



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1652	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Definering av et mulig porfyr - molybden system innen kambro-siluriske bergarter i Misberget, Eidsvoll kommune, Akershus				
Forfatter Ihlen, Peter M.		Dato 20.11 1980	Bedrift Norsk Hydro A/S	
Kommune Eidsvoll	Fylke Akershus	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type		Forekomster Misberget	
Råstofftype Malm/metall	Emneord Mo			
Sammendrag				

20

RAPPORT

VED
VED

SEV. ING. PETER M. IHLEN

OM

DEFINERING AV ET LITET PORFYR
POLYEDEN SYSTEM ENNE KAMBRO-
STILURISK BERGARTER I HILSBERGET,
ETDENVOLL KOMMUNE, AKERSHUS.

Trondheim, 20. 11. 1980.

Peter M. Ihlen.

Peter M. Ihlen

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning	1
2. Generell geologi	2
3. Stratigrafi	3
4. Hydrotermal omvandling av de kambro-siluriske bergarter	3
4.1. Generell problematikk	3
4.2. Metamorfe omvandlinger	4
4.2.1. Karbonatbergarter	4
4.2.2. Leirskifere	4
4.3. Granat-diopsid omvandlingsone	5
4.3.1. Karbonatbergarter	5
4.3.2. Diopsid-plagioklas hornfelser	5
4.3.3. Biotitt-kvarts hornfels	5
4.4. Granat-epidot omvandlingsone	6
4.4.1. Karbonatbergarter	6
4.4.2. Diopsid-plagioklas hornfels	6
4.4.3. Biotitt-kvartshornfels	6
4.5. Epidot-amfibol omvandlingssone	6
4.5.1. Karbonatbergarter	6
4.5.2. Diopsid-plagioklas hornfels	7
4.5.3. Biotitt-kvarts hornfels	7
4.6. Epidot-omvandlings-sone	7
4.7. Sprekke omvandlinger	7
4.8. Leiromvandling	9
5. Omvandling av Permiske eruptiver	10
5.1. Granitt	10
5.2. Aplittiske ganger	11
5.3. Mørk feltspat porfyr	11
5.4. Grå feltspat porfyr	12
5.5. Rød feltspat porfyr	12
5.6. Kvarts-feltspat porfyr	12
6. Hydrotermal breksje	13
7. Mineraliseringer	13
7.1. Fe-sulfider	13
7.2. Scheelitt	14
7.3. Molybdenglans	15
7.3.1. Svingenforekomsten	15
7.3.2. Vannverksdammen	16

7.3.3. Julsrudseteråsen	16
7.3.4. Byrudstua	16
7.4. Sinkblende	17
7.5. Blyglans-sinkblende-kopperkis	17
8. KONKLUSJON OG SAMMENDRAG	18

VEDLEGG:

Tabell 1	Litologiske typer	
Tabell 2	Litostratigrafiske grupper	
Tabell 3	Indeks mineraler.	
Tabell 4	Viktige fysikalsk-kjemiske parametere for stabiliteten av indeks-mineralene i Mistberget.	
Tabell 5	Aldersforhold mellom hendelsene i Mistberget.	
Figur 1.	Profil fra Tasketjern-berget i Over-Ordovicisk sediment sekvens.	
Figur 2.	Modell I av forskjellige stadier i utviklingen av Mistbergets porfyr system. Profil A-B på kart 1.	
Figur 2A.	Fase I:Granitt-intrusjon-kontaktmetamorfose	
" 2B	" II:Porfyr intrusjon-mineralisering-omvandling.	
" 2C	" III:Leiromvandling.	
Kart 1	Resumé kart. Nordlige del av Mistberget.	1: 10 000
Kart 2	Fordeling av omvandlingstyper.	1: 5 000
Kart 3	Fordeling av mineraliseringstyper.	1: 5 000
Kart 4	Fordeling av permiske eruptiv ganger.	1: 5 000

1. INNLEDNING.

Geologiske undersøkelser i Mistberget, Minnesund, Akershus fylke, ble utført i tidsrommet 24.6. - 26.9.1980 av siv.ing. P.M. Ihlen med assistanse fra studentene Stein Svindal (25.6.-10.8.) og Tord Pedersen (20.8.-31.8.).

Fornyhet interesse for de allerede kjente scheelitt mineraliseringer og hydrotermale omvandlinger i Mistbergfeltets Kambro-Silur bergarter framkom etter studie av væskeinneslutninger i scheelitt fra området. (Ihlen, 1976, 1977, 1980). Undersøkelsene viste at scheelitt fra Svingen forekomsten (Riksvei 180) i den topografisk lavere del av Mistberget (265 m.o.h.) ble avsatt ved ca. 400°C fra høy saline løsninger (40-50 Vekt % NaCl) som sannsynligvis "kokte" (både væske og gass dominerte inneslutninger). Mistbergforekomsten, 535 m.o.h., fører scheelitt med lav saline og gassrike inneslutninger avsatt i området 250-300°C. Denne forskjell i avsetningsforhold er meget typisk for porfyr malmer, men også for andre "høytonnasje" malmer som f.eks. King Island og Sangdong scheelitt-forekomster.

De fleste porfyr molybden systemer fører dessuten ofte en lavgehaltig wolfram dispersjons-halo over MoS_2 mineraliseringen. Den store utbredelse av scheelitt-mineraliseringer i Mistberget ble derfor tolket som en mulig ekvivalent til en slik wolfram dispersjonshalo.

Stikkordene for feltmotiveringen ble derfor a) væskeinneslutninger, b) wolfram dispersjons halo og c) hydrotermal omvandling.

Sommerens feltundersøkelse ble konsentrert om å kartlegge de hydrotermale omvandlinger og mineraliseringstyper for eventuelt å kunne påvise regionale soneringsmønstre. På grunn av Kambro-Silur bergartenes heterogene sammensetning ble det utført detaljopptegning av stratigrafien i en del utvalgte profiler for å teste hvilken innvirkning litologien har på stabiliteten av indeks mineralene i omvandlingen.

Videre litologisk kartlegging av meta-sedimentene ble ikke utført og leseren henvises derfor til kart vedlagt i tidligere rapport (Ihlen, 1976).

2. GENERELL GEOLOGI.

Misberg-feltet har utseende som en hvelvet båt med baugen pekende mot syd. Feltet utgjøres av kontaktmetamorfe Kambro-Siluriske sedimenter som mot vest, nord og nordøst avgrenses av Permiske intrusiver (se kart 1). I øst avgrenses feltet av forkastninger mot de Prekambriske gneiser.

Kambro-Silur bergartene kan i hovedtrekk inndeles i 5 litologiske typer og 4 litokronologiske enheter som fremgår av tabell 1 og 2.

I forbindelse med den magmatiske aktivitet i Perm har de foldete meta-sedimentene blitt metamorfosert i hornblende-hornfels facies og blitt forkastet etter et tilnærmet ortogonal nett av bruddsoner. Disse normalforkastninger med steilt fall har strøk som varierer noe omkring hovedretningene NNV-SSØ og ØNØ-VSY. Den sistnevnte retningen er tilnærmet parallell med metasedimentenes strøk og foldningsakser. I forbindelse med de ØNØ-gående "strøk-forkastninger" har det skjedd en gradvis innsynkning i "trappetrinns" form nordover fra Mistberg-toppen med størst innsynkning i depresjonen som strekker seg østover fra Fløyta langs riksvei 180, d.v.s. sentralt i den definerte omvandlingssone. De NNV-lige forkastningene eller "tverrforkastningene" er en del av den regionale rift tektonikk i det nordlige Oslofelt og synes lokalt yngre enn strøkforkastningene. Innsynkning av forkastningsblokker langs tverrforkastningene synes å ha vært størst spranglengde i øst og avtagende vestover mot Mistbergveien. Spranglengden f.eks. i forbindelse med Mistbergbreksjen i Dulsrudbekken er ut fra stratigrafien anslått til 100 m.

Mistberg-feltets Kambro-Silur bergarter danner sannsynligvis en "roof pendant" i randen av Oslofeltets eruptiv-kompleks. Den underliggende eruptiv består sannsynligvis av bl.a. en alkali granitt som i den nordlige del av feltet langs riksvei 180 stikker opp som en vertikalt stående gang. Granitten er dessuten representert ved en rekke små intrusive linser langs Mistbergets østlige forkastningsgrense og i tillegg som en enkelt kropp mellom Nyseterløkka og Husmannsledet.

Av andre eruptivbergarter innen Mistbergfeltet kan nevnes svermen av feldspatporfyr ganger som opptrer sentralt i den definerte omvandlingshalo og dessuten mindre ganger knyttet til tverrforkastningen mellom Slåssvangputten og Doknesmyra. Eruptivbergartene vil bli beskrevet nærmere under 5. (Se kart 4.)

3. STRATIGRAFI.

I forbindelse med kartlegning av omvandlingshaloen ble det utført stratigrafiske oppmålinger i en del utvalgte profiler for å bedre forståelsen av omvandlingsprosessene. I alt har en stratigrafisk mektighet på tilsammen 550 m fordelt på 18 profiler blitt målt opp. Opptegning av stratigrafien har skjedd i målestokk 1:40.

Fig. 1 viser et typisk utsnitt av en Ordovisisk sekvens i fjellsiden på østsiden av Tasketjern. Bergartenes heterogenitet kommer bl.a. her klart fram.

Arbeidet med stratigrafien i Mistberget har klargjort følgende punkter:

- a) Graden av diopsid omvandling i biotitthornfelsene er avhengig av oppsprekningsgrad den lokale mengde karbonater i sekvensen og mengde løsninger som har strømmet gjennom denne. (Se 4.2.2 og 4.3.3). Særlig det sistnevnte forhold kan brukes til å kartlegge gjennomstrømnings-intensitet i forskjellige deler av massivet hvis stratigrafien er klarlagt.
- b) Syngenetiske v.s. epigenetiske jern-sulfider kan bare avgjøres ved å sammenligne stratigrafiske profiler av samme sekvens fra forskjellige deler av feltet.
- c) Metamorfe og hydrotermale mineralparageneser kan i grove trekk adskilles.
- d) Wollastonitt skarnen i kvartsitten langs riksvei 180 er en del av den hydrotermale omvandling og er ikke av metamorf opprinnelse.

4. HYDROTHERMAL OMVANDLING AV DE KAMBRO-SILURISKE BERGARTER.

4.1 Generell problematikk.

De hydrotermale omvandlinger som opptrer i Mistberget skiller seg vesentlig fra de klassiske omvandlingstyper i granittiske bergarter innen porfyrmalm systemer. Dette er en naturlig følge av det høye Ca og CO₂ nivå under den hydrotermale påvirkning slik at kalksilikater blir indeks mineraler (tabell 3) for omvandlingen istedenfor alumino-silikater som K-feldspat og sericitt. Som det fremgår av tabl. 4 vil indeksmineralenes stabilitet være forårsaket av en rekke fysikalsk-kjemiske parametere. De kjemiske parametere bestemmes indirekte av den heterogene bergarts-masses sammensetning i mikro- til mega-skala siden løsningene kontinuerlig innstiller likevekt med denne. Det er derfor viktig å ta i betraktning hvilke bergarter løsningene migrerer gjennom og eventuelt omvandler. Skarnifisering av karbonatbergarter på dypet vil f.eks. frigjøre store mengder Ca og CO₂ som må unnsnippe fra det lokale miljø langs sprekker

og forkastninger hvis ikke omvandlingsprosessen skal stoppe opp. Dette medfører bl.a. at det partivis kan påtreffes uomvandlet karbonatlag i en ellers skarnifisert sekvens. Det høye Ca-innhold i de avgitte løsninger kan videre medføre skarnifisering av kalk- og/eller biotitthornfelser langs sprekker utenfor den omvandlete karbonat sekvens. Det bør derfor understrekes at indeksmineralenes stabilitet i sterk grad er influert av de bergartssekvenser og omvandlinger som opptrer under det punkt i erosjonsnivået som omvandlingsmineralene observeres i.

