,05		
Titanitt	1	3,5	3,5	1,3	0,4	0,5					0,4					
Rutil og leucoxen	2	4,23	8,5	3,0		3,0										
Magnetkis	2	4,6	9,2	3,2				2,3							0,7	
			282,8	100,0	51,9	3,5	18,5	2,4	0,1	8,5	3,15	2,0	3,5	3,85	0,7	1,7

Sammenlikner man tabellen med Carstens analyse, finner man en viss likhet i de fleste oksyder. Al_2O_3 stemmer meget bra, mens Fe-oksyden viser den største forskjellen.

C.W. Carstens(1928) setter opp to analyser til for Stuedals-skifer, en fra Hjerkin^a og en fra Meldal, og disse viser at oksydene svinger mellom visse grenser. Dette tyder på en ikke ensartet mineralsammensetning. Kalkspat behøver f.eks. ikke å være tilstede.

Den oppsatte tabell er ikke ment å gi uttrykk for noen definitiv sammensetning av bergarten, men bare angi det omtrentlige forholdet mellom oksydene. Sammenliknes den med alle Carstens analyser, faller den innenfor dennes grenser.

5. Den lys grå, svakt kvartsittiske sandsten.

a) Feltobservasjoner.

Denne sandsten ligger stratigrafisk over den grågrønne fyllittiskifer, og der den opptrer i feltet ligger den også tektonisk over.

Den gjennomløper feltet som en smal horisont, litt øst for det sentrale parti. Syd for stien opp til Lillefjell gruve går den som en lav rygg i terrenget, og i bekken fra Lillefjell danner den en foss. I østskråningen^{av Lillefjellet} utformer den en hylle. Videre sydover er den overdekket og kommer bare fram i et bekkefar. Man finner den igjen som en hylle nesten ved foten av vestskråningen av Bjørne³²fjellet ned mot Gilsådalen.

Mektigheten er ganske konstant, ca. 150 m. Smalest er den i den nordre enden av feltet, der den går ned i 40-50 m.

Fallet er hele tiden vestlig, ca. 50° - 60° . Ved nordenden av Bjørnefjellet er fallet ganske steilt, 90° V. Strøket er i nord omkring N 35° V og svinger over til N 10° V i syd.

Også denne bergart er noe foldet, og det kommer best fram i Bjørneggfjellet.

Bergarten skifter noe karakter. I nord er den nærmest grågrønn og meget tett, mens den sydover er mere lys grå, og ganske sandig. Noe skifrig kan den også bli, og den har en meget tørr overflate.

b) Petrografi.

Bergarten er meget kvartsrisk, og dette mineral er hovedbestandelen. Noe feltspat finnes også. Også kalkspat opptrer, og leirmineraler ligger langs skifrichetsplanet. Dette er for det meste biotitt. Skifricheten faller sammen med lagdelingen.

Kornstørrelsen er middels, mellom 0,1 - 0,5 mm.

6. Den grågrønne gråvakkefyllitt.

a) Feltobservasjoner.

Denne bergart opptrer øst for de grågrønne gråvakker, og tektonisk under disse, men stratigrafisk over. Av utseende er disse to bergartene meget lik hverandre, men gråvakkefyllitten er mere fyllittisk på lagflatene og noe skifrig.

Gråvakkefyllitten utgjør de sentrale deler av det undersøkte felt og er ikke karakterisert ved spesielt oppstikkende rygger. Lillefjellet er en del av denne bergart. Videre danner den Gilsådalen og det stigende terrenget fra nord opp

mot Gilså gruver.. Mot syd deler den seg og går videre som to fingre.

Mektigheten varierer en del. I nord og syd er den mellom 500 og 600 m, mens den omkring Gilså gruve bare er ca. 200 m.

Grenseforholdene er noe diffuse, spesielt mot gråvakkene, der det synes å være en gradvis overgang. Mot den tektonisk underliggende lyse grå kvartsittiske sandsten er grensen i nord ganske skarp, mens den ved foten av Bjørneggfjellet er noe mere utflytende. Akkurat på grensen mot sandstenen er det like syd for stien til Lillefjell gruve funnet en rustsone. Denne fører 1 mm store terninger av svovelkis. Rustsonen kiler ut etter ca. 3 meter.

Fallet er overalt mot vest, 40° - 50° i nord. I de midtre områder fra Lillefjellet til Gilså gruve er fallet sterkt varierende, fra 60° til 80° vest. I syd, ved innsiden av bergartens "fingre", er fallet ganske slakt, ca. 40° , mens det mot yttersiden av "fingrene" blir nær 60° V. Strøket er i nord ganske konstant N 35° V. I Lillefjellet svinger det til N 5° - 10° V og ved Gilså er det N-S. I syd er det ved den østre "fingers" vestgrense N 10° V, og ved den vestre "fingers" østgrense N 35° V, som mot vest også svinger over til N 10° V.

Småfolding er meget vanlig, særlig i de vestlige deler. I østhellingen av Grubefjellet, rett vest for Lillefjell gruve, er foldingen karakteristisk. Her ser man folder som kan være et par meter fra flanke til flanke. Inne i sentrum av foldene finnes som regel kvarts-utsondringer. Også mindre foldinger er vanlig. Denne type foldinger opptrer også sterkt utviklet ved Gilså gruve. Fig. 8 skal gi et bilde av hvor

småfoldet, uregelmessig det er ved Gilså gruve.

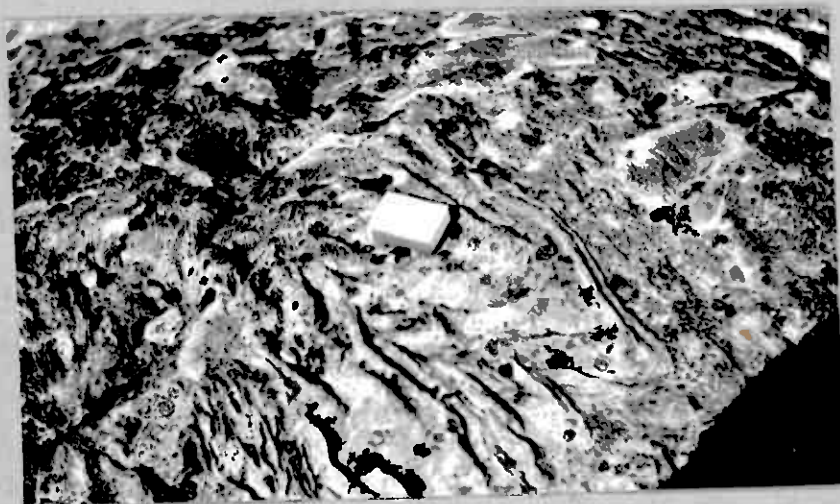


Fig. 8. Småfolding ved Gilså gruve.

I håndstykke er bergarten grågrønn, men skifter litt i farge etter hvor stort det sandige innslaget er, og blir da mere lys grågrønn. Den er svak fyllittisk på lagflatene og svakt skifrig. En svak lineasjon kan også sees, og den er ved Gilså gruve målt til å falle $3-5^{\circ}$ mot syd.

Gråvakkefyllitten opptrer med vekslende mørke og lyse bånd. De lyse er noe kvartsrike og i tykkelse veksler de fra under 1 og opp til 5 mm. De kvartsrike bånd kan ekstremt bli flere meter tykke og danne sandige horisonter innen gråvakkefyllitten. Men disse sandige lag vil gjerne ha en svak fyllittisk overflate. Enkelte steder kan også bergarten være helt utviklet som fyllitt.

Kalkspat opptrer i bergarten, og dette gjør at den på forvittringsoverflaten vil ha et meget hullet utseende. En annen karakteristisk utvikling i bergarten er at det ofte finnes tett i tett med biotitt-porfyroblaster som har en vilkårlig orientering.

Skiffrigheten i gråvakkefyllitten følger lagningen.

b) Petrografi.

Hovedmineralene er:

Kvarts	25-45 %
Muskovitt	15-20 %
Kloritt	15-25 %
Albitt	15-20 %
Biotitt	1-3 %
Kalkspat	0-5 %

Underordnet finner man epidot, apatitt, titanitt, rutil og opakmineraler. Bergarten er undersøkt med DTA og viser god sammenheng med det som er anslått i mikroskop.

Albitt har sammensetningen An_{9-10} . Kvarts-kornene er oftest rundet, noe uttrukket i skiffrighetens retning. Opak-mineralene er ilmenitt, magnetkis og leucoxen, som tydelig er dannet på bekostning av biotitt.

I slip ser man hvordan muskovitt og kloritt samler seg i bånd etter skiffrigheten. Mellom disse bånd kan man se at enkelte korn av muskovitt og kloritt definerer en mikrofolding mellom disse båndene.

Biotitt opptrer i større flak og ligger både parallell og i vinkel med skiffrigheten. Fig. 9 viser et mikrofoto av en biotitt-porfyroblast. Man ser at porfyroblasten delvis er oppspist av kloritt og kvarts.

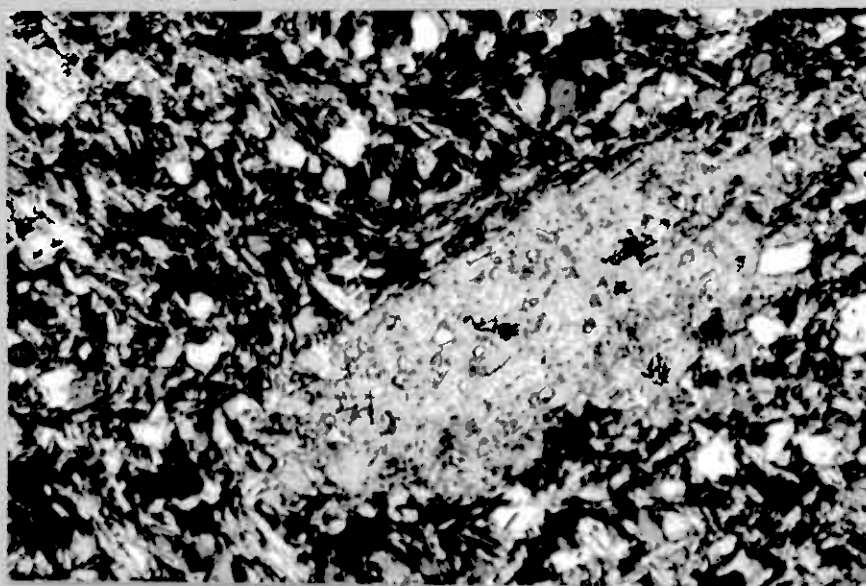


Fig. 9 Biotitt-porfyroblast i vinkel med bergartens skiffrighet

Kornstørrelsen varierer noe og biotitten kan være fra 0,1 til 1 mm. Kloritt kan være mindre enn 0,01 mm, men ligger som regel rundt 0,05 mm, som også er gjennomsnitt for de andre bergartene.

Da denne bergarten også er en typisk Stuedalsskifer, kan man gjøre en sammenlikning med Carstens analyse fra 1928. I tynnslip (nr. 11) av gråvakkefyllitten er mineralene bestemt volumetrisk i mikroskopet, og så er bergartens sammensetning i oksyder regnet ut. Tabell II viser resultatene.

Tabell II.

	Vol% V	Sp.v. γ	V. γ	Vekt%	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	S
Biotitt	3	3,0	9,0	3,2	1,3		0,6	0,1	0,05	0,8			0,3	0,05	
Kloritt	25	2,8	70,0	24,9	8,1		4,6			9,0				3,20	
Muskovitt	20	2,84	56,8	20,3	9,2		7,8						2,4	0,9	
Titanitt	3	3,5	10,5	3,8	1,1	1,7					1,0				
Plagioklas An ₁₀	22	2,62	57,6	20,6	13,6		4,4				0,4	2,2			
Kvarts	25	2,65	66,3	23,6											
Magnetkis	2	5,01	10,0	3,6					2,6						1,0
			280,2	100,0	56,9	1,7	17,4	0,1	2,65	9,8	1,4	2,2	2,7	4,15	1,0

Egenvekten for gråvakkefyllitten er målt til 2,68, mens den beregnede er 2,802. Dette er et noe stort sprang, og kan komme av at alle opakmineralene i beregningen er regnet som magnetkis, mens det i virkeligheten er både rutil og ilmenitt, begge med mindre egenvekt enn magnetkis.

Sammenlikner man igjen med Carstens analyse fra Busjøen, finner man her en enda bedre korrelasjon enn for den grågrønne fyllittskifer. Det er også her jernoksyd-leddene som er noe forskjellig. Magnesiumoksydet er i beregningen noe stort. Dette kan komme av at her er regnet med klinokloritt, mens Carstens har prokloritt.

7. Den lyse grågrønne sandsten og grå skifer.

a) Feltobservasjoner.

Denne bergarten opptrer med gråvakkefyllitt både i heng og ligg, men den ligger stratigrafisk over denne.

Denne bergart finnes sentralt i feltet og i sydenden av det. Den trenger fram fra syd som en spydodd, og deler gråvakkefyllitten i to fingre. Det ble ikke klarlagt at denne formasjonen var en egen under arbeid i felt. Ved mikroskopering viste det seg at den førte små amfibolnåler. Derfor er ikke grensene særlig klare, men hele fjellryggen på vestsiden av Gilsådalen tilhører formasjonen. Ved hjelp av flyfoto kan det se ut som om den kiler ut mellom Lillefjell og Gilså.

Fallet er mot vest og er ved Gilså gruve 80-90°. I syd er det mye flatere, ca. 40°. Strøket varierer også en del, da det ved Gilså gruve nesten er N-S, mens det i syd, på vestsiden av formasjonen, er N 35° V og på østsiden N 10° V.

Oppover fjellsiden, nesten ved toppen, vest for Gilsådalen,

er det meget foldet, og isoklinalfolding kan følges over lengre avstander. I et snitt kan tydelige dragfolds sees, og disse indikerer at man har en invertert lagstilling. En sterk forskifret sone finnes ca. 250 m opp fra ligg av formasjonen.

Å si noe om mektigheten er vanskelig, men de opptegnede profiler tyder på 200-300 m.

Formasjonene består av sandsten og skifer, vekslende om hverandre. Sandstenslagenes mektighet varierer meget, fra noen få cm og opp til 2-3 m. Skiferlagene har en mere konstant mektighet, 1-2 m.

Sandstenen er lys grågrønn i håndstykke og "tørr" på flatene, men fargen kan også bli noe mørk grågrønn, særlig i de vestlige deler av formasjonen. Skiferen er grå, noe mørk, sandig og virker meget tett. Den er rik på biotitt og noe glinsende på spalteflatene. Den deler seg ganske lett i spaltestykker, ca. 2-3 cm tykke. Skifriheten er parallell lagdelingen. Skiferen kan i farge også gå over til mørk grågrønn. Mot øst opptrer mere skifer enn sandsten.

b) Petrografi.

Sandstenens hovedmineraler er:

Kvarts	30 %
Albitt	20 %
Epidot	20 %
Amfibol	15 %
Biotitt	10 %

Dessuten finnes underordnet titanitt, muskovitt og opakmineraler, som svovelkis og et og annet sinkblendekorn.

Kvartsen er sterk undulerende, albitt synes delvis meget frisk og tyder på nydannelse, ellers er den sericittisert

og med epidot som inneslutninger. Epidot opptrer mest i aggregater, klinozoisitt opptrer også.

Amfibol er hornblende eller tremolitt, de optiske data tyder på begge deler. Den er svakt pleokroitisk

α = lys grønn, β = grønn, γ = lys gulgrønn. $2\alpha \wedge c = 13^\circ$. $2V \approx 80^\circ$ og optisk + . Spalting i én retning. Mineraliet finnes i knipper. Fig. 10 viser et mikrofoto av sandstenen.

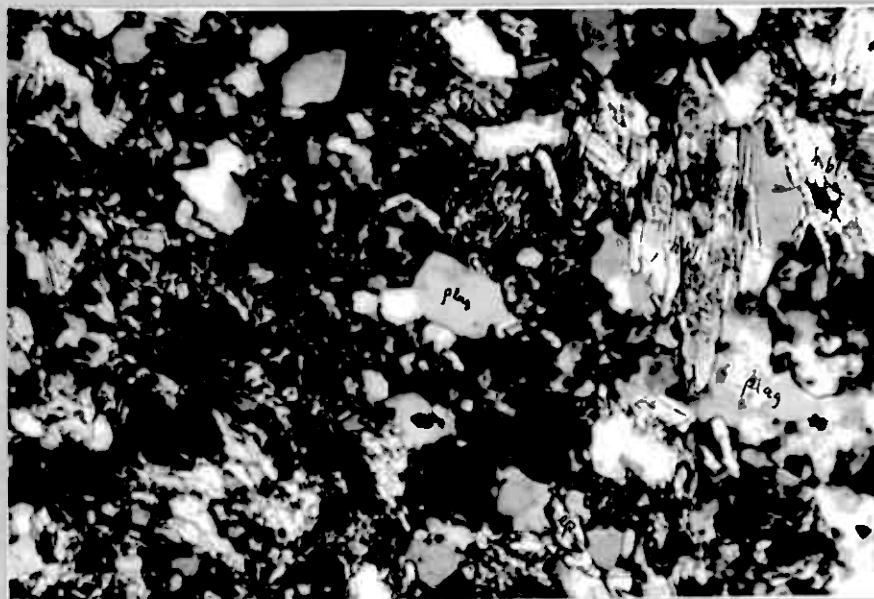


Fig. 10. Amfibol-førende sandsten. + N . 192x

Man ser her knipper av amfibolnåler (h.bl.) ligge i plagio-
klas (plag). Ellers sees kvarts (kv.), epidot (ep.) og
kloritt (kl.). Kornstørrelsen er fra 0,02 - 0,25 mm, amfibol
som største korn. Den sandige skifer har som hovedmineraler:

Biotitt	30 %
Kvarts	25 %
Albitt	25 %
Klinozoisitt	20 %

Dessuten finnes underordnet rutil og sericitt.

Albitt opptrer uten tvillinger, $2V = 80^\circ$, optisk + .

Klinozoisitt opptrer spredt og i lange prismer. Biotitt er pleokroitisk fra olivengrønn til brunoliven. Rutil finnes i forbindelse med biotitt, og er dannet sekundært fra denne.

Kornstørrelsene er små. Albitt kan være mindre enn 0,01 mm, mens biotitt blir opp til 0,09 mm.

8. Gabbro.

a) Feltobservasjoner.

Gabbro opptrer som intrusiv-kropper i de sedimentære bergartene i feltet. De finnes i to adskilte områder, i nord-vest og i syd-øst. Det er også forskjell i måten de opptrer på i de to områder.

I nord-vest danner gabbroen et gangdrag, bestående av en rekke smale og korte linser. Det samme draget kan følges fra nord for riksveien gjennom Meråker, der draget er ca. 200 m bredt. Videre sydover er det ca. 2 km bredt ved Storhusmannsberget. I Grubefjellet vest for Lillefjell gruve er draget ca. 600 m.

