

VESTLANDSPROGRAMMET

NGU-rapport nr. 1560/9D

Årdalsområdetets koppperforekomster

Sogn og Fjordane

1976-1977



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15 860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr.	1560/9D	Åpen/ Fortrolig
Tittel:	Årdalsområdets koppperforekomster	
Sted:	Årdal, Sogn og Fjordane	
Oppdragsgiver:	Norges geologiske undersøkelse, Vestlandsprogrammet	
Utført i tidsrommet:	1976-1977	Antall sider : 27
Antall bilag :	7	Antall tegninger : 11
Saksbearbeider(e):	Vit. ass. Are Korneliussen, tekniker Jomar Staw	
Ansvarshavende:	Statsgeolog Karl-Oscar Sandvik	
Sammendrag:	Denne rapport omhandler den malmgeologiske del av en undersøkelse av malmforekomster i Årdalsområdet. Det presenteres en oversikt over de kjente forekomster, resultater av prøvetaking og analyser, og for enkelte av forekomstene en estimering av forekomststørrelse og gjennomsnittlig koppergehalt. Undersøkelsen gir for de fleste av forekomstene ikke grunnlag for videre optimisme. For en forekomst (Prins Fredrik) er kunnskapsnivået utilstrekkelig for en endelig vurdering. For informasjon om de regionalgeologiske, geokjemiske og geofysiske undersøkelser henvises til rapportene 1560/9A, B og C (Lutro 1977, Krog 1977, Eidsvig 1977).	
Koordinatreferanse (UTM):	Kbl. 1417 I, 1517 IV	
Nøkkelord	Berggrunn	
	Malmgeologi	
	Cu	

INNHold

	side
1. INNLEDNING.....	4
2. ÅRDAL KOPPERVERK	4
3. DE ENKELTE FOREKOMSTER	5
3.1. Generell oversikt	5
3.2. Guds Gave og Kongens gruver	6
3.3. St.Olavs skjerp	8
3.4. Brekke gruve	9
3.5. Blåbergets gruver	10
3.6. Abøle gruve	12
3.7. Prins Fredriks gruve	13
3.8. Åsete gruve	14
3.9. Åsete skjerp	15
3.10. Bremborg skjerp	16
3.11. Midnes skjerp	16
3.12. Krossbakken skjerp	16
3.13. Løvenes skjerp.....	17
3.14. Andre forekomster	17
4. MALMGEOLOGISK OVERSIKT	19
5. MALMDANNELSE	22
6. EDELMETALLER	23
7. TUNGMETALL FORGIFTNINGER	24
8. KONKLUSJON.....	25
9. LITTERATUROVERSIKT	26

Plansjer

- 1560/9D-01 Oversiktskart, M 1:250 000.
- 1560/9D-02 Oversiktskart, M 1:50 000.
- 1560/9D-03 Guds Gave og Kongens gruver. Kartskisse over gruvegangene. M 1:1000.
- 1560/9D-04 Guds Gave og Kongens gruver. Geologisk kartskisse. M 1:2000.
- 1569/9D-05 St. Olavs skjerp. Geologisk kartskisse. M 1:2000.
- 1560/9D-06 Brekke gruve. Geologisk kartskisse. M 1:2000.
- 1560/9D-07 Blåbergets gruver. Kartskisse over gruveanleggene. M 1:1000.
- 1560/9D-08 Blåbergets gruver. Prøvetakingsprofiler og analyseresultater.
- 1560/9D-09 Blåbergets gruver. Geologiske detaljsskisser.
- 1560/9D-10 Abøle gruve. Kartskisse av gruve. M 1:770.
- 1560/9D-11 Prins Fredriks gruve. Kartskisse av gruveanleggene. M 1:940.

Bilag

1. Analyser, knakkprøver Blåbergets gruver.
2. Analyser, knakkprøver Abøle gruve.
3. Analyser, knakkprøver fra diverse lokaliteter.
4. Hovedelementanalyser.
5. Oversikt over prøver for hovedelementanalyse.
6. Tabell. Hovedertsmineraler, gjennomsnittsgehalter, forekomststørrelse.
7. Analyser, humusprøver.

1. INNLEDNING

Som en videreføring av orienterende undersøkelser utført i 1976, med geokjemisk bekkesedimentprøvetaking (Krog 1976) og geologiske befaringer (Korneliussen 1976), er det sommeren 1977 gjennomført et større undersøkelsesopplegg med regionalgeologiske, detaljgeologiske, geokjemiske og geofysiske undersøkelser.

Denne rapport gir en redegjørelse for den detaljgeologiske del av Årdalsundersøkelsene, mens det for de regionalgeologiske, geokjemiske og geofysiske undersøkelser henvises til særskilte rapporter 1560/9A, B og C (Lutro 1978, Krog 1978, Eidsvig 1978).

Feltarbeidet som denne rapport bygger på, er utført av vit.ass.

A.Korneliussen, tekniker J.Staw, student A.Andersen, siv.ing. B.

Midthjell og student P.Kraft. Bearbeidingen av det innsamlede feltmaterialet, av analyseresultater, mikroskopering og rapportskriving, er utført av A.Korneliussen.

2. ÅRDAL KOPPERVERK

Historien om Årdalsforekomstene innledes ved at en reinjeger, Botolf Hæreid, i år 1700 fant koppererts på toppen av Grøndalsfjellet (nå Gruvefjellet). Ryktet om malmsfunn spredte seg raskt, og allerede i 1702 ble det satt igang drift. Omtrent samtidig ble det funnet malm i Blåberget.

Det oppsto et rykte om gedigent gull i forekomsten på Gruvefjellet, og Kong Fredrik 4. av Danmark-Norge som selv ville ha kontroll med all edelmetallproduksjon, kjøpte hele verket i 1708. Driften gikk på dette tidspunkt dårlig. Det er sannsynlig at driftsunderskuddet i stor grad var forårsaket av Gruvefjellsgruvenes vanskelige beliggenhet 1500 m o.h. og 3-4 timers gangtid fra Farnes (Øvre Årdal).

På grunn av mangel på tømmer ble det vinterstid benyttet en temmelig original avstivningsmetode. På høsten lot en gruva renne full av vann, og når kulda satte inn dannet det seg et tykt islag. Vannet ble så punpet ut i porsjoner, og for hver gang lot en fryse et ca. 1 m tykt islag.

På denne måten kunne en ha 3-4 islag nedover i Guds Gave gruve som var dypest, og ble i stand til å arbeide i flere høyder samtidig som isen

avstivet gruveveggene (Ve 1971, s. 420).

Driften på Gruvefjellet ble etterhvert redusert samtidig som en trappet opp i Blåberget, som på tross av fattigere malm ble foretrukket på grunn av gunstigere beliggenhet og enklere driftsforhold. I 1723 ble gruvene på Gruvefjellet helt nedlagt, samtidig som en startet drift ved en nyoppdaget forekomst, Prins Fredriks gruve. Kopperverket gikk imidlertid fremdeles dårlig, og all drift ble avsluttet i 1734.

Etter noen år oppnevnte Kongen en undersøkelseskommissjon som skulle utrede mulighetene for å sette igang driften. Kommissjonen gjorde feltundersøkelser sommeren 1743, og konkluderte med at videre drift ikke kunne anbefales. Resultatet foreligger i "Beskrivelse av Årdal Kopperverk 11. okt. 1743", hvor videre drift frarådes.

I 1821 ble forekomstene undersøkt på nytt, denne gang av bergmester H.C. Strøm, som også konkluderte med at drift ikke kunne anbefales (Strøm 1822).

Malmen som ble fraktet til smeltehytta på Farnes (Øvre Årdal), inneholdt vissnok fra 2.5 til 6 % kopper, med gullinnhold i størrelsesorden 10 g/tonn av smelteproduktet. Dette gir godt under 1 g gull pr. tonn av malmen. Det er ikke med sikkerhet bevist at det er funnet gedigent gull (eller sølv).

3. DE ENKELTE FOREKOMSTER.

3.1. Generell oversikt

Hovedforekomstene i Årdalsområdet er Guds Gave og Kongens gruver på Gruvefjellet, Blåbergets gruver, og Prins Fredriks gruve på østsiden av Fardalen ved Åsete. Den gamle gruvedriften foregikk hovedsaklig ved disse forekomstene.

I tillegg kommer en rekke andre forekomster som på grunn av ubetydelig størrelse og kopperinnhold er av mindre betydning; (1) St. Olavs skjerp, (2) Brekke gruve, (3) Abøle gruve, (4) Midnes skjerp, (5) Bremborg skjerp, (6) Løvenes skjerp. Dessuten skal det ifølge NGU's Bergarkiv være et skjerp ved Ofredal, med dette er ikke funnet og det er tvilsomt om det eksisterer.

Tegning 1560/9D-01 og 02 gir en regional oversikt over de gruver og skjerp som med sikkerhet eksisterer. Alle disse forekomster samt enkelte andre mineraliseringer vil bli nærmere omtalt.

Ved Blåbergets gruver og ved Abøle gruve har store deler av gruveanleggene vært tilgjengelig for ferdsel. Det er for disse forekomster utført systematisk knakkprøvetaking, og en sitter inne med gode opplysninger om gjennomsnittsgehalter. De øvrige forekomster har i mindre grad vært tilgjengelige for prøvetaking, og estimeringer av gehalter og forekomststørrelser blir mere usikre.

Det er utført geofysiske målinger (IP) i området Blåberget-Abøle og ved Åsete, og geokjemisk jordprøvetaking ved Åsete. For nærmere opplysninger om de utførte geofysiske og geokjemiske undersøkelser, og for de regionalgeologiske undersøkelser, henvises til særskilte rapporter 1560/9C, B og A (Eidsvig 1978, Krog 1978, Lutro 1978).