Det soneringsmønster som har fremkommet under årets feltarbeid har blitt definert på grunnlag av gjennomgripende omvandling av karbonat-bergarter og kalkhornfelser (se kart 2).

De fleste bergarter innen de omvandlete områder viser et stokkverk av kalk-silikatårer, men disse har ikke blitt brukt i definering av omvandlingssonene selvom de i grove trekk kan passes inn. Dette skyldes i første rekke den sterke variasjon i løsningenes kjemiske sammensetning som må forventes under sirkulasjonen på sprekker i massivet. En slik variasjon vil bli sterkt avdempet i karbonatbergarter og i massive kalkhornfelser hvor bare noen få komponenter i løsningene særlig Ca og CO_2 vil kontrollere stabiliteten av indeksmineralene..

4.2 Metamorfe omvandlinger.

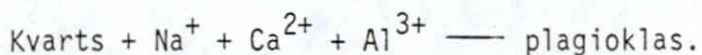
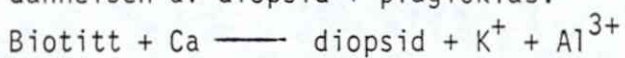
4.2.1 Karbonatbergarter.

Den metamorfe omvandling av karbonatbergarter vil vesentlig bestå i en rekrystallisering og dannelse av mer grovkornet kalkspat så lenge utgangsmaterialet er rikt på kalkspat. Urene kalksteiner, mergelskifere og karbonat knoller med mer enn ca. 40 % leirmateriale innblandet vil danne diopsid-plagioklas $\pm$ granat hornfelser og knoller, d.v.s. kalkhornfelser. Karbonatbergarter innlagret i kvartsittiske bergarter får ofte litt wollastonitt utviklet særlig på kontakten karbonat/kvartsitt.

4.2.2 Leirskifere.

Leirskiferene vil under metamorfasen danne svarte biotitt hornfelser bestående hovedsakelig av biotitt og kvarts. Bimetasomatiske eller reaksjonsomvandlinger observeres alltid på grensen mellom biotitt hornfels og de kalkholdige bergarter

(kalkhornfels/kalkstein/knollekalk). Biotitthornfelsen omvandles langs sprekker og langs kalkbergart-kontakten til en lys grønn diopsid-plagioklas ± kvarts hornfels (Diopsidomvandling.) Omvandlingen langs sprekker indikerer tilstedeværelsen av hydrotermale løsninger. Følgende reaksjon fører til dannelsen av diopsid + plagioklas.



4.3. Granat-diopsid omvandlings-sone.

4.3.1 Karbonat bergarter.

Denne paragenese utgjør indeksmineralene i den sentrale omvandlingssone langs riksvei 180. Dessuten opptrer den også i omvandlingssonen assosiert med Mistbergforekomsten i syd. Omvandlingen er spesielt godt uttrykt i de mange tynne knollkalkhorisonter som er omvandlet til granat-diopsid skarn med brun granat som det dominerende mineral. Spredte karbonatboller i biotitt og kalkhornfels viser også samme paragenese. Karbonater innlagret i kvartsitten er omvandlet til wollastonitt og/eller granat skarn. Wollastonitt synes mer vanlig i hvite kvartsitter enn i mørke biotittførende kvartsitter hvor granat dominerer.

Den 40 m mektige Gastropode-kalksteinen som stryker på sydsiden av riksvei 180 viser bare metamorf omvandling selvom de omgivende bergarter helt opp til kontakten er sterkt omvandlet. Lignende forhold gjør seg også gjeldende for Pentamerus kalksteinen (15 m mektig) og et parti med knollkalker på nordsiden av Myreråsen som bare lokalt er granat omvandlet.

4.3.2 Diopsid-plagioklas hornfelser (Kalkhornfelser).

Kalkhornfelsene synes for det meste stabile i dette omvandlingsmiljø. Den eneste klare påvirkning av hydrotermale løsninger som kan spores er en generell økning i kornstørrelse av diopsid i kalkhornfels-knoller og lag. Lokalt dannes granat i bollene.

4.3.3 Biotitt-kvarts hornfels.

Biotitt hornfelsene gjennomgår varierende grad av diopsid-omvandling langs sprekker og langs kontakten mot kalkbergarter. Den opprinnelige båndete biotitt og kalk hornfels sekvens stratigrafisk over Gastropode kalksteinen er f.eks.

mellom Vannverksdammen og Svingen fullstendig omvandlet til en båndet sekvens av diopsid-plagioklas hornfels. Graden av diopsid omvandling er klart høyere i granat-diopsid sonen sammenlignet med de andre definerte soner.

4.4. Granat-Epidot omvandlingssone.

Denne sone utgjør overgangen mellom granat og epidot dominerte omvandlings parageneser i den sentrale omvandlingshalo (kart 3). En mindre sone med denne paragenese opptrer dessuten rundt den sydlige ende av Rynestjern (kart 7).

4.4.1 Karbonat bergarter.

Omvandlings paragenesen tilsvarende den som ble beskrevet under 4.3.1 (Granat-diopsid sonen). I tillegg opptrer epidot helt lokalt i granatskarn sammen med akcesorisk amfibol, gjerne som en rand rundt granatknollene. Mengden av epidot øker gradvis mot epidot-amfibol sonen. I området på sydsiden av Julsrudseteråsen opptrer vesentlig klino-zoisitt i granat-omvandlingen.

4.4.2 Diopsid-plagioklas hornfels (Kalkhornfels).

Epidot opptrer lokalt som spredte uregelmessige aggregater i hornfelsene og som omvandling av kalkhornfels rundt granat-knoller. Se ellers 4.3.2.

4.4.3 Biotitt-hornfels.

Graden av diopsid omvandling er generelt liten bare langs enkelte forkastninger påtreffes sterk omvandling.

4.5 Epidot-Amfibol omvandlingssone.

Denne sone utgjør den ytterste del av det som er klart påvirket av hydro-termale løsninger.

4.5.1 Karbonat-bergarter.

Knollkalk sekvensene er generelt lite omvandlet bare lokalt opptrer granat + epidot $\pm$ amfibol skarn. Skarnen synes ofte knyttet til små forkastninger. Spredte knoller i hornfelsene derimot, viser ofte sterk omvandling med dannelse av en sentral epidot eller epidot + amfibol kjerne omgitt av epidot $\pm$ amfibol aggregater i kalkhornfels. Lokalt finnes også granat $\pm$ epidot knoller med omgivende epidot $\pm$ amfibol aggregater.

4.5.2 Diopsid-plagioklas hornfels (Kalkhornfels).

Assosiasjonen diopsid-plagioklas synes stabil i sekvenser uten karbonatbergarter. Hvor derimot karbonatknoller og lag opptrer omvandles hornfelsene i varierende grad til en epidot $\pm$ amfibol fels. Intenst omvandlete partier opptrer spesielt langs forkastninger.

4.5.3 Biotitt-kvarts hornfels.

Graden av diopsid omvandling er generelt liten bare langs enkelte forkastninger påtreffes sterk omvandling.

4.6. Epidot-omvandlings-sone.

En egen omvandlingssone er skilt ut i området like nord for riksvei 180. Bergartene i denne del av feltet domineres av massive båndete kalkhornfelser med varierende utseende og sammensetning. De mangler innlagrete karbonatsekvenser som er vanlig ellers i feltet. Omvandlings paragenesene er derfor ikke fullt sammenlignbare med de tidligere beskrevne typer.

Omvandlingen består av assosiasjonen diopsid-epidot som danner hyppige lag i kalkhornfels sekvensen. Lokalt opptrer også amfibol i paragenesen som omvandling av diopsid.

4.7. Sprekke omvandlinger.

De fleste Kambro-Silur bergartene i området og spesielt innenfor de omvandlete soner viser i varierende grad et stokkverk av kalksilikat-årer. P.g.a. repetert oppsprekning og avsetning er ikke aldersforholdet mellom de enkelte mineralparageneser helt avklart. Følgende paragenese typer har det vært mulig å skille ut satt opp etter avtagende alder.

4.7.1. Diopsid + plagioklas

4.7.2. Diopsid + magnetkis

4.7.3. Epidot + diopsid + pyritt

4.7.4. Granat + diopsid $\pm$ epidot $\pm$ pyritt

4.7.5. Skapolitt + epidot $\pm$ granat $\pm$ amfibol $\pm$ albitt $\pm$ pyritt

4.7.6. Epidot + Amfibol $\pm$ kloritt $\pm$ pyritt

4.7.7. Kvarts $\pm$ kalkspat $\pm$ flusspat

Diopsid-plagioklas årene (4.7.1) utgjør det første tegn på at hydrotermale løsninger har strømmet gjennom massivet. Årene er vanligvis hårtynne til mm.brede, men erkjennes lett i biotitt hornfelsene som diopsid omvandles til en lys grågrønn hornfels. I kalkhornfelsene derimot skjer ingen omvandling langs årene utenom en svak rekrystallisering. Denne sprekkeomvandling medfører at biotitt hornfelsene partivis som like syd for Mistbergforekomsten og i heng av Gastropodekalken er nesten totalt diopsid omvandlet til en kalkhornfels-lignende bergart. Diopsidårene (4.7.1) dannes alltid først etter fornyet oppsprekning i massivet som en følge av biotittens instabilitet overfor Ca-rike løsninger og omvandling legger dermed grunnen for et Ca-rikt miljø hvor f.eks. granat og epidot er stabil.

Innenfor granat-diopsid sonen er diopsid-magnetkis årer (4.7.2) vanlig i diopsid-omvandlete båndete hornfelser. De ledsages ofte av en kraftig magnetkis disseminasjon i de omgivende bergarter. Dette forårsaker ofte en sterk rustfarging i forvittringssonen særlig i heng og ligg av Gastropodekalken østover fra Vannverksdammen. Rustdannelsen er ofte flekkvis i forbindelse med magnetkisførende diopsid knoller.

Senere epidot-diopsid-pyritt årer (4.7.3) opptrer stort sett utenfor den magnetkis stabile sone d.v.s. i den ytre del av granat-diopsid sonen og i granat-epidot sonen. Gode blotninger med denne åre-type finnes i skjæringene langs riksvei 180 under kraftlinjen over Julsrudseteråsen.

I det sistnevnte område sees yngre gjennomsettende granat-diopsid årer (4.7.4) uten epidot men med pyritt. Denne åretype som varierer i mektighet i mm-dm-skala opptrer bare i kalkrike bergarter og særlig i hornfelsene rundt granat omvandlete karbonatlag. De forekommer bare innenfor granat-diopsid og granat-epidot sonene. Typisk for granatårene er at de fører en finkornet randsone anriket på kali-feldspat og kvarts. De inneholder varierende mengde pyritt som ofte er assosiert med epidot. De epidotførende granatårer synes lokalt yngre enn rene granat-diopsid årer. Granatdannelsen synes som i Mistbergforekomsten (Fig. 2) å gjenspeile løsninger med ekstremt høyt Ca-innhold.