Innen det undersøkte feltet kan drages følges sydover, men det synes å smalne, og midt mellom Lillefjell og Gilså gruve har draget kilt ut. Den sydligst observerte gabbrolinse er avsatt på det geologiske kartet. I nærheten av Gilså gruve er det ikke sett gabbro.

Gabbrolinsenes størrelse varierer noe og er alltid lengre enn bredden. Mens mektigheten lengre nord mot Meråker var opp i 500 m, er den i det undersøkte felt fra 20 cm og opp i 1,5 m. Lengden av linsene varierer fra 1 m til ca. 40-50 m. Den største linsen er gabbroen som finnes i heng av Lillefjell gruve. Den er 7-8 m mektig og er fulgt etter strøket ca. 500 m.

Gabbrolinsene opptrer for det meste i de grågrønne gråvakker. Også i gråvakkefyllitten finnes de. Lillefjell-

gabbroen ligger her. Gabbrolinsene er sett like under grensen til den mørke grå fyllittiskifer, men aldri i denne.

Linsene ligger konkordant lagdelingen og kiler ut ganske jevnt i lengderetningene (fig.11). Der linsene stikker noe opp for de omgivende bergarter har de en oppsprukket overflate.

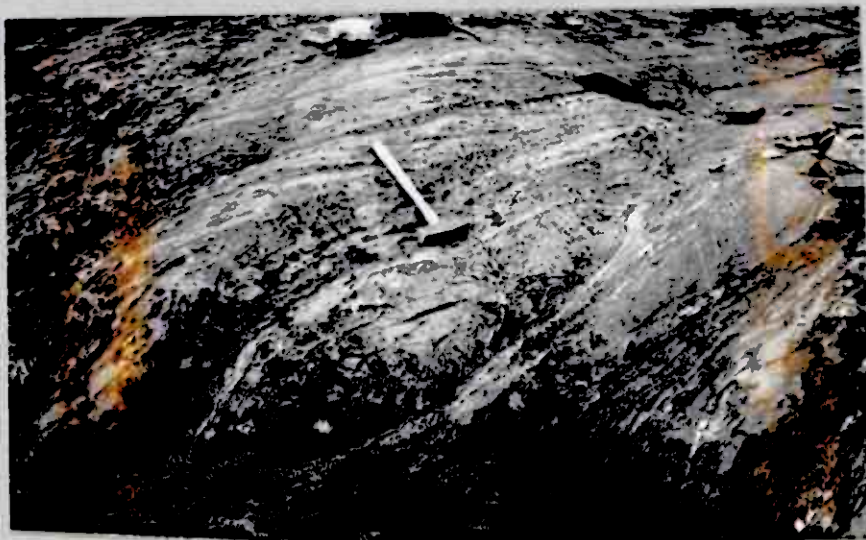


Fig. 11. Gabbro-linse i gråvakke. Hammeren ligger Ø-V.

Langs randen av linsen er det alltid en rustsone, og på disse er det ofte skjerpet. I selve gabbroen er det også noe rust som skyldes større og mindre mengder magnetkis og svovelkis. Spesielt linsene i gråvakkene langs Damtjern er meget rustne.

I de fleste linser synes gabbroen lite omvandlet, men slip av dem viser større eller mindre grad av saussurittisering. Innen hver enkelt linse skifter gabbroen karakter. Langs randen er de noe skifrig, men innover mot sentrum av linsene er de massive fra finkornet til middelskornet.

I håndstykke varierer fargen noe fra mørk grønn i de fin-kornige og minst saussuritiserte, til grågrønn i de middelskornete og noe mer saussuritiserte. Enkelte steder kan større korn (ca. 1-2 mm) av amfibol sees.

Den sydøstlig opptredende gabbro er noe forskjellig fra de i nordvest. Store overdekte områder gjør det her umulig å følge gabbroen langs grensen.

Gabbroen synes å være to ganger eller én som "fingrer" ut. Den kan følges fra Dronningen gruve i nord og sydoover og ut av det undersøkte felt.

I nord ligger gabbroen med gråvakker både i heng og ligg, men i sydenden av dagskjæringen i Dronningen gruve ser det ut som, så langt overdekking tillater, at gråvakken avsnører gabbroen. Mot syd finner man bare gråvakke i ligg av gabbroen, og i hengen har man grågrønn fyllittskifer. Mot sydenden av feltet kan gabbroen tydelig følges i en vestlig og en østlig gang. Mellom disse er det en smal, ca. 50 m bred sone av en svært skifrig fyllitt. Denne sonen utvider seg mot nord og blir nærmest en "spydødd" hvor det ligger en "øy" av gabbro i midten.

I nord er gabbroen ca. 200 m mektig og i syd blir gangene omlag 100 m mektige.

Den nordligste av gabbroene er svært rusten på hengsiden, og her er det skjerpert en god del. Sydoover finnes det lite eller intet rust.

Sydoover er gabbrogangene helt konkordant lagene, men i den nordligste gabbro synes det som om gråvakkene går rett inn på gabbroen. Selve grensen er overdekket, men gråvakkene kan følges til 5 m fra den antatte grense, så det kan sies med stor sikkerhet at gabbroen her er gjennomsittende.

Over den nordlige gabbro er det lett å gå et profil. Dette viser at gabbroen i randen er meget skifrig, lengere innover blir den mere massiv og finkornet med enkelte felt-

spatporfyrer. I kjernen er gabbroen meget grovkornet med amfibolkrystaller i størrelsesorden 1 3 til 5 mm.

I håndstykke varierer gabbroens farge mellom mørk grønnsort og lysere grønn.

På Rui's profil fra 1965 er det innmerket en gabbro-gang med kornstørrelse varierende fra fin til grov. Flyfoto viser at denne gangen står som en rygg i terrenget og kan følges noe nordover og sydover fra Rui's lokalitet. Det kan synes som om denne gangen ligger i forlengelsen av gabbroen ved Dronningen, men i de oppgatte bekkefar som skulle krysse sonen, er det ikke funnet noen gabbro.

b) Petrografi

Hovedmineralinnholdet i de minst saussuritiserde gabbrolinser i nordvest er

Hornblende	70%
Albitt	10%
Epidot	10%

Underordnet finnes kloritt, titanitt og magnetkis.

Albitten er meget oppspist og inneholder inneslutninger av epidot og kloritt. Tvillingstriper finnes ikke.

Epidotmineralet er bestemt til å være zoisitt, optisk +.

Hornblenden er sterk pleokroitisk α = gulgrønn, β = blågrønn γ = lys grønnlig $z \wedge c = 26^\circ$ $2v \approx 80-85^\circ$, optisk +. Kornstørrelsen varierer fra 0,03 mm i feltspat og zoisitt til 0,6 mm i hornblende.

C.W. Carstens (1928) setter opp en analyse av gabbroen i det hengende av Kongens Grube på Røros:

SiO_2	47,76 %	CaO	10,10 %
TiO_2	3,28 %	Na_2O	2,37 %
Al_2O_3	13,07 %	K_2O	0,37 %
Fe_2O_3	3,35 %	P_2O_5	0,30 %
FeO	10,71 %	CO_2	0,77 %
MnO	0,23 %	S	0,2 %
MgO	6,22 %	H_2O	1,49 %
			100,12 %

Fra et tynnslip (nr. 12) av en lite saussuritisert gabbro har jeg regnet meg tilbake til bergartens oksydinnhold. Resultatene er satt opp i tabell III.

Tabell III.

	Vol% V	Sp.v. γ	V. γ	Vekt%	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	H ₂ O	S
Hornblende	70	3,2	224,0	70,2	26,0		7,4	11,5	15,4	5,8	4,1			
Albitt	10	2,62	26,2	8,2	5,6		1,6					1,0		
Klinozoisitt	10	3,30	33,0	10,3	4,1		3,5				2,5		0,2	
Kloritt	3	2,8	8,4	2,6	0,8		0,6			0,9			0,3	
Titanitt	4	3,5	14,0	4,4	1,3	1,8					1,3			
Magnetkis	3	4,6	13,8	4,3					3,1					1,2
			319,4	100,0	37,8	1,8	13,1	11,5	18,5	6,7	7,9	1,0	0,5	1,2

Egenvekten er målt til 3,12 mens den beregnede er 3,194 - hvilket er ganske overensstemmende med hverandre. Hvis resultatene sammenlignes vil man se at disse to bergarters kjemiske sammensetning er ganske lik.

Man finner ved en sammenligning ganske parallelle resultater.

Den noe mere saussuritiserste gabbrotype har følgende hovedmineraler (medregnet gabbroen i sydøst):

Amfibol	40 - 60 %
Albitt	15 - 30 %
Kloritt	2 - 25 %
Klinozoisitt	10 - 20 %

Underordnet finnes i varierende mengde titanitt, sericitt, apatitt, kvarts, kalkspat og ertsmineraler.

Amfibol finnes både som hornblende og actinolitt. Den siste i de sterkest omvandlete gabbroer. Amfibol er ofte omdannet til kloritt.

Fig. 12 viser dette.

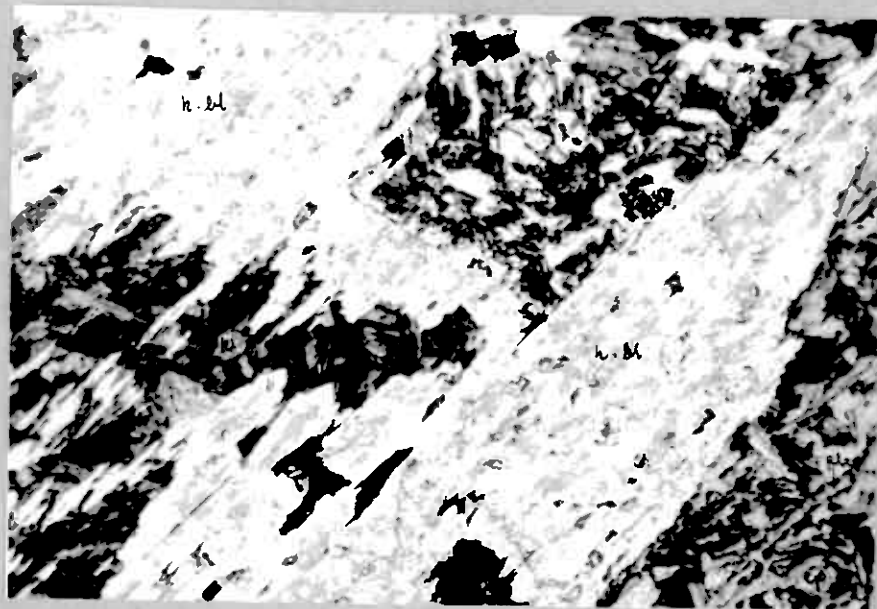


Fig. 12. Omvandling av hornblende til kloritt + N 36x

Feltspat finnes for det meste som albitt med An_{10} , men i et slip (nr. 19) fra gabbroen ved Dronningen gruve, viser de optiske data andesin-sammensetning med An_{34} . Plagioklassen er ofte sterkt oppspist og fører tallrike inneslutninger av klinozoisitt. Av og til er det bare striper igjen av den (fig.12). Kornstørrelsen varierer fra 0,04 til 2,5 mm.

Tar man igjen for seg C.W. Carsten (1928) har han også med en analyse av saussurittgabbro fra Quintushøgda:

SiO_2	48,54 %	CaO	10,31 %
TiO_2	1,16 %	Na_2O	3,08 %
Al_2O_3	17,24 %	K_2O	0,08 %
Fe_2O_3	1,70 %	P_2O_5	0,06 %
FeO	6,41 %	CO_2	1,78 %
MnO	0,14 %	S	0,05 %
MgO	6,59 %	H_2O	2,36 %
			99,48 %

Til sammenligning er det foretatt en beregning av saussurittgabbroen i heng av Lillefjell gruve, tynnslip nr. 7. Resultat finner man i tabell IV.

Tabell IV.

	Vol% V	Sp.v %	V. %	Vekt%	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	S	CO ₂
Hornblende	40	3,2	128,0	42,0	15,6		4,4	8,9	6,9	3,5	2,4			0,3		
Kalkspat	3	2,71	8,1	2,7							1,5					1,2
Kloritt	20	2,8	56,0	18,4	6,0		3,4			6,6				2,4		
Albitt	15	2,62	39,3	12,9	8,9		2,5					1,5				
Klinozoisitt	10	3,3	33,0	10,8	4,3		3,6				2,7			0,2		
Titanitt	5	3,5	17,5	5,7	1,7	2,4					1,6					
Ilmenitt	1	4,72	4,7	1,5		0,8		0,7								
Svovelkis	1	5,02	5,0	1,6					1,1						0,5	
Kvarts	3	2,65	8,0	2,6												
Sericitt	2	2,84	5,7	1,8	0,8		0,7							0,2 0,1		
				305,3	100,0	39,9	3,2	14,6	9,6	8,0	10,1	8,2	1,5	0,2	3,0	0,5 1,2

Egenvekten er målt til 2,98 mens den beregnede er 3,053. Likheten mellom analysen og tabellresultatene er ikke så slående og gir bare størrelsesorden av de forskjellige oksyders opptreden.

B. Stratografi.

1. Profilene.

Profil A-A starter ved bekken øst for Dronningen gruve og går mot vest over nordre del av Bjørneggfjellet og ned i Gilsådalen.

I bekken står grågrønn fyllittskifer med strøk N 30^E V og fall 75^E V. Denne bergarten finner man videre til man kommer til en steil bergvegg som stiger opp til platået hvor Dronningen gruve ligger. Ved foten av denne bergveggen begynner en sandsten med typisk gråvakke-utseende. Det er en del foldet og strøket vanskelig å ta. En noen få meter bred sone med lys grønn fyllittskifer, meget tynnaskifret, følger så før man igjen får gråvakke. Profilet følges så videre over gabbro. Like ovenfor ligg-grensen er det mye overdekket. I heng av gabbro finner man igjen gråvakke, grågrønn av farge, her svært forskifret. Strøket er her N 25^E V og fallet er 50^E V. Sonen er her smal.

Oppover fjellsiden i Bjørneggfjell og ned mot Gilsådalen står den grågrønne fyllittskifer. Noen steder har den sandige lag. Strøket varierer fra N 10^E V til N 20^E V og fallet fra 60 - 80^E V.

Nesten ved foten av Bjørneggfjell står den lyse grå, svakt kvartsittiske sandsten. Strøket er her N 30^E V og fallet 90^E V. Videre ned til Gilsådalen er overdekket.

Profil B-B går fra Gilsådalen mot vest til nedstig-

ningen mot Lødøljadalen.

I bekken gjennom Gilsådalén står grågrønn fyllittskifer med strøk N 30^g V og fall 50^g V. Herfra og oppover mot Lillefjellet er det overdekket, men ved foten av fjellet står den lyse grå kvartsittiske sandsten med et strøk N 15^g V og fall 65^g V.

Oppover mot toppen av Lillefjell står gråvakkefyllitt med enkelte sandige lag. Selve toppen er et bredere sandig lag. Strøk og fall varierer lite i dette området, N 20^g V og 65^g V. Nedover vestsiden av Lillefjellet gjentar det samme seg, likeså oppover dalsiden mot Damtjern. Omtrent midt oppe i dalsiden begynner gråvakkene, og her er strøket N 10^g V og fallet 65^g V. Videre oppover støter en på noen små gabbrolinser.

Like øst for demningen ved Damtjern kommer man så over i den grågrønne kvartsittiske sandstenen. Sonen er her ganske smal med et strøk ca. N 20^g V og fallet 50^g V.

Langs sydenden av Damtjern står igjen gråvakkene. På vestsiden kommer man så over i den mørke grå fyllittskifer som her står med et strøk N 25^g V og fall 65^g V. Videre mot vest finner man så den grafittførende fyllittskifer som her har strøk N 20^g V og fall 70^g V.

Profil C-C går tvers gjennom hele feltet fra øst mot vest og inkluderer alle bergartene som er påtruffet.

I øst begynner det i de typiske gråvakter som synes svak forskifret. Strøket er her N 10^g V og fallet 80^g V. I "Bjørneggryggen" videre mot vest kommer man så inn i gabbro, deretter over en smal, steiltstående skifer, så igjen over gabbro. I nedhellingen vest for "Bjørneggryggen"

står så grågrønn fyllittskifer med ganske konstant strøk N 20^g V, men med mere vekslende fall fra 65^g til 80^g V.

En krysser så den lys grå kvartsittiske sandsten som står med strøk N 20^g V og fall 65^g V. Over Gilsådalen står gråvakkefyllitt og her blir mot vest fallet noe slakere. Gråvakkefyllitten fører over dette stykket flere sandige lag.

Et stykke oppover fjellsiden fra vestsiden av dalen finner man grensen til den lys grågrønne sandsten med vekslende lag av grå skifer. Strøket er her N 60^g V og fallet er 40^g V.

Man går så i denne bergarten til østsiden av fjellryggen. Her står igjen gråvakkefyllitten med strøk N 10^g V og fall 40^g V. Denne følges med ganske konstante strøk og med stadig steilere fall til man kommer over i gråvakken med den kvartsittiske sandsten. Da er strøket igjen ca. N 10^g V og fallet 60^g V. Fra disse går man så over den mørke grå fyllittskifer og over til en smal sone av grafittførende fyllittskifer. Strøket er da N 10^g V og fallet 65^g V.

På profilkartet er bergartenes tenkte gang under overflaten og opp i luften tegnet inn. Foldingene er uhyre mere komplisert enn det som her er kommet frem. Småfolding og større isoklinalfolder opptrer over store områder. Men det menes her at grovt sett er feltet en synklinal. Som støtte for denne antakelse er profil C-C, som krysser alle opptredende bergarter, brukt som grunnlag. Synklinalformen kan begrunnes med følgende:

Wolff (pers. medd.) mener at bergartsserien lenger nord er invertert. Hvis dette er tilfelle, skulle det ikke være noe i veien^e for at det samme skulle gjøre seg gjeldende

i det her undersøkte felt. Da det også her er funnet strukturer som indikerer invertering, skulle en slik påstand kunne holde.

I gråvakkene i vest er det funnet graded bedding som viser det yngste lag mot øst. Dette skulle tyde på en antiklinal mot vest.

I den vestlige delen av den lyse grågrønne sandsten og grå skifer finnes drag-folds som også viser yngre lag mot øst, altså en antiklinal mot vest.

Deretter hentes en opplysning fra profil A-A. I Bjørneggfjellet finnes drag-folds som viser at vi har riktig lagstilling, altså yngste lag mot vest. Det vil igjen si at vi må ha en antiklinal mot øst og en synklinal mot vest.

Da så gråvakkeryllitten opptrer både øst og vest for den lyse grågrønne sandsten med grå skifer, er det naturlig å tro at den sistnevnte bergart er den som danner kjernen i synklinalen og er den yngste bergarten i feltet. Den sterk forskifrede sone som finnes i denne bergarten noen hundre meter opp fra ligg, kan forekomme der denne lagpakken er presset sammen mot hverandre.