3.2. Guds Gave og Kongens gruver. Koord. UTM 278042.

Disse 2 gruvene kan betraktes å tilhøre samme forekomst på toppen av Gruvefjellet 1510 m o.h. Avstanden til nærmeste vei, veien Øvre Årdal-Turtagrø, er 4 km i luftlinje, og med omtrent 1000 m høydeforskjell. Tegning 1560/9D-03 er en kartskisse av gruveanleggenes utgående, og tegning -04 en geologisk kartskisse av gruvens umiddelbare omgivelser, med kartlagte bergartsenheter "jotunitt" og "granodioritt". Kongens gruve er en 60 m lang grøft, 3-4 m dyp og opptil 5 m bred, og er i stor grad fylt med snø, is eller vann hele året. Guds Gave består av 2 synker som løper sammen i dypet, og rekker vissnok til et dyp av 40 m, fylt med snø og is.

Beskrivelse av malmen.

Koppermineraliseringene består av bornitt, kopperglans og kopperkis som de viktigste ertsmineraler, og er i første rekke tilknyttet hornblendittiske linser og utdratte soner i cm-dm mektigheter, enten som skarpt avgrensede legemer, eller i uregelmessige breksjeliknende partier. Hornblendittlinsene er tilknyttet en sterkt oppkjust feltspatisk bergart, også med sulfidmineraliseringer, men stort sett fattigere enn i hornblendittlinsene. Slike mineraliserte partier bestående av disse 2 hoved-

typer av bergarter, forekommer i opptil 2-3 m mektighet, og med lengdeutstrekning i størrelsesorden noen få 10-metre (mere eller mindre utdrevet nær dagen).

Oppknuste partier/soner av samme type som ved gruvene er observert flere steder i området, tildels med koppermineraliseringer som ved gruvene, men med ubetydelige mektigheter. Ganske bemerkelsesverdig er en slik sone som kan følges 2-300 m fra Kongens gruve mot nordvest. Sonen er steiltstående, med noe varierende retning, gjennomsnittlig N60^gV/140^gØ, sammenfallende med foliasjonen i den omkringliggende jotuhitt og med mektigheter inntil 2-4 dm. Analyser viser koppergehalter i størrelsesorden 0,3-0,5 % (pr. 358, 361, bilag 3). Denne sonen i likhet med 2-3 andre tilsvarende soner som er observert i området, kan betraktes som knusningssoner/skyvesoner med de nærmere dannelsesmessige omstendigheter ukjent. Malmen ved Guds Gave og Kongens gruver har avgjort en nær tilknytning til slike soner, som forøvrig flere steder blir gjennomsett av senere granodiorittiske intrusivganger.

Prøvetaking, analyseresultater, forekomststørrelse.

Malmen er stort sett utdrevet nær dagoverflaten, og de nedre deler av gruveanleggene er ikke tilgjengelig for prøvetaking. Systematisk knakkprøvetaking er derfor ikke utført.

På bakgrunn av en befaring i 1976 foreligger 21 analyser (Korneliussen 1977, bilag 1) med gjennomsnittsgehalt 0,45 % Cu og med høyeste enkeltverdi 7.0 % Cu. Disse prøver er hovedsakelig prøver fra steintippene, og gir dårlig grunnlag for en vurdering av gjennomsnittsgehalt av totalt utsprengt masse.

Prøvetakingen 1977 (8 prøver, bilag 3) er utført med henblikk på å oppnå en bedre forståelse for kopperets opptreden i de aktuelle bergarter. En prøvetaking m.h.p. en estimering av gjennomsnittsgehalt og forekomststørrelse er ikke mulig uten ved diamantboringer.

Analyseresultatene bekrefter feltinntrykket av mineraliseringenes opptreden, ved gruveanleggene såvel som bort fra forekomsten. Mineraliseringene er tilknyttet en oppknust feltspatisk bergart (sterkt deformert og oppknust meta-jotunnitt med hornblendittiske linser som har de største mektigheter og gehalter ved gruveanleggene (1-2 m, nå mere eller mindre utdrevet nær

dagoverflaten), men som også kan følges flere hundre meter fra gruvene mot nordvest med mektigheter i størrelsesorden opptil 3-4 dm.

Granodiorittiske intrusivganger og jotunitt har koppergehalter i størrelsesorden 0.01-0.02 % (granodioritt pr. 360, 369, 365, 0.01 % Cu; jotunitt pr. 376, 0.02 % Cu, bilag 3), uten at det er observert noen direkte sammenheng med mineraliseringene.

På grunnlag av observasjoner fra de tilgjengelige deler av gruveanleggene og fra steintippene, vurderes innholdet av hornblenditt å utgjøre under 10 % av den totale uttatte masse. Når en også tar i betraktning den mineralisering som forekommer i den oppknuste feltspatiske bergart og som sprekkefyllinger, så vil den mineraliserte andel av den uttatte bergartsmasse kunne utgjøre i størrelsesorden 20-30 %. Uttatt masse anslåes til 10 000 t.

Som en sterk forenkling kan en ved en steiltstående plateformet forekomstmodell på 150 x 50 x 3 m, dekke begge gruveanleggene. Dette vil gi en forekomststørrelse på 0.5 mill. tonn med gjennomsnittlig koppergehalt langt under 1 %. Med 1 % kopper i gjennomsnitt vil en forekomststørrelse på 50 000 tonn kunne være sannsynlig.

3.3. St. Olavs skjerp. Koord. UTM 266029.

St. Olavs skjerp ligger ca. 1.3 km sydvest for Guds Gave og Kongens gruve, ca. 1400 m o.h. Skjerpets består av en ca. 20 m lang grøft, 3 m bred og 3 m dyp, delvist vannfylt. Grøftens retning er N60^gV, som er sammenfallende med strøket i de omkringliggende bergarter. Bergarten i selve skjerpets er overveiende granatamfibolittisk, med partier av lys, fin-kornig jotunitt (/metagabbro). Den samme jotunittbergart er dominerende i området rundt skjerpets, i første rekke mot nord og øst, og er den samme bergart som opptrer ved Guds Gave og Kongens gruve. Mot syd og vest ligger en mektig enhet av granat hornblendegabbro (granatamfibolitt). I tillegg finnes spredte intrusive ganger av granodioritt, hvorav enkelte av disse er sterkt deformert.

Tegning 1560/9D-05 er en geologisk detaljsskisse over skjerpets nære omgivelser, med utskilte bergartsenheter jotunitt, granat-hornblendegabbro og granodioritt. Tegningen er en sterkt forenkling. Spesielt kan sammenhengen jotunitt/hornblendegabbro (tildels som amfibolitt) være utydelig, med enheter og variasjoner i dm-m-10m skala, som er lite kartleggbare.

Strøket er overveiende NV/SØ med steilt fall, med lokalt store variasjoner.

Av 6 analyserte prøver (bilag 3) inneholder den rikeste prøven 4,5 % Cu, med gjennomsnittsinhold 1.36 % Cu. Disse verdier kan ikke betraktes som representative for forekomsten. Gjennomsnittlig koppergehalt over 1-2 m mektighet i skjerpet vil med stor sannsynlighet ligge godt under 1 %. Mineraliseringer utenfor skjerpet er ikke observert.

Forekomsten kan betraktes som ubetydelig.

3.4. Brekke gruve. Koord. UTM 292042.

Brekke gruve ligger ca. 1.3 km øst for Guds Gave og Kongens gruve, 1280 m o.h. Gruven (skjerpet) er en 15 m lang og 2-4 m bred synk, delvis fylt med snø og is. Etter utsprengt masse å bedømme er dybden maksimalt 10 m. Tett ved synken på nordvest siden ligger en liten røsk (3x2x2 m), og ca. 90 m syddøst for synken langs det samme strøket enda en røsk (5x3x2 m).

Bergartene er helt tilsvarende bergartene ved St. Olavs skjerp; jotunnitt, granat-hornblendegabbro og granodioritt. Tegning 1560/9D-06 er en geologisk detaljskisse av synkens og røskenes nære omgivelser, med utskilte bergartsenheter jotunnitt og granodioritt. Granat-hornblendegabbro enheter er ikke kartlagt, men opptrer sammen med jotunnitt som relativt diffust avgrensede soner/partier i dm-m skala. I likhet med for Guds Gave og Kongens gruve vurderes en slik kartlegging som en relativt omstendig oppgave med liten relevans for en forståelse av malmmineraliseringene. Strøket er overveiende NV/SØ med steilt fall.

6 prøver er analysert på kopper (bilag 3) med koppergehalter varierende fra 0.17 % til 4.1 %, gjennomsnittlig 1.73 %. De høyeste gehalter representerer utvalgte rike prøver. Gjennomsnittlig koppergehalt over 1-2 m mektighet vil kunne ligge i størrelsesorden 1% eller lavere. Malmens utstrekning virker ubetydelig, og forekomsten kan avgjort betegnes som ubetydelig.