Skapolitt årer (4.7.5) opptrer innenfor alle omvandlingssonene men er mest utbredt i epidot-amfibol-sonen på Myreråsen. I denne sone opptrer epidot, amfibol og/eller albitt som assosierte mineraler. I granat-epidot og granat-diopsid sonen fører årene ofte granat og/eller klinozoisitt. Pyritt forekommer

også lokalt om enn i små mengder. Plagioklasen i de omgivende hornfelter og i eldre diopsid årer (4.7.1) er som regel sterkt skapolittisert. Enkelte granat knoller i den ytre del av granat-diopsid sonen fører dessuten lokalt en kjerne av skapolitt. Like syd for Mistbergforekomsten opptrer et stokkverk av skapolitt $\pm$ epidot i hornfelsene og disse gjennomsetter tidligere dannede granatårer.

Epidot og/eller amfibol årer (4.7.6) er vanlig i de ytre deler av omvandlingshalsen spesielt innenfor epidot-amfibol- og epidot-sonen. Mengdeforholdet mellom epidot og amfibol varierer sterkt i likhet med innholdet av pyritt som generelt er lavt i disse soner. Diopsid omvandling utvikles ikke langs disse årer i biotitthornfels. I de stratigrafisk øvre deler av kvartsitten innenfor granat-diopsid sonen er pyritt rike amfibol-epidot årer vanlig og fører stedvis sinkblende eller molybdenglans.

Flusspat-kvarts årer (4.7.7) opptrer hovedsakelig i den umiddelbare nærhet av granitten og synes derfor sterkt assosiert med denne. Kvartsårer hovedsakelig uten flusspat opptrer bare innenfor epidot-amfibol sonen. Ellers er assosiasjonen kvarts+flusspat+ kalkspat vanlig i de polymetalliske mineraliseringer. I tillegg forekommer også enkelte kvarts-magnetkis årer i de ytre deler av omvandlingen som f.eks. like syd for Mistbergforekomsten.

Kalksilikatårene som opptrer i omvandlingssonen rundt Mistbergforekomsten viser dessuten sterk "telescoping". Nesten alle typer sprekkeomvandling er representert, men som regel uten sulfider.

4.8. Leiromvandling.

Langs en rekke forkastninger i Mistberget opptrer partivis leiromvandling av meta-sedimentene. Leirmaterialet består vesentlig av kaolin og jernhydroksyder med lokalt en del kvarts og kalkspat. Leiromvandlingen er spesielt sterkt utviklet innenfor det definerte omvandlingssystem d.v.s. i området Husmannsledet-Rynestjern. De omvandlete bergarter viser ofte vel bevarte strukturer som sedimentær bånding og breksje teksturer. Disse breksjer fører lokalt matriks av finkornet kvarts. Omvandlingsområdet ved Vannverksdammen er avsatt med sirkulær form på kart 3 ut fra blotninger og topografiske forhold.

Kvartsitten på nordsiden og sydsiden av riksvei 180 henholdsvis vestover og østover er totalt overdekket, men leiromvandling langs strøkforkastninger sees i kvartsitten ved Svingenforekomsten. Den sirkulære form kan skyldes tilstedeværelsen av a) to kryssende tektoniske soner eller b) hydrotermal breksjering.

Mulighet a) understøttes av den generelle opptreden av leiromvandling langs forkastninger i feltet. Muligheten for b) hydrotermal breksjering og dannelse av sterkt permeable soner indikeres ved opptreden av en rekke breksjeførende blotninger bl.a. kvartsførende, hvis beliggenhet ikke kan passes inn i den lokale forkastningstektonikk. Innenfor og langs kanten av det leiromvandlete området fører granat-diopsid skarnen partier med epidot årer og epidot-amfibol-kloritt aggregater. Disse epidot stabile paragenesers beliggenhet antyder at de har blitt dannet i forbindelse med leiromvandlingen og overlapper en tidligere granat-diopsid dannelse.

5. OMVANDLING AV PERMISKE ERUPTIVER.

5.1. Granitt.

I området Tasketjern-Himtjern stryker en opptil 100 m bred kvarts-fyrisk granitt med rødlig farge. Den er karakterisert ved opptreden av 1-5 mm euhedrale kvartskorn i en ellers granulær alkalifeldspat masse med kornstørrelse 2-3 mm. Mafiske mineraler er ikke vanlig bare lokalt kan litt biotitt påvises. Øst for Himtjernveien glir granitten over i en mer grovkornet variant. Granittens kornstørrelse innenfor Kambro-silurfeltet er derfor sannsynligvis en avkjølingseffekt. Bergarten er ellers beskrevet av Nystuen (1972) som alkalifeldspat granitt. I den store svingen som riksvei 180 gjør like øst for Fløyta opptrer en enkelt aplitt gang. Granitten viser varierende grad av leiromvandling. I krysset mellom Rynesveien og riksvei 180 - er granitten intenst omvandlet ut fra tynne leirfylte sprekker. Frisk granitt eksisterer ikke selvom den eruptive tekstur ennå er vel bevart ved hvite kaoliniserte feltspater og euhedrale kvartskorn. Store mengder jernoksyder og hydroksyder gir bergarten often en rødbrun farge. Mistberg-breksjen som skal krysse granittgangen på nevnte sted kan ikke spores utenom lokalt sterk oppsprekning. Eruptivene nord for Rynestjern viser derimot sterk breksjering med kvartsinnfylling langs denne sone, men uten tegn på leiromvandling.

Videre vestover og østover langs riksvei 180 avtar graden av omvandling som blir knyttet til tynne knusningssoner som ligger i forlengelsen av tverrforkastninger. Denne type omvandling forsvinner i de høyere liggende deler av granitten.

I området ved Julsrudseter, i veien like øst for Fløyta og øst for Vesle Tisjøen forekommer en del kvarts årer som fører assosiert pyritt, flusspat og lokalt hematitt. Granitten er i varierende grad rødfarget eller bleket langs disse årer tildels også kraftig leiromvandlet. Rødfargingen og blekingen kan skyldes begynnende leiromvandling. Årene ved Vesle Tisjøen og Fløyta viser også orientering parallelt med de regional tverrforkastningers strøk d.v.s. NNV.

Granittgangen som opptrer like øst for krysset mellom riksvei 180 og Mistbergveien er uomvandlet, i likhet med gangen nær toppen av Vesle Tisjøberget. Gangen i veikrysset like nord for Svingenforekomsten er derimot omvandlet til en lys grågrønn bergart.

5.2. Aplittiske ganger.

På åsen øst for Vesle Tisjø-berget forekommer en flattliggende aplittgang med 1-3 mm store sphaerolitter. Gangen er uomvandlet.

På nordsiden av Julsrudseteråsen like ved en av mastene i kraftlinjen finnes en $\frac{1}{2}$ m bred aplittgang som tilsynelatende er uomvandlet. Den gjennomsetter granat-omvandlete knollkalker.

5.3. Mørk feldspat porfyr.

Porfyrgangene varierer i bredde fra 2-5 m og er svart til mørk grå av farge. med spredte 1-5 mm grå feltspat krystaller. Mengden av fenokrystaller er alltid mindre enn ca. 5 % og opptrer i en mikrokrySTALLIN til finkornet grunnmasse. Gangen øst for Mistbergveien viser ingen tegn på omvandling.

Gangene innenfor den hydrotermale omvandling er generelt bare lokalt forandret til en lys grå bergart med disseminerte pyritt+epidot⁺amfibol aggregater, og med enkelte epidot årer. Gangenes omvandlingsparagenese synes uavhengig av hvilken omvandlingssone de opptrer i regionalt sett.

5.4. Grå feldspat porfyr.

Gangenes mektighet varierer innenfor 1-7 m. De fører spredte 1-5mm grå fenokrystaller i en lys til mørk grå afanittisk grunnmasse. Innenfor granat-diopsid omvandlingssonen på Julsrudseter åsen er gangene ofte intenst omvandlet til en hvit bergart med gjennomsettende granatårer.

Lignende bleking er også vanlig på Myreråsen, men er her av mer lokal karakter. Her sees lokalt også et kraftig årenett av mm-tykke kvarts- og kalkspat+epidot+pyritt årer som ofte fører en rødfarget rand mot tilsynelatende uomvandlet porfyr.

5.5. Rød feldspat porfyr.

En 4 m bred gang av denne type opptrer i granat-epidot sonen på nordøst-siden av Myreråsen. Gangen viser hovedsakelig porfyrisk tekstur selvom afyriske partier kan observeres. Grunnmassen er rød og afanittisk med spredte 1-2 mm hvite feltspat fenokrystaller. Nær en postulert forkastning forekommer et stokkverk av kvartsårer som fører litt pyritt og flussspat. Porfyren viser bleking og tildels leiromvandling langs disse årer. Omvandlingsintensiteten synes å avta lengre vekk fra forkastningen.

Kontaktsonen til en lignende gang sees sporadisk langs Mistbergveien syd for Slåssvangputten. Kontaktsonen viser flott flytebånding, men ingen tegn på omvandling.

5.6. Kvarts-feldspat porfyr.

To lokaliteter med denne gang-type er funnet i området. Gangene har lys rødlig farge og fører fenokrystaller av kvarts og feldspat med størrelse på henholdsvis 0,5-2 mm og 1-5 mm. Grunnmassen er afanittisk. På nordøst siden av Myreråsen er porfyr gangene 1 m brede og er uomvandlet. Porfyrgangen i kanten av Mistbergveien som gjennomsetter den hydrotermale breksje (se kap. 6) viser heller ingen makroskopiske tegn på omvandling. Tynnslip av gangen derimot viser gjennomsettende granat-scheelitt årer.

6. HYDROTHERMAL BREKSJE.

I området hvor kraftlinjen mellom Tasketjern og Julsrudseter krysser Mistbergveien er en ca. 50 m bred sone av monolitologisk breksje blottet i veiskjæringene. Fragmentene i breksjen består av diopsid omvandlet biotitthornfels som er sementert av plagioklas. De er skarpkantete og 1-10 cm store. Scheelitt opptrer som finkornet disseminasjon i fragmentene og langs gjennomsettende granatårer. Breksjen blir tilsynelatende skåret av en kvarts-feldspat porfyr gang som fører mikroårer av granat og scheelitt. Pyritt årer er utbredt i breksjens randsoner og er lokalt assosiert med sterk pyritt impregnasjon i sidesten sammen med årer og aggregater av sinkblende, blyglans, milleritt, linnaitt og flusspat. Denne paragenese er klart yngre enn granat-scheelitt årene.

På grunn av det sterkt overdekkete terreng umiddelbart utenfor veien er det umulig å fastslå breksjens genese d.v.s. tektonisk eller intrusiv breksje. Den avlange omvandlingssone assosiert med breksjen antyder en viss tektonisk kontroll selv om ingen forkastninger er påvist etter sonens lengdeakse.

7. MINERALISERING. (Se kart 3.)

7.1. Fe-sulfider.

Meta-sedimentene i området fører alltid små mengder sulfider disseminert enten som magnetkis eller svovelkis. Sulfidene er spesielt utbredt i de Kambriske til Mellom-Ordoviciske biotitt-hornfelter. Sprekkebundete sulfider opptrer også lokalt i de termisk påvirkete bergarter i forbindelse med svak diopsidomvandling.

Sammenligning av stratigrafiske profiler innenfor og utenfor de omvandlede områder viser at mye sulfider har blitt avsatt under den hydrotermale omvandling både langs sprekker (se avsnitt 4.7.) og som disseminerte korn og aggregater. Sulfidene synes spesielt anrikt innenfor granat-diopsid og granat-epidot omvandlingen. Høy konsentrasjon spesielt av magnetkis gir seg uttrykk i intens rustfarging av bergartene.

