



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 317	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv Østlandske	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Titel En geologisk og petrografisk beskrivelse av Klodeborg gruver.				
Forfatter Brekke, Olav G.		Dato 04.08 1959	Bedrift	
Kommune Moland?	Fylke Aust-Agder	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad 16114	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type		Forekomster Klodeborg	
Råstofftype Malm/metall	Emneord Fe			
Sammendrag				

Det store eksamensarbeid for Olav G. Brekke

En geologisk og petrografisk beskrivelse av
Klodeborg Gruber.

Trondheim 1. april 1959.

Jens A.W. Bugge
(sign.)

<u>Innhold:</u>	Sider
Literatur	4
Forord	5
Innledning	6
Geologisk oversikt innad området Klodeboen Gruber	7
Petrografi	10
1) "Granitiske gneiser"	
2) Nedbryting av granitiske gneiser	
a) granat-biotit-kvarts-dioriter, stuff nr 175	
b) sillimanit-sliiren, tynnslip nr 177	
c) kordierit-gneis, stuff nr 179	
3) Hornblende-plagicklas-bergartane	11
a) andesit, doleritsils, gråvacke og amfiboliter	
A) amfiboliter, doleritsils, gråvacke	
B) Ikkje stresspåkjent andesit, tynnslip nr 123, 235, 249.	
C) sterkt pressa metamorf andesit, tynnslip nr 92	
b) Mylonitiskifer slip nr 274	
c) bergarter oppteikna i sanna som myloniter	
A) "klorit-mylonit", stuff nr 127, 142, 153.	
B) "seu-urit-mylonit", stuff nr 111, 114.	
C) "kvarts-epidot-mylonit", stuff nr 103, 121.	
D) "kvartsit-mylonit", stuff nr 226.	
d) granat- og biotitfannelse i metamorfe andesiter	
e) enderbit, tynnslip nr 193 E, 219.	
f) hornblende-bånd-gneiser, tynnslip nr 144.	
g) hornblende-arendalit, tynnslip nr 234.	
h) hornblende-arendalit-felt, tynnslip nr 235, 197.	
i) (hornblende)-arendalit, tynnslip nr 130.	
j) arendalit	
A) arendalit-gneis, stuff nr 145.	
B) arendalit, tynnslip nr 144, 159.	
C) monokrat-arendalit, tynnslip nr 137.	
k) klorit-gneis, tynnslip nr 150.	
4) Monoklin-pyroksen-felser, tynnslip nr 98, 192.	
5) Hornblendeskarn av augit-skarn.	22
6) Skapolit osv. skarn og gabroid intrusiv	23
a) skapolittrøndig-skarn, ("granitiserings-skarn"), tynns.250.	
b) gabroid intrusiv, tynnslip nr 165.	
c) augit-skapolit-ep.-klinz.-skarn, skapolittrdg.-skarn, tsl.261.	
7) Flugopit-skarn, tynnslip nr 264.	25
8) Epidot-fels, tynnslip nr 275.	26
9) Kalkbreksjene, stuff nr 244, 261, 33, 47, 48, 32.	
10) Uomvandra skarn	28
a) uomv. granat-pyroksen-skarn.	
b) vesuvian-skarn.	
c) pyroksen-skarn.	
d) magnetit-diopsid-kalkspat-skarn og malm, tynnslip nr 71.	
11) Serpentinmalm og skarn, tynnslip nr 70.	29
12) Skjølkalk, tynnslip nr 53.	
13) Graniter og pseudogranit	
a) pseudogranitisert andesit, tynnslip nr 270.	30
b) pseudogranit, tynnslip nr 205, 212, 265, 247, 200.	

(fortsettelse innhald:)

- c) injeksjons-gneiser
- d) adamelit fremkommet ved granitisering av andesit, tynns.267
- e) påviste graniter, tynnslip nr 269
- 14) Arendal-leptitter 33
 - a) med oppbevart lagdeling, tynnslip nr 124.
 - b) arendal-leptit med aplitstruktur, tynnslip nr 257.
 - c) kvartsrik-arendal-leptit, tynnsl. nr 253, stuff nr 252, 254
 - d) arendal-leptit med svak migmatit-struktur, tynnslip nr 278
- 15) Bergarter beslekta med arendal-leptit. 36
 - a) mikroklin-hornblende-biotit-bergart, stuff nr 87.
 - b) mikroklin-augit-skarn, tynnslip nr 83.
 - c) mikroklin-skapolit-granat-augit-skarn, tynnslip nr 266.
- 16) Pegmatiter. 36
 - a) kvarts
 - b) turmalin, apatit.
 - c) MoS₂, Cu-mineraler, stuff nr 225.

Magnetiske anomalier osv.

- 1) malmene mot NW
- 2) gruva
- 3) W for Kjennlivatnet
- 4) anomalidraget i hengen
- 5) bemerkninger til mulige malmarrikninger

Teikninger og skisser:

- 1) Geologisk kroki av området Klodeborg gruber.
- 2) To eksemplarer geologisk kart over området Klodeborg gruber. Det eine eks. leveres sammenrullet for overføring av bergartsgrenser i tilfelle det blir nødvendig med omarbeiding.
- 3) Geologisk kart av såle II for Klodeborg gruber.
- 4) Geologisk kart av såle III for Klodeborg gruber.
- 5) Syv geologiske profiler.
- 6) 42 tynnslip. Eske I: nr 1-199. Eske II: nr 200-278.

Innleiding:

Klodeborg gruber ligg ca. 4 km i SW-leg retning frå Arendal. Gruva produserer ca. 35 000 tonn jernmalm med Fe-gehalt på ca. 45 % Fe og ca. 2 % Mn. Dei vanligste gråbergmineralane i malmen er diopside og kalkspat som gir ein gunstig slagsanordning.

Malmen oppberedes ved nedkøling med etterfølgende magnetseparering. Av tre grunner er dette anlegg for enkelt og fyller ikkje oppgåva si:

1) På grunn av for dårleg verknadsgrad blir det kjørt ca. 4000 tonn magnetitt ut på vegane i distriktet pr. år.

2) På grunn av for liten nedkøling blir konsentratet for fattig og det blir lite konkurransedyktig i dårlege tider.

3) Ein kan ikkje bryte råmalm med lågare magnetisk Fe-gehalt enn 32 %. Derved blir det ståande att betydelege kvanta malm som senere vil vere umuleg å bryte.

(Å beregne størrelse på disse malmen kan lettest gjøres av diplomkandidat i oppberedning, da det krever ei rekkje prøvetakingar og oppberedningstekniske analysar.)

H-hovudgruva, W-Vestre Kjemli j.gr.

H-Mortensplassaak. H-Fosberggruva

Ordføret høyrer til Arendalfeltet som ligg i Kongsberg-Baulie-Fosnassjonen. Det er av pre-Carbrick alder og høyrer til indre vester av den Sveco-Fenidiske fjellkjede som har struktet seg gjennom Sørlandskysten, Midtverike og over til Sør-Finland. Det er bemerkelsesverdige at ein kunne brukt den same inndeling av bergartane i Klodeborg som Kauko Parras

Mi-Mikkelsberg gr., Høg-Hjåsen gr.

har anvendt i sin avhandling om Berggrunnen i West Uusima i Sør-Finnland.

Av oversiktskisser frå avhandlingen av professor Bugge over Geologien i Arendalfeltet frå 1939, ser ein at malmen er knyttet

til ei skarnsone som strekker seg frå Klodeborg like inn til Grimstadgraniten. Ca. 1 km NØ for Klodeborg bryt ein større granit gjennom lagserien frå Ø. Denne store graniten fylgjer lagserien i SØ i ca. 0,5 km avstand i heile den strekninga av skarnet som ligg innan for området Klodeborg gruber. Dersom eg ikkje har misforstått, er denne graniten av pallingen opprinnelse, og ein har følgelig stigende metamorfose mot Ø. Berggrunnen har enkelte stader vore oppe i granulit-facis. I ca. 0,7 km avstand i NW retning frå Klodeborg gruve har det brutt fram ein større basisk eruptiv.

Tilstøtende bergartar til skarnsona er gneiser og migmatitter.

Geologisk oversikt innan området Klodeborg gruber.

(Til støtte for dette avsnitt teikna ein: Geologisk kroki av området Klodeborg gruber, som fins mellom øvrige skisser.)

Gjennomsnittleg har fjelløt eit strøk på 60° NØ. Fallet varierer vanlegvis mellom 40° og 80° SØ. I malmene er det fleire folder. Foldningsaksen har som regel eit fall frå 40° - 60° i S-leg retning. Under foldningene har området lege temmeleg dypt. Tidligere har det difor bare blitt påvist ein forkastning i den del av malmdraget som eies av Klodeborg gruber.

Foldene går heile tida mot SW og ved Hovudgruva (Klodeborg Øvre Grube), bøyer strøket av mot W. Ein har kunna fylgja skarnsona ca. 0,5 km mot W frå Hovudgruva. Da ein var komen loom utanfor typografisk fastlagte holdepunkter, fant ein det rettast å slutte av. Men i følge Ole Bringsverd skal det vera ei gruve i ca. 0,8 km avstand i N-leg retning frå Mortensplass. (Det var ikkje Solborg grube.) Høyrrer den malmen til same kalkdraget, må foldningen gå enno nokre hundre meter mot W før den bøyer av mot SØ som Foldene bruker å gjere innanfor området.