3.5. Blåbergets gruver. Koord. UTM 345986 - 344990.

Blåbergets gruver ligger i luftlinje 1 km nordvest for tettstedet Øvre Årdal, i østre og sydøstre side av Blåberget ved utløpet av Fardalen. Høyden over havet er omtrent 500 m. Tegning 1560/9D-07 er en skisse av gruveanleggene, og tegning 09 en geologisk detaljskisse fra den ene av gruvene, Fredriks Pynt. Som indikert på tegn. 07 ligger gruvene nær en knusningssone som stuper slakt mot nordvest. Bergartene i området er mangerittiske, amfibolittiske, granatamfibolittiske (omv. fra mangeritt), samt spredte intrusivganger av granodioritt. Detaljgeologisk kartlegging har ikke latt seg gjennomføre på grunn av terrengets vanskelige beskaftenhet med flere store urer og bratte fjellskrenter. Bergartsgrensene kan tildels være gradvise og uklare mellom mangeritt, amfibolitt og granatamfibolitt, tildels skarpe og distinkte, og i enkelte tilfeller kan det i gruvene observeres kompliserte foldemønstre (jfr. tegn. 09).

Koppermineraliseringene er av bornitt, kopperglans og kopperkis som de viktigste ertsmineraler, tilknyttet hornblendittiske og amfibolittiske partier i mangeritt. Mineraliseringsmektighetene er observert i størrelsesorden fra noen få mm og cm til 4-5 m. De rikeste ertsmineraliseringene er vanligvis tilknyttet hornblendittiske partier innen amfibolittiske bergartsenheter. Mineraliseringer forekommer også i amfibolitt, men med en tendens til vesentlig lavere koppergehalter.

Amfibolittenes og hornblendittenes utstrekning og form er sterkt varierende, forårsaket av en kraftig deformasjon og foldetektonitt (jfr. tegn. 09). De mineraliserte bergarter ser ut til å forekomme langs den samme sone eller nivå i mangerittene, og kan følges mellom gruveåpningene langs fjellsiden nedover mot Årdalsvatnet i vest, totalt over en avstand av omtrent 1 km. Dette nivå er nær sammenfallende med den tidligere omtalte knusningssone, som forøvrig er en senere begivenhet uten direkte sammenheng med ertsmineraliseringene. Mektighetene av de mineraliserte hornblenditter og amfibolitter reduseres her til cm og 1 dm skala.

Innen de mangerittiske bergarter både på oversiden og nedsiden av knusningssonen, på nordsiden såvel som på vestsiden av gruvene, forekommer større partier av amfibolittiske til granatamfibolittiske bergarter, sannsynligvis av en annen genetisk type enn malmamfibolittene og hornblendittene, og uten nevneverdig innhold av kopper. En klar forståelse for de genetiske sammenhenger foreligger ikke. Se forøvrig kap. 4 og 5.

Prøvetaking og analyseresultater.

Tegning 08 gir en oversikt over prøvetakingsprofiler og gjennomsnittlige koppergehalter for de enkelte profiler. Fullstendige analyseresultater foreligger i bilag 1.

De analyserte prøver er knakkprøver (størrelse: 1/4-1/2 kg) tatt med 1/2 m avstand langs omtrentlig vertikale profiler nedenfra opp opp, på tvers av malmsonens lengdeutstrekning. Prøveantallet indikerer de enkelte profillengder, unntatt for profil 22 som er skråttliggende med varierende prøveavstand. Forskjell i prøveantall er forårsaket av sterkt varierende adkomstmuligheter for prøvetakingen.

Gjennomsnittlig inneholder de analyserte prøver fra Blåbergets gruver (180 pr.) 0.27 % Cu (jfr. tegn. 08), med gjennomsnittsverdier for de enkelte profil varierende fra 0.02 % til 0.60 % Cu. Tydeligvis er de eksisterende gruveanlegg lagt til de rikeste malmpartier med gjennomsnittsgehalter i størrelsesorden 0.24 - 0.60 % Cu. Prøvetakingsprofiler mellom gruveanleggene (profil 4, 9, 18, 19, 23, 26) viser gehalter varierende fra 0.02 % til 0.27 % Cu, gjennomsnittlig 0.15 % Cu.

Gjennomsnittsgehalten for samtlige prøvetakingsprofil ved gruvene (0.27 % Cu) kan ikke betraktes som representativ for forekomsten (malmen ved gruveanleggene + mellomliggende partier). Gjennomsnittlig koppergehalt fra "Gamle gruve" i syd til "Austre gruve" i nord ligger sannsynligvis i størrelsesorden 0.20 - 0.25 % Cu.

Regnet over en mektighet av 4 m over en lengde av 300 m og bredde 100 m innover i fjellet, blir forekomststørrelsen 300000 tonn (0.20-0.25 % Cu). En forekomststørrelse på 0.5 mill. tonn eller mere med 0.20 - 0.25 % Cu er ikke usannsynlig, men denne koppergehalten er altfor lav til at forekomsten kan komme i betraktning for økonomisk utnyttelse. Økonomisk interessante kobbergehalter er 1-2 % eller høyere for forekomststørrelse over 10 mill.tonn.

Et prøvetakingsprofil over "malmsonen" 700 m vest for gruvene (koord. UTM 339982) viser en gjennomsnittlig koppergehalt 0,13 % (13 prøver, bilag 1 side 5). Det er godt mulig at fra Blåbergets gruver langs denne svakt mineraliserte sonen vestover mot Årdalsvatnet, forekommer mineraliseringer i opptil 10 m mektighet med koppergehalter i størrelsesorden 0.10 %. Disse gehalter er sammenlignbare med enkelte prøvetakingsprofiler mellom gruvene

(profil 4, 9, 14, 18, 19, 21, 24, 26), men rikere malmpartier tilsvarende ved gruvene er ikke observert, og sannsynligheten for rikere mineraliseringer av betydelig størrelse vurderes som meget liten.

Området nord for gruvene som er sterkt overdekket, mot Abøle gruve, vurderes som mere interessant enn vest for gruvene. Det er her utført geofysiske målinger (IP), men uten at det er påvist malm. Se særskilt rapport 1560/9C (Eidsvig 1978).

Konklusjon

Ingen prøvetakingsprofiler viser koppergehalter som er direkte interessante fra et økonomisk synspunkt. De påviste koppergehalter er altfor lave til å gi grunnlag for optimisme m.h.p. økonomisk utnyttelse av Blåberget forekomsten(e).

3.6. Abøle gruve. Koord. UTM 335006.

Abøle gruve ligger på vestsiden av Fardalen rett ovenfor gården Abøle 2 km NNV for Blåbergets gruver og omtrent 750 m o.h. Steintippen nedenfor gruva er godt synlig fra veien nede i Fardalen. Tegning 1560/9D-10 er en kartskisse av gruva. Bergartene i området er mangeritt, amfibolitt, granat-amfibolitt og spredte intrusivganger av granodioritt. I tillegg forekommer ved gruva hornblendittiske linser og soner (cm-dm mektigheter) tilknyttet amfibolitt. Ertsmineraliseringen består av bornitt, kopperglans og kopperkis som de viktigste mineraler, og er i likhet med for Blåbergets gruver tilknyttet hornblenditt og amfibolitt som disseminasjon og små sprekkefyllinger.

Amfibolittmektighetene er ved gruva 4-5 m eller mere og inneholder uregelmessige hornblendittiske linser og soner i cm til dm mektigheter. 10 m ovenfor gruveåpningen ligger en røsk. Bergarten er amfibolitt med en svak og ujevn sulfidmineralisering. På grunn av overdekningen har det ikke latt seg gjøre å følge den mineraliserte amfibolitt og hornblenditt utover fra gruva. Strøket er overveiende NNV/SSØ, med slakt fall mot vest.

Den eneste observerte blotning av interesse ligger 30-40 m nord for gruveåpningen, og inneholder et 20-30 cm bredt, relativt flattliggende bånd av svakt mineralisert hornblenditt i amfibolitt. En prøve inneholder 0.12 % Cu

(pr. 252, bilag 3). Denne mineraliseringen kan ha sammenheng med mineraliseringen ved gruva.

Prøvetaking, analyseresultater, forekomststørrelse.

Prøvetakingen er utført som ved Blåberget, vertikale profiler med 1/2 m prøveavstand fra ligg mot heng. Tegning 1560/9D-10 gir en oversikt over prøvetakingsprofilenes plassering i gruva. I tillegg er det tatt 6 prøver (pr. 438-443) i en røsk 10 m ovenfor gruveinngangen.

Gjennomsnittlig kopperinnhold i prøvene fra gruva er 0.12 %, og fra røsken 0,54 % Cu. Prøvene inne fra gruva kan betraktes som noenlunde representative for forekomsten, mens prøvene fra røsken er fra utvalgte partier.

Forekomstens mektighet kan være i størrelsesorden 10 m, med ukjent utstrekning. En estimering av sannsynlig tonnasje vil bli meget usikker og vil ikke bli gitt.

Det er utført geofysiske målinger (IP) over forekomsten, (rapp. 1560/9C, Eidsvig 1977).

Konklusjon

Gehaltene er for lave til at forekomsten kan tenkes å kunne bli av økonomisk interesse.

3.7. Prins Fredriks gruve. Koord. UTM 333041.

Prins Fredriks gruve ligger i østre dalside av Fardalen ved Åsete, 800 m o.h. 6 km NNV for Øvre Årdal. Tegning 1560/9D-11 er en kartskisse av gruveanlegget hentet fra Bygdebok for Årdal. Gruveåpningene er nå helt tildekket av rasmasser fra en knusningssone som danner et markant skar mot øst høyt oppe i dalsiden, og gruveanlegget således utilgjengelig for ferdsel. Gruveåpningenes nøyaktige plassering er ukjent.

Opp av ura rett nedenfor skaret stikker det opp morkne rester av gamle tømmerstokker som kan stamme fra gruveanlegget. I omtrent samme høyde på nordsiden av ura finnes restene av ei gammel steinbru.