Magnetkis er hovedsakelig anrikt innenfor de sentrale deler av granat-diopsid omvandlingen mellom Vannverksdammen og granittgrensen i øst. Mengden av

magnetkis avtar oppover i terrenget vest for Vannverksdammen. Magnetkisen opptrer alltid sammen med diopsid både på sprekker og i knoller og særlig innenfor båndete hornfelter. Høyt granatinnhold i omvandlingen synes å favorisere avsetningen av pyritt. I skjæringene ved Svingenforekomsten opptrer både magnetkis og pyritt. Magnetkis finnes vesentlig i diopsidomvandlete båndete hornfelter mens pyritt er vanlig som disseminasjon i kvartsitt og i granat og/eller wollastonitt skarn. Disse forhold antyder nok en gang litologiens innflytelse på mineralenes stabilitet.

Pyritt opptrer nesten alltid sammen med granat, epidot og/eller amfibol, men opptrer i motsetning til magnetkis vesentlig innenfor de perifere deler av granat-diopsid omvandlingen som årer. Disseminasjon i omvandlete hornfelter og skarnomvandlete knollkalker er ikke vanlig utenom visse partier i kvartsitten rundt Svingenforekomsten.

Det totale sulfidinnhold i de omvandlete bergarter overstiger sjelden 5 % (volum) utenom m^2 partier med magnetkis-diopsid eller pyritt-granat knoller i hornfelsene hvor innholdet ligger på 10-20 % (volum).

Et mulig viktig forhold er at omvandlingssonene rundt Mistbergforekomsten, den hydrotermale breksje (se kap. 6) og Rynestjern ikke fører noen form for sulfid-anrikning. Fe-sulfider er ikke vanlig i disse soner. De hydrotermale løsninger synes i forbindelse med Mistbergforekomsten å ha utlutet sulfidene i biotitt hornfelsene som ble omvandlet. Dette forhold kan peke på at en del av sulfidene i systemet kan være av syngenetisk mobilisert type og ikke av magmatisk-derivert type.

Ellers opptrer pyritt og magnetkis assosiert med de polymetalliske typer som beskrevet under avsnitt 7.5.

7.2. Scheelitt ($CaWO_4$).

For en detaljert petrografisk beskrivelse av scheelitt mineraliseringene i Mistberget henvises leseren til tidligere rapport (Ihlen, 1976).

Scheelitt mineraliseringene er spesielt utbredt innenfor granat-diopsid og granat-epidot omvandlingene og ledsages alltid av granat. Scheelitten er

her avsatt noe senere enn den regional granat omvandling og synes hovedsakelig å ha blitt avsatt på hulrom mellom granat korn i knoller og årer. Den viser varierende grad av gul fluorescens som antyder den relative mengde av molybden. Hvor molybdenglans opptrer er sterkt gul fluorescens vanlig bl.a. p.g.a. tilstedeværende MoO_3 . Lav gehaltige, men relativt jevnt mineraliserte partier opptrer i forbindelse med Mistbergforekomsten og langs heng og ligg av Gastropode kalken bl.a. Svingenforekomsten.

Hyppigheten av scheelitt er sterkt avtagende i epidot-amfibol og epidot-omvandlingen hvor den opptrer sammen med epidot.

Ellers opptrer scheelitt sporadisk innen de kontaktmetamorfe bergarter som disseminerte korn langs tørrsprekker og diopsid-plagioklas årer. Denne mineraliseringstype er også vanlig i tynne kalkhornfels lag innenfor uomvandlete kalksteiner i granat-diopsid sonen.

Utenom lokal assosiasjon med molybdenglans og pyritt er scheelitt ikke funnet i de andre beskrevne mineraliseringstyper.

7.3. Molybdenglans.

I løpet av feltsesongen ble det for første gang påvist molybdenglans i den nordlige del av feltet. En 20 cm bred granat åre med en sentral kjerne av grovkornet og massiv MoS_2 (10 cm bred) har tidligere blitt påvist i biotitt-hornfels på vestsiden av Mistbergtoppen ved grensen til kvarts-syenitt.

I år har molybdenglans blitt påvist i tre hovedområder innenfor den sentrale granat-diopsid omvandling.

7.3.1 Svingenforekomsten.

Den rikeste mineralisering som ble funnet opptrer innenfor en 2 m bred sone i kvartsitten like nedenfor krysset Vannverksveien/riksvei 180. I veiskjæringene her sees et stokkverk av MoS_2 -førende tørrsprekker (moly-paint). Slike tørrsprekker og spredte enkeltkorn uten assosiert omvandling finnes sporadisk i veiskjæringene gjennom hele kvartsitten både mot syd og nord. I skjæringene nord for veikrysset ledsages molybdenglansen dessuten av pyritt på sprekker. Lignende type ble også observert i biotitthornfels langs en

utsprengt traktorvei lengre øst. MoS_2 -førende sprekker er ikke funnet utenfor veiskjæringer.

I tillegg opptrer molybdenglans som finkornet disseminasjon og enkelt korn i granat omvandlete knollkalk lag i kvartsitten og granatknoller innlagret i diopsid omvandlet biotittthornfels. Den forekommer stedvis sammen med scheelitt spesielt i granatskarn.

7.3.2. Vannverksdammen.

De 10 første metrene stratigrafisk over Gastropodekalken like øst for Vannverksdammen fører hyppig granatknoller med disseminert molybdenglans tildels også som sprekkebelegg i disse. Den er lokalt ledsaget av scheelitt men opptrer aldri sammenvokst med sinkblende som er et vanlig ertsmineral i denne sonen. En molybden førende granatknoll inneholdt også mye epidot og amfibol. På nordsiden av Myreråsen i ligg av Gastropodekalken ble det også funnet litt MoS_2 på sprekker i granatskarn og kalkhornfels langs kontakten til den grå feldspat porfyr.

7.3.3. Julrudseteråsen.

På Julrudseteråsen avtar hyppigheten av Mo-mineraliseringer sterkt som kan skyldes områdets perifere beliggenhet (høydemessig) i omvandlingssystemet.

Molybdenglans opptrer som enkelt korn og svak disseminasjon henholdsvis på sprekker i kalkhornfels og i granatknoller i forbindelse med tynne skarnifiserte knollkalklag.

I veiskjæringen 60 m øst for punktet hvor kraftlinjen over Julrudseteråsen skjærer riksvei 180 finnes en 2 m bred sone med et intenst stokkverk av hårtynne MoS_2 førende sprekker. Sprekkene gjennomsetter diopsidomvandlet biotittthornfels og synes yngre enn de lokale diopsid årer. MoS_2 sprekker er også synlig i rester av uomvandlet biotittthornfelser, men uten assosiert bleking i sidesten.

7.3.4. Byrudstua.

I den nordøstlige del av feltet er det påvist tre lokaliteter med litt molybdenglans impregnasjon langs granitt kontakten. På kontakten alunskifer-granitt ved Rødskjerpene opptrer en 10 cm bred hybrid sone bestående av finkornet kvarts, feldspat og diopsid med magnetkis og molybdenglans disseminasjon.

Ellers er spredte disseminerte korn av MoS_2 funnet et par steder i gneisene langs riksvei 180.

7.4. Sinkblende.

Små, men lokalt rike, sinkblende mineraliseringer opptrer en rekke steder i granat-diopsid omvandlingen. Sinkblendene er hovedsakelig mørk brun til svart av farge. Den opptrer både som disseminasjon, årer og massive aggregater i granat omvandlet knollkalk, særlig på grensen mot uomvandlet kalkstein. Ellers finnes den langs epidot og/eller amfibolårer i kvartsitt og langs granatårer i kalkhornfels.

Mineraliseringsintensiteten synes langt svakere på Julsrudseteråsen enn i de lavere liggende områder øst for Vannverket. Bare lokalt som ved Vannverksdammen opptrer litt blyglans assosiert.

7.5. Blyglans-sinkblende-kopperkis.

En polymetallisk mineraliseringstype opptrer både i og utenfor områder som viser hydrotermal omvandling. Mineraliseringene domineres av blyglans, sinkblende og kopperkis.

Blyglans opptrer disseminert på tørrsprekker i kalkhornfels og kvartsitt henholdsvis på sørøstsiden av Julsrudseteråsen og i veiskjæringene sørøst for Doknesvangen.

Kalkspat-kvarts årer med blyglans, sinkblende, kopperkis, milleritt og linnaitt (kobolt rik) er vanlig i de små skjerpene rundt Doknesvangen (Ihlen, 1976). Lignende paragenese opptrer sammen med pyritt som disseminasjon i den hydrotermale breksje ("Høyspenten", kap. 6). Kalkspatårer med blyglans, sinkblende og pyritt finnes dessuten i et lite skjerp på østsiden av Rynesvollen.

Kvarts-dominerte ganger med sinkblende, blyglans, kopperkis, magnetkis, pyritt, magnetitt, hematitt, Co-linnaitt, arsenkis, pentlanditt, cubanitt, mackinawitt, Bi-tellurider og vismut opptrer innen alunskifer øst for Himtjernveien (Rødskjerpene) og i gneisene 500 m øst for Husmannsledet. (Midtre Mistberget skjerp). Kvartsen ledsages alltid av litt kalkspat, flusspat og kloritt.

Kvarts-kopperkis med litt flusspat eller magnetitt forekommer henholdsvis like nord for Rynesvei krysset og på østsiden av Myreråsen.

Kvarts-magnetkis årer med kopperkis opptrer i ligg av Mistbergforekomsten.

Kvarts-plagioklas-magnetkis årer med assosiert kopperkis er vanlig i de høyere deler av feltet sør for Mistbergforekomsten. I Rødnabben skjerp like sør for Mistbergtoppen er arsenkis et dominerende mineral på årene.

Flere steder i feltet sees også små partier med andraditt og/eller hedenbergitt skarn som lokalt fører litt magnetitt. Disse fører ofte sene gjennomsettende ganger av kvarts, kalkspat og flusspat med omvandling av granat og pyroksen til amfibol, epidot og/eller klorittaggregater. Mineraliseringene domineres av blyglans, sinkblende, kopperkis, svovelkis og magnetkis. I tillegg opptrer aksessoriske mengder arsenkis og Co-linnait.

8. KONKLUSJON OG SAMMENDRAG.

Sommerens feltarbeid har påvist utbredt omvandling av Kambro-Silur bergartene innen et område på 6 km^2 i de nordlige deler av Mistberget hvor undersøkelsene har vært sterkest konsentrert (Kart 1). Følgende omvandlingstyper har blitt definert på grunnlag av mineralparageneser utviklet i omvandlete knollkalker og kalkhornfelser: 1) Granat-diopsid 2) Granat-epidot 3) Epidot-amfibol og 4) Epidot type. Dessuten er leiromvandling skilt ut som en femte type.

Kalksilikat omvandlingen danner et regionalt soneringsmønster både i det horisontale og vertikale plan. Den sentrale halo over Myrer- og Julsrudseteråsen består av en granat-diopsid kjerne kantet med epidot-førende omvandlingstyper. Epidot synes ikke å opptre i området Karusstjern-Tisjøen-Vesle Tisjøen. Dette forhold kan skyldes steile temperaturgradienter eller tilstedeværelsen av klinozoisitt som ofte er vanskelig å se i granat omvandling. Utenfor epidot omvandlingen er de metamorfe bergarter partivis sterkt diopsid omvandlet.

Opptreden av nye mineralparageneser på sonegrensene skjer vanligvis langs forkastninger, mens utformingen av den sentrale halo synes upåvirket av slike.

Aksialt i det ca. 2 km² store sentral område intruderes en rekke forskjellige porfyr og granittganger som viser forskjellige aldersforhold m.h.p. omvandling og forkastnings-tektonikk. (Tabell 15).