Nermost Hovudmalmdraget er det i liggen avvekslende lag av hornblende-plagioklas-bergartar og skarnsoner med kalkbreksjer. I folder har disse skarnlaga vore i drift på magnetitt. Dei viktigste malmane i disse ombøyningene er Mortensplass og gruva ved R. Boije. ---- Ein tenkte straks på at Hornblende-plagioklas-bergartane måtte vera enten metamorf andesit (lava) eller stamme frå leirlag. Da ein kom tilbake til N.T.H., blei det straks påpekt at dei like gjerne kunne vera amfibolittsils som andesitlavaer. Dessutan fekk ein vita at så basiske bergartar vanskeleg kunne tenkes å ha vore leire. Det måtte i tilfelle ha vore gråvakke. Altså raskt nedbrutt og sammenskyllt andesittisk materiale. Det blei ytret at ein anså det som rimeleg at ein del av hornblende-plagioklas-bergartane opprinneleg hadde vore gråvakke. ----

Skarnlaga har i foldningene blitt oppbrutt. Senere har det trengt inn plastiske masser av kalkspat i disse oppbrutte skarnlaga. Av stoffen frå Boije-gruva - - - nr. 244, kan ein tydeleg sjå at kalkspatmassene har vore i bevegelse etter maldannelsen. Medan ein arbeidde i marka, var ein også inne på tanken at kalkspaten i

kalkbreksjene var avsatt av oppløsninger. Men da professor Bugge har beskrevet denne kalkspat som kalkspat i plastisk tilstand har flytt mot trykkminimum, droppet eg straks denne tanke. (Siste fase av transporten av denne kalkspat har vore som ein plastisk graut -- det kan ein tydeleg sjå fleire stader i området.)

Den første hundre m av berggrunnen i liggen av skarnsona består for ein stor del av bergartar som stammar frå andesittlavaer. Ein har andesittlavaer i store benker og innimellom finn ein gneisaktige lag som ein har kalt "granitiske gneiser". Dette er eit misvisende namn, da dei granitiske gneisene

Kalkbreksje i angit-skarn ca 17 m S.F.stf.139. her jamt over holder lite k-feltspat.

Ein har tenkt seg at disse gneisene representerar lag oppbygd av meir eller mindre forvittra andesittisk materiale. Under foldingene er dei blitt meir porøse enn andesittent omkring slik at granitiske oppløsninger senere har kunna lettare slippe gjennom disse laga enn andesittent omkring. (Person det skulle vise seg at ein del av dei har granitisk sammansetning, må ein også vurderere om det kan vera kjolitter.)

I henger av forekomsten finn ein også skarlag, andesitter og granitiske gneiser.

Dei granitiske gneisene er her som følge av høgre metamorfose blitt omdanna til migmatitter. I disse finn ein gneiser med plastiske folder og som ofte er heilt spekket med granat. I Skarvedalen har ein til og med funne sillimanitslier og kordieritgneis i disse granat-kvarts-glimmer-plag.-gneisene. Ein kan også sjå migmatitter med nesten eruptivt utseende. (Eit bedre dekkenamn på "dei granitiske gneisene" ville kanskje vere: migmatitt-gneiser.)

Hornblendebergartane er på grunn av så høge metamorfose og skilde pallingene prosesser blitt omdanna til:

hbl-arendaliter, hbl-arendaliter, arendaliter, enderbiter og pseudo-granit. Ein finn i felten til òmses bergartar med leucokrasseende og som tydelegvis holdt nok så mykje hornblende. Ein tok ei bergartsprøve av denne bergarten som prototyp for bergarten. Ved mikroskopering viste den seg å ha sammansetningen som adamelit. Da ein blei ille brent da det viste seg at pseudo-granit ikkje holdt vesentleg mikrolin, har ein ikkje våga å teikna inn adamelit alle stader der ein har observert leucokrat-hornblende-bergart i marka. Ein har i staden teikna det inn med blå grunnfarge og røde kryss som skal angje at det enten er granitisk eller pseudo-granitisk av andesitt.

Ikke serst for forekomsten har her og der vere så låg

metamorfosetilstand at etter kvart som hornblende blei oppspalta har komponenten MgO blitt bortført uten å danne vesentleg hypersten som det burde. Ein har derved fått danna eaderbit som skal holde antipertittisk plagioklas og lite mørke mineraler. Ein har vore inne på at jern også har blitt bortført og kalken i malmen har påskynda utfellingen av det. Men i så høg metamorfosetilstand burde treverdig jern oppføre seg som aluminium. Det burde saman med FeO danne magnetitt. Men det toverdige jern som blir til overs, vil kunna bli bortført og avsett som magnetitt ved oppoxydering andre stader. --- Da ein ser etter holder prøvene herifrå nokså mykje magnetitt.

Der det magmaet som har vore verksamt under ballingenesen, heilt har sett sitt preg på bergartane, har ein fått danna pseudo-granit. Dei viktigste bestanddeler i denne bergart er kvarts, oligoklas (ca $Ab_{55} an_{45}$), og enkelte stader magnetitt. Den holder av og til ubetydeleg mikroklin.

Etter at disse prosesser var over er bergartane blitt hevet. "Etterfoldinger" har bevirka knusning av bergartane i parallelle plan langs malhorisonten som følge av at den betyr ei svakhets- sone når fjellet blir utsatt for skjærkrefter, og bevegelsene vil komme i nærleiken av den. I disse oppbrutte masser har så konsentrerte oppløsningsar med stor K og SiO_2 gehalt og granitiske magmaer sive gjennom. --- Ein fekk danna "Arendalleptitt" som aplitgranit, arendalleptitt med oppbevart lagning frå tidligere bergartar og kvartsrik arendalleptitt, og reine graniter.

Som slutfase har ein seinare fått danna pegmatitter som vanlegvis stupar ca. 10° - 30° mot N som for Bråstadfeltet.

Petrografi:

1) Granitiske gneiser:

Disse holder vanlegvis som karakteristiske bestanddeler: Kwarts, biotitt, plagioklas og som alminneleg omvandlingsprodukt: klorit og epidot. Ein av stoffene i prøve nr. 95 er aplitisk pseudogranit. Da den har liknende utseende som graniten mot N, undersøker ein om den holder mikroklin. I pulverpreparat i væske med n-1, 5312 viser det seg at alle lyse korn har større lysbrytning enn væska. Bergarten holder derfor ikkje vesentleg mikroklin og er pseudogranit. Stoffen holder kvarts, plagioklas, klorit og epidot. Feltspaten i denne stoffen er tydeleg rødfarget. - Det er naturleg at gneisene representerar avsatt forvittra andesittisk materiale. Da andesittene i området ikkje fører mikroklin, skal ein ikkje vente å finne serleg med K-mineraler, da kalium ved forvitring i alminneleghet føres bort.

2) Anatex redbrytning av granitiske gneiser:

a) Granat-dioriter.

Mot den palingene sone i Ø, har dei granitiske gneisene for ein stor del begynt å få anatex karakter. I Skarvedalen f.eks. finn ein bånd i den som tydeleg har gneisaktig preg. Andre stader blir dette meir utviska. Ein tok prøve nr. 140 som prototyp for dette. Mest fremtredende bestanddeler er: biotitt, kvarts, feltspat. Granat kan ein ikkje minnes å ha sett i migmatittene her, men på vestsiden av dalen inngår granat som framtredende bestanddel. Stoff nr. 176. Det gneisaktige utseende er også her svært utviska.

b) Sillimanit-slirer.

Som det framgår av geologisk kroki fins det sillimanit-slirer i nær tilknytning til granat-dioritene i W-Skarvedalen. I ein mørk tett bergart fann ein sillimanit-slirer som tydeleg markerer at bergartane her har vore oppe i granulitfasis. Gehalten av sillimanit er bekrefta i bergartslip av stoff nr. 177. Sillimaniten opptrer hovudsakleg som parallellorientert stengleg mineral i band. Det har firkanta tverrsnitt med ein spalteredning diagonalt mellom to av hjørnene i snittet. Mineralet har låg aksevinkel. Den er ikkje målt, men er ca. 20° . Den er iallfall så låg at begge bistriksruer kjem innanfor synsfeltet. Disse eigenskapar er så tydeleg sillimanit at ein ikkje har funne det nødvendig å måle optiske data.

Stoffen holder elles:

Granat, kvarts, magnetitt, biotitt, plagioklas og nokre små runde korn som ein først trodde var titanit, men som tydeleg har andre interferensfarger.

Granaten er rødleg og inngår som fremtredende bestanddel i bergarten. Da bergarten har overskudd på jern i forhold til magnesia, vil ein i følge professor Bugge få danna granat i staden for kordierit. Biotitt er svakt pleokroistisk frå lys brun til skitten grønn. Plagioklas opptrer med to spalteredninger og er utan tvillingstripping. Ein har kontrollert at mineralet er toaksa. --- Omdanning av betydning har ein ikkje kunna påvise i bergarten. Dei små runde titanliknende korna skulle difor ikkje kunna vera nokon epidot, men kanskje monazit.

c) Kordierit-gneis.

Denne bergart fins også i granat-dioritene i Skarvedalen. 10 m SW for der ein fann stuff nr. 177, går det eit tynt gneisband som holder kordierit. Kordieriten er svart av farge og ein del omvandla til klorit. Stuff nr. 179.

Øst for Østre Kjennli i vagnstittene der, har ein iaktatt at bergartane er veldig intens felds. Dei holdt som nest karakteristiske bestanddeler biotitt, granat, kvarts og plagioklas.

3) Hornblende-plagioklas-bergartane.

a) Andesitt, doleritsils, gråvakke av andesitt og doleritsils og amfiboliter.

A) Amfiboliter, doleritsils og gråvakke.

Som tidlegare nemnt har Bugge funne ein større amfibolit eller hyperit ved Bråstad. Eg har difor tenkt på om dei "amfibolitane" eg har truffe på kan vera av same stamme. Dei høyrer i tilfelle til dei sureste leif i serien.