Svært lite er kjent om gruvegeologiske forhold. I ura nedenfor skaret finnes blokker av en lys feltspatisk bergart med sprekkefyllinger av gedigent kopper og cupritt. Disse funn er i overensstemmelse med omtaler i bygdeboka angående malmen (s.424-426); "gedigent kopper og flere kopperertser". Bygdeboka sier om "malmåren" at den står som en nesten loddrett skive i fjellet med få graders helling mot nord og med retning Ø/V, tynn øverst i lia, 12.5-25 cm, men blir mektigere lenger ned og kommer noen steder opp mot 2 m.

Det kan være en nær sammenheng mellom ertsmineraliseringene og knusningssonen. Malmsonen faller etter opplysninger i bygdeboka å bedømme omtrentlig sammen med knusningssonen.

Denne mineraliseringstypen med sprekkefyllinger av gedigent kopper og cupritt vil kunne gi en ujevn og i mindre partier rik malm. En slik malmtype vil avgjort ha vært attraktiv den gang gruvene ble drevet, fordi det ville være mulig å håndskeide et relativt rikt malmkonsentrat.

En sitter inne med for utilstrekkelige kunnskaper om forekomsten til at det er mulig å gi en vurdering av forekomststørrelse og gjennomsnittsgehalter.

Det er utført geofysiske målinger (IP) og geokjemisk prøvetaking (jordprøver) i området (kfr. Eidsvig 1978 og Krog 1978). 3 geofysiske anomalier er påvist.

Konklusjon

De ukjente faktorer er såpass vesentlige at en ikke på det nåværende stadium kan betrakte forekomsten som økonomisk uinteressant. Det bør gjøres videre undersøkelser i form av røskearbeider ved de geofysiske anomalier, og en bør også prøve å komme inn i gruvene for prøvetaking.

3.8. Åsete gruve. Koord. UTM 358035.

Forekomsten ligger 1190 m o.h. 1 km øst for Åsete, 1,5 km øst for Prins Fredriks gruve. Det kan observeres en vannfylt synk, 2.5x5 m i tverrsnitt.

Ifølge Bygdebok for Årdal (s. 426) er synken 7 m dyp, og nederst går en 12 m lang ort mot vest. 50 m SV for synken er en liten røsk.

Bergartene i området er deformert jotunnitt (/mangeritt?) med enkelte amfibolittiske soner/partier i opptil noen få meters mektighet.

Malmmineraliseringene består av kopperkis og bornitt som de viktigste ertsmineraler, og er i sin opptreden ganske lik forekomstene på Gruvefjellet. Ved synken består malmen av en 2-4 dm mektig steiltstående sone av oppknust feltspatisk bergart med enkelte mindre amfibolittiske/hornblendittiske partier. Mineraliseringen er som disseminasjon av kopperertsene både tilknyttet amfibolitt/hornblenditt og den oppknuste feltspatiske bergarten. På steintippen finnes blokker med mineraliseringer av de samme kopperertser som disseminasjon og på små sprekker og stikk i metagabbro.

5 analyserte prøver (bilag 3) viser koppergehalter opptil 1.8 %, med gjennomsnitt 0.83 % Cu. De høyeste analyseverdier representerer utvalgte rike prøver. Forekomsten kan betraktes som ubetydelig, med gjennomsnittlige koppergehalter over mektigheter av 2-3 m godt under 1 %.

Området er målt geofysisk (rapp. 1560/9C, Eidsvig 1977).

3.9. Åsete skjerp. Koord. UTM 355037.

Åsete skjerp består av en røsk på 2x2x1 m, 300 m NV for Åsete gruve, 1150 m o.h. Bergarten er som ved Åsete gruve, deformert jotunnitt/metagabbro.

Mineraliseringen er av pyritt som disseminasjon og langs små sprekker og stikk.

Mineraliseringens størrelse og koppergehalt er ubetydelig.

3.10. Bremborg skjerp. Koord. UTM 338942.

Skjerpet ligger ved Årdalsvatnet helt innerst i vika ved Bremborg, på ned-siden av en tunnelåpning ved veien Øvre Årdal- Årdalstangen. Det er sprengt ut en 4 m lang stoll med retning mot øst. Ifølge Bygdebok for Årdal (s.430) skal det finnes 3 små orter (stoller). Det er mulig at 2 av ortene er til-dekket av rasmasser fra en ur like ved.

Bergartene i området er deformerte, gabbrolignende bergarter (jotunitt, mangeritt ?) med sterkt varierende innhold av amfibol. I sterkt tektoniserte partier har bergartene gjennomgått en rødlig omvandlig, sannsynligvis med dannelse av kalifeltspat. Granodiorittiske intrusivganger forekommer relativt hyppig.

Sulfidmineraliseringen ved stollen er ubetydelig; som spredt opptreden av pyritt og muligens også noe magnetkis. Koppermineraler er ikke observert.

Mineraliseringen er definitivt økonomisk uinteressant. Forøvrig kan en observere tilsvarende mineraliseringer en rekke steder i veiskjæringer langs veien Årdalstangen - Øvre Årdal.

3.11. Midnes skjerp. Koord. UTM 339950 (?)

Forekomsten er ikke funnet, men skal ligge et stykke ovenfor veien rett øst for Midnes. Bergartene i området er de samme som ved Bremborg skjerp, med spredte ubetydelige mineraliseringer av svovelkis (mm-/cm størrelse).

Ifølge Bygdebok for Årdal (s.430) er det drevet 3 orter ovenfor hverandre, hvorav den lengste er 38 m. Ortene ble vissnok drevet på blyglans (?), men mineraliseringen skal ha vært meget fattig.

Undertegnede har ikke observert blyglans i området, men blyglans er et vanlig mineral og kan selvsagt forekomme.

3.12. Krossbakken skjerp. Koord. UTM 366988.

Skjerpet ligger nær utløpet av Utladalen på vestsiden av Utle, og består av en stoll som er drevet mot NV. Stollen som er murt igjen, ligger 10 m fra veien 600 m nedenfor brua over Utle. Ifølge Bygdebok for Årdal (s.430)

er stollen 14 m lang.

Bergarten er amfibolholdig deformert gabbro (jotunnitt, mangeritt ?) med epidotdannelse langs små årer, og med en stedvis rødlig omvandling av feltspat.

Bergarten ved stollen inneholder spredte svovelkiskorn. Koppermineraler er ikke observert. Denne mineraliseringen er av samme type som ved Bremborg skjerp og i veiskjæringer mellom Årdalstangen og Øvre Årdal, og er økonomisk uinteressant.

3.13. Løvenes (Torstensberget) skjerp. Koord. UTM 142019.

Løvenes skjerp ligger ved Kroken i Luster kommune, ca. 10 m fra sjøen, og består av en 4-5 m lang stoll som stuper slakt mot øst.

Bergartene i området er sterkt deformerte fyllitter. Enkelte partier har karakter av svartskifer. Kvartsittiske partier forekommer. Strøket er overveiende N/S med fall 20-40 ^g mot øst.

Mineraliseringen er av svovelkis og magnetkis som spredte korn og klyser i mm-cm størrelse. Mineraliserte partier tilkjennegis ved rust. Koppermineraler er ikke observert. Forekomsten er økonomisk uinteressant.

3.14. Andre mineraliseringer.

I tillegg til de omtalte gruver og skjerp er det observert flere mineraliseringer av koppersulfider:

- (1) ved Bærdalsbandet, (2) i Gruvefjellområdet, (3) nær Åsete gruve, (4) nær Blåbergets gruver.

Samtlige av disse mineraliseringer virker økonomisk uinteressante. Dette vil bli nærmere redegjort for i de enkelte tilfeller.

(1) Bærdalsbandet. Koord. UTM 327124.

Tett ved veien Øvre Årdal - Turtagrø, hvor kraftlinjen fra Fortun krysser veien, er en mineralisering av bornitt, kopperglans og kopperkis. Ertsmineralene opptrer som uregelmessig disseminasjon i en lys, feltspatisk

bergart og i en tilgrensende amfibol-biotitt bergart. Mineraliseringen virker ubetydelig. På tross av enkelte rikere partier/klyser med sannsynligvis flere % Cu, vurderes gjennomsnittsgehalten over noen få m³ å ligge godt under 1 % Cu. Strøket er overveiende sørøstlig, med steilt fall.

Den lyse feltspatiske bergart er en sone med mektighet 1-2 m. Bergartene i området er amfibolittiske til gabbroide, og er tildels kraftig tektonisert.

Området er gjennomløst med henblikk på å finne mineraliseringer av samme type som beskrevet ovenfor, med negativt resultat.

Det er observert sulfider i amfibolitter i området, som små korn og klyser av hovedsakelig pyritt, og i noen tilfeller også med noe kopperkis. Mengdeforholdene er ubetydelige. En utvalgt rik prøve inneholder 0,86 % Cu (pr. 105, bilag 3).

Det presiseres at de observerte ertsmineraliseringer er ubetydelige, og det vurderes som usannsynlig at det kan forekomme større forekomster i området.

(2) Gruvefjellområdet.

Det er flere steder utenfor de eksisterende gruver og skjerp observert mineraliseringer av koppersulfider.