Sammenhengen mellom den sentrale halo og de tre separate omvandlingsområder mot sør og nord er ennå noe uklar, men disse er klart knyttet til bruddsoner. Rynestjern og Mistbergforekomst-sonen kan representere lekkasje fra dypere del av massivet eller tilbakestrømningskanaler i konveksjonssystemet. Væskeslutninger, mangel på sulfider, teleskopning og avtagende omvandling mot dypet kan tyde på det siste. Den førstnevnte mulighet understrekes av "Høyspent" breksjen hvor løsningene med all sannsynlighet har strømmet opp fra dypere del av massivet, (i hvertfall under den hydrotermale breksjering).

Leiromvandlingene forekommer spesifikt innenfor yttergrensene av det definerte omvandlingssystem, men er sterkere knyttet til forkastninger og breksjesoner. Leirdannelsens hypogene natur understrekes av Permisk ^K/Ar alder i leire fra hornfelser (Ihlen et al. 1977) og omvandlingens avtagende intensitet med høyden. Senere supergene prosesser har sikkert også vært virksomme i modifisering av leirmassen.

Innen den sentrale granat-diopsid omvandling har det blitt definert en Zn-W-Mo sone som domineres av sinkblende og scheelitt. Aksesorisk blyglans forekommer bare lokalt. Mineraliserings-intensiteten er klart sterkest i området like øst for Vannverket og i veiskjæringene rundt Svingenforekomsten. Graden og styrken av mineraliseringene avtar lateralt ut fra dette område d.v.s. ut i de perifere deler av omvandlingen både horisontalt og vertikalt. Sammenhengen mellom Zn-W-Mo sonen og de små MoS₂ mineraliseringer ved Byrudstua er foreløpig usikker.

I de topografisk lavere deler av Zn-W-Mo sonen er magnetkis det dominerende jernsulfid, mens pyritt er mest utbredt i høyere og mer perifere deler av sonen. De parasittiske omvandlingssoner ved Mistbergforekomsten og Rynestjern fører nesten ingen jernsulfider.

Rundt Zn-W-Mo sonen forekommer et område med diffus avgrensning som fører polymetalliske sulfid mineraliseringer med følgende karakteristiske elementer til stede: Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Bi, Te og/eller As. I dette området innenfor Kambro-Silur bergartene forekommer også en svak dispersjon av scheelitt.

Mineraliseringene er alltid knyttet til den generelle kalksilikat omvandling, men er alltid avsatt sist i de lokale parageneser. Det er hittil ikke funnet noen form for mineraliseringer i leiromvandlingen.

Det genetiske forhold mellom leiromvandlingen og kalksilikat-dannelsen er av stor viktighet for tolkning av systemet. Leiromvandlingen synes noe yngre enn Mistbergbreksjen, alkalifeldspat granitten, skarnifiseringen og mineraliseringene i Zn-W-Mo sonen. Intensiteten av kalksilikat omvandling og mineralisering i den sentrale halo avtar brått på nordsiden av granittgangen. Dette kan indikere at granitten allerede var intrudert før omvandlingen og virket som en barriere for de hydrotermale løsninger. Hvis det siste aldersforhold er korrekt (tabell 4a) kan kalksilikat og leirdannelsen henholdsvis tolkes som prograd og retrograd fase i det hydrotermale system (Fig. 5). I porfyr malmer er alltid leiromvandlingen knyttet til kollaps av det hydrotermale konveksjonssystem og innblanding av meteorisk vann mot dypere og dypere nivå i systemet. (Barnes, 1979, Hemley et al., 1980.) En slik omvandling vil derfor naturligvis i de ytre deler av systemet følge tektoniske soner. Det er derfor ikke nødvendig å ta i bruk ordet polyfase for å forklare det eksisterende omvandlingsmønster (tabell 5 - fig. 2 A, B, C).

Konklusjonen må bli at sommerens feltarbeide har ført til definering av et avgrenset hydrotermalt system som sentralt inneholder en Zn-W-Mo mineralisert sone omgitt av polymetalliske forekomster. Porfyrgangene aksialt i den sentrale omvandlingshalo kan være uttrykk i dagen for en underliggende stokkformet intrusjon som har avgitt de hydrotermale løsninger. Mineralparagenesen i området både kalksilikater og sulfider antyder avtagende temperatur ut fra området Vannverket-Svingenforekomsten. De polymetalliske og sinkblende mineraliseringene antyder at erosjonsnivået skjærer omvandlingstyper ekvivalent til den propylittiske sone i et porfyr system. Intens leiromvandling i karbonat bergarter er ellers beskrevet av James (1976) fra Ely hvor den er ekvivalent med kvarts-serisitt omvandling i porfyren. Intens kaolinisering, som i Mistberget; er beskrevet fra malmsonen i Panguna porfyr Cu forekomst (Ford, 1978).

Det er derfor gode sjanser for at en porfyr molybden malm eksisterer på dypet under aksen av den sentrale omvandlingshalo.

For å teste dette bør det foretas diamantboring i området rundt Vannverket som er det dypeste snitt i systemet.

Det første hullet bør settes ved Stensbyåa ca. 150 m syd for Vannverksdammen med retning N 20° Ø og med ca. 60° helning mot nord. Boringen bør teste følgende punkter:

- 1) MoS_2 innhold i kvartsitten og granat knollet hornfels i heng av Gastropode kalken,
- 2) mulig stratigrafisk kontroll av mineraliseringene,
- 3) skarnifisering og eventuell mineralisering mot dypet av uomvandlet Gastropodekalk i dagen og
- 4) mulig skjæring med underliggende pluton.

Videre bør et nytt hull bores vertikalt ned i den aksiale del med porfyrganger for å påvise underliggende intrusiv med mulig assosiert Mo-malm.

Neste års feltundersøkelser bør konsentreres om den sydlige del av Mistbergfeltet samt oppfølging av stratigrafi, sprekkeomvandling og diopsidomvandlings intensiteter i den nordlige del av feltet hvor arbeidet har vært konsentrert i sommer. Sammenhengen mellom det sentrale omvandlingsområde og de perifere soner ved Rynestjern og Mistberg forekomsten bør undersøkes nærmere. Det hadde dessuten vært ønskelig med røsking utenfor veiskjæringene ved Høyspent-breksjen for å stadfeste breksjens morfologi og genese.

Jordprøve geokjemi i den sydlige del av feltet er også ønskelig for å avgrense dette relativt store område i eventuelt mindre felter for videre detaljarbeid.

LITTERATURLISTE:

- Ford, J.H. 1978: A chemical study of alteration at the Panguna porphyry copper deposit, Bougainville, Papua New Guinea. *Econ. Geol.* V.73 p. 703-721.
- Ihlen, P.M. 1976: Preliminær rapport om den Permiske metallogenese i den nordøstlige del av Oslofeltet med hovedvekt på scheelitt mineraliseringene. Rapport for Norsk Hydro stipend.
- Ihlen, P.M. 1977: Ore deposits in the north-eastern part of the Oslo Region and in the adjacent Precambrian areas. I E.R. Neumann og I.B. Ramberg red. *Petrology and geochemistry of continental rift*, p. 277-286. D. Reidel Publ. Comp., Holland.
- Ihlen, P.M. 1980: Væskeinneslutnings-undersøkelse av prøver fra skarnforekomster i Oslofeltet. Stipendrapport til NTNf.
- Ihlen, P.M., Ineson, P.R. og Mitchell, J.G. 1977: K/Ar dating of clay-mineral alteration associated with ore deposition in the northern part of the Oslo Region. I E.R. Neumann og I.B. Ramberg red. *Petrology and geochemistry of continental rift*, p. 255-264. D. Reidel Publ. Comp., Holland.
- James, L.P. 1976: Zoned alteration at porphyry copper deposits, Ely, Nevada. *Econ. Geol.*, V. 71, p. 488-512.
- Nystuen, J.P. 1975: Plutonic and subvolcanic intrusions in the Hurdal area, Oslo Region. *Norges Geol. Unders.* 317.

TABELL 1. LITOLOGISKE TYPER.

- 1) Biotitt hornfels
- 2) Kalkhornfels
- 3) Båndet og tettknollet kalkstein.
- 4) Kvartsitt.
- 5) Biotitt og/eller kalkhornfels med spredte knoller.

TABELL 2. LITOSTRATIGRAFISKE GRUPPER.

- 1) Biotitthornfelser med enkelte tynne kalkhornfels og kalksteinslag. Kambrium og undre del av mellom-Ordovicium.
- 2) Hurtig vekslende lag av kalkstein, knollkalk, biotitt hornfels og kalkhornfels. Øvre del av mellom-Ordovicium og over-Ordovicium.
- 3) Kvartsitt med tynne hornfels og knollkalk lag. Øvre del av over-Ordovicium og undre del av Silur.
- 4) Båndete kalkhornfelser med enkelte tynne knollkalk lag. Undre til midtre del av Silur.

TABELL 3. INDEKSMINERALER.

KALKSILIKATER	GROSSULAR - ANDRADITT	$\text{Ca}_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
	DIOPSID - HEDENBERGITT	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})\text{Si}_2\text{O}_6$
	TREMOLITT - FERROTREMOLITT	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
	KLINOZOISITT - EPIDOT	$\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$
	WOLLASTONITT	CaSiO_3
ALUMINO-SILIKATER	ALBITT - ANORTITT	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
	KAOLINITT	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
	MONTMORILONITT	$(\text{K}, \text{Na})_{0,7}(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe})_4(\text{Si}, \text{Al})_8(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
	SKAPOLITT	$(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K})_4\text{Al}_3(\text{Si}, \text{Al})_3\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{CO}_3, \text{SO}_4, \text{OH})$

TABELL 4. VIKTIGE FYSIKALSK-KJEMISKE PARAMETERE FOR STABILITETEN
AV INDEKS MINERALENE I MISTBERGET.

1) GRANAT - PYROKSEN

Granat krever høyere Ca-innhold i løsningene enn pyroksen ved dannelse.

2) GRANAT - EPIDOT

Granat krever generelt høyere temperatur for dannelse enn epidot. CO_2 innholdet i løsningene er vanligvis lavere ved epidot dannelse enn ved granatavsetning. Dette er særlig tilfelle ved såkalt retrograd omvandling.

3) PYROKSEN - AMFIBOL

Pyroksendannelsen krever høyere Ca-innhold i løsningene enn for amfibol. Videre krever amfibol lavere CO_2 innhold for dannelse. Mineralparet er lite ømfindtlig for temperatursvingninger.

4) GRANAT - WOLLASTONITT

Wollastonitt-dannelsen er avhengig av SiO_2 og Ca rikt miljø med lavt Fe og Al innhold enten i løsninger eller bergart.

5) GROSSULAR - ANDRADITT

Grossular har høyere undre temperatur grense for dannelse, ca. 500°C mot 300°C for andraditt. Andraditt dannes ved mer oksyderende forhold (Høy f_{O_2}) hvor Fe^{3+} dominerer. Grossular er avhengig av miljø med høyt Al-innhold.

6) KLINOZOISITT - EPIDOT

Stabilitets parametere som under 5).

7) DIOPSID - HEDENBERGITT

Hedenbergitt er stabil under reduserende forhold hvor Fe^{2+} dominerer. Diopsid er lite påvirket av oksydasjonsforhold så sant Mg^{2+} innholdet i bergarter og løsninger er høyt nok for dannelse.

tabell 4 forts.

8) TREMOLITT - FERROTREMOLITT

Stabilitetsparametere tilsvarer de under 7).

9) KAOLINITT - MONTMORILLONITT

Dannelse i forbindelse med løsninger med relativt lav pH (d.v.s. høyt H⁺ innhold) og sterkt undermettet m.h.p. kationer eller baser. Dannes i forbindelse med sterk dissosiasjon av syrekomponenter i løsningene (HCl, HF) ved avkjøling (200-300°C) eller koking. Montmorillonitt dannes først og nedbrytes videre til kaolinitt.