Videre kan observeres at fallet er slakest i sentrum av synklinalen men blir brattere både østover og vestover.

Ved gabbroen i øst er det antydnet en antiklinal. Gråvakkene som finnes her er de som har det samme utseende som i vest, bare litt forskifret, og det antas da at det er samme horisont. Gråvakken finnes i nord på begge sider av gabbroen men mangler på vestsiden i syd. Den grågrønne fyllittskifer med tverrbiotitter finnes både øst og vest for gabbroen, og dette skulle da tyde på en antiklinal. I felten er det sett at gabbro ligger fullstendig konkordant side-

bergarten og er foldet sammen med denne. Det skulle da ikke være noe iveien for at en gabbrogang skulle bli foldet opp i en antiklinal sammen med sidebergarten.

2. Lagfølgen.

På profilkartet er enkelte av bergartshorizontene stiptet under overflaten der de antas å bli avslitt i foldenes skjenkler.

Den blåsorte grafittførende fyllittskifer er den eldste bergart i feltet. Den finnes ikke igjen på østsiden av synklinalen, men det er mulig den finnes på dypet under synklinalen. Bergarten er av Wolff (1964) på et sammensatt kart over østre deler av Trondheimsfeltet og på det upubliserte kart av 1965 henregnet til Undre Hovin i mellom-ordovicium.

Over denne følger så den mørke grå fyllittskifer. Som tidligere nevnt er denne bergart ganske lik den grafittførende fyllittskifer, bare med et mindre bitumeninnhold. Det må da kunne antas at disse to skifre følger hverandre under synklinalen.

Lenger mot øst og stratigrafisk over kommer gråvakkene og disse finnes på begge sider av synklinalen. På profilkartet er det antydning at denne horisonten er avslitt på øst-antiklinalens vestre skjenkel.

Grunnen til at den grågrønne fyllittskifer blir betraktet som den bergart der ligger over gråvakkene, er at den finnes på begge sider av antiklinalen i øst. Det er antydning at den kan følges under hele synklinalen til den kiler ut på anteklinal-skjenkelen i vest.

Den lys grå kvartsittiske sandsten antas å ligge over fyllittskiferen og opptre på samme måte som denne.

Gråvakkefyllitten er den nest yngste bergart og opptrer både øst og vest for synklinalen.

Den lys grågrønne sandsten med grå skifer danner det yngste lag. Denne bergarts østre og vestre skjenkel er presset helt sammen og skjævet langs hverandre. På denne måten har den sterkt forskifrede sonen oppstått.

De yngste lag i feltet er det vanskeligere å antyde noen alder på. Wolff (1965) har på sitt kart øst for sin grå ofte grafittførende sericittfyllitt, store mektigheter av lyse grågrønne metagråvakker i vekselag med grågrønne leirstener. Disse siste er de eldste i hans Kjølhauk-gruppe som er plassert i øvre ordovicium. Hvis disse parallelliseres (uten at en på forhånd kjenner til disse utseende i felt og mineralogi) med de yngste bergarter i det undersøkte felt, kan de plasseres underst i øvre ordovicium, nærmere bestemt nederst i øvre Hovin.

Gabbroene i feltet synes å opptre mellom de yngste og eldste bergarter.

Lagpakken er omlag 1,5 km tykk.

C. Tektonikk.

Tektonikken er i feltet, som tidligere nevnt, meget mer komplisert enn det profilkartet gir uttrykk for. Innen de store foldene er lagene isoklinalfoldet og ujevnt småfoldet.

Der foldingsakser er målt, stuper aksene omkring 20° mot nord og ligger parallelt strøket. Lineasjenene målt i bergartene faller sammen med foldingsaksens retning men synes

generelt å falle litt brattere mot nord, mellom 20° og 30° . Men ved Lillefjell og Gilså gruver, er lineasjonen målt til å falle $3-5^{\circ}$ mot syd. Foldingsaksen synes da i disse områder å ligge ganske horisontalt.

I liggen av malmsonene i Lillefjell og Dronningen gruver er det sett en ganske svak øst-vestgående lineasjonsretning. I Lillefjell gruve i lagflaten, omtrent normalt på hovedlineasjonen, og den angir således en dragning i felt mot nord. Ved Gilså gruve kunne ingen øst-vestgående lineasjon observeres.

Av det geologiske kart sees at bergartene får generelt en større mektighet jo lengere nord man kommer i feltet. Det samme kommer frem på profilene også. Dette skulle tyde på at synklinalens akse faller mot nord. På profilene er det forsøkt antydnet at synklinalen blir dypere mot nord.

Spesielt i de nordlige deler av feltet finner man av og til at strøket har markante knekk hvor strøkretningen går over fra vestlig til østlig. Det samme kan man se gjenntar seg lengere nord i Meråkerfeltet. Dette kan være en tverrfoldingsretning, men det kan også være at da sedimentpakken ble foldet, møtte den på enkelte partier større motstand fra underlaget, f.eks. ved at en del av underlaget sto noe opp fra det øvrige.

Noe systematisk sprekkesystem opptrer ikke i feltet, men umiddelbart nord for veltene ved Lillefjell gruve går en 20 m bred forsenkning i terrenget. I vest ligger et lite vann i enden av denne forsenkningen og mot øst

renner en liten bekk forbi gruen. Forsenkningens retning er omtrent vinkelrett strøket og er tydelig markert i terrenget. På begge sider av den får man et godt snitt gjennom bergartene. Disse viser ingen forskyvninger. Sonen kan være en knusningssone og den står steilt. I en gruverapport fra 1918 heter det: "Der opptrer i gruben lerfylte slepper, hvorav én sees at ha fremkaldt en forrykning. Spalten går omtrent tværs på grubens stök. Den er omtrent $3/4$ m tykk og er fylt med ler og bergart." Det gies ingen angivelse av hvor i gruen disse soner befinner seg. Men det er rimelig å anta at minst en av dem har forbindelse med forsenkningen i dagen.

IV. FELTETS MALMER.

1. Lillefjell gruve.

a) Generelt om gruen.

Gruven ligger like over tregrensen, ca. 800 m.o.h. (fig. 13) og 2 mil syd for Meråker. Svovelkismalmen i gruen er rik på kopperkis.



Fig. 13. Lillefjell gruve, sett mot øst.

Forekomsten ble funnet i 1751, og driften begynte i 1760. Driften fortsatte senere med små avbrekk fram til 1920.

Malmen er fulgt etter fallet, ca. 390 m, og i felt omlag 130 m. Det er drevet inn en 280 m lang stoll som skjærer malmen ca. 50 m etter fallet. Fra dette nivå er det så gått ned med en sjakt etter et jevnt fall. Men på dypet følger sjakten malmens fall, og i de aller dypeste partier av gruen er sjakten drevet i ligg av malmen, og man har gått med tverrslag inn på denne.

Overfor stollnivået, der driften engang begynte, er det drevet 4 synker som har forbindelse med hverandre under dagen. Gruven er nå vannfylt under stollnivået.

Gamle rapporter forteller at forekomsten har et vekslende fall omtrent $60-65^{\circ}$ V, og at dette fallet blir noe steilere mot de dypere partier av gruve.

De gamle rapportene kan fortelle at det i tidsrommet mellom 1761 og 1895 er drevet ut ca. 107.000 tonn malm med ca. 6,5 % kopper. Rundt 1918 ble det regnet med at man hadde oppfart, men ikke avbygget, ca. 15.000 tonn malm, da med 3,5 % Cu, 21,0 % S og ca. 3 % Zn. Årskapasiteten var antatt å være 4.000 tonn.

b) Geologi.

Området rundt de gamle gruvehullene over stollnivået er for det meste overdekket av gamle, rustne velter. Man er derfor avskåret fra å få en profil over malmsonen og dens sidebergarter, skritt for skritt.

Strøket i gruveområdet er N $5-15^{\circ}$ V, og fallet er omtrent $60-65^{\circ}$ V. På fig. 13 er strøket inntegnet i forgrunnen. Men på en fjellknatt rett øst for gruvehullene (ved pilen, fig. 13) er strøket over en kort avstand dreiet til N 10° ø. Fallet er det samme som ellers. Bergarten går med denne retningen inn i overdekningen, men rett i syd for det sydligste av gruvehullene er den inne på retningen N 10° V igjen, når den kommer ut av overdekningen.

Forekomsten ligger i gråvakkefyllitt og har en 8-10 m mektig gabbro-gang 10 m oppe i heng. Ved å sammenføye de deler av gruveområdet som ikke er overdekket, kan man få

et profil over bergartenes variasjon. Fig. 14 viser dette profil og det går over det sydligste av gruehullene, hvor man har det eneste sted man kan nå malmen i dagen. Det er referert til bergartene med tall.

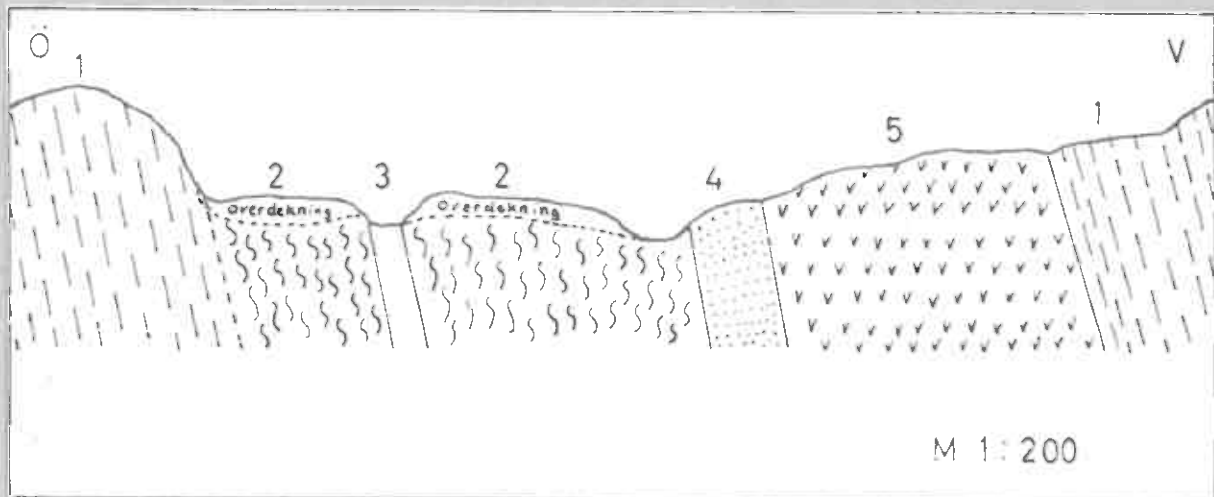


Fig. 14. Profil over Lillefjell gruve.

Profilen starter på bergknatten i øst. Her står grågrønne gråvakkefyllitter (1) med bare en svak antydning til lysere bånding. Mot vest kommer man så over i en fyllittisk, svært glinsende og grågrønn skifer (2). Den fører nyrer og årer av kvarts. Ingen impregnasjon av kismineraler sees der denne bergarten er blottet.

Selve malmsonen (3) er meget forvitret og den umiddelbare sidebergart er blitt ukjennelig av forvitringen. Kissonen er ca. 1 m mektig. Svovelkis i 0,5 mm store terninger og kopperkis er de eneste mineraler som skilles i håndstykke.

Videre mot vest får vi igjen den svært fyllittiske skifer som har en skarp grense mot den overliggende bergart. Deretter kommer en ca. 2 m bred sone av en nærmest kvartsittisk gråvakke (4). Den er grågrønn og synes meget tett. Slip av den viser 40 volum% kvarts og 25 volum% kloritt.

Som feltspat opptrer en albitt/oligoklas med An_{10} , med 20 volum%. Underordnet finnes muskovitt, titanitt, apatitt og erts. Klorittmineralet er bestemt til å være prokloritt og ligger gjerne i ring rundt plagioklaskorn.

Ved gruehullene, 30 m lengre mot nord er denne bergarten bare 20 cm bred og her enda mer kvartsittisk. Lenger mot syd er den bare svakt presset og i slip kan man tydelig se større bergartsfragmenter. Dens strøk er $N 10^{\circ} \varnothing$ og fallet $60^{\circ} V$.

I heng kommer gabbrogangen (5). Denne er svært skifrig på grensen, men innover mot sentrum av gangen blir den massiv og middelskornig. I slip ser man at den er ganske sterkt saussuritisert. På hengsiden har den en rustsone og det er skutt litt på denne sonen. Også her er gabbroen skifrig.

Videre mot nord følger igjen gråvakkefyllitten. Den står her med strøk $N 15^{\circ} V$ og fall $60^{\circ} V$.

Overdekningen gjør det vanskelig å følge gabbroen mot nord. Den er funnet igjen der den kiler seg ut i en spiss. Denne spissen bøyer noe mot øst ved det tidligere omtalte terreng-forsenkning (krusningssonen).

Mot syd følges gabbroen lett. Den har en ganske konstant bredde, 6-8 m, og den ligger hele tiden konkordant gråvakkefyllitten. Etter å ha fulgt den omlag 500 m mot syd kiler den ut.

I overflaten er malmsonen observert ca. 10 m i ligg av gabbro, men gruverapporter sier, at kisen finnes på dypet i kontakt med gabbroen, og da er siste meget sterkt skifrig.

For å få undersøkt malmsonens sidebergart, måtte man ned i gruva. 10 m under dagen finnes et bergfeste der

malmsonen er godt blottet, og herfra ble det tatt en prøve av heng- og liggbergarten i umiddelbar nærhet av malmen.

Hengbergarten er en klorittskifer, grønn av farge og med 2 mm brede biotitt-bånd. Kvarts finnes som tynne årer og bredere nyrer. Impregnasjon av magnetkis er vanlig.

I mikroskop finner man følgende hovedmineraler:

Kloritt	45 %
Kvarts	30 %
Feltspat	10 %

Dessuten finnes underordnet biotitt, klinozoisitt, epidot, zirkon og opakmineraler.

Klorittmineralet er klinokloritt og opptrer i nålformete aggregater. Biotitt er alltid omkranset av kloritt. Kvarts viser bare svak undulering. Feltspat er albitt med enkelte Karlsbader-tvillinger. Mineralet er nydannet, det har få og små inneslutninger. Opakmineralene er magnetkis, kopperkis og sinkblende. Sinkblende kan sees avsatt på en sprekk i magnetkis. Kornstørrelsen er fra 0,05 - 0,15 mm.

Liggbergarten har en tydelig skifrichet. Den spalter lett i 2 cm tykke plater. Mellom denne og malmsonen finnes en brekksiert sone på 2 cm som fører fet grafitt.

Liggbergarten er grågrønn av farge og virker fin-kornet. Tynnslip av den viser følgende sammensetning:

Kvarts	30 %
Albitt	30 %
Kloritt	15 %
Epidot	16 %

Underordnet finnes muskovitt, biotitt, zoisitt, opakmineraler. Kvarts har sterkt undulerende utslukning og meget jevn kornstørrelse. I bånd er den tydelig sekundær. Albitt har sammensetningen Ang . Kloritt har optiske data som både

passer for prokloritt og klinokloritt. Sammen med kloritt opptrer oftest epidot i aggregater. Opakmineralet er magnetkis. Kornstørrelsen varierer, men ligger mellom 0,05 og 0,1 mm.

c) Malmen.

Malm i fast fjell er betraktet i det tidligere omtalte bergfestet. Det finnes i de sydlige ender av graven, punkt B' på bilag 12 (etter ingeniør Niels Schøyen). Fig. 15 viser et snitt omtrent Ø-V av bergfestet.

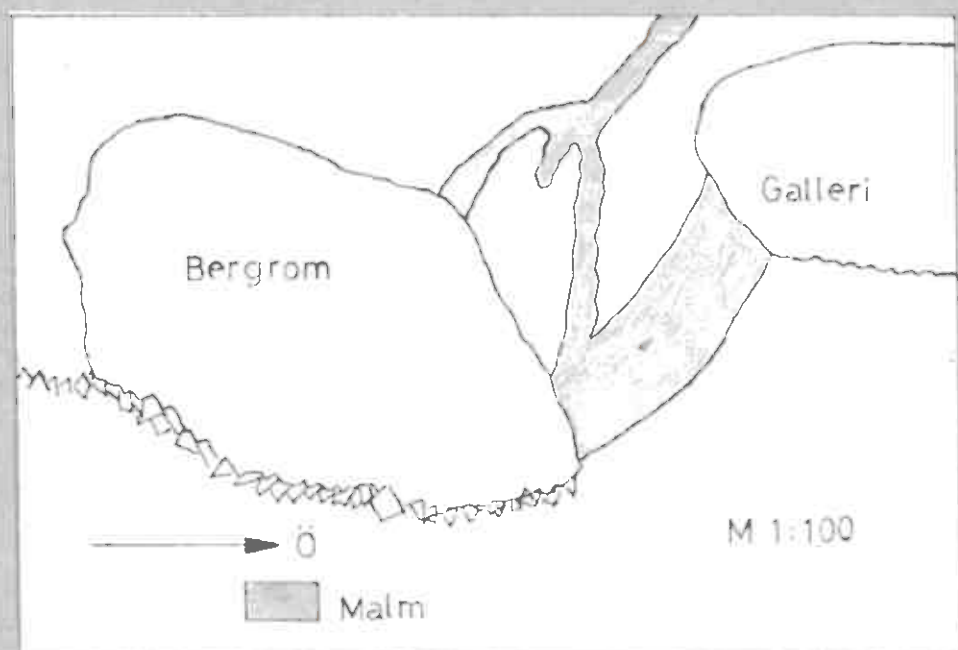


Fig. 15. Bergfeste Lillefjell gruve.

Her har malmen en mektighet på 1,20 m. Dens strøk er N 20^g V. Øverst er fallet 60^g V, mens det nederst er 30^g V. Hovedsonen sender en utløper opp i heng hvor den går sammen med et annet, smalere malmbånd.

Små malmlinser viser at det har foregått en folding og knaing av malmen. I den sydligste av ortene i gruva, kan man se malmen i en overbøyd fold (fig. 16).