- a. Koord. UTM 291047, 300 m nordvest for østre ende av et lite vann. Mineraliseringen tilkjennegis ved grønn koppersulfat utfelling langs små stikk i en 1x3 m stor hornblendittisk linse som ligger i jotunnitt. Linsen har et uregelmessig omriss med komplisert foldet kontakt mot sidebergarten. 2 analyserte prøver inneholder henholdsvis 0.04 og 0.09 % Cu (pr. 326, 327, bilag 3).
- b. 2-300 m nordvest for Kongens gruve, langs en steiltstående opptil $\frac{1}{2}$ m mektig "knusningssone" som kan følges fra Kongens gruve 2-300 m mot nordvest. En rekke steder langs denne oppknusningssonen forekommer mineraliseringer av bornitt, kopperglans og kopperkis. Se forøvrig nærmere beskrivelse av disse forhold under kap. 3.2. Analyser viser koppergehalter på 0.31 og 0.51 % (pr. 358 og 361, bilag 3). Disse mineraliseringer er ubetydelige. Tilsvarende soner kan observeres andre steder i området, men ser ikke ut til å inneholde kopper i nevneverdige mengder.

(3) Ved Åsete gruve _Koord. UTM 361035.

En mineralisering av kopperkis og pyritt er funnet i løsblokker i ei ur på sydsiden av en karakteristisk ultrabasitt. Mineraliseringen er disseminasjon i amfibolitt, og er ikke observert i fast fjell på oversiden av ura. Mineraliseringen slik den opptrer i løsblokkene i ura virker uregelmessig, og med avgjort lav gjennomsnittsgehalt av kopper (1 % eller lavere over få m³).

(4) Ved Blåbergets gruver.

På oversiden av knusningssonen ved Blåbergets gruver (kap. 3.5.), fra gruvene og nedover mot Årdalsvatnet i vest, forekommer en rekke steder mineraliseringer av bornitt og kopperglans, tilsvarende som ved gruvene. I flere tilfeller forekommer en samtidig karakteristisk grønn til blå utfelling av koppersulfat.

Mineraliseringen er tilknyttet amfibolittiske linser og sterkt deformerte soner/bånd i 1 cm til 2-3 dm mektigheter.

Mineraliseringene er den samme som ved Blåbergarts gruver, men mektighetene er vesentlig mindre. Det er sannsynlig at disse mineraliseringer som opptrer langs samme "nivå" i de deformerte mangeritter, er en fortsettelse av de mineraliserte amfibolitter ved gruvene, og som altså minker i størrelse mot vest. Se forøvrig kap. 3.5.

4. MALMGEOLOGISK OVERSIKT

Karakteristisk for de viktigste av Årdalsforekomstene er mineraliseringer av rike kopperertser innen deformerte jotunnittiske og mangerittiske bergarter tilhørende Jotundekket. Av mindre betydning er forekomster uten nevneverdig innhold av kopper tilknyttet de samme bergarter, samt sulfidmineraliseringer i fyllitt i områder som blir oppfattet å ligge utenfor dekket.

De undersøkte forekomster kan inndeles i 4 hovedtyper:

1. Forekomster med bornitt, kopperglans og kopperkis som de viktigste ertsmineraler, og med mindre mengder av digenitt, covelitt og idaitt. Mineraliseringene er som disseminasjon og som sprekkefyllinger, nært tilknyttet amfibolittiske og/eller hornblendittiske partier innen deformerte og retrograderte jotunittiske til mangerittiske bergarter. Forekomstene Blåberget, Abøle, Brekke, Guds Gave, St. Olavs og Åsete gruve tilhører denne mineraliseringstypen. Geologiske og mineralogiske karakteristika er tildels noe forskjellige for enkelte av disse forekomster.
2. En forekomst, Prins Fredriks gruve, har mineraliseringer av gedigent kopper og cupritt som sprekkefyllinger i en feltspatisk bergart. Denne malmtypen er oksydisk, i motsetning til de øvrige kjente kopperforekomster i området som er sulfidiske.
3. Sulfidmineraliseringer uten nevneverdig innhold av kopper, og distinkt forskjellig fra malmtypen 1 ovenfor. Forekomstene Åsete skjerp, Bremborg, Midnes, Krossbakken tilhører denne typen.
4. Løvenes skjerp ligger i fyllitt utenfor Jotundekketts bergarter, og er genetisk forskjellig fra malmtypen 3, selv om sulfidmineralogien er ganske lik.

Den gamle gruvedriften har hovedsakelig vært tilknyttet forekomster av type 1 og 2. Av type 2 har det vært kjent drift i kun en forekomst, Prins Fredriks gruve, som ikke har vært tilgjengelig for undersøkelser og lite er kjent av malmgeologiske forhold. Forekomstene av type 1 er lettere tilgjengelige og det er observert karakteristiske trekk som er av stor betydning med henblikk på malmdannelsen.

Karakteristiske trekk ved mineraliseringstype 1.

Mineraliseringene er som disseminasjon av bornitt, kopperglans og kopperkis som de viktigste ertsmineraler, tilknyttet (1) amfibolittiske og hornblendittiske partier i deformerte og retrograderte mangerittiske bergarter (Blåberget, Abøle), (2) markante soner og partier av en oppknust feltspatisk

bergart (jotunitt) med hornblendittiske linser (Guds Gave og Kongens gruver), og (3) en mellomting mellom de 2 førstnevnte ytterligheter (St. Olavs, Brekke, Åsete gr.). I tillegg til de ovenfornevnte sulfidmineraler forekommer digenitt, covellitt og idaitt i sterkt varierende mengder.

Bornitt, kopperglans og kopperkis opptrer som korn i vanlig størrelsesorden fra under 0.01 mm til 3-4 mm, enkeltvis eller som blandede mineralfaser. De minste korn (under 0.1 mm) er gjerne monomineralske, mens de større sulfidkorn vanligvis er sammensatt av flere faser.

De relative forhold mellom de forskjellige sulfidmineraler varierer mellom forekomstene, likeledes Cu/S-forholdet. Bilag 6 gir en tabellmessig grov oversikt over hovedertsmineralene ved de respektive forekomster og Cu/S-forholdet.

De foreliggende mineralogiske og geokjemiske opplysninger er utilstrekkelige for å trekke slutninger om likheter og ulikheter mellom de forskjellige forekomster av malmtypen 1.

Karakteristiske trekk ved mineraliseringstype 2.

Den eneste kjente forekomst av denne type er Prins Fredriks gruve. Mineraliseringene er av gedigent kopper og cupritt som sprekkefyllinger i en hvit feltspatisk bergart observert i steinura nedenfor gruvene. Mineralogisk virker det som om cupritt er omvandlet fra metallisk kopper, ved at kopperet alltid er observert omgitt av cupritt. Feltobservasjoner indikerer at disse mineraliseringer kan være tilknyttet en knusningssone som ovenfor gruveåpningenes antatte beliggenhet danner et markant skar i terrenget (kap. 3.7.). Omkringliggende bergarter er deformerte gabbroer (jotunitt, mangeritt?) og amfibolitter.

Karakteristiske trekk ved mineraliseringstype 3.

Innen de mere eller mindre sterkt deformerte amfibolittiske, jotunittiske og mangerittiske bergarter er det en rekke steder observert sulfider, hovedsakelig pyritt, tildels også noe kopperkis. Mengdeforholdene av sulfider er definitivt ubetydelige, som spredte små korn og klyser i mm til cm-størrelser. Forekomstene Åsete skjerp, Bremborg, Midnes og Krossbakken er av

denne type, med noe pyrittmineralisering i en deformert amfibolholdig, feltspatisk bergart som opprinnelig kan ha vært jotunnitt eller mangeritt.

Karakteristiske trekk ved mineraliseringstype 4.

I fyllittiske bergarter og tildels også i kvartsittiske bergarter utenfor Jotundekketts gabbroide til mangerittiske bergarter, er sulfider som pyritt, magnetkis og kopperkis vanlig, men i ubetydelige mengder. Løvenes skjerp ved Krøken er av en slik type.

En mere detaljert beskrivelse av de enkelte forekomster er gitt under kap. 3.

5. MALMDANNELSE

Forekomstenes opptreden kan betraktes å være resultat av en kompleks geologisk dannelseshistorie. En klar forståelse for områdets geologiske forhistorie foreligger ikke, og det har ikke latt seg gjøre på det nåværende stadium å komme fram til en noenlunde entydig oppfattelse av malmforekomstenes dannelse.

Det er mulig å presentere flere i prinsippet vidt forskjellige dannelsesmodeller, uten samtidig å gi en utfyllende argumentasjon for og imot de forskjellige muligheter. Dette fordi den geologiske, mineralogiske og geokjemiske detaljkunnskap om forekomstene er utilstrekkelig for en vidløftig diskusjon.

1. Malmmineraliseringene og de tilknyttede amfibolitter og hornblenditter tilhører et eldre prekambrisk bergartskompleks som nå opptrer som partier mellom, eller som inneslutninger i, jotunnittiske/gabbroide til mangerittiske bergarter. Senere geologiske begivenheter har visket ut de primære strukturer.
2. De mineraliserte hornblenditter og amfibolitter er rester av kopperholdige basiske intrusiver, hvor tektoniske og metamorfe begivenheter har utvisket de primære strukturer.

3. Forekomstene er dannet ved tektoniske begivenheter alene, ved at kopper som er utlesket fra de jotunittiske og/eller mangerittiske bergarter er transportert ved løsninger langs tektoniske soner, og koppersulfider er utfelt i tilknytning til nydannede amfibolitter og hornblenditter. Disse prosesser kan ha skjedd på stort dyp i jordskorpa, og senere tektoniske bevegelser og metamorfose kan i større eller mindre grad ha deformert de opprinnelige strukturer og remobilisert koppersulfidene.
4. Granodiorittiske intrusivganger er kopperkilden. Granodiorittiske ganger er observert å gjennomsette sulfidmineraliserte soner uten at disse ser ut til å være blitt påvirket. Flere generasjoner av sure intrusiver kan være en mulighet, hvorav en tidlig generasjon har vært kopperførende.