10) SKAPOLITT

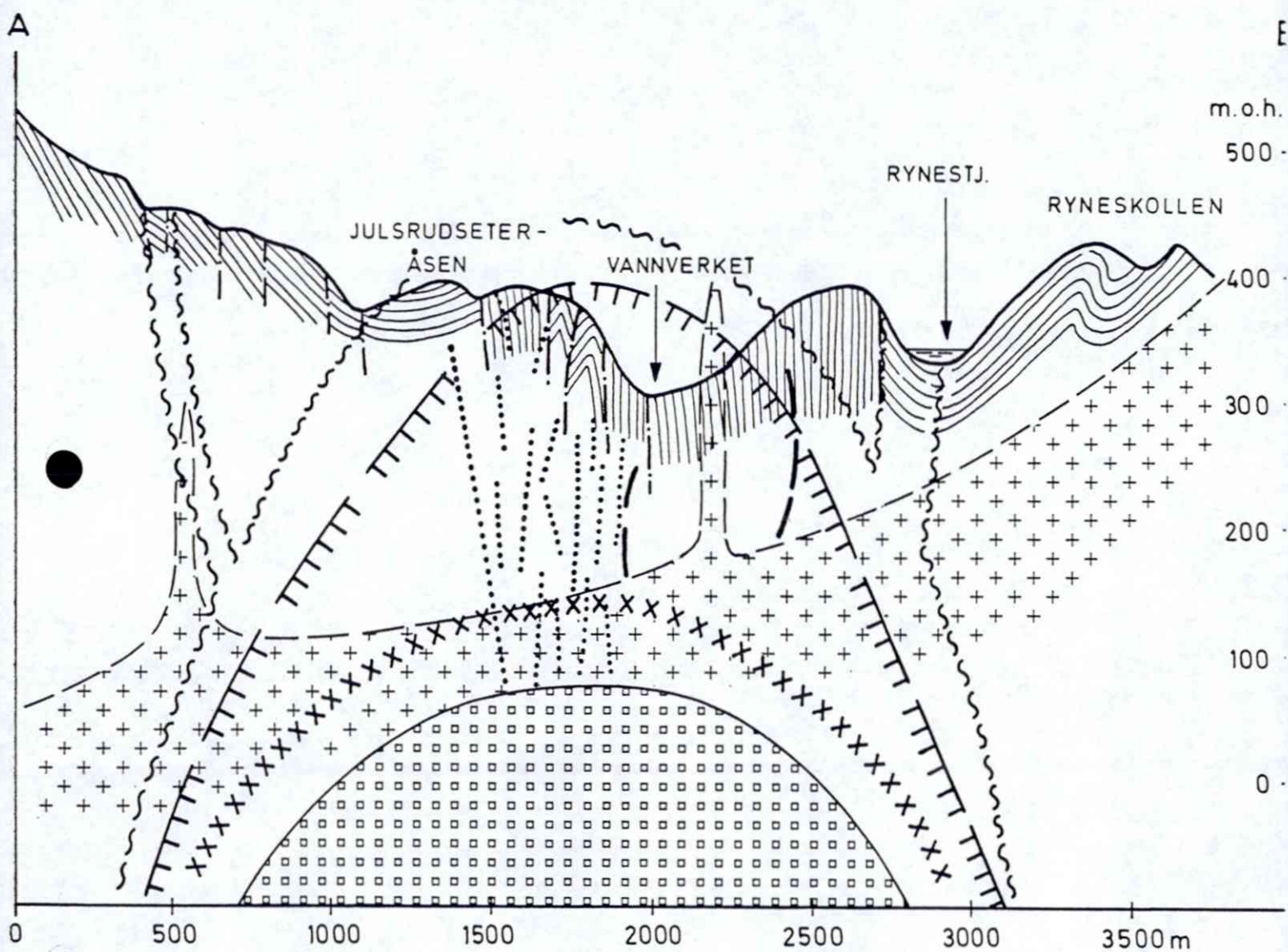
2
,

TABELL 5. ALDERSFORHOLD MELLOM HENDELSENE I MISTBERGET.

- Eldst
- 1) Intrusjon av syenitter med assosiert grå og røde feltspatporfyr ganger Forkastninger/metamorfose.
 - 2) Intrusjon av Mistberggranitten (samt kvarts-syenitter ?) med assosiert kvarts fyriske granittganger.
 - 3) Sen intrusjon av granitt/porfyr på dypet med assosiert
 ? kvarts-feltspat porfyr ganger, hydrotermal breksjering og
 ? reaktivisering av eldre forkastninger.
 - 4) Hydrotermal omvandling og mineralisering.
 - 5) Leiromvandling.
 - 6) Intrusjon av mørk feltspat-porfyr og aplitt.

MODELL I

FASE II: PORFYR-INTRUSJON — MINERALISERING-OMVANDLING



TEGNFORKLARING

□□□□ Porfyr-intrusjon

..... Porfyr-ganger.