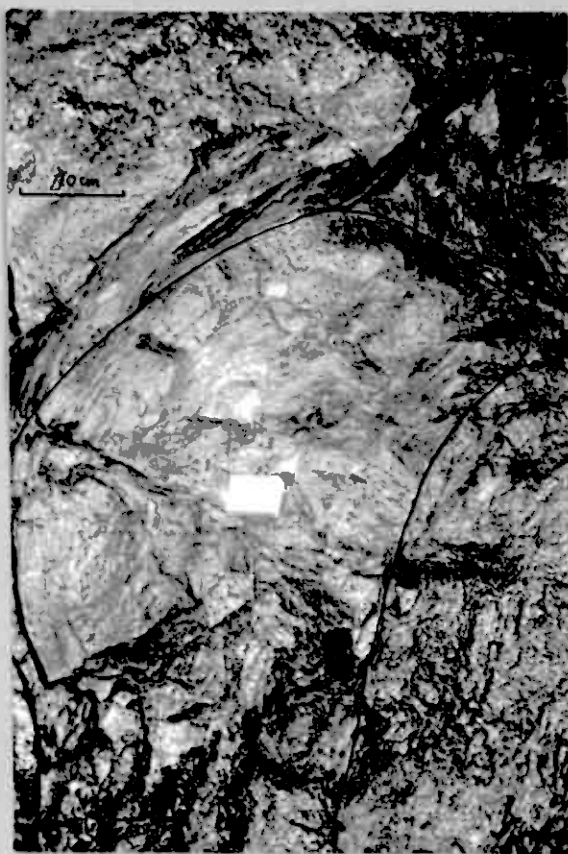


Fig. 16. Foldet malm, Lillefjell gruve.

Malmen i folden er kopperrik svovelkis, og rundt ligger en klorittskifer med impregnasjon.

Forekomstens formasjoner og dimensjoner, synes ifølge den tidligere omtalte rapport å være meget uregelmessig. At malmen "gafler" ut er typisk, særlig mot nord. Her er også koppergehalten lavere. Mektigheten avtar etterhvert og malmen taper seg til bare spor i strøkretningen. Videre sier rapporten, at det fra hovedgangen går tallrike utløpere mot både heng og ligg.

Mektigheten i malmgangen varierer fra ingen malm, til noen steder oppe i 5-6 m. Den midlere mektighet ble regnet til ca. 1,0 m. I gruvens dypeste nivåer varierte malmens tykkelse fra 0,2 - 0,8 m.

Malmen er kopper-rik svovelkis. Men der finnes også andre typer. I ennu fulle tappekasser på taubanestasjonen ved gruven ble det funnet fire typer malm. En grovkornig svovelkis med noe kopperkis, en kopperrik svovelkis, en nesten ren kopperkis og en nesten ren magnetkis med enkelte gnister av fin kopperkis.

Rapporten forteller at malmen enkelte ganger kan bestå av bare magnetkis. I de dypeste partier av gruven var malmen meget sink- og kopperrik.

I dette arbeid er malmen undersøkt i bergfestet, og den består av middelskornet, kopperrik svovelkismalm. Svovelkiskrystaller (kuber) ligger i en grunnmasse av kopperkis, sinkblende og magnetkis. Mot sidebergarten har malmen ofte meget skarpe grenser, mens det andre steder er en gradvis overgang fra malm til sidebergart.

I håndstykke viser malmen vekselbånding mellom svovelkisrike- og sinkblenderike bånd. Kopperkisrike bånd synes også å opptre, og i disse bånd viser svovelkisen en mindre kornstørrelse enn vanlig.

God bånding er ikke vanlig i de øvre partier i gruven. Her finner man de forskjellige mineralene noe mer uregelmessig ordnet. Linser av sinkblende, kopperkis og magnetkis er vanlig, mens svovelkis er spredt jevnt gjennom hele malmen.

Inne i malmen kan vi, i det omtalte bergfeste, se store og små fliser av den omgivende bergart. Disse er mer eller mindre impregnert av de opptredende malm-mineraler. ^eDt er spesielt kopperkis som legger seg rundt disse flisene, og i enkelte tilfelle kan man se at mineralet har erstattet nesten

hele bergartsfragmentet. I fig. 16 kan man se, opp til venstre i folden, et kantet bergartsfragment.

Malmen har et meget varierende kopperinnhold. Det er ikke lett å få greie på hvor man i driften satte den nedre grensen for Cu, men det opplyses at i 1919 drev gruven med en malm med et gjennomsnitt på 3,49 % Cu og 21,93 % S. Men man har vært oppe i en gangmektighet på 3 m, med et Cu-innhold på 13,18 % og svovel på 33,22 %. En generalanalyse på Lillefjell-kis i 1906 ga følgende resultater:

28,04 % bergart	Spor	Ni
5,89 % Cu	31,87 %	Fe
4,76 % Zn	26,84 %	S
0,04 % As	0,0015 %	Ag
Spor Sb	0,50 g/tonn	Au.

Under det herværende arbeid ble det kanalprøvetatt, vinkelrett på malmsonen i bergfestet.

Kanalen var 4 cm bred og 1-2 cm dyp. Den kjemiske analyse på hovedelementene her ga følgende resultat:

30,2 %	Fe
13,2 %	S
5,45 %	Cu
5,3 %	Zn.

Når man ser bort fra svovelprosenten, viser de andre analyser en slående likhet med generalanalysen. En skulle da tro at den malmsonen som her er undersøkt, er noenlunde representativ for malmforekomsten i sin helhet.

Grunnen til det lave S-innhold er nok den forvitring som har foregått. Malmen har nede i gruva en tett oksydasjons-hud over seg, og noe av svovelet er blitt ført bort som H_2SO_4 .

Hovedmineralene er, som sagt, svovelkis, kopperkis

magnetkis og sinkblende. Dessuten finner man i noen av de 9 undersøkte slip fra gruve, et høyst vekslende innhold av blyglans. Magnetitt og ilmenitt er bare sett i et par av slipene. Fig. 17 viser et mikrofoto av en typisk Lillefjell-kis.



Fig. 17. Lillefjell-kis.

Dette viser hvordan svovelkis (py) opptrer i kuber, koppekis (cpy) som spredte korn og på sprekker, magnetkis (po) mellom svovelkiskornene, sinkblende (sl) som større felter og som inneslutninger i svovelkis og et større blyglanskorn (gn) som ligger mellom svovelkiskornene.

Svovelkisens kornform varierer fra anhedral til euhedral. En svak til noe sterkere antisotropisme kan alltid iakttas fra mørk grågrønn til mørk gråbrun. En sterk oppsprekning av mange svovelkiskorn er vanlig (fig. 18). På disse sprekkefinnes alle de andre malmmineraler.

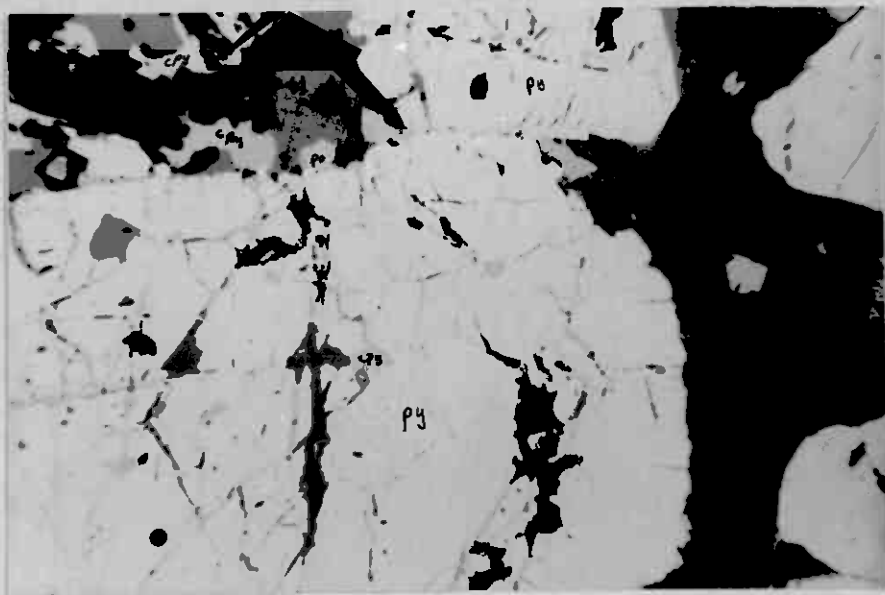


Fig. 18. Oppsprukket svovelkiskrystall. Lillefjell gruve
194 x.

Magnetkis synes å være konsentrert i sprekke­ne på randen av svovelkiskrystallene, det finnes ikke inn mot sentrum. Svo­velkis ligger alltid i en grunnmasse av gangmineraler og de andre sulfidmineralene. Kornstørrelsen er omtrent 0,25 mm.

Kopperkis finnes som anhedrale korn og har svak, men tydelig anisotropisme fra gråblå til grågrønn. Mineralet ligger gjerne mellom svovelkiskorn og sender utløpere inn i dem, så man har en tydelig erstatning av svovelkis. Sink­blende finnes som små dråper inne i kopperkis. Tallet på inneslutninger i mineralet veksler fra slip til slip. Av og til finnes ingen, mens andre ganger er det tett i tett av inneslutninger. Man ser at kopperkis gjerne samler seg rundt gangmineralkorn og inneslutter dette fullstendig.

Magnetkis forekommer i anhedrale korn. Refleksjons­pleokroisme er vanligvis ikke til stede. Anisotropien er sterk fra lys blågrønn til mørk gråblå. Dette mineralet er som regel helt fri for inneslutninger, og det opptrer meget sjelden i kontakt med sinkblende. Også dette mineral fyller rommene mellom svovelkisterningene. Magnetkis viser en

varierende, framskredet omdanning til markasitt fra slip til slip. Omdanningen er begynt langs korngrensene og på sprekker i mineralet. Det er rimelig å anta at denne omdanning er supergen og et resultat av den forvitring som har foregått, også nede i gruve.

Sinkblende finnes som anhedrale korn. Mineralet har sterk rødlig indre refleksjon. Det kan ligge rundt svovelkiskrystallene på alle sider. Av inneslutninger opptrer kopperkis hyppigst, men blyglans opptrer også som små, spredte korn.

Blyglans opptrer bare i et slip (nr. 1) i noen mengde, her i 0,2 volum%. Kornformen er anhedral. Mineralet opptrer som fyllinger mellom svovelkiskornene (fig. 18). Dessuten kan mineralet danne "broer" mellom svovelkiskornene (fig. 19a).



Fig. 19. Blyglans' opptreden. Lillefjell gruve.

Det forekommer ofte som inneslutninger i sinkblende og kopperkis, også i svovelkis. Når inneslutningene opptrer i sinkblende, som er i kontakt med svovelkis, kan det av og til sees at de ligger som "øyer" rett ut for nes av svovelkis som stikker inn i sinkblende (fig. 19 b). Blyglansens kornstørrelse varierer fra mindre enn 0,01 mm til 0,05 mm.

Magnetitt og ilmenitt opptrer gjerne sammen og da i gangmineralene.

Gangmineralene er hovedsakelig kvarts og biotitt. Kalkspat opptrer også. Amfibol eller kloritt opptrer som stenglig mineral uten noen orientering.

2. Gilså gruve.

a) Generelt om gruve. -----

Gilså gruve ligger ca. 4 km syd for Lillefjell gruve, meget værhardt, i høyde 870 m.o.h. (fig. 20).



Fig. 20. Gilså gruve, sett mot V.

Gruven ble satt i ordinær drift i 1771 og ble nedlagt i 1811. I 1907 ble det foretatt en del diamantboringer, og resultatene av disse viste seg så gunstige at man bestemte seg for å lense gruve. Etter mye om og men (en del utstyr ble fraktet inn) ble gruve forlatt i 1920, og den rant full av avnn igjen.

Malmen er fulgt med en rekke synker etter fallet, i strøkretningen ca. 170 m. Gruven skal være avbygget til et dyp på 50 m i midtpartiet og til 70 m på sidene.

Diamantboringen konstaterte at man hadde kis stående ned til 75 m under gruvens bunn. Etter mektigheten å dømme har man et anstående malmkvantum på 15.000 tonn av bedre kis enn Lillefjell. Borkjerner har vist inntil 9 % kopper.

Man regner med at det i løpet av den tiden driften gikk, ble produsert ca. 7.000 tonn til smelting.

b) Geologi.

Også ved Gilså gruve har gruvearbeidene resultert i at det er lite blottet rundt malmsonene.

Strøket i gruveområdet er meget vekslende p.g.a. tett småfolding, fra N-S til N 15^g ø. Fallet er steilt, 80-90^g mot V.

Forekomsten ligger også her i den grågrønne gråvakkefyllitten og ca. 20 m vest for grensen mot den lyse grågrønne sandsten. Fig. 21 viser et profil som går ø-V over den nest nordligste av synkene.

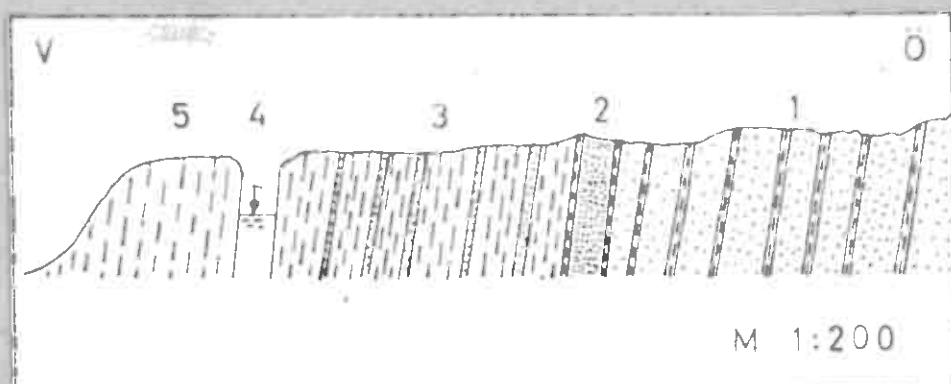


Fig. 21. Geologisk profil over Gilså gruve.

Profilen begynner i øst i den lyse grågrønne sandsten (1). Det veksler her med lag av den grå skifer, men sandstenen opptrer i største mengde og i benker på opptil 2 m. Skiferbenkene er noe smalere. Denne serien er småfoldet og strøk og fall vanskelig å ta, men generelt er strøket N 15^g ø og fall 90^g V. Den er ofte gjennomskåret av tynne

kvartsårer. I forbindelse med kvartsårene har man fått utsvettet store og små amfibol-stengler og biotitt-flak. Sandstenen virker til sine tider svært tett.

Ca. 17 m øst for synken kommer man over i en svakt fyllittisk, mørk skifer (2), som ligger på begge sider av en sandstensbank. Denne banken er meget kvartsittisk og den er avsnørt i boudinage-struktur. I avsnøringene er det utskilt kvarts, biotitt og noe kopperkis-impregnasjon. Skiferen er meget foldet på begge sider. Hele sonen er omlag 2 m mektig.

Videre mot vest kommer en normal gråvakkefyllitt (3), med tynne, lysere kvartsrike bånd. Inne i denne serien kommer flere 20 cm brede, grågrønne sandstensbanker.

Malmen (4) er overdekket, men umiddelbart i ligg av sonen har man kraftige utsondringer av kvarts, biotitt og amfibol. Det hele er meget knadd. Kopperkisimpregnasjoner finnes. Et tynt kvartsbånd er observert å gå på tvers av lagdelingen. Fet grafitt er funnet i en oppknust sone umiddelbart i ligg av malmsonen. I heng kommer en fyllittiskifer med lyse bånd. Mellom disse er det også kvartsutsondringer sammen med biotitt og amfibol. Strøket er her N-S og fallet 80^g V. Fallet bølgjer seg nedover som et vaskebrett.

Mot vest følger så en normalt utviklet gråvakkefyllitt (5). Strøket blir da N 5^g V og fallet 75^g V.

Gabbro er som sagt ikke påvist i gruvens nærhet. Det er visstnok ikke funnet gabbro ved undersøkelse av kjernene fra diamantboringene

Et tynnsnip av bergarten fra malmens liggssone, viser følgende hovedmineraler:

Kvarts	30 %
Epidot	25 %
Biotitt	20 %
Albitt	10 %
Kloritt	7 %

Dessuten finnes underordnet hornblende, titanitt, rutil og erts som kopperkis og sinkblende.

De største kvartskorn viser nesten ingen undulering og er tydelig sekundær. Disse opptrer også i egne bånd. De små kvartskorn er sterk undulerende. Epidot er ganske grovkornet i grove kvartsbånd, men er meget finkornet i biotitt-klorittbånd. Biotitt har pleokroisme fra oliven til brun, og finnes bare utenom kvartsbåndene. Albitt opptrer ikke i kvartsbånd og har liten kornstørrelse. Kloritt opptrer gjerne i vifteformete aggregater og rundt hornblendekorn. Hornblenden finnes i kvartsbåndene og gjerne vinkelrett på disse (fig.22)

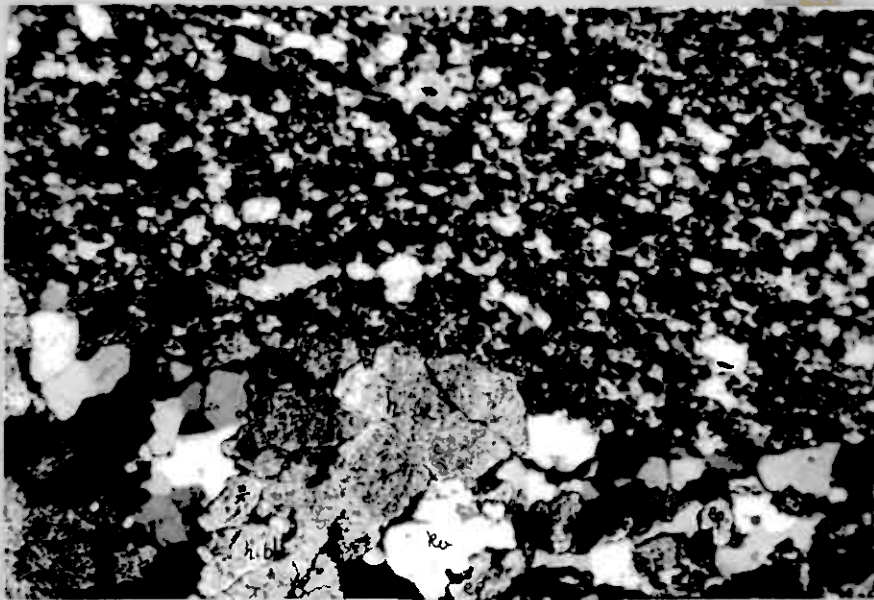


Fig. 22. Hornblende i kvartsbånd. + N . 36x.

Dette er et mikrofoto av bergarten, og man ser et grovt kvartsbånd med finkornet bergart på siden. Større epidotkorn sees sammen med kvarts.

Hornblenden har pleokroisme, α = gråoliven
 ρ = olivengrønn, γ = gråoliven. $Z \wedge c = 26^\circ$.

På siden av de grove kvartsbånd er bergarten mye mere finkornet, og består av biotitt og kloritt sammen med albitt og små kvartskorn.

Kornstørrelsen er 0,02 - 0,1 mm. I de grove bånd opp i 0,6 mm.

c) Malmen.

Malm i fast fjell er funnet nede i to av synkene. Her varierte mektigheten fra 10 til 50 cm. I heng kunne det sees at malmlinsen smalnet sammen og videt seg ut i strøkretningen. Rapporter fra driftstiden nevner at malmens mektighet varierte fra 0,5 - 1,5 m. Resultatene av diamantboringene viste at mektigheten kunne settes til 47 cm.