Dannelsesmodell 3 vurderes som den mest sannsynlige, fordi de omkringliggende bergarter er meget rike på kopper, opptil 2-300 ppm (0,02-0,03 %). Over større bergartsvolum innebærer dette betydelige koppermengder og lokale anrikninger fra kopperholdige løsninger under en tektonisk periode er sannsynlig.

6. EDELMETALLER

Årdalsforekomstene er fra gammelt av blitt ansett å være gull og sølvførende, og muligheten for høge gehalter av edelmetaller var et av argumentene for å sette igang de utførte malmundersøkelser.

En rekke malmprøver fra Blåbergets gruver og fra Guds Gave og Kongens gruve er slått sammen til 2 større og relativt representative malmprøver. Gullinnholdet er for begge prøvene under 0,1 g Au/tonn (Korneliussen 1977, s.11). En utvalgt sulfidrik prøve (ca. 20 % bornitt + kopperglans) fra Kongens gruve inneholder 3,8 g Au/tonn, og indikerer at gullet følger sulfidene. Sølvinnholdet ligger stort sett under 5 g Ag/tonn og er for enkelte prøver 6 g Ag/tonn (Korneliussen 1977, bilag 1). Edelmetallanalyser er ikke utført på malmprøver fra Prins Fredriks gruve, men et vesentlig høyere edelmetallinnhold enn for Blåberget og Guds Gave anses for usannsynlig.

Økonomisk interessante gullgehalter er 5-10 g Au/tonn og for sølv atskillig høyere. Edelmetallinnholdet i Årdalsforekomstene er således altfor lavt til å kunne være av økonomisk interesse.

7. TUNGMETALLFORGIFTNINGER.

I forbindelse med undersøkelsene i 1976 ble det observert usedvanlig store mengder av fjellbjærebloss (viscaria alpina) innen visse deler av Årdalsområdet. En anså det som sannsynlig at enkelte mindre partier (4-20 m², ved Åsete) med bemerkelsesverdig lite eller intet av den øvrige lyng og gras vegetasjonen, men med tildels rikelige mengder fjellbjærebloss, rett og slett indikerte kopperforgiftning, idet fjellbjærebloss er usedvanlig hardfør mot slik påvirkning. En øynet mulighet for å kunne bruke fjellbjærebloss som indikator for koppermineraliseringer i berggrunnen.

For å få nærmere klarhet i disse forhold ble det sommeren 1977 tatt endel jordprøver fra forskjellige steder i Årdalsområdet. Prøvene 3034 og 3035-3038 (bilag 7) er fra 2 områder med tydelig tegn til forgiftning. Prøve 3034 er fra jordsmonnet utenfor en av gruveåpningene ved Blåberget (1720 ppm Cu), og prøvene 3035-3038 fra "vegetasjonsløse flekker" ved Åsete (8-35 ppm Cu). Disse "flekker" opptrer på rekke og rad over en avstand av omtrent 200 m i en slak nordvent dalside, hvorav enkelte av partiene er tett bevokst med fjellbjærebloss. Nikkelinnholdet i jordsmonnet er her usedvanlig høyt (220-240 ppm, mot normalt 1-16 ppm, bilag 6). Det er sannsynlig at ultra-mafiske bergarter (orthopyroksenitt) som forekommer i området, er nikkelkilden, og at høyt nikkelinnhold i jordsmonnet i dette tilfellet hindrer den øvrige plantevegetasjon, mens fjellbjærebloss som er vesentlig mere hardfør tåler forurensningen.

De øvrige jordprøver fra partier både med og uten fjellbjærebloss, fra steder med usedvanlig lite vegetasjon hvor forgiftning kunne tenkes å forekomme, såvel som fra steder med "normal" lyng og grasvegetasjon, inneholder ubetydelige mengder av de analyserte metaller.

Som konklusjon kan fjellbjærebloss ikke betraktes å kunne brukes som indikatorplante for koppermineraliseringer i Årdalsområdet, fordi en rekke

faktorer i tillegg til kopper og andre tungmetaller, er av betydning for plantens voksesteder. Nærmere kjennskap til disse forhold foreligger ikke.

8. KONKLUSJON

De utførte detaljgeologiske undersøkelser med prøvetaking og analyser, gir intet grunnlag for videre optimisme for kopperforekomstene i områdene Blåberget-Abøle, Gruvefjellet og Bærdal. Samtlige kjente forekomster i disse strøk kan betraktes som ikke drivverdige, og kan vanskelig tenkes noensinne å kunne bli av økonomisk interesse.

Prins Fredriks gruve forekomsten er eneste kjente forekomst i Årdalsområdet hvor kunnskapsnivået er utilstrekkelig for en endelig bedømmelse. 3 geofysiske IP-anomalier like øst for gruen gjør forekomsten og området fortsatt interessant, og videre undersøkelser bør utføres.

Det er i denne forbindelse ønskelig å komme inn i Prins Fredriks gruve for prøvetaking, i tillegg til at det bør utføres røskearbeider ved de geofysiske anomalier med henblikk på prøvetaking av den underliggende bergart. En regner da med å kunne gi en relativt sikker bedømmelse av forekomsten, og hvorvidt den fortsatt bør bli gjenstand for undersøkelser.

Trondheim, 24. april 1978



Are Korneliussen
vit. ass.

9. LITTERATUROVERSIKT

- Batthey, M.H. & McRitchie, W.D. 1973: A geological traverse across the pyroxene-granulites of Jotunheimen in the Norwegian Caledonides. NGT, vol. 53, s. 237-265.
- Deichmann, C. 1977: Historiske etterretninger om de norske guldertser.. 2 sider. NGU Ba.rapp. 353.
- Eidsvig, P. 1977: IP- og magnetiske målinger, Fardalen, Årdal, Sogn og Fjordane. NGU rapp. nr. 1560/9C.
- Heim, M., Scharer, U. & Milnes, A.G. 1977: The nappe complex in the Tyin-Bygdin-Vang region, central southern Norway. NGT, vol. 57, s. 171-178.
- Helland, A. 1901: Norges Land og Folk. Bind XIV. Bergværksdrift og stenbrydning, s. 548-553.
- Hornemann, C.H.S. 1918: Rapport over Aardal Kopperverks gruber. 3 sider. NGU Ba.rapp. 2151.
- Korneliussen, A. 1977: Undersøkelse av kopperforekomster ved Årdal. 14 sider, 5 pl., 2 bilag. NGU Vestlandsprogrammet. NGU rapp. nr. 1560/5.
- Krog, R. 1977: Geokjemisk bekkesedimentundersøkelser i Årdal, Sogn og Fjordane. NGU rapp. nr. 1504 B.
- Krog, R. 1978: Geokjemisk oppfølging av anomalier ved Årdal, Sogn og Fjordane. NGU rapp. nr. 1560/9B.
- Lutro, O. 1978: Berggrunnsgeologisk kartlegging ved Årdal, Sogn og Fjordane. NGU rapp. nr. 1560/9A.
- Opheim, A. 1916: Bemerkninger om mine koppergruber i Aardal. 5 sider. NGU Ba.rapp. 354.
- Oxaal, J.: Den hvite granit i Sogn. NGU, vol. 68, årbok del 1, s. 1-20.
- Rekstad, J. 1905: Fra Indre Sogn. NGU, vol. 43, årbok del VII, 49 sider.
- Røsholt, B. 1976: Notat fra befaring til Årdal kopperforekomster i Sogn. 4 sider, 4 pl. A/S Sydvaranger.
- Smidt, A. og Jonschaus, H. 1743: Gabe Gottes og Kongens gruber. 7 sider. NGU Ba.rapp. 356.
- Smithson, S.B., Ramberg, I.B. & Grønlie, G. 1974: Gravity interpretation of the Jotun nappe of the Norwegian Caledonides. Tectonophys., vol. 22, s. 205-222.
- Strøm, H. 1922: Alminnelig Norsk Maanedsskrift 2B.

Spargo, E. 1912: Brev til A. Opheim om Årdalsforekomstene, 11 sider.
NGU Ba.rapp. 352.

Undersøkelseskommisjonen av 1743: Beskrivelse av Årdal Kopperverk
11.okt. 1743. (Ikke igjenfunnet).

Ve, S. 1971: Bygdebok for Årdal, Band 1. Kopperverket av Søren Ve,
s. 384-476.

Knakkprøver, Blåbergets gruver.
Analyser ved Spektrografisk lab.,
NGU, Kjemisk avdeling.