Ca. 50 m S for øvre 111 traff ein på ein amfibolitt som ein meinte kunne vera intrusiv. No den ligg utanfor området blei det ikkje tatt prøve. Min nå meiner seg at den like var til andre bergartar som sansrleg har medianter opprinnelse og som nesten har fått eruptiv karakter.

Likedan mente ein at stuff nr. 35 var intrusiv, men ein berre tok ei prøve av det.

Stuff nr. 104 er ikkje intrusiv, men er pressa andesitt.

Stuff nr. 149 er andesitt-stykke som er pressa meta-morf andesitt. Det ser ut som ein har fått ei meta-feldspat. Enten det skyldes differensiasjon og at den altså ligg opp i lagserien eller det skyldes pseudo-gradiering; det er ikkje lett å seie seg om.

Disse "amfibolitane" er ikkje seinare tjukt å greffe på innanfor området enn dei andesittane som er pressa og gradierte. Som prototyp på disse blei det lagd tyngslar av stuff nr. 11. Den holder den same feltspat som "amfibolitane" å ligge av feldspatsten.

Det at amfibolitane er forholdsvis proteroma kan skyldes omkrystallasjon, mens dei sto i dei kallarene sona og treng ikkje vera eit indisium på at dei er verkeleg amfiboliter. I same samanheng vil ein nemna at professor Bugge ikkje har kunna finne klastiske fragmenter i typiske sedimentære bergartar. Det vil såleis vera umuleg for meg å finna ut om disse hornblende-plagioklas-bergartane representerar omkrystallisert gråvakke, doleritsils, amfiboliter eller andesitt. Ein vil difor omtale dei som metamorf andesitt da ein holder det for rimeleg at storparten av dei har ein slik opprinnelse.

B) Ikkje stresspåkjent andesit, tynnslip nr. 223, 233, 249. Disse kjenner ein ved at dei har liknande sammansetning og utsjånad som andesit. Ein antar at dei har befunne seg under fullstendig plastisk tilstand under foldningane eller at dei etterpå er blitt heilt rekrystallisert. Ein har nærare merke seg to slike prøver som er innstikka med krysskneven, med forskjellig skruvur etter som om bergarten var fullstendig andesitessammensetning eller om dei inngår augite i bergarten. Augitt har ein funne i den prøva som ligg like inn til hornblende-arenen i N. Bergarten har her kome opp i gabbrofasis eller så skyldes gabbroen av augitt at vann-damptrykket har vore lågt.

Bergartslip nr. 223: metamorf upressa andesit.

Mineralinnhald:

Hornblende, andesin ($Ab_{60} An_{40}$), magnetit, apatit, klorite, epidot kvarts, hematit og spilit.

Plagioklas er andesin med sammensetning $Ab_{60} An_{40}$. Den er til dels frisk med tvillinglaseiller. Til dels er dei omvandla til ein grusut masse. -- Det mineraliet som ein antar er zolite, er heilt omgitte små korn av plagioklas. Ein har ikkje sett mineralet før.

Bergartslip nr. 233: augitt-andesit

Mineralinnhald:

Hornblende, augite, plagioklas, erts apatit, kvarts, biotit.

Bergarten er helst finkornig.

Hornblende er grønn og sterkt pekkroistisk i gjennomfallende lys. Augitt er på lag fargelaus eller svakt grågrønn.

Plagioklas er andesin, $Ab_{62} An_{38}$.

Den er heilt klar og viser tvillingstripping og uradulerande utslukning.

Bilde av tynnslip nr. 253. som ein ser viser ikkje bergarten teile til forstif- xing.

Heilt "lokalt" i eit korn kan ein sjå

oppspaltedagsprodukt av hornblende som klorit, kalkspat og eit korn med blande interferensfargar som ein antar er ein eller anna epidot. Det opptrekk polykrySTALLISKE kvarts i eit augittkorn. Augitten opptrekk som det skal vera omvandlingsprodukt av hornblende. Augite har karakteristisk utslukningsvinkel 3-30°.

Opptredelsen av augitt teikner at ein har kome så høgt i metamorfosetilstand at ein har fått avdrevet vate frå hornblende. Det skulle ein også vente, for ein har Ab_{60} -andesin bare ca. ein meter S for prøvaprøvet. Eiles ser bergarten omlag frisk ut. Da

den ikkje avviker noko serleg i samansetning frå dei vanlege andesitene som ein har tatt prøve av i liggjen av forkomstene, ligg det nærmast å anta at også denne er andesit (upressa, metamorf). (Nokre få meter mot W har ein iaktatt eit svarulittisk mineral i jevnt fint mønster på ei spalteflate saman med små bløndrer av magnetitt.)

Bergartslip nr. 249: Metamorf-upressa-andesit.

Mineralinnhald: plagioklas, hornblende, biotit, ortit og apatit. Underordna opptrer eit ubestemmeleg mineral. Bergarten holder mykje apatit. Feltspat, oligoklas: $Ab_{82}An_{18}$, har både periklin og albittvillinger og der opptrer perittiske innslutninger. Hornblende er pleokroistisk frå grønn til lys gult. Biotitt er pleokroistisk frå brunt til nesten fargeløst. Enkelte horn er delvis omvandla til eit kloritmineral med berilinenblå interferensfargar. Dei små korna som ein ikkje har klart å bestemme, viser skarpe interferensfargar og kan vera eit epidotmineral.

c) Sterkt_pressa_andesit:

Gymslip nr. 92:
Mineralinnhald:

hornblende,
plagioklas,
biotit,
(underordna
mineraler:)
apatit,
orts.

Plagioklas er
andesin:

$Ab_{51}An_{39}$.
med tvilling-
utslutning.
Ein har iaktatt
svarulittisk
mineral i biotit
som ein ikkje
har avgjøre
om det består

Bilde av Gymslip nr. 92.

Ellers er både hornblende og magnetitt triklene mineraler, men plagioklas er derimot ein del overvåk.

Da stoff nr. 107 har ein bereiden struktur, sukkerkornig, undersøker ein den i pulverprep og den skulle vera friskjellig frå andesitene. Finn:
Hornblendens styrke enn 1,549. Utslutningsvinkel opp til 20° , 20° ca. -55° . Bruker vasker 1,554 for å bestemme feltspaten, minn at "hogge" lysbrytninger ligg under vaskes. Måler utslutningsvinkel 10° . Finn $c=8^\circ$. For å bestemme for-tegnst brukar ein vasker med $n=1,5472$. Finn at ein lysbr. ligg over og ein under vaska. Feltspaten er derfro andesin og samansetningen i følge utslutningsvinkelen er: $Ab_{60}An_{40}$, altså den same som for andre andesittar i liggjen av mandraget. Feltspaten i stoff nr. 249 er bestemt av professor Bugge.

c) Bergartar oppteikna i felten som myloniter:

Ekte mylonit har ein berre iaktattt langs bekken like østenfor og mellom pp 34 og pp 36. Andre stader er det bergartar som ein ikkje har undersøkt noko serleg. Det er ofte tynne slirer, og ein har berre tatt prøve.

Ein kan skille mellom fire hovudtyper:

A) "Klorit-mylonit", stuff nr. 127, 242, 239.

Den er karakterisert ved å holde: klorit, aktinolit, plagioklas; kvarts. Ein har tenkt seg at klorit har fått mesteparten av sitt magnesiainnhold frå sikulerande oppløsnings i dei oppbrutte slirene. Klorit-mylonit-gneisene høyrer også egentleg inn under her. (For dei bemerkta professor Bugge at klorit var danna på oppsprekningar ikring mylonit-partier.)

B) "Sausurit-mylonit", stuff nr. 111, 113.

Den er karakterisert ved å holde epidot og andre mineraler.

C) "Kvarts-epidot-mylonit", stuff nr. 103, 121.

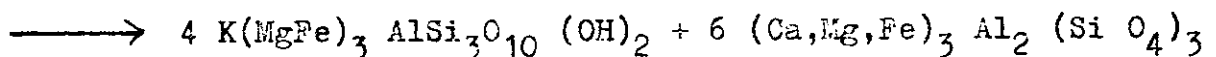
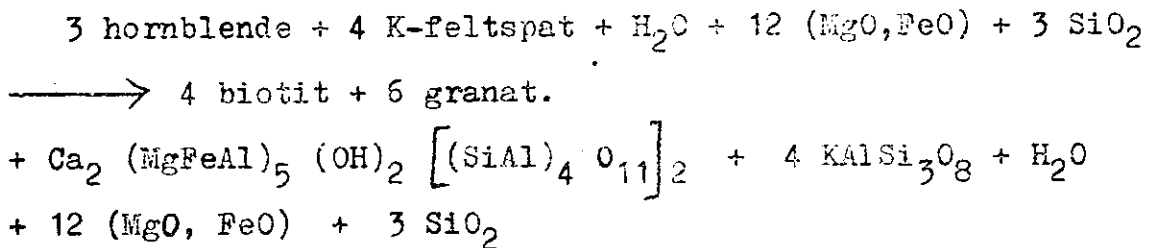
D) "Kvartsit-mylonit", stuff nr. 226.

Denne bergart er det ein del av som ca. 20 cm breide gangar. Da ein ikkje har kunne finna nokon samanheng mellom fallet på disse og det alminnelege fall, fann ein at det også måtte vera myloniter. Den holder jernhydroksyder og kvarts som karakteristiske bestanddeler.

d) Granat- og biotitt-dannelse i metamorfe andesitter.
Bergartsprøve nr. 246.