Malmen består av ganske ren koppekis, noe iblandet magnetkis. Svovelkis er ikke sett i slip, men er konstatert på veletn.

I fast fjell ser man at malmen har en fast begrensnig til sidebergarten på hengsiden. På liggsiden finner man en noe oppknust sone. Malmen er massiv og uten bånd. Inne i koppekisen ligger magnetkis som øyer. Man kan også se at linser av bergart ligger inne i malmen, men om dette er bergartsfragmenter eller bare lokale gangmineralansamlinger, kan ikke sies.

Malmen er meget kopperrik, og er den av gruvene i Meråkerfeltet som har levert malm med høyest koppergehalt. Det er også her tatt en kanalprøve over malmsonen. Den kjemiske analyse viser:

25,2	%	Fe
22,0	%	S
11,56	%	Cu
7,2	%	Zn

I polerslip finner man at malmmineralene er kopperkis, magnetkis og sinkblende. Fig 23 viser mikrofoto av Gilså-malmen.

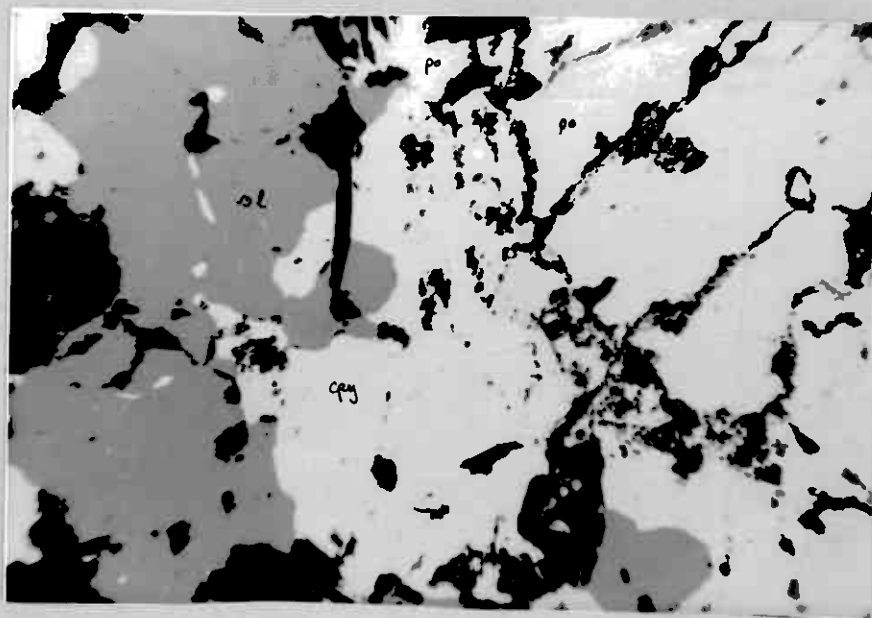


Fig. 23. Malm fra Gilså gruve. 194 x.

Kopperkis opptrer i anhedrale store korn. Anisotropismen er ganske sterk, fra mørk grå til gråblå. Det er vanskelig å snakke om inneslutninger, men sinkblende og magnetkis ligger som runde og uregelmessige "øyer" i kopperkisen. Kopperkis kan sees å trenge inn på sprekker i gangartskorn.

Magnetkis har en svak refleksjons-pleokroisme. Anisotropismen er sterk, fra grågrønn til rødbrun. I enkelte korn kan man se lysere og mørkere lameller. Det viser seg at de mørke lameller har en noe mindre hardhet enn de lyse. Langs korngrensene og langs sprekker i mineralet har magnetkisen fått en supergen omvandling til markasitt.

Sinkblende har bare en svak rødlig indre refleksjon. Det synes som om mineralet vokser ut fra bergartskorn og fortrenger kopperkis.

Magnetitt er sett i enkelte bergartskorn.

Som gangmineraler opptrer kvarts, biotitt og enkelte hornblendenaaler.

3. Dronningen gruve.

a) Generelt om gruen.

Gruven ligger på østsiden av Bjørneggfjell og omtrent 4 km S ø for Lillefjell gruve, i en høyde av 700 m.o.h. (fig. 24).



Fig. 24. Dronningen gruve, sett mot N.

Driften ble påbegynt i 1747 og nedlagt i 1791. Gruven er drevet som en dagskjæring i 100 m lengde. Det er også drevet en kort stoll, men den er nå gjenrast. Gamle rapporter er noe divergerende, men det synes som om gruen er drevet til et dyp av ca. 50 m.

I den tiden gruen var i drift ble det levert

2.200 tonn malm, av omtrent samme kvalitet som Lillefjell gruves, til smelting.

b) Geologi.

Også ved denne gruve har man det problemet at store områder er overdekket, spesielt i ligg av malmsonen.

Strøket varierer lite i området og er N 25-35^g V. Fallet er 60-85^g vestlig. I heng av forekomsten ligger en omlag 100 m mektig gabbrogang.

Fig 25 viser en geologisk skisse over området rundt Dronningen gruve, svært forenklet. Det henvises til fargene i teksten.

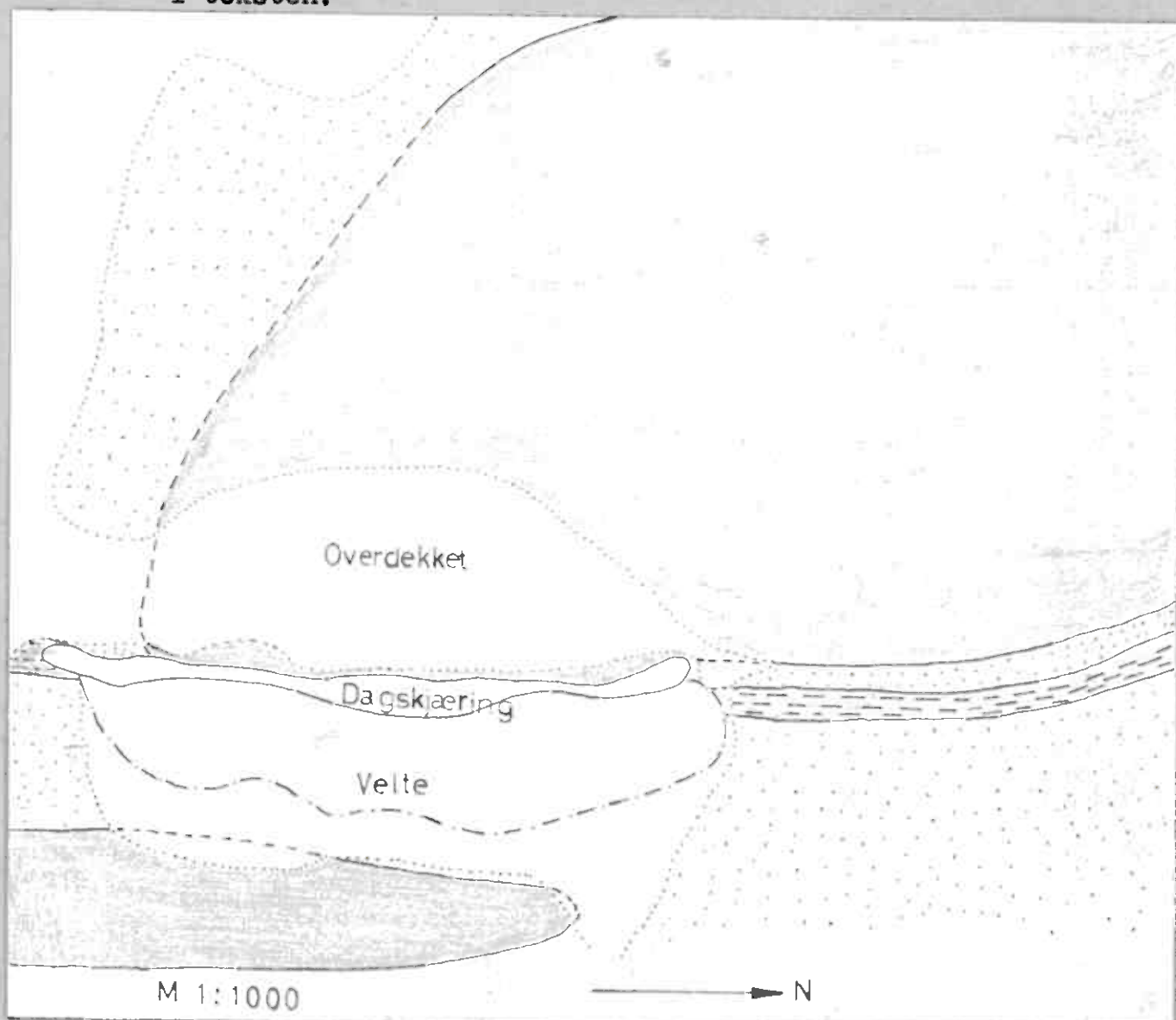


Fig. 25. Forenklet geologisk kart over Dronningen gruve.

Som tidligere nevnt, er det litt nord for dagskjæringen mulig å gå et profil over gabbroen, og en kan se hvordan den forholder seg til sidebergarten.

Gabbroen (brun) er i midtpartiet grovkornig, men både mot heng og ligg finner man at den blir mer og mer finkornig. Helt i ligg er gabbroen meget forskifret og klorittisert. Umiddelbart under gabbroen ligger en sone, 5 m mektig, grågrønne gråvakter (gul), med svakt fyllittiske flater. De er helt like med gråvakkene man finner ved Damtjern. Strøket er her N 35° V og fallet 85° V.

Under gråvakkene følger så en meget glinsende fyllittisk skifer (grønn). Den fører enkelte kvartssnyrer og årer. Mektigheten er 5 m. Følges denne bergarten langs gabbroen, svinger strøket først over til N 45° V før det går over til N 35° V igjen.

Under denne følger så gråvakkene igjen. I dette området er det svært lite folding, men enkelte sterkt forskifrete soner opptrer.

I den søndre del av dagskjæringen er bergarten også blottet til et fullstendig profil.

I heng av skjæringen finnes det en litt mørk, glinsende og skifrig bergart (grønn). Denne fører store kopperkis-gnister. Videre har den store porfyroblaster av biotitt. Mektigheten er her omlag 5 m. Bergarten er den samme som ble funnet i nordre ende av skjæringen. Men det ser her ut som om den ikke er så forskifret.

I ligg av denne kan man følge gråvakkene i 25 m. Disse har her et strøk N 35° V og fall 65° V.

Under disse kommer man igjen inn i en gabbro. Også denne er meget forskifret og presset på grensen. Den har

en mektighet på rundt 20 m, før man igjen får gråvakker.

Oppover i heng av dagskjæringen er det først overdekket, men man kommer så inn i sterkt forskifrete gråvakker, som tydelig er svært presset. Strøket varierer fra meter til meter. Gabbroen er også sterkt forskifret her, og svært ukjennelig på grensen. Den er rusten på grensen og det er skjerpert flere steder på den.

Langs hengsiden av skjæringen finner man en meget forskifret gabbro med store biotittporfyroblaster.

Dette gir som resultat at malmsonen ikke ligger i gabbro som tidligere antatt (Carstens 1935). Malmsonen befinner seg i gråvakkefyllitten, på ligg-grensen til gabbroen. Straks dagskjæringen er drevet bort fra gabbroens liggssone er malmsonen forsvunnet og dagskjæringen blir grunnere og er ikke drevet lengre sydover.

Gabbroen som finnes lengre mot øst, synes ikke å ha noen sammenheng med den store gabbro. Den kan ikke følges langt i hengsonen før den går inn i overdekningen.

I den nordre ende av dagskjæringen finner man malm i fast fjell. Malmen er her fra 2 til 10 cm mektig, og viser seg å være en fin kopperkis med litt magnetkis.

50 cm fra sonen finner man en grønn forskifret bergart. Har ingen likhet med andre bergarter i området. Tynnslip viser følgende sammensetning:

Kloritt	45 %
Kvarts	17 %
Feltspat	15 %

Dessuten finnes underordnet kalkspat, titanitt, amfibol, epidot, biotitt, muskovitt, magnetkis og kopperkis.

Kloritt er bestemt til å være prokloritt. Kloritt

ligger rundt biotittkorn og er tydelig i ferd med å fortrenge denne. Kvartsen opptrer svakt undulerende. Feltspat er albitt som er sericitisert, og som også fører inneslutninger av epidot. Amfibol opptrer i liten mengde og er svakt pleokroitisk. α = svak oliven, β = fargeløs, γ = svak grønn. $Z \wedge c = 18-20^\circ$ $2V \approx 70^\circ$ opt. + .

Disse optiske tegn tyder på at mineralet er Cummingtonit.

Nær malmen opptrer en kopperkisrik impregnasjon i samme type bergart. Her blir bergarten også noe mere foldet og knadd.

c) Malmen.

Malmsonen synes i følge gamle rapporter å ha vært 1 m, men selve malmen kun rundt 25 cm. Malmen som er funnet i fast fjell, under dette arbeid, var bare omlag 10 cm mektig. Den består av en meget pen kopperkis med noe magnetkis. Underordnet finnes noe svovelkis.

Der hvor malm er sett i fast fjell, har den helt skarpe grenser både i heng og ligg. Bergartsfragmenter er ikke sett i den. Kvarts- og kalkspatårer krysser sidebergarten på kryss og tvers.

En kjemisk analyse er tatt på en malmstuf og viser dette resultat:

16,2	%	Fe
9,5	%	S
8,75	%	Cu
1,1	%	Zn

Polerslip viser følgende mineraler: Kopperkis, magnetkis, sinkblende og arsenkis.

Kopperkis opptrer i anhedrale korn med tydelig aniso-

tropisme, fra gråblå til rødbrun. Tvillinger forekommer ofte og de opptrer som gitterstruktur.

Magnetkis finnes ofte som subhedrale korn, men det vanligste er anhedrale. Anisotropien er fra grå til brungrå. På sprekker i magnetkis finnes både sinkblende og koppekis. En stor del av magnetkisen har undergått en supergen omvandling til markasitt. Det er som regel bare kjernen i magnetkiskornene som er uomvandlet.

Svovelkis opptrer i enkelte sub- og euhedrale korn. Fig. 26 viser en svovelkis-krystall med klare korngrenser omgitt av koppekis. Den kubiske form er nesten bestandig

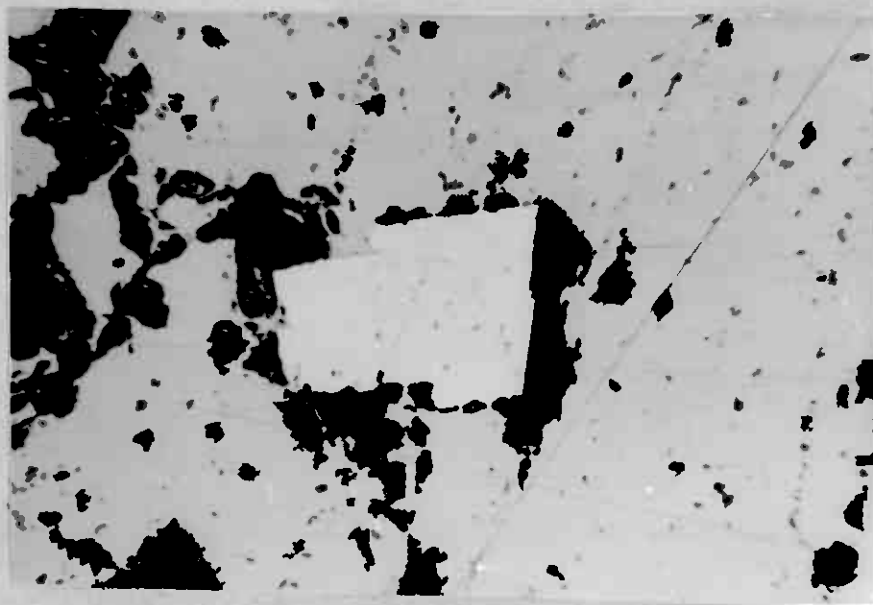


Fig. 26.

Svovelkiskrystall i koppekis. Dronningen gruve 194x.

utviklet. Mineralet har en svak anisotropi fra grågrønn til blågrå. Kornstørrelsen er 0,06 - 0,15 mm.

Sinkblende finner man i svært uregelmessige korn. Indrerefleksjonen nærmest signalrød. Mineralet vokser i de fleste tilfelle ut fra bergartskorn, og det kan se ut som om sinkblende erstatter koppekis.

Arsenkis ligger som subhedrale korn i kopperkis og har en ren, hvit farge. Anisotropien er fra himmelblå til murstensrød. Det er sett bare et par korn av mineralet og kornstørrelsen er 0,03 - 0,1 mm.

Gangmineraler er kvarts, biotitt og noe kalkspat.

4. Skjerp i området.

Det er skjerp på flere steder i området. Langs gabbroen ved Lillefjell gruve er det i randen, både i heng og ligg, en sterk rustsone. På denne sonen ligger flere små skjerp. Mineraliseringen er svak, bare en fattig impregnasjon av kopperkis og magnetkis.

Et stykke vest for gabbroen opptrer også en rustsone. Denne går parallelt med strøket og kan følges langt sydover. Arbeidene som er foretatt langs denne sonen er mere omfattende. Den ligger i gråvakkefyllitt, som akkurat i malmsonen er meget rik på biotitt. Mineraliseringen består av kopperkis og svovelkis. I ligg av rustsonen finner man gjerne tynne sliper mot grafitt.

Omlag 1 km syd for Lillefjell gruve, finner man det største skjerp på denne sonen, det såkalte Peder Bendtz' skjerp. Her er drevet en større synk etter fallet. Både i heng og ligg finner man gråvakkefyllitt. I selve malmsonen som er ca. 1 m bred, er bergarten ganske kvartsittisk med enkelte rene biotitt-bånd. En kjemisk analyse på en stoff fra dette skjerp gir:

20,0	%	Fe
26,1	%	S
0,76	%	Cu
0,8	%	Zn

Malmmineralene er magnetkis og vekslende mengde kopperkis.

Syd for skjerpel dør rustsonen ut. 20-30 m i heng av malmsone ved Gilså gruve, finnes også en rustsone som kan følges noe sydover. Også på denne er det flere skjerp etter hverandre langs strøket. Denne sone ligger ~~også~~ i gråvakkefyllittene. I forbindelse med sone er det sterke utsondringer av kvarts, og bergarten impregnasjon^{sonen} ligger i, er en grågrønn kvartsitt, omlag 75 cm bred. Impregnasjonen består av tynne kopperkisstriper og spredte gnister av magnetkis. I ligg av sone finner man en smal grafittførende sone.