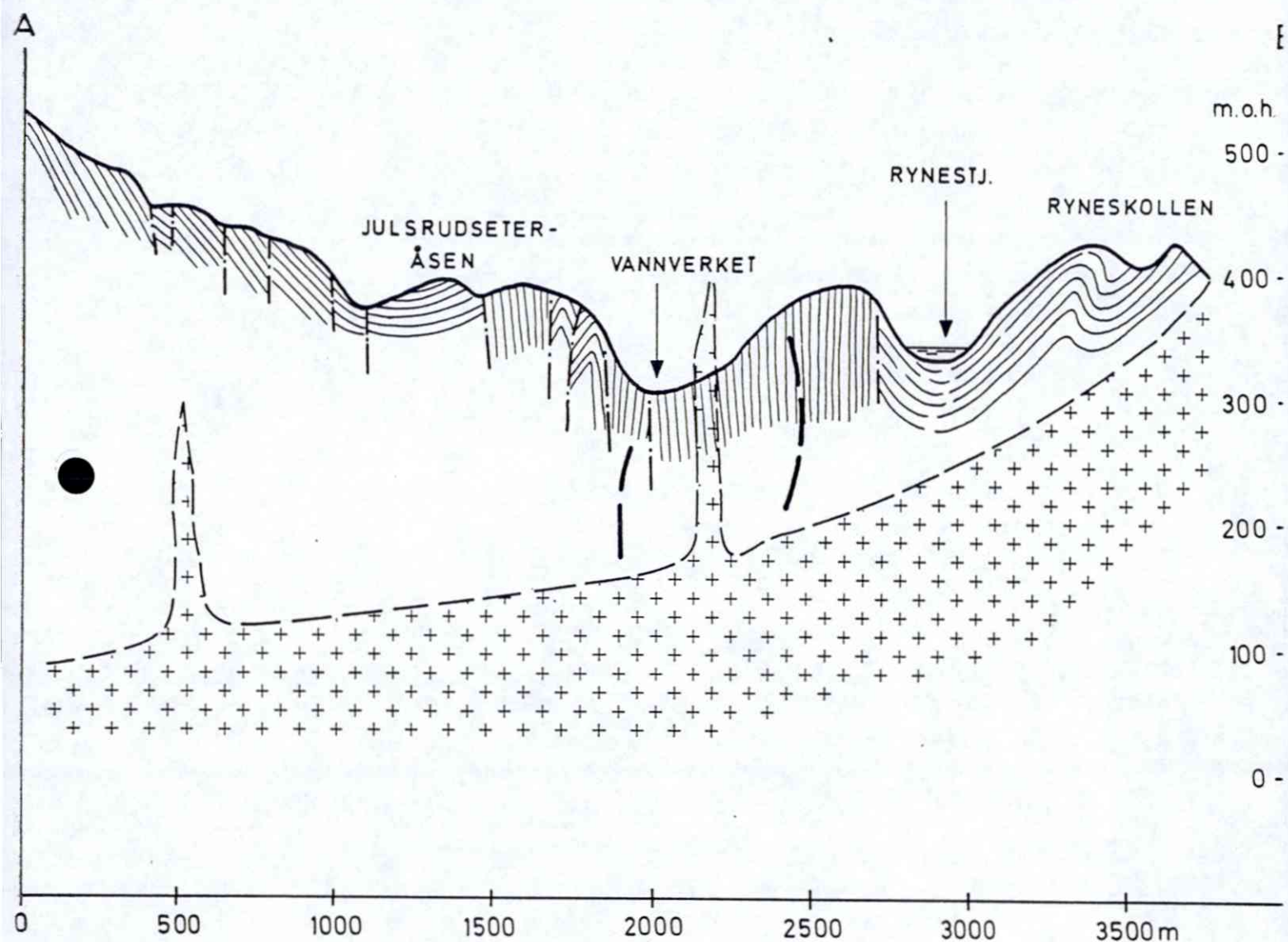
~~~ Grense for kalksilikat-omvandling

TTTTT Yttergrense av Zn-W-Mo-mineralisert sone

xxxx Mulig yttergrense av Mo-mineralisert sone

## MODELL I

## ● ASE I: GRANITT-INTRUSJON — KONTAKT-METAMORFOSE



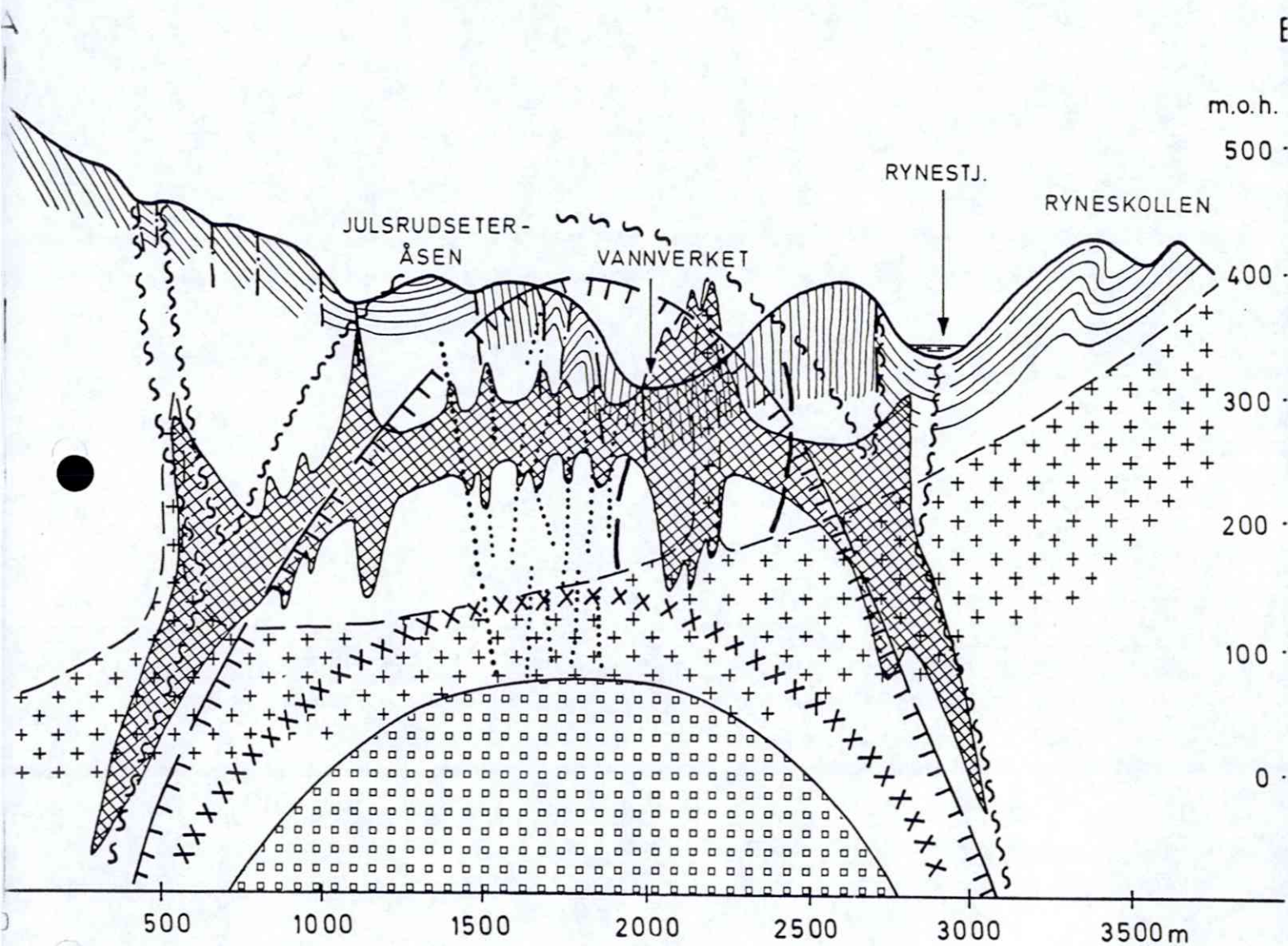
## TEGNFORKLARING

- + + Alkalifeldspat granitt
- — Aplittganger
- || Kambro-silur-bergarter med lagning
- · · Forkastninger

Vertikal skala er 4x horisontal skala.

## MODELL I

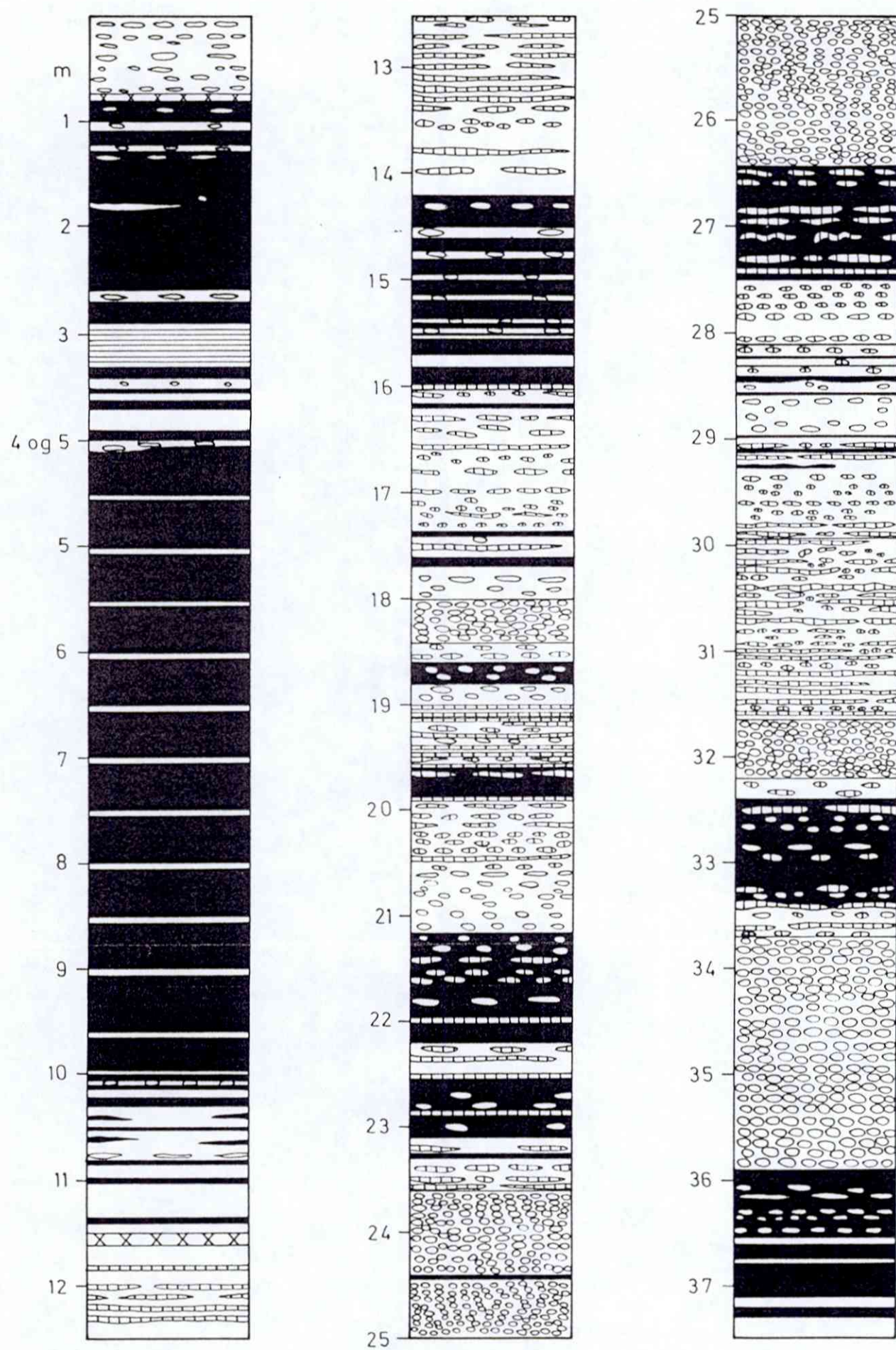
## ● ASE III : LEIROMVANDLING



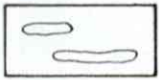
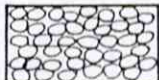
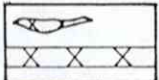
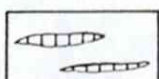
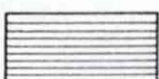
## TEGNFORKLARING

 Leiromvandlings-sone

FIG.1. PROFIL FRA TASKETJERN - BERGET I  
OVER-ORDOVICISK SEDIMENT SEKVEN.



TEGNFORKLARING

|                                                                                     |                                       |                                                                                       |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|  | Biotitthornfels                       |  | Kalkhornfelsknoller                         |
|  | Tettknollet kalkstein                 |  | Granat/diopsid omv-<br>andlet karbonatknoll |
|  | Karbonatknoller                       |  | Kalkhornfels                                |
|  | Finbåndet kalk- og<br>biotitthornfels |                                                                                       |                                             |



TEGNFORKLARING

KART NR. 1

PREKAMBIUM:

GRÅ GNEISER.

KAMBRO-SILUR:

BIOTITT-HORNFELSER MED ENKELTE TYNNE KALKLAG (KAMBRISK OG MELLOM-ORDOVICISK).

VEKSLLENDE LAG AV KALKSTEIN, KALK-HORNFELS OG BLOTITT-HORNFELS (MELLOM- OG OVER-ORDOVICISK).

GASTROPODE - KALKSTEIN (OVER-ORDOVICISK).

KVARTSITT (OVER-ORDOVICISK OG UNDER-SILURSK)

BÅNDETE KALKHORNFELSER MED ENKELTE TYNNE KALKSTEINSLAG (SILURSK)

PERM

GRANITT

BIOTITT-HORNBLLENDE-KVARTS-SYENITT

BIOTITT-SYENITT

KVARTS-SYENITT OG ALKALIGRANITT

PORFYR GANGER

HYDROTHERMALE SYSTEM:

YTTTERGRENSE FOR HYDROTHERMAL OMV.

YTTTERGRENSE AV Zn-W-Mo-SONE

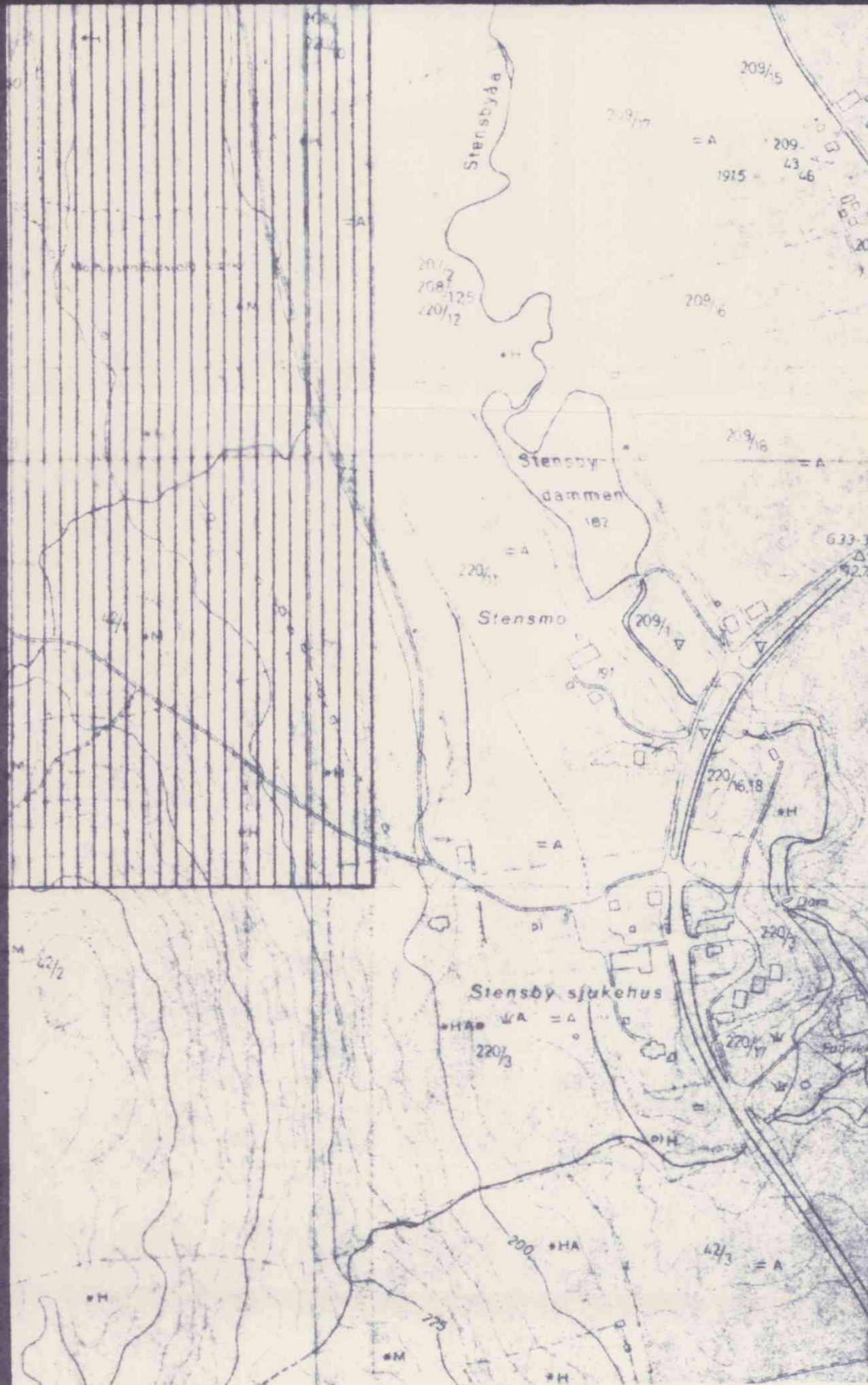
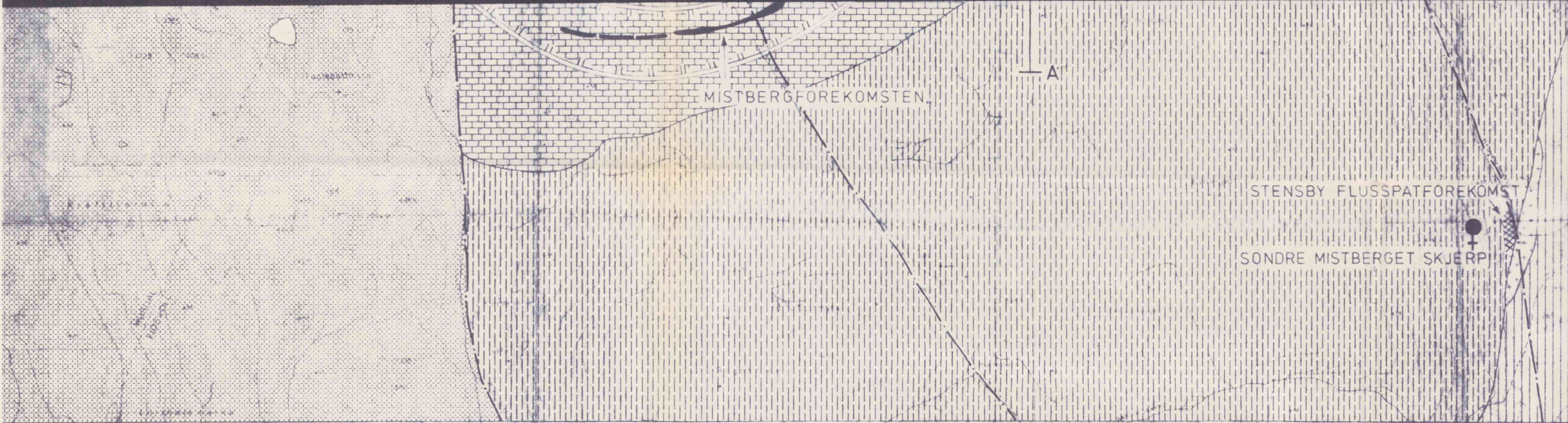
INTENS LEIR-OMVANDLING

SPREKKEBUNDET LEIROMVANDLING

HYDROTHERMAL BREKSJE

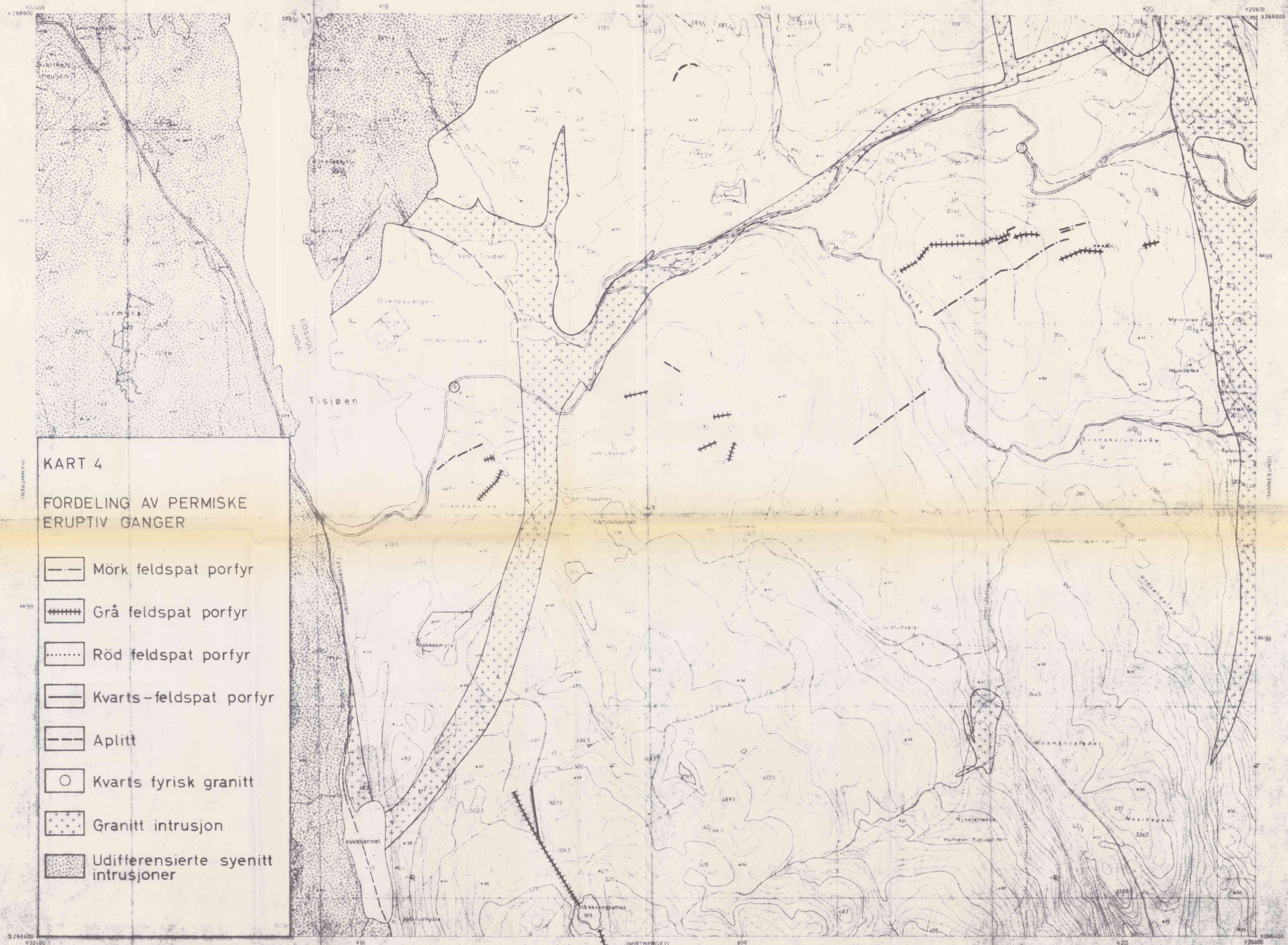
SKJERP - SCHEELITT-MINERALISERING

STÖRRE FORKASTNINGER



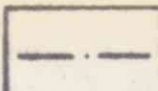
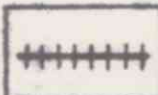
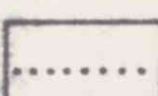
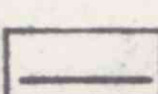
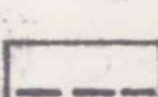
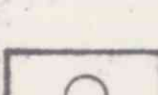
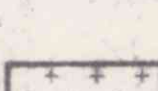
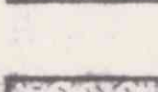






## KART 4

FORDELING AV PERMISKE  
ERUPTIV GANGER

- |                                                                                     |                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  | Mörk feldspat porfyr                |
|  | Grå feldspat porfyr                 |
|  | Röd feldspat porfyr                 |
|  | Kvarts-feldspat porfyr              |
|  | Aplitt                              |
|  | Kvarts fyrisk granitt               |
|  | Granitt intrusjon                   |
|  | Udifferensierte syenitt intrusjoner |

## ØKONOMISK KARTVERK

AKERSHUS FYLKE

Reklamert og laget av **FJELLANGER WIDERØDE A/S**

Enter Fotogrammes, år 1971

Utgitt av: **AKERSHUS FYLKE** 1974

- |        |                                         |
|--------|-----------------------------------------|
| Δ Δ    | Trekantepunkt, NGO, andre               |
| ○ ○    | Polygramm, fotogram, num. best. pt.     |
| ○ ○    | Fotogram, grafisk best. pt.             |
| HP - N | Presisjonsvilkning, vanlig nyt          |
| +      | Riksgrense, flygrense                   |
| +      | Kommisegrense                           |
| +      | Fiendsegrense, territoriegrense         |