Den holder granat, biotit, hornblende, plagioklas og kvarts.

Reaksjonen har ein tenkt må ha hatt følgende forløp:



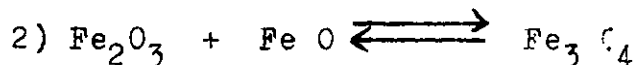
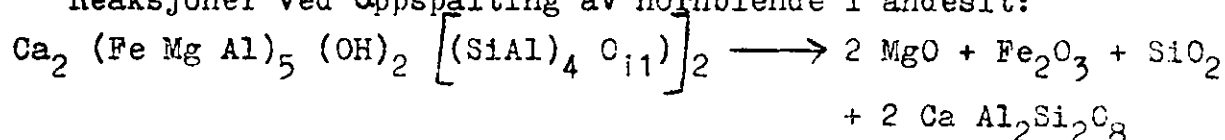
Reaksjonen har foregått på eit metamorfosetrinn da granat er stabilt. Makroskopisk ser også hornblende frisk ut.

e) Enderbit.

Denne bergart tenker ein seg er oppstått ved ein oppspalting av bestanddelene i andesit. Denne oppspalting har foregått på eit metamorfosetrinn da hypersten har vore lite stabilt slik at FeO og MgO har blitt bortført etter kvart som dei er blitt frigjort. Under oppspaltinga vil det dannes noko magnetit av treverdig og toverdig jern, da magnetit har vore stabilt.

Ein har tenkt seg ein del av diopsid-gehalten i malmen stammar frå MgO frigjort ved denne prosess. Likedan tenker ein seg at ein del av magnetitgehalten stammar frå oppløsninger frå enderbit og pseudo-granit. Ein antar altså at det vesentligste innhald av diopside i malmen har ein noko lågare alder enn augiten i skarnet omkring.

Reaksjoner ved oppspalting av hornblende i andesit:



Bergartsslip nr. 210.

Mineralinnhald:

Oligoklas, kvarts, erts, apatit.

Ein har også funne rester av biotit og hornblende. Feltspaten holder fine inneslutninger som ein antar kan vere antipertitt. Da bergarten samtidig holder lite verke mineraler, er dens namn: Enderbit.

Bergartsslip nr. 193 B: Enderbit.

Mineralinnhald:

Kvarts, oligoklas, erts.

Underordna mineraler:

Hypersten, biotit, muskovit, eridot.

Feltspaten holder pertittiske spindler som ein antar er antipertitt.

Samtidig opptrer den feltspat som er karakteristisk for pseudo-granit med veldig fine tvillinglameller.

Bergarten er såleis ein mellomting mellom pseudo-granit

Bilde av tynnslip nr. 193 B.

og enderbit. Kvartsen har form som grov "myrmekitt-kvarts."

f) Hornblende-bånd-gneiser.

Av disse har ein kunna skille ut to hovudtyper:

1) Veksellagring av andesit og arendalit på grensa mellom andesit og større arendaliter og enderbiter.

2) Bio-hbl-augit-kvarts-plag-båndgneis.

Denne type har ein fått der vatnet i hornblende har hatt høve til å unvike eller

Bilde av hornblende-bånd-gneis ca. 95 m SW f pp der metamorfosen har vore så høg at vatnet er

blitt avdrevet og hornblende har gått over til augit uten videre oppspalting.

Bergartsslip nr. 114: Hornblende-Augite-bånd-gneis.

Mineralinnhald: Hornblende, augite, plagioklas, kvarts, biotit, erts, klinkzoisit, epidot, apatit. Augite er pleokroistisk svakt grønlæg-svakt gul. Karakteristisk utslukningsvinkel er 50° , altså den same augite som er funne i bergartsslip nr. 233.

g) Hornblende-arendalit.

Karakteristisk for disse bergartane er at dei er anatekse prosesser, der disse bergartane opptre, likele har gått så langt at ein har fått danna vanleg arendalit.

Bergartsslip nr. 234: Hbl-arendalit.

Mineralinnhald: Hypersten, hornblende, biotit, kvarts, plagioklas, erts, apatit.

Underordna opptrer klorit. Plagioklas er pligoklas.

Merk: Bilde neste side.

antyder dette at dei pallingene prosesser ikkje har gått serleg langt. Noko som ein også ser av forholdet hyp/hbl som er sers lågt. Stoffet er markert tettere enn nr. 235.

i) (hbl)-arendalit.

Mineralet hornblende har ein ikkje kunna påvise i den prøven ein har tynnslip av, men ein kan hukse at ein del av det ein har teikna inn med denne samansetningen, holdt hbl enkelte stader.

Samansetningen er difor omlag den same som for arendalit, men utseendet er ikkje heilt det same.

Bergartsslip nr. 130: (hbl)-arendalit.

Mineralinnhald: Biotit, hypersten, plagioklas, kvarts, erts, apatit, klorit, (epidot).

Bergarten holder mykje vakker brun biotit som er pleokroistisk frå mørk brun til lysegult. Den er helit omvandla. Nokre få små korn viser skarpe grønne interferensfargar, antar det er ein eller annan epidot.

j) Arendalit.

Ein har truffe på tre hovudtyper:

A) Arendalitgneis. Denne er ofte sers grovkrystallinsk, og den har lodrette glideslepper tett i tett. På disse er det danna biotit. Bergarten får derved gneisaktig utseende. Ein varietet med granatkrystaller opp til 0,5 cm størrelse er påtruffet i nærleiken av inneslutning av andesit. Stuff nr. 145.

B) Arendalit. Denne bergart opptre i partier som er grovkrystallinske enkelte stader og meir tette andre stader. Stuff nr. 148 består av ein del tett arendalit og ein del tett hbl-arendalit.

Tynnslip av stuff nr. 144: tett arendalit.

Mineralinnhald: Hypersten, plagioklas, kvarts, biotit, erts, apatit.

Plagioklas er antipertit. Funne: lysbrytninger svakt over kanadabalsam. Den optiske karakter er negativ med 2V ca. - (60-70°) vds. oligoklas som ligg på grensa mot andesin. Karakteristisk utslukningsvinkel i tynnslip er 13°, altså oligoklasandesin, $Ab_{70}An_{30}$. Teorien om at ein i hengen av malmdraget skulle ha andesit med $Ab_{80}An_{20}$, kan derfor ikkje holde stikk, utan at det skulle ha blitt utvikla $Ca Al_2 Si_2 O_8$ i bergarten og utan at det er blitt tilført tilsvarende mengder oligoklas. Ein bør difor få undersøkt plagioklasinnhaldet i andesittene nærmare. Biotitten er her også mørk brun, liknende utseende som i stuff nr. 130.

Hypersten er veldig pleokroistisk som angir stort Fe-innhold. Den er som vanlig pleokroistisk frå rødt til grønnleg-grått.

Tynnslip av stuff nr. 159: Grovkrystallinsk arendalit.

Mineralinnhald: Hypersten, plagioklas, kvarts, biotit, erts, apatit, muskovit, epidot, spinell i erts, hamatit.

Biotit er pleokroistisk frå skitten gulgrønn - vakker brun - nesten fargeløs gult. I eit biotitkorn opptrer hamatit. Plagioklas er jamt over uten tvillingstripping, men både periklin tv. og albit tv. oppterr. Den slukker pålag parallelt som tyder på oligoklas. Karakteristisk utslukningsvinkel i tynnslip er funne $c-7^{\circ}$, altså oligoklas, $Ab_{82}An_{17,5}$.

C) Monzokrat-arendalit.

Den har eit mozonitliknende utseende og har struktur som eruptiv. Etter beskrivelse i professor Bugge's avhandling frå 1939, må Bugge ha truffe på den same bergart i den store arendaliten. Eg har derfor tenkt på om denne som opptrer i Klodeborgområdet, kanskje er ein intrusiv frå den store arendaliten. Den utgjør ein forholdsvis liten del av arendalitene innan området og ein har berre funne den i Skarvedalen.

Den holder ein rar malmtipe som ser ut til å vera utskilte magnetittdråper i ein mylonitgrunnmasse. Denne malmtipe har ein også sett i laus stein ca. 150 m østanfor ved stuff nr. 159.

Tynnslip nr. 187: Monzokrat-arendalit.

Bilde av tynnslip nr. 187.

Mineralinnhald (i tynnslip nr. 187):

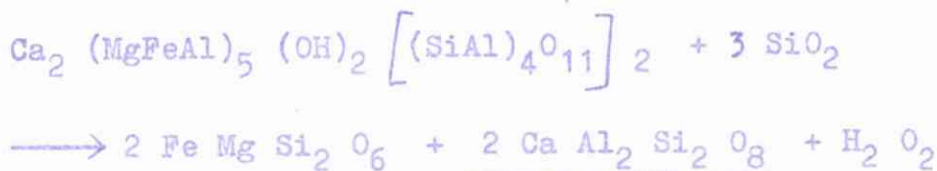
Hypersten, plagioklas, kvarts, erts, biotit, apatit, klorit.

Plagioklas er antipertit med samansetning som oligoklas: $Ab_{81}An_{19}$. Den har svært lite tvillinglameller.

Ein har funne lysbrytningar over Kanadabalsam. Optisk karakter +. $2V = 90^\circ$. Derfor samansetningen som angitt.

Da denne bergart antagelig er ein eruptiv, kan den godt stamme frå vanleg magmatisk defferentiasjon, og i tilfelle har den lite til felles med dei andre arendalitene i området Klodeborg Gruber. Den kan godt tenkjast som eit differensjonsledd mellom andesit og pseudo-granit. At feltspaten er så vidt basisk, er heilt naturleg. Feltspaten i eit andesitmagma vil bli meir basisk dersom magmaet blir dukket frå amfibolfasis til hyperstenfasis eller under anatekst nivå. - - - Dersom ein studerer likninga:

Hornblende \longrightarrow Hypersten vil ein forstå det.