Profil nr.	Prøve nr.	(anal.nr)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
1	626	(75)	0.12	< 0.01	< 0.01	0.01
"	627	(76)	0.08	0.01	"	0.02
"	628	(77)	0.28	"	"	"
"	629	(78)	0.04	"	"	"
"	630	(79)	0.20	< 0.01	"	"
"	631	(80)	0.29	"	"	0.01
"	632	(81)	0.12	"	"	"
"	633	(82)	0.08	"	"	"
"	634	(83)	0.09	"	"	"
"	635	(84)	0.16	0.01	"	0.02
"	636	(85)	0.18	"	"	"
2	637	(86)	0.38	< 0.01	"	0.01
"	638	(87)	0.13	"	"	0.02
"	639	(88)	0.16	0.02	"	0.01
"	640	(89)	0.36	< 0.01	"	"
"	641	(90)	2.0	0.01	"	0.02
"	642	(91)	0.11	"	"	"
"	643	(92)	0.44	"	"	"
"	644	(93)	0.35	"	"	"
3	645	(94)	0.17	"	"	"
"	646	(95)	0.02	"	"	"
"	647	(96)	0.03	"	"	"
"	648	(97)	0.03	"	"	"
"	649	(98)	0.22	"	"	"
"	650	(99)	0.30	< 0.01	"	0.01
"	651	(100)	0.02	0.01	"	0.02
"	652	(101)	0.76	"	"	"
"	653	(102)	0.40	< 0.01	"	"
4	277	(222)	0.16	"	"	"
"	278	(223)	0.18	0.01	"	"
"	279	(224)	0.04	< 0.01	"	0.01
"	280	(225)	0.06	"	"	0.02

Profil nr.	Prøve nr.	(anal.nr.)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
4	281	(226)	0.02	< 0.01	< 0.01	0.01
"	282	(227)	0.51	"	"	"
5	654	(103)	0.50	0.01	0.01	0.02
"	655	(104)	0.08	"	"	"
"	656	(105)	0.16	"	"	"
"	657	(106)	0.08	"	"	"
"	658	(107)	0.05	"	"	"
"	659	(108)	0.65	"	"	"
"	660	(109)	1.1	< 0.01	"	0.01
6	661	(110)	0.40	"	"	0.02
"	662	(111)	0.47	"	"	0.01
"	663	(112)	0.81	"	"	0.02
"	664	(113)	0.41	"	"	"
"	665	(114)	0.11	"	"	0.01
"	666	(115)	0.49	"	"	0.02
7	667	(116)	0.36	"	"	0.01
"	668	(117)	0.13	"	"	< 0.01
"	669	(118)	0.09	"	"	0.01
"	670	(119)	0.20	"	"	"
"	671	(120)	0.60	"	"	0.02
8	672	(121)	0.19	"	"	0.01
"	673	(122)	1.4	"	"	0.02
"	674	(123)	0.05	"	"	0.01
"	675	(124)	0.10	"	"	"
"	676	(125)	0.15	"	"	"
"	677	(126)	0.28	"	"	"
"	678	(127)	0.36	"	"	"
"	679	(128)	0.14	"	"	"
"	680	(129)	0.14	"	"	"
9	283	(228)	0.04	0.01	"	"
"	284	(229)	0.03	"	"	"
"	285	(230)	0.11	"	"	0.02
"	286	(231)	0.05	"	"	0.01
"	287	(232)	0.16	< 0.01	"	0.02

Profil nr.	Prøve nr.	(Anal.nr.)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
10	681	(130)	0.21	< 0.01	< 0.01	0.02
"	682	(131)	0.06	"	"	"
"	683	(132)	0.20	"	"	"
"	684	(133)	0.09	"	"	"
"	685	(134)	0.23	"	"	"
"	686	(135)	0.14	"	"	"
"	687	(136)	0.87	0.01	"	0.02
"	688	(137)	0.15	< 0.01	"	0.01
11	689	(138)	0.42	"	"	"
"	690	(139)	0.18	"	"	"
"	691	(140)	0.36	"	"	"
"	692	(141)	0.11	"	"	0.02
"	693	(142)	1.3	0.01	"	0.02
"	694	(143)	0.19	< 0.01	"	0.01
12	695	(144)	0.26	"	"	"
"	696	(145)	0.24	"	"	"
"	697	(146)	1.6	0.01	"	0.02
"	698	(147)	0.48	"	"	0.01
"	699	(148)	0.21	"	"	0.02
"	700	(149)	0.28	"	"	0.02
"	701	(150)	0.24	"	"	0.01
"	702	(151)	0.31	"	"	0.02
"	703	(152)	0.30	"	"	0.01
13	704	(153)	0.10	"	"	0.01
"	705	(154)	0.08	"	"	"
"	706	(155)	0.12	"	"	"
"	707	(156)	0.15	"	"	"
"	708	(157)	0.07	"	"	"
"	709	(158)	0.29	"	"	"
"	710	(159)	0.34	"	"	"
"	711	(160)	0.22	"	"	0.02
"	712	(161)	0.63	"	"	0.01
"	713	(162)	0.74	< 0.01	"	0.02
14	288	(233)	0.03	0.01	"	0.01
"	289	(234)	0.15	< 0.01	"	0.02

Profil nr.	Prøve nr.	(anal.nr.)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
14	290	(235)	0.21	0.01	<0.01	0.02
"	291	(236)	0.06	< 0.01	"	0.01
"	292	(237)	0.03	"	"	"
15	714	(163)	0.19	0.01	"	0.01
"	715	(164)	0.29	"	"	"
"	716	(165)	0.19	"	"	"
"	717	(166)	1.3	< 0.01	"	0.02
"	718	(167)	0.25	0.01	"	0.01
"	719	(168)	0.41	"	"	0.02
16	720	(169)	0.18	"	"	0.01
"	721	(170)	0.18	"	"	0.01
"	722	(171)	0.18	< 0.01	"	0.01
"	723	(172)	0.86	0.01	"	0.02
"	724	(173)	0.50	< 0.01	"	"
"	725	(174)	0.02	"	"	< 0.01
"	726	(175)	0.01	"	"	"
17	293	(238)	0.19	"	"	"
"	294	(239)	0.27	0.01	"	0.02
"	295	(240)	0.09	< 0.01	"	"
"	296	(241)	0.02	"	"	0.01
"	297	(242)	0.02	"	"	"
18	298	(243)	0.15	"	"	"
"	299	(244)	0.01	"	"	< 0.01
"	300	(245)	0.02	"	"	"
"	301	(246)	0.42	"	"	0.02
"	302	(247)	0.31	"	"	"
19	303	(248)	0.01	"	"	< 0.01
"	304	(249)	0.01	"	"	"
"	305	(250)	0.01	"	"	"
"	306	(251)	0.01	"	"	"
"	307	(252)	0.34	0.01	"	0.01
"	308	(253)	0.19	"	"	"
"	309	(254)	0.32	< 0.01	"	"
20	727	(176)	0.13	0.01	"	0.01
"	728	(177)	0.16	"	"	"
"	729	(178)	0.35	< 0.01	"	0.02

Profil nr.	Prøve nr.	(anal.nr.)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
20	730	(179)	0.09	< 0.01	< 0.01	0.01
"	731	(180)	0.01	"	"	"
"	732	(181)	0.24	"	"	"
"	733	(182)	1.8	0.01	"	0.02
21	734	(183)	0.11	< 0.01	"	"
"	735	(184)	0.09	"	"	0.01
"	736	(185)	0.13	"	"	0.02
"	737	(186)	0.05	"	"	0.01
"	738	(187)	0.04	"	"	0.02
"	739	(188)	0.04	"	"	"
22	740	(189)	0.11	"	"	"
"	741	(190)	0.09	"	"	"
"	742	(191)	0.30	"	"	0.01
"	743	(192)	0.87	"	"	< 0.01
"	744	(193)	0.07	"	"	"
"	745	(194)	0.22	"	"	0.02
"	746	(195)	1.21	"	"	"
"	747	(196)	0.36	0.01	"	0.01
"	748	(197)	0.11	"	"	< 0.01
"	749	(198)	1.1	< 0.01	"	0.02
23	310	(255)	0.31	"	"	"
"	311	(256)	0.17	"	"	"
"	312	(257)	0.14	"	"	"
"	313	(258)	0.20	"	"	< 0.01
"	314	(259)	0.35	"	"	"
"	315	(260)	0.47	"	"	"
24	316	(261)	0.03	"	"	"
"	317	(262)	0.38	0.01	"	0.02
"	318	(263)	0.05	< 0.01	"	0.01
"	319	(264)	0.07	"	"	"
25	750	(199)	0.05	0.01	"	0.01
"	751	(200)	0.19	< 0.01	"	"
"	752	(201)	0.22	0.01	"	"
"	753	(202)	0.48	< 0.01	"	0.02
"	754	(203)	0.29	0.01	"	0.01

Profil nr.	Prøve nr.	(anal.nr.)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
25	755	(204)	0.64	< 0.01	< 0.01	0.02
"	756	(205)	0.86	"	"	0.01
"	757	(206)	0.22	"	"	< 0.01
"	758	(207)	0.77	0.01	"	0.02
"	759	(208)	2.3	< 0.01	"	"
26	320	(265)	0.01	"	"	< 0.01
"	321	(266)	0.04	"	"	"
"	322	(267)	0.01	"	"	"

Prøvetakingsprofil vest for Blåbergets gruver

Koord. UTM 339982

Prøve nr.	(anal nr.)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
264	(209)	0.13	0.01	< 0.01	< 0.01
265	(210)	0.10	"	"	"
266	(211)	0.15	"	"	0.01
267	(212)	0.22	"	"	< 0.01
268	(213)	0.02	< 0.01	"	"
269	(214)	0.12	"	"	"
270	(215)	0.10	"	"	0.02
271	(216)	0.05	"	"	< 0.01
272	(217)	0.04	"	"	"
273	(218)	0.04	"	"	"
274	(219)	0.03	"	"	"
275	(220)	0.02	"	"	"
276	(221)	0.01	"	"	"

Knakkprøve, Abøle gruve.

Analyse ved Spektrografisk lab.,

NGU Kjemisk avdeling.