| +      | Bolt, kors i fjell eller stein          |
| +      | Num. fotogram, best.                    |
| ○      | Grensestein, grensevett ei grensepunkt  |
| ○      | Num. fotogram, best.                    |
| ○      | Steingard stien eiendomsgr. st.         |
| 2/13   | Belt of andre stier som eiendomsgr. st. |
|        | Maksimalnummer                          |
|        | Gjens. stier eiendomsgr. st.            |

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
|  | Riksveg                       |
|  | Fråkeveg (med bru)            |
|  | Kommunal fråkeveg             |
|  | Fylkeveg                      |
|  | Traktveg                      |
|  | Sti                           |
|  | Veg med bøm                   |
|  | Bustholme, stoppestad, o.l.   |
|  | Permanent vegfylling          |
|  | Jernbane, enkelt, dobbelt sp. |
|  | Veg og jernbaneskielnet       |
|  | Større skilling               |
|  | Større fylling                |
|  | Tøybane (skiltrett, vakkert)  |
|  | Permanent leirporeng          |

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
|  | Babygiggle, run of gromm       |
|  | Kraftledning (taut symbol)     |
|  | Traglo (trailing position)     |
|  | Telegraf, teleton              |
|  | Transformator                  |
|  | Mæxter, åm (radio, T.V. o.s.)  |
|  | Kølle, skubningsbest           |
|  | Stor stien                     |
|  | Dann                           |
|  | Teglat, elvstene, gr for stien |
|  | Førte for kjører               |
|  | Mindre jern                    |
|  | Kantbæst                       |
|  | Gangbrøkk                      |
|  | Strømledning, støy of foss     |

- Ekeforbrødding, lunnel  
 mætt og ulapp  
 Grunne  
 Helvætt med lette  
 Sømme, lytt  
 Hæggene reg. velt i reg. velt  
 Hæggene hængende, blom vs.  
 Laveste reg. yst i reg. velt  
 Hæggene forlign: dagen i reg. velt  
 Hæggene reglert, blom vs.  
 Laveste reglert vs i reg. velt  
 Kæbbe i laveste vs.  
 Hæggene reg. velt eller hængende  
 forlign: dagen i reg. velt  
 Kystbættur er middel hæggene  
 Myr

- |   |   |                         |
|---|---|-------------------------|
| R | R | Forme                   |
| U | U | Ur, steinnes            |
| U | U | Steinbrø                |
| U | U | Gristek sandst.         |
| U | U | Måltøingspore           |
| U | U | Griepslus               |
| U | U | Heige, park             |
| U | U | Tulidryka jord          |
| U | U | Overflatedryka jord     |
| U | U | Grydie beite            |
| U | U | Bertskog                |
| U | U | Lauvskog                |
| U | U | Bløddingskog            |
| U | U | Anne ruddetekt fastmark |
| U | U | Gruenlendt mark         |
| U | U | Fjell i dagan           |

- |   |                                             |
|---|---------------------------------------------|
| A | Leitbrukt dyrka jord                        |
| B | Mindre leitbrukt dyrka jord og dyrkingsjord |
| S | Sand og lag bonitet for skog                |
| H | Høg bonitet for skog                        |
| M | Middels bonitet for skog                    |
| L | Låg bonitet for skog                        |
|   | Grüne, djup myr                             |
|   | Lite onnlags torv                           |
|   | Storv onnlags torv                          |
|   | Nysjone vegetasjon                          |
| V | Dyrka myr                                   |

- Plantemark for skog  
Iviskø plantemark  
Vasulø skogemark  
Blackskø dyringsjord  
Svært blackskø dyringsjord  
Sældenø dyringsjord  
Dyringsjord på  
høi sæd og græs
- Målestokk 1:5
- 0 100 200
- Skovmark 1

- Merker i rammeaksen for UTM-rutenett  
Grensene på kartet er ikke rettvislige  
Formidlar: Ragnar E

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| CR067-3-3 | CR067-6-4 | CR067-5-3 |
| CR068-1-1 | CR068-4-0 | CR068-6-1 |
| CR068-2-9 | CR068-3-3 | CR068-5-3 |
- HURDAL EIDSVOLL AKERSHUS  
 NESVANGEN CR 056-5-2

KART 4