Det som i alminnelegheit har foregått under arendalitiseringa i området Klodeborg gruber, er:

andesit + pseudogranitinjeksjon + anatekst nivå

\longrightarrow arendalit.

For feltspaten har ein sett opp:

"andesit-feltspat" + "pseudogranit-feltspat" + anortit frå oppspaltinga av hornblende

\longrightarrow $Ab_{70-85}An_{30-15}$

Bergarten arendalit blei først beskrevet av professor J.A.W. Bugge i 1939 som forklarar den oppstått ved regional-metasonat-iske prosesser. Holland beskreiv bergarten charnokit som i følge geolog Kauko Parras betegnar ei bergartsgruppe med det felles-trekk at den holder hypersten som kerakteristisk mineral. Det ser ut som Kauko Parras vil framheve at disse bergartane ikkje er stabile under stressforhold (dvs. i høgre nivå i fjellkjeder). Det er også naturleg da hypersten er eit antistressmineral. - - Men han bruker uttrykk som hypersten-kalifeltspat-gneis. Da gneis betegnar bergartar som er blitt prega av dei enorme stressforhold som råder i fjellkjeder, kan hans teorier umuleg vera heilt korrekt.

k) Klorit-gneis.

Denne bergart opptrer ofte mellom arendalit og pseudo-granit. I følge Bugge holder den mylonit-partier med avsetning av klorit på sprekker omkring.

Tynnslip av stuff nr. 150.

Mineralsamansetning:

Klorit, biotit, kvarts, plagioklas, erts, kalkspat, enstatitt, apatit, titanit.

4) Monoklinpyroksen-felser.

Disse bergartane har jamt over ein sers tett struktur. Ein har ikkje truffe på dei i sjølve skarnet, men enten på grensa eller inne i andesiten. Dei er karakterisert ved å holde:

Tynnslip nr. 98:

Plagioklas, monoklin pyroksen, hornblende, erts, kvarts, apatit.

Plagioklas er antipertittisk og viser tvillingstripning. Den har samansetning $Ab_{70}An_{30}$. Av monoklinpyroksen har ein sett **augite**.

Tynnslip nr. 192:

Tremolit, aktinolit, augit, biotit, plagioklas, erts, kvarts, hypersten, klorit, apatit.

Feltspaten er oligoklas. Den har ingen tvillinglameller, men den er antipertittisk. Biotit er pleokroistisk frå skitten grønn - mørk brun - nesten fargeløs gulleg. Den er altså den same som grovkrysstallinsk arendalit. I hovudtrekk har disse to slipa mykje til felles med andesit-arendalit-bergartane, og det verkar litt misvisande at dei ikkje er komne med der.

5) Hornblendeskarn av augiteskarn.

Denne bergart antar ein å ha sett i foldingene mot NW, dvs. mellom Fossegrubene og Hovudgruva. Der består den hovudsakleg av papalell orientert hornblende. Ein tenker den oppstått ved at augit er blitt utsatt for stress under metamorfoseforhold som svarer til amfibolitfacis. Augit vil da gå over i hornblende ved opptakelse av vatn. Ein har og truffe på hornblendeskarn som ikkje viser det minste teikn til forskifring. Døme: stuff nr. 59.

Bugge har brukt lys grønn farge for hornblendeskarn. Da ein holdt på med feltarbeidet, kjende ein ikkje til det, og ein har kome i skade for å bruke lys grønn farge for andre bergartar.

Hornblendeskarn er ikkje blitt skilt ut frå andesit.

6) Skapolitomv. skarn og gabroid intusiv.

a) Skapolitrandidg skarn ("granitiserings-skarn").

Dette skarn er iaktatt W f. Mortensplass. Bergartar med liknande utsjånad og samansetning har ein brukt same namn på.

Tynnslip nr. 250. ("Granitiserings-skarn")

I denne bergart er skapolit randig fordelt.

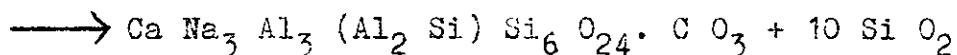
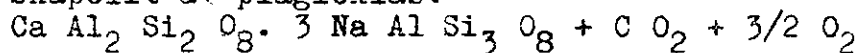
Mineralinnhald:

Augit, plagioklas, hornblende, skapolit, kvarts, epidot, klinozoisit, klorit, titanit, erts, apatit, mikroklin, kalkspat.

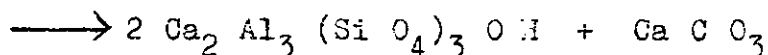
I titanit opptre eit radioaktivt mineral. Karakteristisk utslukningsvinkel for augit $c = 52^\circ$. Feltspaten har ein lysbrytningsindeks over for kvarts og ein under. Den karakteristisk utslukningsvinkel er 9° , har den samansetning: Oligoklas, $Ab_{73}An_{27}$. Antipertit. Ein oppfattar det meste av feltspaten som tilførd ved fleire påfølgende granitiseringer. Den siste med utskilgjing av mikroklin. Stoffen opptre i nærleiken av skarn. Det kan difor også vera avsatt uforvittret andesittsmateriale i lag saman med skarnet. Ein slik feltspat burde ha samansetning $Ab_{60}An_{40}$. Kvarts og mikroklin er truleg tilførd ved granitisering. Ein har altså inntrykk av at bergarten er eit "skarn".

Reaksjoner som ein må ha hatt i bergarten, kan ein føra opp følgende:

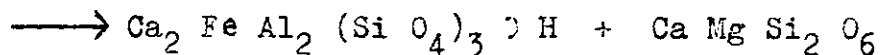
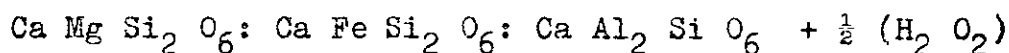
I) Skapolit av plagioklas:



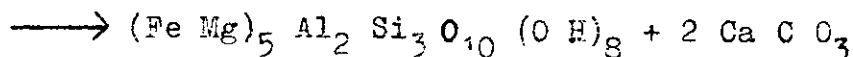
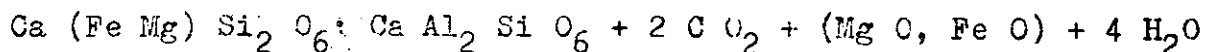
II) Klinozoisit av plagioklas:



III) Epidot av augite (hornblende):



IV) Klorit av Pyroksen (hornblende):



Av reaksjonaneser ein at ein del kvarts i bergarta. tamme frå disse. Disse reaksjoner vil gå igjen i mesteparten dei skarn-typer som er omvandla.

I felten har ein antageleg blanda samea skapolitrandig skarn og skapolit-omv. gabroid intrusiv. Ein angir dei derfor som skapolitrandig-skarn dersom det ikkje fins tynnslip av bergarten.

B) Gabroid intrusiv. Stuff nr. 165:

Mineralinnhald:

Plagioklas, augite, skapolit, epidot, klinozoisit, klorit, erts, titanit, apatit, kalkspat.

For plagioklas har ein funne lysbrytninger over kanadabalsam. Karakteristisk utslukningsvinkel i tynnslip: $c-25,5^{\circ}$, dvs. andesin med samansetning $Ab_{53}An_{47}$. Altså den mest basiske feltspat ein har funne i bergartane hittil. Den har tvillinglameller. Kalkspat opptrer saman med klinozoisit og epidot. Kalkspat må i denne skrive seg frå tilførsel av CO_2 .

Den basiske feltspat saman med augit, kan tyde på ein gabroid intrusiv. Da ikkje nokon av prosessene på forrige side bruker kvarts, antar ein at den kvarts som er blitt frigitt under prosessen plag.-skap., er bortførd i denne bergart. Karakteristisk utslukningsvinkel for augit $c-52^{\circ}$, dvs. den same augit som i 250.

C) Augit-skapolit-epidot-klinozoisit-skarn.

Skapolitrandig-skarn:

Dette er den nest alminnelege type skapolitrandig skarn i området Klodeborg gruber.

Tynnslip nr. 261:

Mineralinnhald:

augit, skapolit, klinozoisit, epidot, kloritoide, talk, kalkspat, monazit.

Slipet er kjenisk reint for magnetit. For augit har ein funne karakteristisk utslukningsvinkel $c-48^{\circ}$. For kloritoid har ein funne $2V > 40^{\circ}$. Optisk karakter +. Karakteristisk utslukningsvinkel:

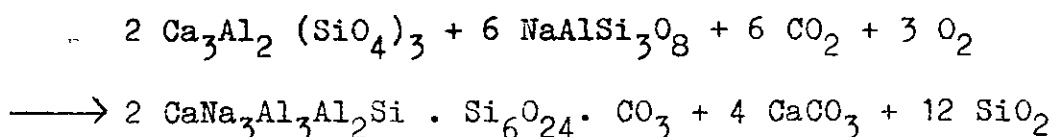
Bilde av tynnslip nr. 261.

$c-19^{\circ}$.

For talk kan ein angi: eit mineral som liknar på glimmer som ein hittil ikkje har lagt merke til i bergartane. Det har same dobbeltbrytning som monazit. For monazit kan ein angi: trodde først det var titanit, det viser for låge interferensfargar, krystallforma stemmer overeins med monazit men ikkje med titanit. For skapolit kan ein angi: det opptre kring epidot. Bergarten skiller seg ut frå dei andre skapolitbergartane ved ikkje å holde plagioklas. Bergarten er såleis eit augit-skarn.