Innen den lyse grågrønne sandsten og den grå skifer finner man også flere parallelle rustsoner, og her er det drevet ned flere små synker etter fallet. Mineraliseringen er knyttet til en mørk grågrønn, kvartsittisk utseende bergart. Sone varierer fra 0,5 til 1 m. Malmineralene er vekslende mengder av kopperkis og magnetkis. Ved et av skjerpene her, finner man en grafittsone i ligg av mineraliseringen. Den har her utseende av en sleppesone. Grafitt finnes bare på sleppen sammen med små bergartsbiter.

Slip av skjerpalmene viser at de også fører noe sinkblende.

Syd for Dronningen gruve finnes også et par skjerp.

V. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

1. Spesiell undersøkelse av Lillefjell-kis.

Tvers over den 1,2 brede malmsonen i det tidligere omtalte bergfestet i Lillefjell gruve er det tatt knakkprøver av malmen med jevne mellomrom fra heng til ligg. Polerslip ble laget av disse (nr. 4-10).

Ved å punkt-telle slipene under mikroskopet får man frem en modal mineralogisk analyse av malmen. Alle undersøkte polerslip er punkt-telt og resultatene i volum% er oppsatt i tabell V. Det er telt mellom 1500 og 2200 punkt i hvert slip.

Tabell V.

Lokalitet	Polerslip nr.	py	cpy	po	sl	gn	Gangmin.
Lillefjell gruve	1	34,8	6,2	1,1	6,3	0,2	51,4
"	2	1,0	36,1	7,7	1,8		53,4
"	3		8,0	28,5	5,1		58,4
"	4	25,4	10,2	3,0	1,9		59,5
"	5	24,1	8,1	3,1	7,2		56,7
"	6	20,6	11,2	5,2	4,4		58,6
"	7	15,4	18,2	1,9	7,2		57,3
"	8	14,0	14,9	6,4	7,2		57,5
"	9	17,5	14,5	1,3	4,7		62,0
"	10	21,9	16,2	4,4	7,1		50,4
Gilså grube	11		28,6	9,2	3,4		58,8
"	12		9,1	12,5	1,3		77,1
Skjerp	13		0,5	27,9	3,7		67,9
"	14		2,6	54,5	4,3		38,6
Dronningen grube	15	0,4	80,5	12,5	2,5		4,1

Denne tabellen viser at Lillefjell-malmen har følgende gjennomsnittlige mineralogiske sammensetning i volum%:

Svovelkis	18,7 %
Kopperkis	14,0 %
Magnetkis	6,3 %
Sinkblende	5,2 %
Blyglans	0 - 0,2 %
Gangmineraler	57,6 %

For å få et uttrykk for Lillefjell-malmens mineralogiske sammensetning, er resultatene fra punkt-tellingen satt opp i et trekantdiagram (fig.26)

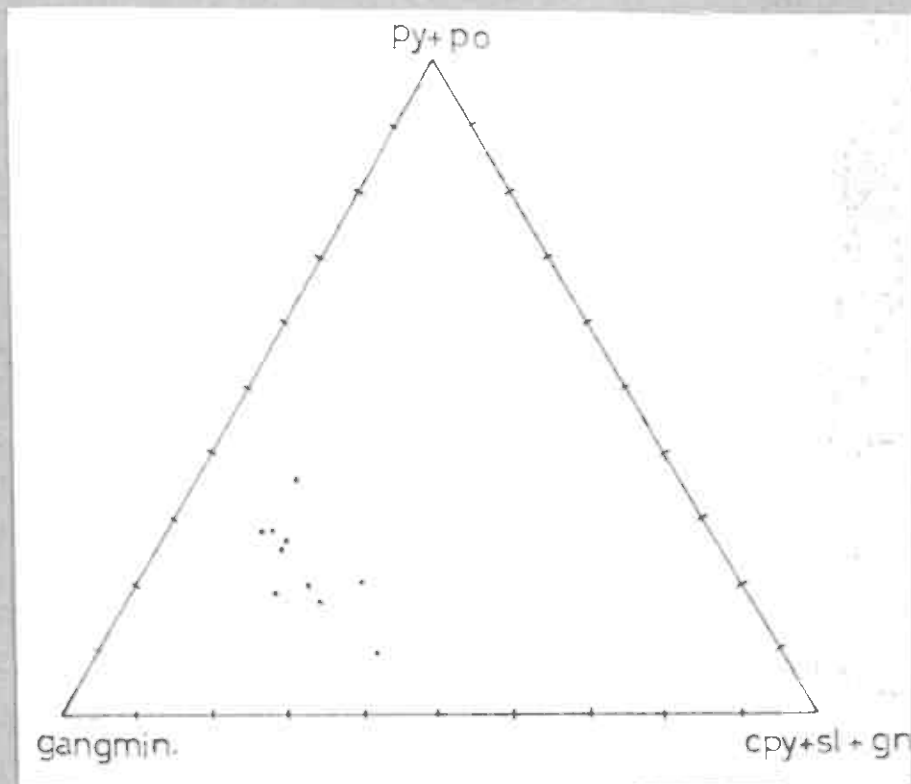


Fig.26.

Mineralogisk sammensetning av Lillefjell-malmen.

Resultatene fra alle slip som er tatt fra Lillefjell gruve er oppført i diagrammet.

For få slip er undersøkt til å kunne gi et sikkert bilde av malmens sammensetning, men man kan se at punktene faller innen et begrenset område. Minst variasjon viser gangmineralinnholdet, mens Fe-sulfidene (svovelkis, magnetkis) og matrikssulfidene (kopperkis, sinkblende, blyglans) har omtrent like store variasjoner.

For å se hvordan forholdet er mellom de forskjellige malmmineralene, ble tabell V omregnet til gangmineralfri. Resultatene for Lillefjell gruve er satt opp i et trekant-diagram (fig.27).

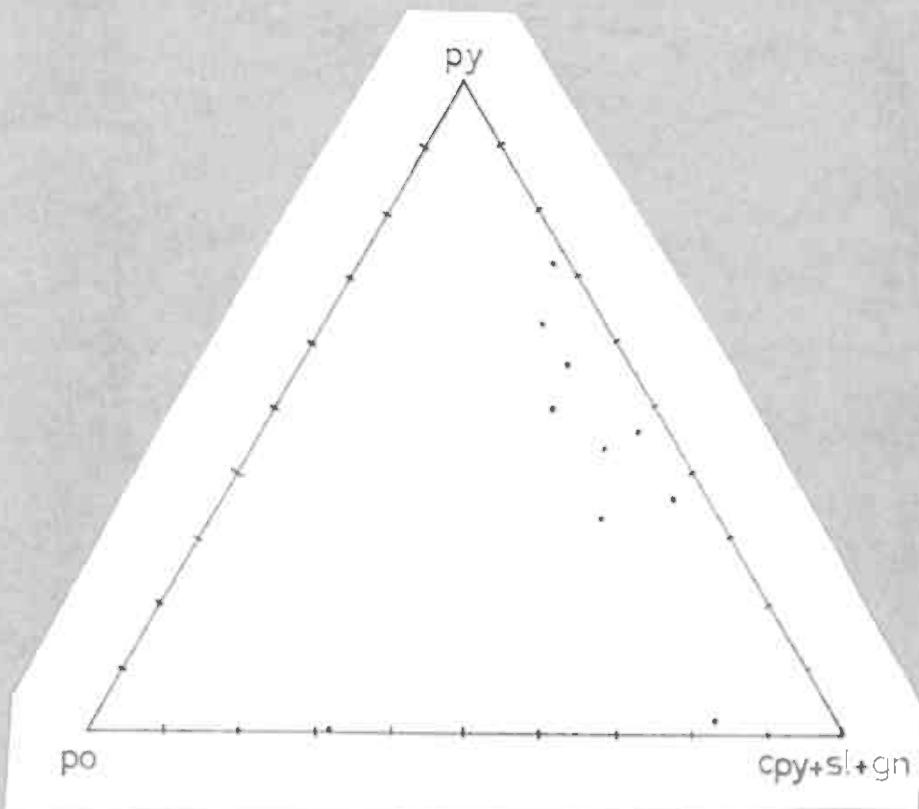


Fig.27.

Sammenheng mellom malmmineralene, Lillefjell gruve.

Av dette diagrammet kan man se at svovelkis varierer over et stort område med vekslende innhold av matrikssulfider. To punkter skiller seg ut med større innhold av magnetkis og kopperkis, men dette er for få observasjoner

til å konstatere noe sikkert om det opptrer flere malmtyper.

Malmmineralenes variasjon over malmsonen i bergfestet i Lillefjell gruve er satt opp i fig.28. Fig.28a viser at

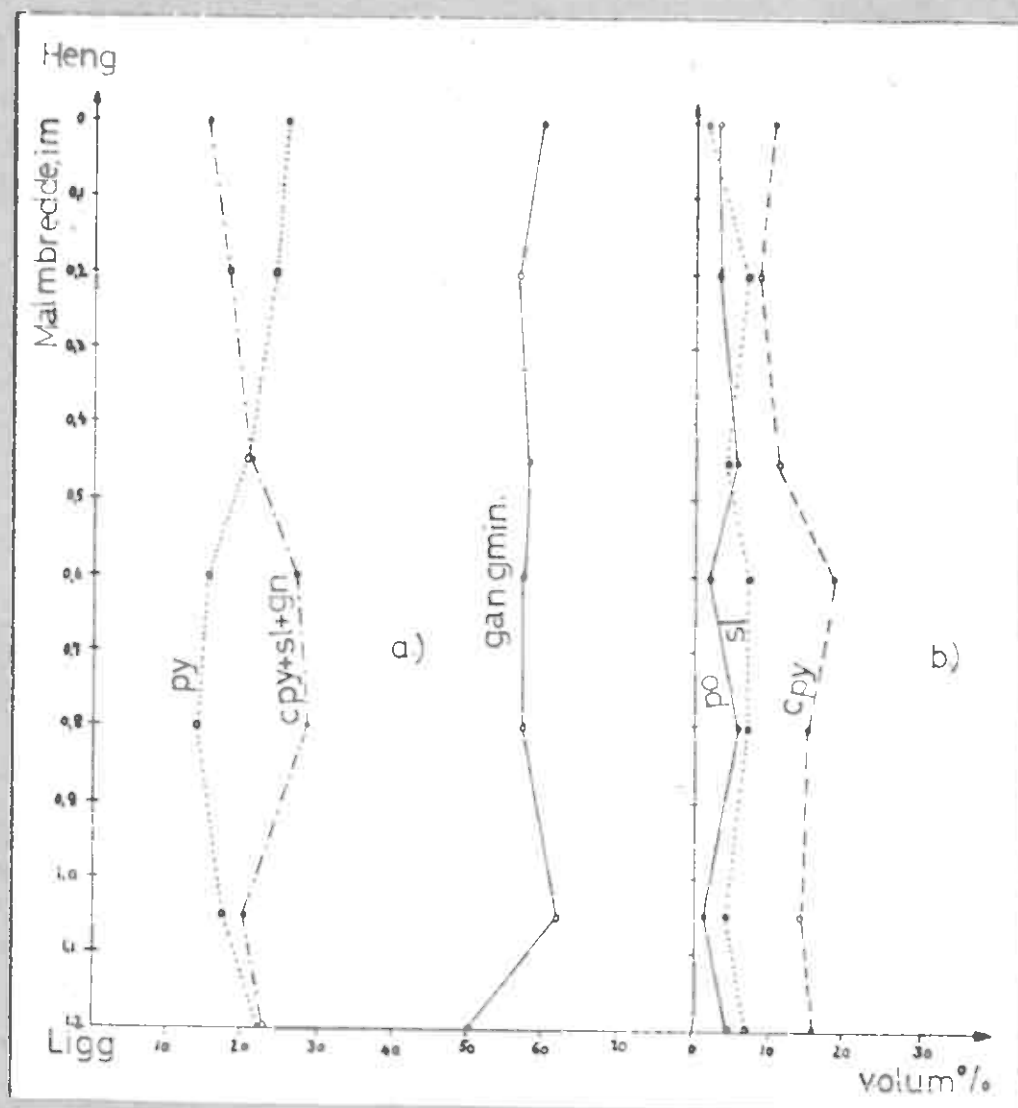


Fig.28.

Malmmineralenes variasjon over malmsonen,
Lillefjell gruve.

gangmineralinnholdet synes å være ganske konstant over hele malmbredden. Svovelkis viser tegn til å være anriket mot heng og ligg av malmsonen, mens matrikssulfidene er noe anriket sentralt i malmsonen. Ved å betrakte matrikssulfidene hver for seg (fig.28b), viser magnetkis og sinkblende ingen

systematisk variasjon, men det virker som om de til en viss grad følger hverandre når man nærmer seg sonens ligg.

Kopperkis viser en tydelig anrikning mot midten av malmen.

2. Røntgenundersøkelser av magnetkiser.

Magnetkis finnes i alle malmene i det undersøkte området, både i gruvene og skjerpene, og da forekomstene samtidig ligger spredt i hele området, skulle man her kunne bruke dette som et middel - om ikke for å finne dannelses-temperaturen for magnetkis - så i alle fall for å gi en pekepinn om metamorfose-temperaturen i feltet. Samtidig kan man få en oversikt over om det eksisterer noen ulikheter mellom de forskjellige forekomstene.

Grunnlaget for at magnetkis kan brukes som et geologisk termometer er at magnetkissammensetning varierer med temperaturen når den er i likevekt med svovelkis. Magnetkissens kjemiske formel vil variere fra FeS til $\text{Fe}_{5.8}\text{S}_6$. Jo lavere temperatur, jo mindre svovel vil magnetkisen ta opp i forhold til jern.

R.G. Arnold (1962) har satt opp et fasediagram som representerer magnetkissammensetningen i likevekt med svovelkis i temperaturområdet fra 325°C til 743°C . (Fig.29)

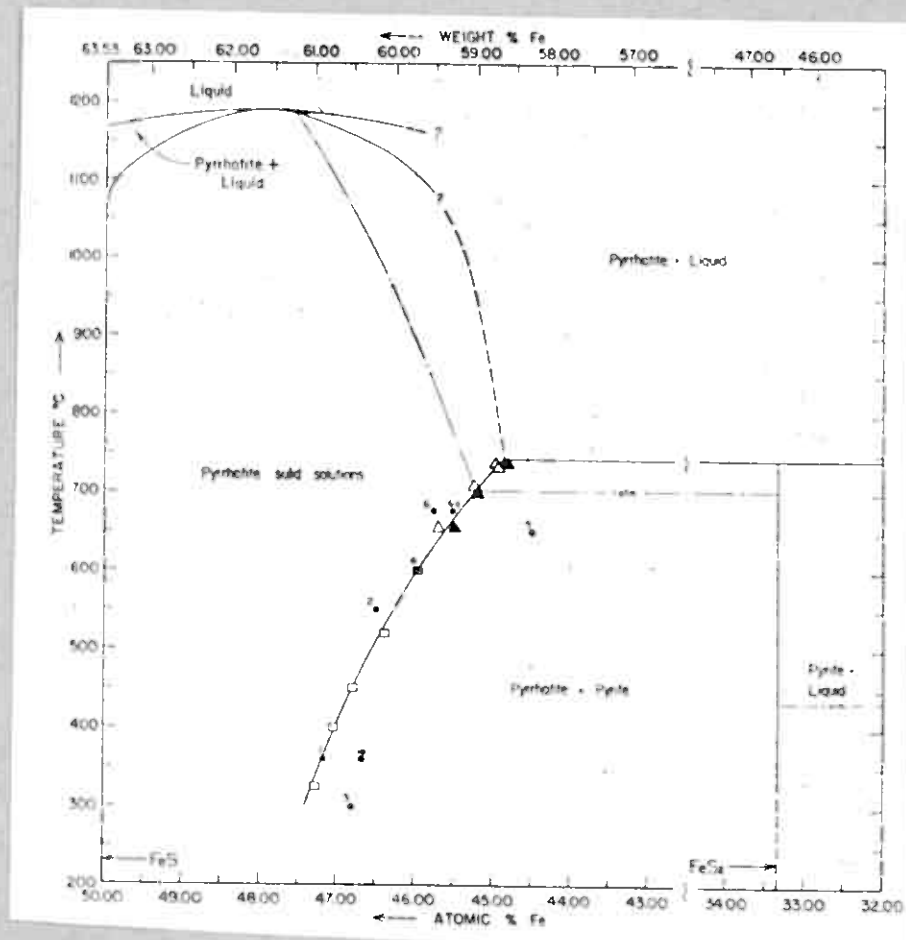


Fig.29. Fasediagram over likevekten mellom FeS og FeS_2

325°C som undre grense for undersøkelsesområdet ble valgt fordi magnetkis undergår komplekse forandringer under denne temperaturen. Over 743°C kan ikke svovelkis opptre i likevekt med damp. Eksperimentene viste videre at trykk på 2000 bars eller mindre ved temperaturer nedenfor 670°C ikke hadde målbare virkninger på kurven.