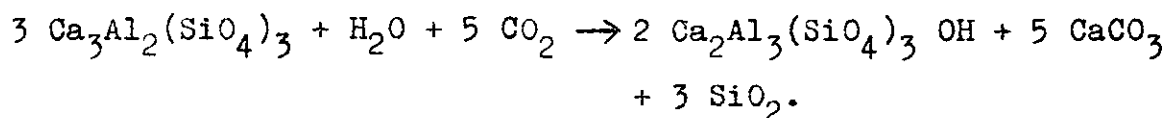
Av reaksjoner som ein spesielt meiner må ha pågått i denne bergarten, angir ein følgende:

I) Skapolit av granat:

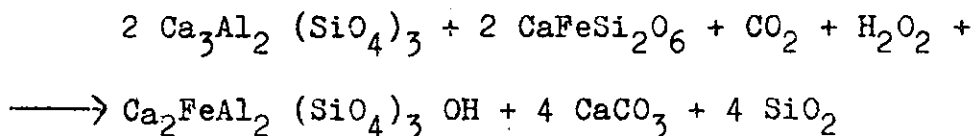


Tilført: albit + CO₂. Bortført: kvarts + x Kalkspat. Merk: skapoliten viser ingen ringer i aksebildet.

II) Klinozoisit av granat:

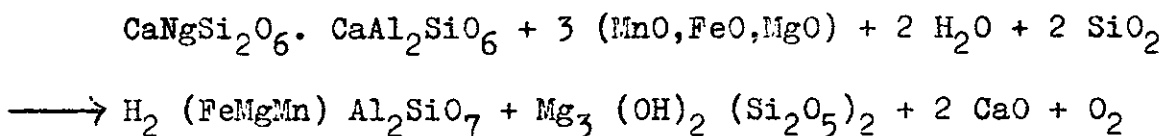


III) Epidot av granat + hedenbergit.:



IV) Augit \longrightarrow hedenbergit + CaMgSi₂O₆. CaAl₂SiO₆

V) Kloritoid + talk av poryksen:



7) Flugopitskarn.

Dette skarn har ein sett NW for Hovudgruva og i liggen av Vestre Kjennlid Jerngruve.

Bergartsslip nr. 264:

Mineralinnhald:

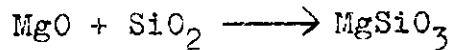
Augit, flugopit, tremolit, muskovit, skapolit, klinozoisit, epidot, enstasitt, talk, monazit, titanit, apatit.

Ein har ikkje kunna sjå kalkspat. Bergarten holder både titanit og monazit. For muskovit: fargeløst mineral med noko

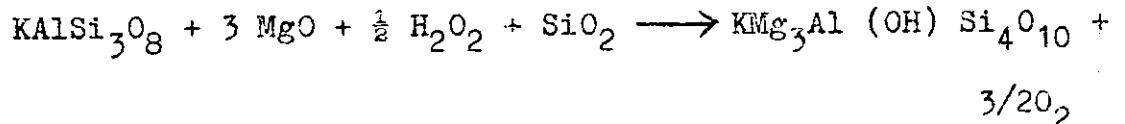
lågare interferensfargar enn flugopit. For augit har ein funne karakteristisk utslukningsvinkel: $c-48^{\circ}$. Slipet er kjemisk reint for magnetitt.

Av reaksjoner som ein meiner kan ha foregått er:

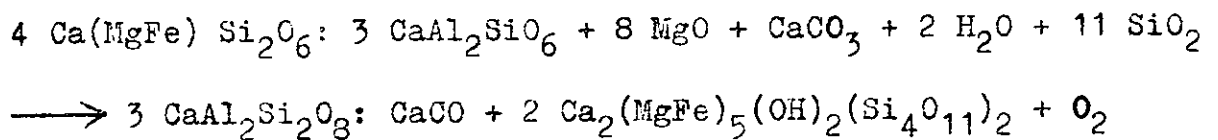
I) Enstatit ved tilførsel av:



II) Flugopit ved tilførsel av:



III) Skapolit og tremolit ved oppspalting av augit:



(Denne likning er berre meint å ha skjematisk røyndom.)

Ein meiner spesielt at mesteparten av augit hører til den del av materialet som er avsett som sediment. Mineraler som enstatit og flugopit meiner ein skriv seg frå tilført materiale.

8) Epidot-fels.

Denne bergart opptre på same måten som mylonit-skifer. Men i tynnslip kan ein ikkje sjå noko som tyder på at oppknusning har vore med å danna bergarten. Derimot ser det utssom augit har vore labilt og det fins tett i tett med epidot og klinozoisitkimer i augit. - - - - Når ein betrakter slipet, tenker ein straks på at dersom denne omvandling hadde foregått under tilførsel av mikroklin vil dei nydanna minerala kunna bli bortført og ein kunne fått avsett mikroklin og kvarts i staden. Og dersom augit er veldig labilt medan det foregår, vil bergarten bli finkornig som arendalleptitt.--

Tynnslip av stoff nr. 275. (Ved Jordgruva såle III)

Mineralinnhald:

Epidot, klinozoisit
klorit, augite,
monazite, titanit,
apatit, kalkspat.

For monazit har
ein iaktatt:
Interferensfargar
lågare enn titanit,
tverrsnitt som
monazit.

9) Kalkbreksjene, stuff nr.: 244, 263, 38, 47, 48, 82.

Liknande bergartar er beskrevet av Bugge som oppstått ved at plastiske masser av kalkspat som har brutt inn i tidligere eksisterende bergartar. Dette må ha foregått her også. Ein har ikkje kunna finna ut om kalkspaten og skarnet har eksistert side om side som atskilte lag, eller om kalkspaten er trykket inn langveis frå. Karakteristisk opptreden for denne bergart er at den opptrer i liggen av forekomsten. At kalkspaten har vore i plastisk bevegelse etter at skarnet i liggen var ferdigdanna, kan ein sjå fleire stader i kalkbreksjene. Skarnet i prøve nr. 82 holder

granatliknende mineral. Da ein undersøkte det i pulverprep., fann ein at bergarten måtte holde spinell. Hovudmineralet i skarnet er epidot.

Kalkbreksje 40 m W for pp 33.

Kalkbreksje W for Mortensplass.

10) "Uomvandla skarn":

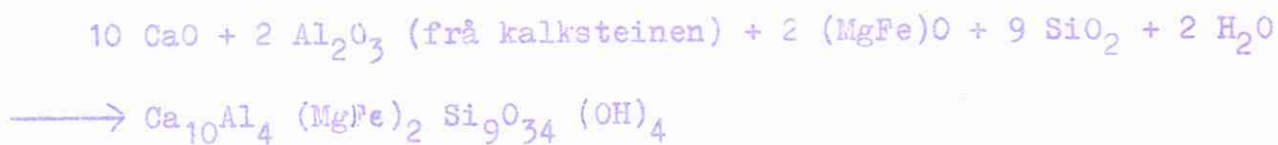
Disse bør ein kanskje dela i to grupper:

- I) Skarn som har fått samansetninga ved sedimentasjon.
- II) Reaksjonsskarn.

Disse grupper grip nok ein del over i kvarandre. Den første gruppa vil vera karakterisert ved at pyroksen som er augite, viser stort aluminiumsinnhold. Den vil vera å finna i horisonter som held lite malm eller om der er malm, så er den fattig på magnetit. II) Denne gruppe finn ein serleg i den horisont som held storparten av den drivverdige malm. Den er karakterisert ved stort innhold av CaCO_3 , diopsid, vesuvian og serpentin.

a) Uomv. granat-pyroksen-skarn. Dette opptrer som grensebergart til sjølve malmen. Det er då ofte eit tynt lag frå få cm til opp til 1 m vanlegvis. I liggen av Hovudgruva går tykkelsen opp til fleire meter. Der Kalkbreksjelaget - lengst mot NW - kiler ut i SW, er det ein del granat-pyroksen-skarn. Dette skarn går ofte over i vanlege typer omvandla skarn, med augit, skapölit og epidot som karakteristiske bestanddeler. Dette er serleg i øyenfallende ved Hovudgruva. Granat-pyroksskarn har ein og sett i det store anomalidraget i hengen. Mellom anna er det granat-pyroksskarn i molybdenskjerpet i Klodeborg, som visseleg er eit typisk reaksjonsskarn.

b) Vesuvian-skarn. Dette opptrer som regel i tilknytning til malmen, som lag og slirer inne i malmen eller som vesuvian-felser med magnetit. I fast fjell har ein i dagen berre funne vesuvian-skarn ved Hovudgruva, men i gruva er det ein nokså alminneleg bergart. Såleis består dei berønte gråbergkilene for ein stor del av vesuvian. Dette tenker eg meg som eit reaksjonsprodukt som er blitt danna samtidig med malmen. Under pseudo-granitisinga og arendalitisinga tenker ein seg tilført magnesium, jern og kvarts som i likning kan uttrykkast slik:



c) I malmen fann ein og reint diopsid skarn nesten uten magnetit. Sjølve malmen er ofte diopsid-randig. Det ser nesten ut som MgO tilførselen har kome først og at tilførsel av Fe_3O_4 har kome senare og har fortrent CaCO_3 .

Lengst mot NØ på såle III, mens eg var der, kunne ein sjå bruddstykker av reint skarn i malmen. Det har difor først blitt danna diopsidskarn

som i foldingene mot NØ er blitt brutt i stykker siden. Hulrumma er blitt fyllt med malm. Det ser difor ut som om diopsidgehalten stammar frå omforminga av andesit til enderbit og arendalit og at magnetitgehalten stammar frå pseudo-granitiseringa. Det er vel vert å merka seg at den lyse-pseudogranit holder mest magnetit, mens den røde pseudogranit har lågare gehalt av jern. Den rikaste malmen som hittil er blitt brutt i Klodeborg, er og blitt brutt nær kontakten mellom malmen og pseudograniten mot NØ.