Magnetkisisens gitterdimensjoner er avhengig av sammensetningen. Fig.30 ble satt opp i forbindelse med Arnolds forsøk. Denne kurven kan brukes på blandinger av magnetkis og svovelkis. Røntgen ble brukt til å finne forholdet

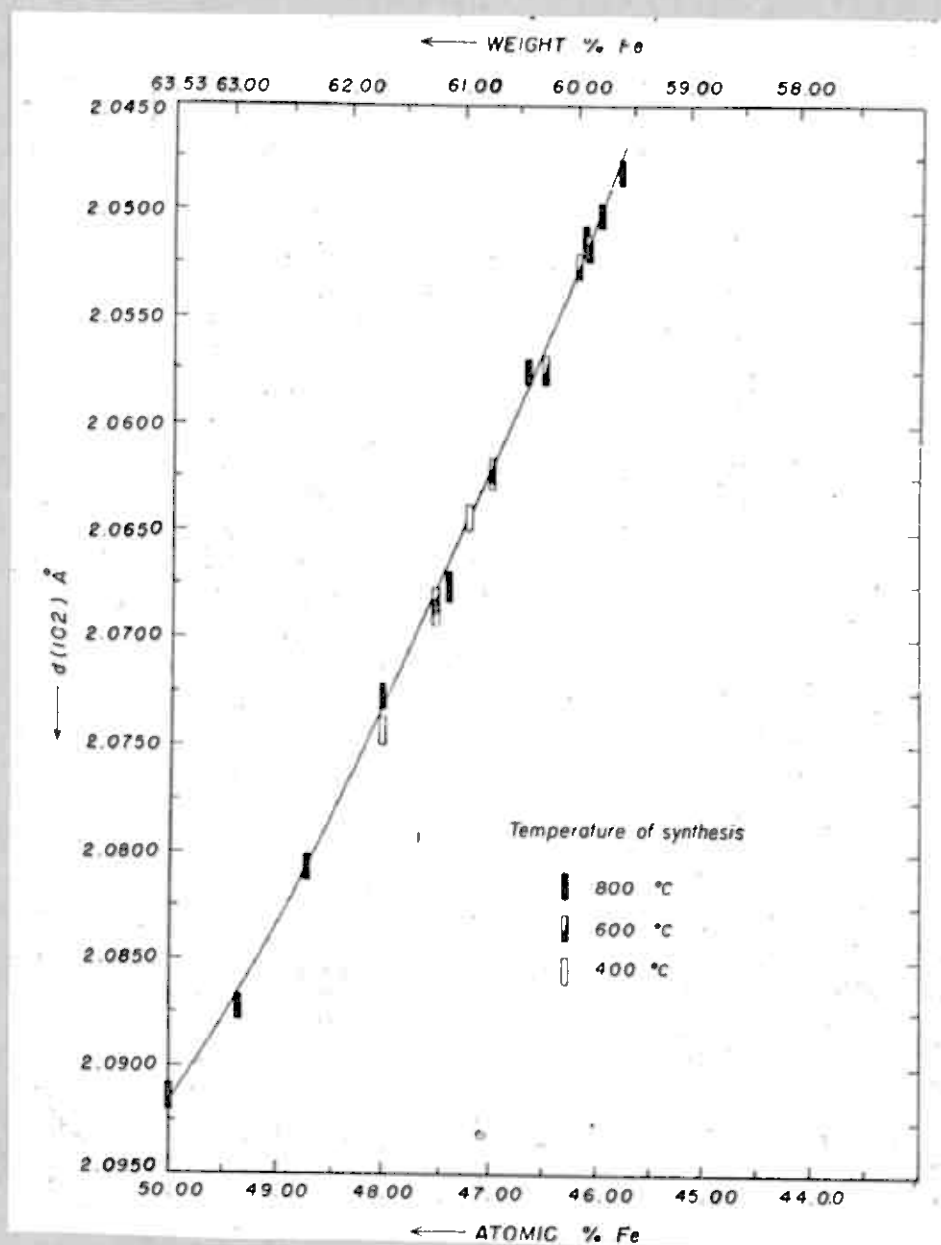


Fig. 30 $d_{(102)}$ som funksjon av magnetkisens sammensetning.

mellom d -verdien for flaten (102) og metallinnholdet i magnetkis. Flaten $d_{(102)}$ er benyttet fordi den gir intensitet 10 og vises altså best på røntgenfilmen. Av denne kurven kan man da lese av magnetkisens Fe-innhold både i atom% og vekts%, og av dette kan man regne ut magnetkisens

eksakte kjemiske formel. Går man så tilbake til fig.29 kan man finne dannelsesstemperaturen.

For å kunne bruke magnetkisen som et geotermometer må altså svovelkis opptre i malmen sammen med magnetkis, d.v.s. at disse opptrer i likevekt med hverandre. Dessuten nevner Arnold at magnetkisens likevektssammensetning ikke må ha forandret seg vesentlig i løpet av senere geologiske hendelser. Man antar altså at en meget liten mengde svovelkis har avblandet fra magnetkis etter at likevekt ble opprettet. Gjelder ikke denne antagelsen, vil den målte temperatur være lavere enn den riktige dannelsesstemperatur.

Arnold nevner videre at mengden av sporelementer må være så små at ikke likevektsforholdene endres.

De prøver jeg har foretatt røntgenanalyser på synes å tilfredsstille disse krav. Det er tatt polerslip av alle unntatt én. Stuffen av denne viser at det finnes enkelte svovelkiskorn. I slipene fra Gilså gruve er det ikke sett svovelkis, men under arbeidet i feltet ble stuffer med noe av dette mineralet observert. Da alle prøver er tatt fra gruvenes dagsoner, og det har foregått en viss omvandling av magnetkis til markasitt, er det en mulighet for at temperaturene som er funnet kan være noe lave. Analyser på Co og Ni finnes bare for to av prøvene og disse ligger under de grenser som Arnold anviser: 0,05 vekt% Co og 0,01 vekt% Ni.

For å få renest mulig magnetkis ble prøvene kjørt på en Frantz Isodynamic Separator. Gaudin og Spedden (1943) angir en strømstyrke på 0,2 amp som den mest gunstige for utskilling av magnetkis, men mineralet var her så svakt magnetisk at jeg fant å måtte bruke 0,25-0,3 amp. Kryss-

heldning var 15° og lengdeheldning var 20° . Resultatet ble et meget rent magnetkiskonsentrat. Dette sees også av filmene, da man ikke har forstyrrende linjer fra fremmede mineraler.

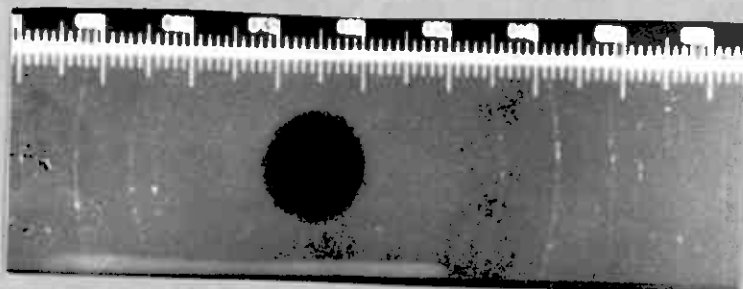
Undersøkelsen vedrørte 5 forskjellige magnetkiser. Til forsøkene ble brukt Geologisk Institutts Debye-Scherrer pulver-kamera med diameter 57,26 mm. Det ble brukt Fe-stråling ($\lambda \text{ FeK}_{\alpha} = 1,9373\text{\AA}$) og Mn-filter. Eksponeringstiden var 2,5 timer ved 40 kV og 12,5 mA.

Det burde ha vært kjørt parallelle prøver, men tiden tillot dessverre ikke dette. Det er fotografert inn måleskala på alle filmene. Dette er gjort fordi filmen kan forandre lengde med temperaturen. Der skalaen er kommet skjevt er de utmålte d-verdier korrigert for hullavstanden. Følgende prøver er undersøkt:

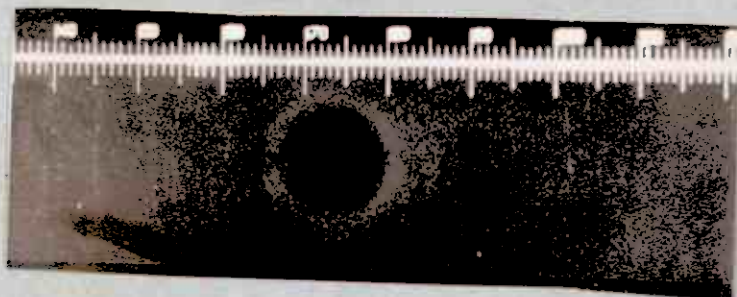
- | | |
|---------------|-------------------------|
| 1 magnetkis | fra Peder Bendts skjerp |
| 2 magnetkiser | fra Lillefjell gruve |
| 1 magnetkis | fra Gilså gruve |
| 1 magnetkis | fra Dronningen gruve. |

Under er oppsatt kopier av røntgenfilmene.

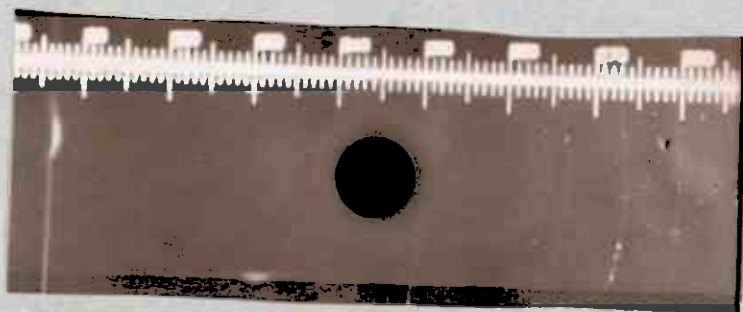
1. Kopperkisrik malm, Lillefjell gruve.



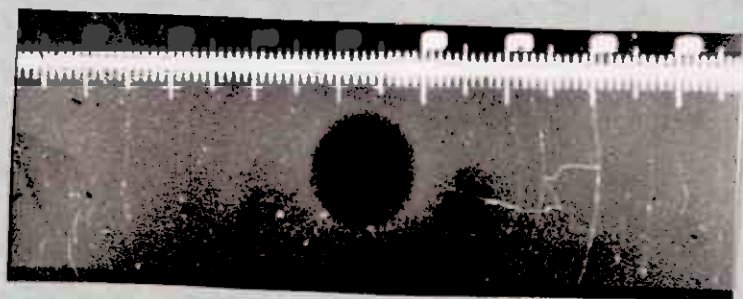
2. Magnetkisrik malm, Lillefjell gruve.



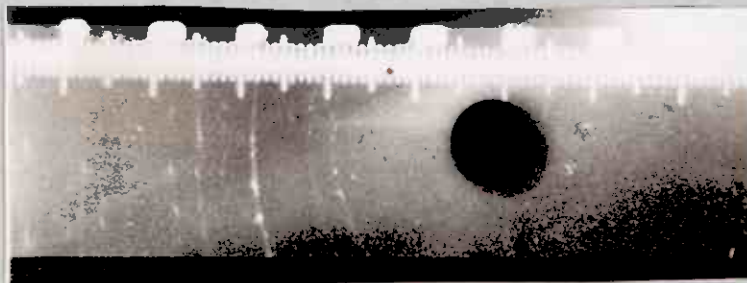
3. Peder Bendtz skjerp.



4. Gilså gruve.



5. Dronningen gruve.



Resultatene kan settes opp i tabell VI.

(M = molvekt)

Prøvelokalitet	Vekts% Fe	Fe: $\frac{\text{vekts\%}}{M} \cdot 1000$	S: $\frac{\text{vekts\%}}{M} \cdot 1000$	Fe _{1-x} S	Temp °C	
Lillefjell gruve, kopperkisrik	60,65	1086	1227	Fe _{0,885} S	430	
Lillefjell gruve, magnetkisrik	59,85	1072	1252	Fe _{0,856} S	570	
Peder Bendts skjerp	60,35	1079	1236	Fe _{0,873} S	485	1
Gilså gruve	60,65	1086	1227	Fe _{0,885} S	430	1
Dronningen gruve	61,15	1095	1211	Fe _{0,904} S	330	

Arnold (1962) regner med en usikkerhet i temperaturen på $\pm 50^{\circ}\text{C}$ og noe bedre kan man vel ikke regne med at denne undersøkelsen gir, men jeg mener å ha fått frem den størrelsesorden metamorfosetemperaturen ligger i.

Av resultatene ser man at man har fått sterkt varierende temperaturer, særlig temperaturen for Dronningen gruve stikker seg ut og også den store forskjellen mellom de to prøvene fra Lillefjell gruve.

For det siste tilfellet kan noe av temperaturforskjellen skyldes at en liten del av magnetkisen har fått en supergen omvandling til markasitt. På den annen side er forskjellen i temperatur mellom den magnetkisrike prøve fra Lillefjell gruve og prøven fra Gilså gruve stor, disse to ligger jo begge i samme stratigrafiske horisont. Det er da nærliggende å tro at det er en analysefeil i prøven fra Lillefjell gruve med høyeste temperatur.

Temperaturen for Dronningen gruve er svært lav, men også her er det noe omvandling av magnetkis til markasitt. Likevel blir temperaturen lav.

Ellers kan det synes som om temperaturen synker når man går sydover langs strøket fra Lillefjell. Peder Bentz skjerp ligger 1 km syd for Lillefjell gruve.

3. Sporelementundersøkelse.

Ved hjelp av Frantz Isodynamic Separator ble det preparert to kopperkiskonsentrater, et fra Lillefjell gruve og et fra Gilså gruve. Gunstig separering blir av Gaudin og Spedden (1943) angitt til 0,85-0,9 amp. ved lengdeheldning på 20° og kryssheldning 10° . Under binokularet så det ut til at man fikk en gunstig utskilling for prøven fra Lillefjell

men for Gilså-prøven var det noe sinkblende i konsentratet.

Sammen med magnetkisprøver fra samme lokaliteter ble det på NGU kjørt spektrograf-analyser på disse for å finne kobolt- og nikkelinholdet i dem.

Resultatene er oppført i tabell VII.

Tabell VIII Lokalitet	Kopperkis		Magnetkis		Co:Ni i magnetkis
	Co	Ni	Co	Ni	
Lillefjell gruve	0,017	0,006	0,035	0,005	7:1
Gilså gruve	0,007	0,004	0,036	0,014	2,6:1

Av analysene ser man at Co er anrikt i magnetkisen. Likeledes at for Gilså gruve er Ni konsentrert i magnetkisen, mens analysene fra Lillefjell gruve viser omlag samme Ni-innhold. Videre legger man merke til at i alle analyser er Co i overvekt i forhold til Ni.

C.W. Carstens (1941) sier at i typiske magmatiske nikkelforekomster er Co:Ni = 1:20, mens det i gangkiser er omtrent omvendt. Co vil i motsetning til nikkel alltid anrikes i restoppløsningene, og da betegner i alminnelighet Co-overvekt i forhold til nikkel en utkrystallisasjon av slike oppløsninger.

Rankama og Sahama (1950) sier at Co:Ni-forholdet i hydrotermale sulfider er større enn 1:10 og kan ofte også være større enn 1:1.

De undersøkte prøver indikerer forhold som er karakteristisk for hydrotermale avsetninger. F.M. Vokes (1957) setter opp en del analyser fra Birtavarre-området i Troms. De Co:Ni-forhold jeg her har funnet gir god overensstemmelse med disse. Birtavarre-områdets magnetkiser viser større innhold både av Co og Ni enn Lillefjell og Gilså gruvers.

VI. GEOFYSISKE UNDERSØKELSER.

Det ble foretatt geofysiske bakkemålinger etter en elektromagnetisk induktiv metode med et ABEM MINIGUN-instrument. Det målte området er vist i bilag 5. Hele det målte området mellom Lillefjell og Gilså gruver er 4,5 km langt og bredden er mellom 500 og 1000 m.

Hensikten med målingene her var å undersøke om det kunne finnes noen sammenhengende, ledende horisont mellom Lillefjell og Gilså. Dessuten var det meningen å se om man kunne finne noen forlengelse av malmene i gruveområdene.

På bilag 6 er opptegnet måleprofilene for målingene ved Lillefjell gruve. Man ser at man ved sydenden av graven har fått en større anomali, men denne har tapt seg 100 m lenger mot nord til nesten ingenting. På profil 1008 opptrer en rekke små og jevne anomalier noe øst for selve graven.

Ellers kan man av kartet se at der det er skjerpet, finnes det nesten ikke anomalier.

På bilag 7 er det forsøkt å tegne opp et kotekart over imaginærverdiene fra målingene. Kotene er her valgt med noe tilfeldig mellomrom da det generelt er svært små verdier det dreier seg om.

Store områder synes helt uten interesse, men området nord og noe øst for graven er interessant. Her gjør kotene en markert dreining mot øst og på profil 0 synes det som om de kommer tilbake på den vanlige retning. Dette er i god overensstemmelse med at bergartens strøk også dreier over mot øst i dette området. De mindre anomaliene som finnes i dette området kan da indikere at den malmførende horisont ligger langs denne bøyen. Ifølge gamle gruvekart er det

ikke drevet denne veien.

I området ved Gilså gruve viser både profilkartet (bilag 8) og kotekartet (bilag 9) at ved selve graven finnes ikke anomalier, heller ikke i dens forlengelse. Men rustsonene, både i gråvakkefyllitten i vest og i den lys grågrønne sandsten i øst, kommer tydelig fram.

Det målte området mellom Lillefjell og Gilså ga bare spredte og små anomalier og synes uten interesse.

Ved Dronningen gruve ble målingene lagt an for å se om det skulle være noen indikasjoner på ledende soner i forlengelsen av dagskjæringen. Derfor krysser ingen av måleprofilene den tidligere produserende sonen.

Profilkartet (bilag 10) viser at profil 100 S, såvidt snerter bort i skjæringens sydlige ende, men det viser ingen anomali. Her finnes det ikke gabbro i heng av skjæringen. Noe nord for skjæringen får man en ganske god anomali akkurat på grensen mot gabbro. Bilag 11 gjengir kotekartet. Av dette kommer det frem at det bare er spredte, og sannsynligvis ikke sammenhengende anomalier som finnes i området. Et unntak utgjør en sone noe øst for dagskjæringer. Denne sonen ligger på liggsiden av den østlige gabbro, og det finnes et par skjerp langs den.

VII. DRØFTING AV FELT OG LABORATORIEUNDERSØKELSER.

1. Geologien.

Bergartene i det undersøkte felt synes alle å tilhøre undre Hovin, eller nederst i øvre Hovind. Forutsetningen for at dette skal være tilfellet, er at man virkelig har en invertering av bergartene i feltet. De bevis som foreligger for dette fra tilstøtende områder, og de som er funnet under dette arbeid, legger stor vekt bak påstanden. Det skal innskytes at i et sterkt småfoldet område, er det mulig å ta feil av vanlig folding og dragfolds. Men i dette arbeid var et par meget instruktive snitt tilgjengelige, så påstanden fastholdes.

De fleste bergarter i feltet hadde biotitt-porfyroblaster som karakteriserer Stuedalsskifrene. Disse er tidligere ment å ha tilhørt de øvre deler av Røros-gruppen. Etter det som er funnet i dette arbeid, må Stuedals-skifrene være plassert stratigrafisk noe høyere, altså mellom undre Hovin og nederste del av øvre Hovind.

Den lyse grågrønne sandsten med grå skifer er i feltet den yngste bergart. K. Bryn (1958) har beskrevet et bergartskompleks som finnes nord og syd for Essandsjø. Han kaller det Essandsjø-skifre. Komplekset består av benker av amfibolitt, glimmerskifer og sandsten i vekslende mektigheter. Sandstenen her fører amfibol, og det gjør også den lyse grågrønne sandsten. I den siste er det ikke funnet granat, derimot er den funnet i Essandsjøskiferen. I det undersøkte området opptrer sandstener i veksel med en biotittrik skifer, som i Essandsjøskiferen, men ingen

amfibolitt-horisonter er funnet. Da amfibolitt er vulkansk, kan slike horisonter dø ut ganske fort. Selv om amfibolittene mangler, synes det som om den lyse grå-grønne sandsten, med grå skifer, kan parallelliseres med Essandsjøskiferen. Bryn har en normal lagstilling og derfor er Essandsjøskiferen hos ham plassert under Stuedalsskiferen.

C.W. Carstens (1920) beskriver sandstener som er lyse grå og grønne og som fører hornblende. Han skriver (p. 79): "Sandstene indgaar som et meget væsentlig led i Hovind-gruppens opbygning. I de lavere horisonter optræder bergartene i almindelighed i form av tynde bænke i stadig veksellagring med lerskiferbergarter". Også denne beskrivelse passer på feltets lyse grågrønne sandstener og grå skifre, og de blir plassert lavt i Hovind-gruppen. Bergarten er m.a.o. yngre enn de bergarter som går inn under Stuedalsskifre.