Tynnslip nr. 71. Diopsid-malm (fattig malm): Mineralinnhald:

Diopsid, CaCO_3 ,
 Fe_3O_4 , klinoklor,
vesuvian.

Klinoklor opptrer i store krystaller, plateformige og med grå interferensfargar. Det slukker nesten parallelt,

c- 5° .

Da ein leitte etter apatit fant ein "isotrop" mineral i kalkspat som må vera vesuvian. Mineralet ser ut til å vera optisk toaksa.

11) Serpentinmalm og kalk.

For gruva framgår det av karti kor ein har funne dette. Det opptrer oftast som eit 0,5 m tjukt lag langs hengen. I dagen har ein funne det i ligg-kontakten til forekomsten ved dynamithuset. Det at ein også har sett det langs liggen, viser at dette er ikkje generell regel. Ein tenkjer seg serpentin danna som eit omvandlingsprodukt av magnesiarike mineraler som tidligere er danna av MgO frigjort under enderbitiseringa av andesit.

Tynnslip nr. 76. Serpentin-malm: Mineralinnhald:

Kalkspat, magnetit,
serpentin, diopsid,
spinnel, olivin,
enstatitt.

Bergarten er uvanleg rik på kalkspat. Serpentin opptrer som omv.-produkt kring olivin og enstatitt. Av serpentin har ein funne: Krysotil og Iddingsit.

Spinnelen har ein funne er pleonast med ein kjerne av picotit som har lågare lysbrytning.

12) Skjøl-kalk.

Denne bergart opptrer langs liggen av forekomsten SW over frå forkastninga. Ein oppfattar den som fortrengt kalk frå malmdannelsen, som er blitt avsett langs ein skjøl. Av bergartsslip kan ein og sjå at det er ein skjøl.

Tynnslip nr. 53: Skjøl-kalk.

Mineralinnhald:

CaCO_3 , magnetit, serpentin.

Av serpentin har ein funne krysotil og antigorite.

13) Pseudo-graniter:

Disse bergartane oppfattar ein som dannet av tyntflytende magma som har blitt trykkt inn i andesit og "granitiske-gneiser", og at ein har hatt enderbit som mellomprodukt. Det er ofte vanskeleg å bestemme grensa mellom pseudo-granit og enderbit, men ein kan vera toleg sikker på at ikkje noko av det som er innteikna som pseudo-granit, er enderbit.

Magmate tenker ein seg må ha hatt vanleg differentiasjonskvarts-diorit-samansetning. Pseudo-granit holder vanlegvis så lite mikroklin at der ein fann det, må ein nærmast karakterisera det som spor av mikroklin. Dette forklarar ein ved at mikroklin har blitt fråfiltrert i dei bergartane som kvarts-diorit-magmaet har blitt gjennompressa. Dypere ned skulle ein difor rekna med å finna kjerner av granodiorit.

Denne inntrengning av kvartsdioritmagma, må ha foregått etter at den store folding i den nordlege del av området var over. At bergarten enkelte stader har svak gneiskarakter, oppfattar ein som oppstått ved etterbevegelser. Ein har og vore inne på at den kaledonske fjellkjede skulle ha bevirka dette, men finn at påvirkninga frå den kaledonske fjellkjede må ha vore ubetydeleg.

a) Pseudogranitisert andesit.

Denne bergarten representerar eit større område i NØ. Så vidt ein kunne sjå av borkjerner som oppbevares ved gruva er den også alminneleg på større dyp lenger S. Denne granitisering må ha foregått i amfibolitfasis slik at hornblende har vore stabil under omvandlinga.

Tynnslip nr. 270:

Mineralinnhald:

Hornblende, tremolit-aktinolit, symplelittisk kvarts på grensa mellom tremolit og biotit, kvarts, plagioklas, biotit, erts, apatit, klorit.

Titanit har ein ikkje kunna finna. Bergarten har forholdsvis stort innhald av magnetit. Plagioklas har ein funne er oligoklas.

b) Pseudogranit.

Denne bergart kan ha utseende som granit, men den har ofte trondhjemitisk utseende, holder imidlertid ikkje kalifeltfeltspat, så vanleg trondhemit er det ikkje. Den har som oftest like stor klarstehalt som granit. Etter nøyaktige bestemmelse som

professor Bugge har utført, er feltspaten $Ab_{86}An_{14}$. Den har vanlegvis syltynne tvillinglameller.

Tynnslip nr. 205: Lys pseudogranit.
Mineralinnhald:

Kvarts, oligoklas, antipertit, muskovit, biotit, magnetit, apatit, kalkspat, titanit, hæmatit. -- Pseudogranit med trondhjemit-utseende.

Tynnslip nr. 212: Pseudogranit med dioritutseende.
Mineralinnhald:

Kvarts, oligoklas, magnetit, titanit, apatit, biotit, talk(muskovit?), muskovit, epidot, klorit, monoklin, pyroksen, mikroklin, hæmatit.

Talk likner fullstendig på muskovit, men da det opptreer i sverulitvifte, antar ein det er talk. Pyroksen er omgitt av ei kelyphitisk randsone og er jamt over omvandla til ein ubestemmelig grums.

Tynnslip nr. 265: Pseudogranit med trondhjemit-utseende.
Mineralinnhald:

Kvarts, oligoklas, muskovit, klorit, apatit, magnetit, epidot, hæmatit, mikroklin, limonit.

(Hæmatit og limonit har eg ikkje bestemt sjølv.) Kvartsen er tydeleg pressa. Det betyr at foldningene var ikkje avslutta før bergarten var ferdigdanna.

Tynnslip nr. 247:

Kvarts, oligoklas, klinozoisit, muskovit, apatit.

Denne prøven er lite pressa.

Tynnslip nr. 200: Rød pseudogranit:

Denne prøven holder ein feltspat med veldig tynne tvillinglameller. Den holder helst lite mørke mineraler.

Mineralinnhald:

Kvarts, oligoklas, muskovit, flugopit, biotit, antipertit, tremolit, erts, apatit, mikroklin.

Prosentvis har mikroklin liten betydning for samansetninga av bergarten. Det er difor ingen vanleg differentiasjon, kvartsdiorit eller granodiorit.

- - - - -

For å kontrollere at ein ikkje har noko større mikroklingehalt

andre stader, har ein tatt pulverpreparat av stoff nr. 180, 260, 203, 218. Dei fører ikkje vestenleg mikroklin. Feltspaten i stoff nr. 180 viser seg å vera $Ab_{86}An_{14}$. Gehalten av hæmatit i pseudogranitene skyldes at dei for ein stor del har blitt til i amfibolitfacies. Limonit er eit heilt sekundært danna mineral.

c) Injeksjonsgneiser.

Ein del av det ein har teikna inn som "granitiske gneiser", er injeksjonsgneis. Såleis er det ein del av det vest for og SW for Mortensplass - forekomsten. Betegnelsen granitiske gneiser brukte eg i felten og har ikkje vilja forandra det. Det består for ein stor del av kvarts, plagioklas og glimmer, og har såleis ikkje granitisk samansetning. Eg har ikkje vilja forandre på dette sekkenamnet, da eg ikkje har undersøkt om det er gneiser med granitisk samansetning ilag med.

Ved det nye heishuset er det skutt ut injeksjonsgneis som eg har tolka som injeksjon frå Arendal-leptiten like ved. Det er difor truleg at denne gneis holder mikroklin.

d) Adamelit fremkommet ved granitisering av andesit.

Denne bergart har ein ved prøve 267. Prøven blei egentleg tatt som prototyp for bergartar med liknande utsjånad som 270.

Den viste imidlertid å vera ein heilt annan bergart, da hornblende har vore ustabil under granitiseringa og har danna hypersten. Det viste seg også at den holdt om lag like mykje mikroklin som plagioklas.

Tynnslip nr. 267: Adamelit

Mineralinnhaldet:

Kvarts, mikroklin, pertit, oligoklas, hypersten, hornblende, biotit, erts, titanit, apatit.

Hornblende holder poikelitoblasisk kvarts og har holdt på å bli fortrengt av kvarts. Dette er eit eksempel på dei illustrasjonane Eskola har teikna opp for fortrenningsreaksjoner i Die Entstehung der Gesteine.

e) Påviste graniter.

Bergartar som ein har tolka som vanlege graniter, har ein berre påtruffe tre stader i området. Nemleg ved Rønningen, øst for Jordgruva og NW for Fossegrovane. Ved Rønningen går graniten over i arendal-leptit når den kiler ut mot NØ. Mikroclin er påvist i stoff nr. 133. For graniten øst for Jordgruva har ein påvist mikroclin i stoff nr. 248. NW for Fossegrovane har graniten liknande karakter som pseudo-graniten. Ein tolkar dette som oppstått ved at den er yngre enn disse og det framtrengande magma på det tidspunkt er blitt rikere på mikroclin enn pseudo-granitene.

Tynnslip nr. 269: Granit.

Mineralinnhald:

Mikroclin, kvarts,
pertit, plagioklas,
erts, monoklin
pyroksen, apatit,
antipertit.

Pyroksen er omgitt
av kelyphitisk
randsone.

Saman med mikroclin
opptrer symplekitt-
sammenvoksninger,
ein har ikkje
forsøkt å finna ut
kva det er.

Symplekitten har
nesten skrift-
granitutseende
enkelte stader,

og det er sammenvoksninger mellom kvarts og mikroclin eller at det er mikroclin som ser slik ut. ---- I forbindelse med denne prøven, ville ein i felten ta ein prøve som døme på lys granit ca. 40 m rett S for stoff nr. 269, men den blei ikkje tatt da den hadde om lag same utsjånad som 269. Ein har imidlertid teikna den inn som rød pseudo-granit, da ein har mistanke om at den ikkje holder mikroclin av betydning.

14) Arendal-leptitt:

Betegnelsen leptitt er brukt av fleire anerkjente geologer i arendal-feltet. I felten fann ein leptitliknande bergartar, og ein brukte namnet leptit på dei. Ein fekk det inntrykket i marka at det har dreier seg om bergartar som er blitt danna ved at magmatiske oppløsninger har trengt inn i bruddsoner etter foldingene. Ein vil altså påstå at bergartane får denne dannelsen og etter pseudo-granitdannelsen har blitt heva til eit nivå der bergartane har gått over frå å vera plastiske til å bli uelastiske. Bergartane som eg har betegna som arendal-leptit opptrer stjernt om stjernt. Enkelte vil kanskje innvenda at bergartane ikkje ville få ein slik utsjånad ved ein fortrenningsprosess. For meg synes det heilt naturleg. I skjersonene vil korn som feltspat og kvarts

sprekke opp og ein vil få ein masse hjørner der utkrystallisasjonen og fortrengninga har kunna starta frå. Forholdet vil bli som når ein granit-applit størkner. Ein antar også at ein under fortrengningsprosessene har hatt bevegelse som har verka til å gjera den nye bergart enno meir "sukkerkornig". Det at leptitgangane alltid opptrer konkordant med malmsona og i nærleiken av denne, oppfattar ein for det første betinga av:

Bruddstykker av rød leptit i lys leptit som inneslutning i skarn i liggen av Store Høgåsen Grube.

Ein har hatt glidninger langs

denne sone, slik at bergartane ved sida av som ikkje har tolt skjerspenninger har sprukket opp. Disse sprekker har ordna seg etter prinsippet "Stjert om stjert". Sjelve malmen holder kalkspat. Denne ville enno oppføre seg plastisk, slik at dei andre mineraler ikkje har sprukket opp og gitt grunnlag for utfeldning på hjørner og kantar av oppknuste korn. Denne regel har ikkje vore heilt generell. Dessutan vil magmatiske væsker ha tendens til å fylgja laga som ein kan sjå så i hornblende-arendalit-båndgneisene. Det skulle ikkje vera tvil om at bergartane er oppstått ved magmatiske fortrengninger i bruddsoner. Ein vil derfor gå over til å beskrive stoffene.

A) Arendal-leptit med oppbevart lagdeling:

Tynnslip nr. 124. Mineralinnhald:

Mikroklin, kvarts, pertit, epidot, hornblende, biotit, titanit, klorit, erts.

Økne av titanitkorna har litt uvanlege interferensfargar.

B) Arendal-leptit med applitstruktur

Ein har slått prøve nr. 257 som representativ. Denne stoff holder årer med grovere granit.

Mineralinnhald:

Mikroklin, kvarts, klorit, flugopit, erts, titanit, apatit.

15) Bergartar beslekta med arendalleptit:

a) Mikroklin-hornblende-biotit-bergart. Stuff nr. 87.

Denne bergart opptreer i forlengelsen av ein arendal-leptit-gang. Ein har ikkje kunna avgjøre om mikroklin har kome inn som magmatisk væske eller om den senere er lutet ut av arendal-leptiten like ved.

b) Mikroklin-augit-skarn.

For denne bergart vil ein hevde at mikroklin er tilført av magmatisk væske.

Tynnslip nr. 83:

Mineralinnhald:

Mikroklin, augit, pertit, flugopit, titanit, kalkspat, klinozoisit, serisit, apatit.

For den monokline pyroksen har ein funne karakteristisk utslukningsvinkel i tynnslip $c \approx 48^\circ$. Det er altså augit. Den er pleokroistisk.

c) Mikroklin-skapolit-granat-augit-skarn. Stuff nr. 266.

Mineralinnhald i tynnslip nr. 266:

Granat, epidot, augit, mikroklin, skapolit, kalkspat, klinozoisit, antigorit, klorit, titanit, (iddingsit?).

16) Pegmatiter.

A) Kvarts.

Disse bergartane rekna ein med var så godt undersøkt at ein ikkje ville ofra noko tid på dei. Reint generellt kan ein seie at dei har eit fall på jammem ca. 10° i nordleg retning. Ein finn ofte ein kjerne av kvarts med andre pegmatitbestanddeler langs grenseflatene som skriftgranit, feltspat, glimmer. Innanfor området er det så vidt ein kunne sjå, berre kvarts som opptreer i brytbare størrelser. Pegmatit-gangene går ofte over i granitpegmatit.

Pegmatit-gang frå Klodeborg. "Hengebergart": metamorf andesit.

b) Turmalin, apatit.

Ein la spesielt merke til at turmalin var eit alminneleg mineral på pegmatitgangar i pseudogranit på vestsida av Skarvedalen. Elles har ein sett mineralet mange andre stader som for eksempel i spisebua på såle II i gruva.

Apatit har ein sett på pegmatit-gang i same området som turmalin. Elles har ein sett det på pegmatitgang vest for den gjennomskjærande pseudogranit (granit?) i liggen av malmdraget.

c) MoS_2 , Cu-mineraler.

Av disse er Cu-mineraler som CuFeS_2 og malmkitt mest alminneleg, men det er også (tidligere) funne Cu_2S .

MoS_2 har ein sett to stader. Ein har sett det i diamantborehull nr. 4. I "molybden-skjerpet" i Klodeborg er sidebergarten granat-pyroksen-skarn. Ein meiner også at det kan vera muleg at prøve 225 holder molybden. (Det bør ein kanskje få påvist.) Ertsmineralet som ein meiner kan vera MoS_2 , er så finkornig at ein ikkje har kunna bestemme det med det blotte øye.

Magnetiske anomalier, osv.

1) Malmene mot NW.

Av disse har ein berre sett malm i Fossegruvene. Ein gjekk ein dag lenger mot NW, men større anomalier enn 7000 γ råka ein ikkje på. Det vil her vera naturleg at ein undersøker dette grundigere, og at ein da detaljkartlegger geologien først med støtte i magnetometriske orienterende målinger.

For Fossegruvene har ein tenkt seg at dei kan vera knytta til eit kalkrikt skarn, parallellt med sjølve malmdraget og i liggen av det. Ein har og vore inne på at det er ein skålformig neddykning

av hovudmalmdraget. Ein har funne ut med magnetometer at nivået for hovudmalmen går lenger mot NØ enn den nordligste av Fossegruvemalmene. I tilfelle det er det, vil ein kanskje kunna påvise samanheng i dypet. - - - Dersom ein ikkje hugsar feil har ein her målt anomalier på 50 000%. Det første ein må gjøre her er derfor å få lagd magnetometerkart av denne del av området.

2) Gruva:

Det første ein bør gjøre er å skaffe bedre oppredningsverk, så ein også kan bryte malmer med innhald av magnetisk jern lågare enn 32%, og at det kvante jernmalm som ein årleg køyrer ut på vegane i distriktet, blir redusert.

Ein bør også diamantbore noko meir i sidebergartane. Ein la merke til at ein var oppmerksam på at hovudgruvemalmen befant seg inne i hengen for den delen som ligg NØ for Jordgruva. Men ein gjorde ikkje noko for å få kartlagt malmen. Etter at nygruvemalmen er utdrevet, vil hovudgruvemalmen vera utilgjengeleg og ein gjør difor rettast i å føge med kor stor magnetitgehalt den har nedover.

Som moment for undersøkelser SW - over, kan ein nemna at malmene har vorte rikare di lenger ein har kome nedover, og at ein i gruva har slutta av med forholdsvis rik malm i stoffen. Det ville kanskje vera praktisk å undersøke mulighetene SW-over før det blir naturleg å begynne å drive der. Nå er det naturleg at ein konsentrerer drifta mot NØ, derved vil ein drive mest rasjonelt.

Elles har ein teikna inn på karti over sålane i gruva kor ein meiner det er mulegheit for å finne malm.

3) Vest for Kjennlivatnet.

Ein la merke til reint generellt for området at i folder og ombøyninger av skarndrag, var det som oftast malm. Dette gjorde at ein tvila på ein reint sedimentær anrikning på malm. Og ein begynte å lure på om ikkje dei teoriene som tidligere var framsatt av professor Bugge, var rette. Dette er ein ikkje i stand til å føre bevis for, da ein ikkje har noko kjennskap til korleis malmene opptre i resten av Arendal-feltet.

Ein vil bare peike på at ein har ein magnetometrisk anomali i same drag som "Boije-gruvene", lenger SW som ikkje kan forklarast på annan måte enn at det ligg skjult ein malm under dagen der. i følge dagbok II er denne anomali av størrelseorden $8 \frac{1}{4}$ delestrek på det magnetometer eg brukte. Det skulle tilsvare 25 000% eller meir. Når det ikkje er forbindelse med dagen og nedover, er vel det eit heller stort felt, men det er også av betydning kor dypt malmen ligg.

Denne malm tenker eg meg har genetisk samanheng med pseudo-graniten i W. Ein tenkjer seg eit viskøst magma eller vandige oppløsninger har trengt oppover med ein front av MgO og (FeO + Fe, O₂) i oppløsninger foran seg. Disse bestanddeler tenker ein skriv seg frå ustabil hornblende (augit ?) i andesiten som