H.J. Kisch (1962) beskriver sitt Kistafoss metababbro kompleks som konkordante kropper i skifrene. Mek-tigheten er fra 75 m til noen cm. Disse er bergarter av middels- eller grovkornet utseende. Mineralene er Na-rik plagioklas. Oligoklas kan opptre som en krans rundt albittkorn. Store og små amfibolnåler opptrer . Kloritt opptrer spesielt på grensesonene. Dette er de samme karakteristika som saussurittgabbro-gangdraget i det undersøkte felt har. Det draget kunne følges til midt mellom Lillefjell og Gilså gruver. Da dette gangdraget har hatt en tendens til å dø ut lengre mot nord, for så å komme igjen, er det stor sannsynlighet for at det er det samme

draget som er kommet igjen ved Kistafoss, øst i Tydalen.

Tabellene III og IV, som sammenliknet med Carstens' (1928) analyser av gabbroer fra gruver i Rørosdistriktet, er brukbart i overensstemmelse med hverandre, og det synes som om malmen i det her undersøkte felt opptrer i forbindelse med samme slags gabbroer som gruvene ved Røros.

Metamorfosen i området er svak. Det finnes ikke høy-metamorfe mineraler. Plagioklasens sammensetning i feltet synes å variere noe. I øst er den albitt med An_9 omtrent, men lenger vestover synes albitt/oligoklas med An_{10-12} å være stabil. Biotitt som porfyroblaster finner man fra østgrensen av feltet og til Grubefjellet i vest. Kloritt opptrer også i store mengder i de fleste bergarter.

Bergartene befinner seg etter dette lavest i epidot amfibolitt facies, altså helt på grensen til grønnskifer-facies. Man har i flere slip sett kloritt erstatte biotitt. Dette skjer gjerne ved underskudd på K_2O , og under slike forhold substituerer kloritt for biotitt. Albitt-epidot amfibolitt subfacies er karakteristisk for dette.

V. Marmo (1953) foreslår avblandinger i kismineraler som ledetråd til sidebergartenes metamorfe facies. Avblending av kopperkis i sinkblende foregår ved $350-400^{\circ}C$.

I de her undersøkte polerslip finnes "tog" av små kopperkisdråper i sinkblende. Dette er av P. Ramdohr (1960) betegnet som et avblandingsfenomen.

2. Malmen.

C.W. Carstens (1920) benytter betegnelsen Lille-fjell-typen på enkelte malmer. Det som karakteriserer denne

er at svovelkis og magnetkis opptrer med større og mindre tilblanding av kopperkis. Svovelkisisens struktur skal være fra normalkornig til finkorning. Kisgangene mener han er genetisk knyttet til gabbroganger og opptrer dels inne i disse, men oftest på grensen mellom gabbrobergarten og sidestenen.

Samme forfatter sier i 1935 at Lillefjell-typen både kjemisk, mineralogisk og petrologisk ikke skiller seg vesentlig ut fra den ordinære Rørostypen. Derfor opprettholder han ikke betegnelsen Lillefjell-typen, men regner disse forekomster inn under Rørostypen.

Lillefjell-malmen har de samme karakteristika som de andre kaledoniske svovelkismalmer. Vokes (1963) beskriver disse som svovelkis Zn-Cu malmer. Han viser videre til at det er overganger fra de vanlige kaledonske malmer og over til Pb-rikere typer som Bleikvassli og Fløttum. Det vises her til at flere av de andre kaledonske malmer fører større eller mindre mengder blyglans.

Lillefjellmalmen fører også blyglans som fyllinger mellom svovelkiskorn. Dt er små korn, og i varierende mengde fra slip til slip. Ved punkttelling viser et slip 0,2 volum% blyglans.

Det er sparsomme opplysninger om hvordan Lillefjell-malmen opptrer i dypet. Det synes likevel som om malmgangen snøres av etter fallet, for så å komme igjen lengre nede. Mektigheten er høyst variable, fra flere meter og ned til ingen malm. I strøkretningene kiler malmen ut som tynne impregnasjonstråder.

Dette er morfologisk ganske likt den måten Bleikvassli-malmen opptrer på. Her varierer også platene eller linsenes

mektigheter både langs strøk og fall. Malmen grenter seg ut og forsvinner, for så å komme igjen. I denne gruen kommer en ny malmlinse i det hengende av den foregående. En ny plate finnes ned fallet i det hengende av den gamle. Kartlegging i denne gruen synes å vise at malmens form avhenger av tette isoklinale, overskjøvnede folder. Ved Lillefjell opptrer også en meget kraftig småfolding og man skal ikke utelukke muligheten av at foldestilen også her bestemmer hvor nye malmlinser skal finnes.

Ser man på gruvekartet (bilag 12), kan man tydelig se at malmen har hatt en dragning i felt mot nord. Dette kommer tydeligst fram i gruens øvre og nedre deler. Av de avbygde roms utseende, kan det sluttet at man har hatt en malmkropp som har sin lengdeakse mot dypet. Fallet er vestlig. Hovedlineasjonen i området går omtrent N-S, men en svak lineasjon går også Ø-V. Dette passer med det forhold at mange av den kaledonske fjellkjedes malmer har sin lengdeakse i samme retning som lineasjonen i området.

Man skal ikke se bort fra at den forsenkning som tidligere er omtalt og som finnes rett nord for Lillefjell grue, kan være en svak forkastning. Det er jo nevnt at man nede i grua har observert en forrykning. Den brå forandring i strøkretningen, bare noen meter fra denne sonen, tyder på at den sydlige blokk da skulle hatt en bevegelse mot V, hvis det er tale om forkastning. Men som tidligere nevnt, er det ikke noen forskyvning av bergarten på overflaten.

For å si noe om malmens genesis er observasjonsmaterialet for tynt. Da malmen er foldet sammen med sidebergarten, må den ha kommet på plass før foldingen. Det at

malmen grener seg ut mot heng og ligg, kan tyde på at løsninger har avsatt malmen. Samtidig har man en sterk klorittisering av sidebergarten, spesielt i heng.

Malmmineralenes opptreden i malmsonen synes ikke å være overensstemmende med tidligere arbeider. Både Vokes (1963) og Page (1963), påviser en økning av svovelkis mot hengsiden av malmen. I dette arbeid ser det ut som om svovelkis minker mot mitten av malmsonen, og at mineralet opptrer i større mengde ved heng og ligg. Matriksmineralene viser her en tilsvarende økning over det området hvor svovelkis minker. Man har i området en invertering, så man skulle kunne vente et omvendt forhold her, i sammenlikning med Vokes og Page og med at malmen var på plass før foldingen. Svovelkis skulle da anrikes ved ligg. Matriksmineralene viser en økning mot ligg hos Vokes.

For de andre gruvene er observasjonsmaterialet så tynt, at det om disse kan trekkes få slutninger. Men man skal her være oppmerksom på den klorittisering av sidestenen som har funnet sted. C.W. Carstens (1944) mener at klorittisering, sericittisering og silicifisering av sidestenen hos kiskgangene, er de beste tegn på disses hydrotermal metasomatiske dannelselse.

3. Laboratoriearbeidene.

De temperaturer som kom fram ved røntgenundersøkelsene, synes for Lillefjell å være noe høye i forhold til den temperatur som betegner bergartenes metamorfe facies. Denne er omtrent 300 - 400°C. Dronningen gruve ser ut til å tilfredsstille metamorfosetemperaturen. Tar man i betraktning en usikkerhet på $\pm 50^{\circ}\text{C}$ i de temperaturer som er funnet,

er det bare analysen på magnetkis-rik malm fra Lillefjell som viser for stort avvik. Dette må bero på analysefeil i og med at magnetkisen delvis var omvandlet til markasitt. For de andre analyser synes metamorfosetemperaturen å ligge rundt 400°C.

Sporelementundersøkelsen viser at det er noen forskjell mellom Lillefjell- og Gilså gruves malmer. Ved Gilså gruve er konsentrert mye mindre Co i kopperkis enn i Lillefjell gruve. Likeledes viser det seg at Ni er konsentrert i vesentlig høyere grad i magnetkis i Gilså gruve. For sistnevntes vedkommende blir Co:Ni mindre, men det oppfyller likevel de krav som stilles for hydrotermale forekomster. At forholdet blir mindre mot syd kan ikke taes som noe tegn på at eventuelle løsninger skulle ha kommet sydfra. Dertil er det alt for få analyser.

4. Geofysikken.

Målingene ved Gilså må betegnes som ganske negative. Her gir ikke måleprofilene noen antydning om en fortsettelse av malmkroppen i strøk-retningen. Ved Dronning en er det anomalier som strekker seg omlag 75m nord for dag- skjæringen, og det synes som om disse kommer frem ved overgangen mellom gabbroens ligg og sidebergarten.

Lillefjellområdet er av større interesse. Som tidligere nevnt er strøkets dreining over mot øst kommet godt frem under målingene. Det er små anomalier det dreier seg om. På profil 100 S er det i øst en bred anomali. Dette kan skyldes en ledende masse som ligger ganske dypt, eller det kan skrive seg fra en ledende masse av stor bredde på grunt dyp. Hvis det siste er tilfellet her, er det grunn

til å tro at den brede anomalien bare skriver seg fra de store kis-brannsoner som befinner seg her.

Lengere mot vest opptrer i samme profil flere anomalitopper etter hverandre. Tolkningen av disse kan være en rekke mindre, ledende masser på lite dyp. Bergarten ligger i dette området blottet og viser små rustflekker her og der.

Et aber med det måleinstrument som er benyttet, er at dets dybderekkevidde er begrenset til maksimum avstanden mellom mottaker og sender og ned i halvparten av denne. Under målingene var avstanden mottaker - sender 40 m. Det faktum at gruvene i de øvre partier er fullstendig utdrevet og instrumentets begrensede dybderekkevidde, er den sannsynlige årsak til at anomalier ikke er registrert over selve gruvene.

Forholdet mellom styrken av det målte sekundære felts reell- (Re) og imaginær-verdier (Im), kan benyttes til å karakterisere den ledende sones ledningsevne. Jo større Re/Im er, jo bedre leder. $Re/Im = 1$ er ofte brukt for å beskrive en middels god leder.

Ved Dronningen gruve ligger dette forholdet omkring 1,5. Det er en god leder, og man vet at dette skyldes kopperkis. På rustsonene ved Gilså gruve er forholdet noe mindre 1,1 - 1,2. Her er det en større tilblanding av magnetkis i kopperkisen. Forholdet er da noe merkelig, idet magnetkis har mindre spesifikk motstand enn kopperkis, men forstyrrelser fra omgivende bergarter kan være utslagsgivende.

Målingene ved Lillefjell gir stort sett for-

holdet Re/Im mindre enn 1. Svovelkis er en dårligere leder enn magnetkis og kopperkis, og malmen i de øvre deler av gruven er mest svovelkis.

Av kotekartet fra Lillefjell-målingene synes kotene å bli tettere mot nord. Dette er uttrykk for malmens draging i felt.

De resultater som her er kommet fram, synes å rettferdiggjøre et mere detaljert måleopplegg. Et mere dyptrekkende måleutstyr ville være å foretrekke. Apparaturløsning med fast kabelutlegg kan med fordel benyttes. Det er mulig ved steiltstående malmer som det her gjelder, å få målt til et dyp av 2-300 m.

En mere detaljert måling ved Lillefjell gruve kan kanskje gi pekepinn om at fortsettelsen av malmsonen langs strøket er å finne noe øst for den gamle gruven. Hvis man antar en forkastning, og malmen har hatt en forlengelse langs strøket mot nord, vil denne malmforlengelsen være å finne forskjøvet noe mot øst.

Området rundt Gilså synes ikke lovende for noen utstrakte tilleggsmålinger. Noen kontrollprofiler kan gåes over gruveområdet. Rustsonene i nærheten er tidligere undersøkt med synker og har vist seg lite lovende. Det er bare smale soner, og selv om de har kommet tydelig frem på måleprofilene er de neppe av økonomisk betydning.

Ved Dronningen er spørsmålet om tilleggsmålinger mere aktuelt. Et måleopplegg som konsentrerer seg om gabbroens heng- og liggsider kan kanskje føre til nye indikasjoner.

SAMMENDRAG

Bergartene i det undersøkte felt er gråvakker og fyllittskifre. Disse tilhører stratigrafisk undre Hovin og nederste del av øvre Hovin. Som intrusiver opptrer ett gabbrogangdrag i vest, bestående av små linser konkordant lagningen og i øst større gabbrokropper.

Metamorfosen ligger på overgangen grønnskifer facies og epidot amfibolitt facies.

Lagstillingen er invertert i feltet og tektonikken må sies å være meget komplisert. Grovt sett regnes det med at hele feltet danner en synklinal med antiklinaler i øst og vest.

Det finnes tre større gruver som har vært i drift tidligere: Lillefjell gruve som er en Cu-rik svovelkismalm, Gilså gruve fører rik kopperkismalm og Dronningen gruve som også fører rik kopperkismalm. Videre finnes enkelte rustsoner. Lillefjell-malmen har en liten, varierende Pb-komponent. Dronningen gruve ligger i gråvakkene.

I Lillefjell synes svovelkis-innholdet å være minst midt i malmsonen, mens matriksmineralene finnes i størst mengde over samme området.

Co:Ni forholdet i magnetkis er for Lillefjell 7:1 og for Gilså 2,6:1. Dette indikerer en hydrotermal avsetning. Røntgenundersøkelser av magnetkiser angir temperaturer rundt 400°C.

Geofysiske målinger har gitt anomalier nord og noe øst for Lillefjell gruve. Anomaliene her kan skyldes at en forkastning har forrykket malmens fortsettelse mot nord.

En eventuell forkastning har gått Ø-V, og malmen kan da gjenfinnes mot øst. Detaljerte måleundersøkelser med et dypttrekkende instrument anbefales.

Gilså-området har ikke positive anomalier. Dronningen gruve synes å ha en fortsettelse mot nord langs liggsonen av gabbroen.

LITTERATURLISTE.

1. Aasgaard, G. (1927). Gruber og skjerp i kisdraget Øvre-Tydal. NGU 129.
2. Arnold, R.G. (1962). Equilibrium relations between pyrrhotite and pyrite from 325° til 743°C. Econ.Geol. 57. p. 72-90.
3. Barth, T.F.W. (1962). Theoretical petrology. New York. John Wiley.
4. Bjørlykke, U. (1962). Foreløpige meddelelser fra kartblad Essandsjø. NGU 223. p. 5-9.
5. Bryn, K.Ø. (1958). Geologien på søndre del av kartblad Essandsjø NGU 205. p. 5-16.
6. Carstens, C.W. (1920). Oversikt over Trondhjemsfeltets bergbygning. Det Kgl. Norske Vid.Selsk. Skr. nr. 1, 1919.
7. Carstens, C.W. (1928). Petrologische Studien in Trondhjem-gebiel. Det Kgl.Norske Vid.Selsk. Skr. nr.1. 1928.
8. Carstens, C.W. (1935). Zur Genesis der Kiesvorkommen des Trondhjemgebiets. Det Kgl. Norske Vid.Selsk. Skr. nr.11, 1935.
9. Carstens, C.W. (1941). Om geokjemiske undersøkelser av malmer. NGT 21. p. 213-221.
10. Carstens, C.W. (1944). Om dannelsen av de norske svovelkisforekomster. Det Norske Vid.Selsk. Forh. nr.17, p. 27-54.
11. Gaudin, A.M. and Spedden, H.R. (1941). Magnetic separation of sulphide minerals. Am. Inst. of Min. and Met. Eng. Tech. Publ. no. 1549.

12. Høltedahl, O. (1960). Geology of Norway. NGU 208.
13. Kerr, P.F. (1942). Optical mineralogy, New York, McGraw-Hill.
14. Kisch, H.J. (1962). Petrographical and Geological investigations in the southwestern Tydal region, S-Trøndelag Norway, Amsterdam 1962.
15. Marmo, V. (1953). On the use of ore minerals in the interpretation of the stage of metamorphism within the amphibolite and saussurite facies. NGT 32, p. 156-161.
16. Moorehouse, W.W. (1959). The study of rocks in thin sections, New York, Harper.
17. Page, N.J. (1963). The sulfid deposit of Nordre Geitryggen Gruve, Folldal, Norway. NGU 228.
18. Parasnis, D.S. (1966). Mining geophysics, Amsterdam, Elsevier.
19. Ramdohr, P. (1960). Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, Berlin, Akademie-Verlag.
20. Rankama, K. and Sahama Th.G. (1950). Geochemistry. Chicago. University of Chicago Press.
21. Turner, F.J. and Verhoogen, J. (1960). Igneous and metamorphic petrology, New York McGraw-Hill.
22. Uytendogaardt, W. (1951). Tables for microscopic identification of ore minerals. Princeton University Press.
23. Vogt, J.H.L. (1894). De norske kulførkomster af typus Røros, Vigsnes og Sulitelma. Geo. Fören. i Stockholm Förhandl. bd. 16.
24. Vokes, F.M. (1957). The copper deposits of the Birtavarre district, Troms, northern Norway. NGU 199.

25. Vokes, F.M. (1963). Geological studies on the Caledonian pyritic zinc-lead ore body at Bleikvassli, Nordland Norway. NGU 222.
26. Wahlstrom, E.E. (1955). Petrographic mineralogy. New York, John Wiley.
27. Wolff, F.C. (1964). Stratigraphical position of the Guda conglomerate zone. NGU 227.
28. Wolff, F.C. (1965). Upublisert kart.
29. Ødegård, M. (1959). Diplomarbeidet NTH.
30. Russisk tabellverk over mineralenes d-verdier p.288-289 (1957).

GEOLOGISK KART OVER OMRÅDET LILLEFJELL-GILSÅ-DRONNINGEN I MERÅKER

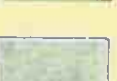
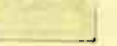
Diplomarbeidet, 1966

av
Arve Haugen

M 1:20000

0 1 KM 2

TEGNFORKLARING

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|-------------------------|
|  | Kvartære løsmasser | | |
|  | Intrusiver |  | Lineasjon |
|  | Gabbro |  | Isskuring |
|  | Sedimentære bergarter |  | Grusåser og isranddelta |
|  | Lys grågrønsandsten og grå skifer |  | Gruver og skjerp |
|  | Grågrønn gråvakkefylitt |  | |
|  | Lys grå, svakt kvartsittisk sandsten |  | |
|  | Grågrønn fyllittskifer |  | |
|  | Grågrønn gråvakke | | |
|  | Grågrønnkvartsittisk sandsten | | |
|  | Mørk grå fyllittskifer | | |
|  | Blåsort grafittførende fyllittskifer | | |
|  | Geologisk grense | | |
|  | Antatt geologisk grense | | |
|  | Grense for overdekning | | |
|  | Lagning | | |
|  | Skifrighet | | |
|  | Foldningsakse | | |