Profil nr.	Prøve nr.	(anal.nr.)	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
1	421	(268)	0.07	< 0.01	< 0.01	0.01
"	422	(269)	0.18	"	"	"
"	423	(270)	0.31	"	"	"
"	424	(271)	0.25	0.01	"	0.002
"	425	(272)	0.38	< 0.01	"	0.01
2	426	(273)	0.10	0.01	"	"
"	427	(274)	0.06	"	"	"
"	428	(275)	0.03	"	"	"
"	429	(276)	0.06	"	"	"
3	430	(277)	0.02	< 0.01	"	"
"	431	(278)	0.01	"	"	< 0.01
"	432	(279)	0.36	"	"	"
"	433	(280)	0.04	"	"	"
4	434	(281)	< 0.01	"	"	0.01
"	435	(282)	0.05	0.01	"	< 0.01
"	436	(283)	0.13	< 0.01	"	"
"	437	(284)	0.08	"	"	0.02
	438	(285)	0.44	"	0.01	0.01
	439	(286)	0.81	0.01	< 0.01	0.02
	440	(287)	0.19	< 0.01	"	0.01
	441	(288)	1.3	0.02	0.01	"
	442	(289)	0.03	0.01	< 0.01	"
	443	(290)	0.45	"	0.01	"

Prøver fra diverse lokaliteter, Årdal.

Analyser ved Spktrografisk lab. (Cu, Ni, Pb, Zn) og Kjemisk lab.(S), NGU Kjemisk avdeling.

Lokalitet	Pr.nr.(anal.nr.)		Bergartstype	% S	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
Blåbergets	120	(34)	rødlig, feltspatisk, bergart	0.1	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01
gruver	130	(35)	" " "	0.4	0.13	"	"	0.01
"	152	(38)	amfibolitt, utenfor gravene	0.1	0.01	0.02	"	0.01
"	186	(40)	" , fra gruve	1.3	1.5	0.01	"	0.02
"	187	(41)	" " "	0.4	0.66	"	"	"
"	188	(42)	" " "	0.6	1.3	"	"	"
"	451	(72)	" , fra tipp	1.3	3.1	"	"	"
Abøle	252	(46)	" , nær gruve	0.1	0.12	"	"	0.01
Gruvefjell (229047)	326	(47)	"	0.1	0.04	"	"	"
	327	(48)	"	0.9	0.04	"	0.01	"
Guds Gave	351	(61)	oppkn., feltspatisk ba.	0.1	0.44	"	< 0.01	"
og	358	(62)	" " "	0.2	0.31	"	"	"
Kongens gruve	360	(63)	granodioritt	< 0.1	0.01	"	"	"
" "	361	(64)	oppkn., feltspatisk ba.	0.2	0.51	"	"	"
" "	364	(65)	" " "	0.2	0.79	"	"	0.01
" "	369	(66)	granodioritt	< 0.1	0.01	"	"	0.01
" "	375	(67)	"	< 0.1	0.01	"	"	"
" "	376	(68)	jotunitt	< 0.1	0.02	"	"	0.01
St. Olavs skj.	341	(55)	granat h. bl. gabbro (f/amf.)	0.8	1.0	< 0.01	"	0.02
"	345	(56)	amfibolitt	0.6	0.62	0.01	"	0.01
"	346	(57)	opplen. feltspatisk ba.	1.7	4.5	< 0.01	"	0.01
"	346A	(58)	amfibolitt	0.2	0.06	"	"	0.02
"	347	(59)	feltspatisk ba.	1.1	1.9	0.01	"	0.01
"	347A	(60)	amfibolitt	0.3	0.07	< 0.01	"	0.01

Lokalitet	Pr.nr.(anal.nr.)		Bergartstype	% S	% Cu	% Ni	% Pb	% Zn
ved St. Olavs	396	(69)	amfibolitt	< 0.1	< 0.01	0.01	0.01	0.02
"	404	(70)	"	0.2	0.01	0.03	"	"
Brekke gruve	330	(49)	feltspatisk ba.	1.6	4.1	< 0.01	"	0.01
" "	335	(50)	amfibolitt	0.1	0.17	0.01	"	0.01
" "	337	(51)	"	2.1	1.9	< 0.01	"	0.02
" "	339-1	(52)	jotunitt	0.8	0.98	"	"	"
" "	339-2	(53)	feltspatisk ba.	1.2	2.9	"	"	0.01
" "	339-3	(54)	jotunitt	2.9	0.34	0.01	"	"
Åsete	152	(38)	amfibolitt/jotunitt	0.1	0.01	0.02	< 0.01	0.01
"	174	(39)	oppkn..feltspatisk ba.	0.1	0.16	< 0.01	"	0.02
"	218	(43)	amfibol-feltsp. ba.	0.8	1.1	"	0.01	< 0.01
"	221	(44)	amfibolitt	0.9	1.1	"	< 0.01	0.02
"	223	(45)	"	2.2	1.8	"	"	0.01
Berdal	105	(33)	"	1.6	0.86	"	"	"
"	145	(36)	kvartsitt	0.2	< 0.01	"	"	< 0.01
"	148	(37)	"	0.4	< 0.01	"	"	"

Bergartsprøver, Årdal.

Hovedelementanalyse ved Spektrografisk lab.,

NGU Kjemisk avdeling.

pr.nr.(an. nr.) Komp.	103(2)	117(3)	119(4)	130(5)	149(6)	150(7)	151(8)
SiO ₂	49.37	58.70	57.30	67.05	58.31	62.77	49.51
Al ₂ O ₃	5.18	16.69	15.87	17.01	18.88	18.19	16.26
Fe ₂ O ₃	9.46	5.14	5.10	1.28	4.55	2.14	8.65
TiO ₂	0.36	1.28	0.31	0.16	0.60	0.35	0.59
MgO	16.06	1.70	4.22	0.61	1.46	0.87	9.27
CaO	15.36	3.51	6.97	3.41	3.54	1.91	9.65
Na ₂ O	0.7	3.9	3.8	5.8	4.1	4.9	2.7
K ₂ O	0.37	5.25	3.30	1.68	6.85	6.73	1.29
MnO	0.22	0.15	0.13	0.03	0.07	0.08	0.13
P ₂ O ₅	0.07	0.56	0.15	0.07	0.44	0.24	0.14
Sum	97.15	96.88	97.15	97.10	98.80	98.18	98.19

pr.nr.(an. nr.) Komp.	175(9)	183(10)	184(11)	185(12)	216(13)	326(14)	329(15)
SiO ₂	48.48	49.55	47.90	46.86	70.06	45.92	50.82
Al ₂ O ₃	5.64	9.13	6.18	7.39	16.78	12.69	17.67
Fe ₂ O ₃	12.98	12.36	12.88	13.67	1.70	12.96	8.87
TiO ₂	0.47	0.59	0.68	0.65	0.21	1.14	0.96
MgO	11.17	9.61	11.00	10.85	0.44	12.96	7.63
CaO	17.13	12.31	15.53	14.24	1.34	13.31	10.77
Na ₂ O	0.8	1.8	1.7	1.6	3.9	1.3	2.7
K ₂ O	0.36	0.72	0.15	0.10	6.49	0.49	1.60
MnO	0.28	0.33	0.34	0.37	0.03	0.18	0.15
P ₂ O ₅	0.07	0.13	0.06	0.08	0.03	0.08	0.26
Sum	97.38	96.53	96.42	95.81	100.98	101.03	101.43

pr.nr.(an. nr.) Komp.	331(16)	332(17)	342(18)	344(19)	345(20)	347(21)	366(22)
SiO ₂	60.11	73.31	71.77	50.35	45.74	45.32	67.04
Al ₂ O ₃	18.40	15.15	14.96	15.23	13.14	5.61	18.09
Fe ₂ O ₃	4.96	1.25	2.26	10.12	13.29	12.13	0.62
TiO ₂	1.05	0.15	0.28	0.68	0.77	0.66	0.08
MgO	1.45	0.36	0.82	9.53	12.10	10.95	0.38
CaO	3.22	1.94	2.09	10.15	11.18	16.26	2.19
Na ₂ O	4.2	4.2	3.4	2.0	1.2	1.1	3.2
K ₂ O	6.54	4.26	4.94	1.00	1.03	0.09	7.05
MnO	0.14	0.02	0.07	0.16	0.22	0.18	0.01
P ₂ O ₅	0.37	0.06	0.11	0.07	0.08	0.29	0.03
Sum	100.44	100.70	100.70	99.29	98.75	92.59	98.69

pr.nr.(an. nr.) Komp.	372(23)	374(24)	278(25)	381(26)	391(27)	398(28)	418(29)
SiO ₂	72.74	52.01	71.33	46.74	46.38	46.67	45.45
Al ₂ O ₃	15.14	19.26	16.01	16.92	16.87	17.21	10.28
Fe ₂ O ₃	0.92	8.20	1.28	13.73	13.16	13.73	12.48
TiO ₂	0.16	0.63	0.18	1.40	1.11	1.64	0.46
MgO	0.69	4.73	0.35	7.08	7.90	9.21	13.82
CaO	2.32	9.22	2.02	8.73	9.66	8.49	12.91
Na ₂ O	3.6	3.6	4.4	2.2	2.6	2.3	0.8
K ₂ O	4.20	1.15	3.91	2.27	1.00	0.71	0.50
MnO	0.01	0.13	0.03	0.19	0.15	0.15	0.17
P ₂ O ₅	0.04	0.22	0.05	0.27	0.05	0.48	0.11
Sum	99.82	99.15	99.56	99.53	98.88	100.59	96.98

pr.nr. (an. nr.) Komp.	450(30)	452(31)	453(32)
SiO ₂	47.34	47.24	48.30
Al ₂ O ₃	5.71	5.95	6.06
Fe ₂ O ₃	12.51	13.14	12.40
TiO ₂	0.67	0.71	0.70
MgO	11.13	10.17	10.70
CaO	15.05	15.53	15.87
Na ₂ O	1.5	0.9	1.1
K ₂ O	0.18	0.35	0.38
MnO	0.30	0.28	0.30
P ₂ O ₅	0.05	0.43	0.23
Sum	94.44	94.70	96.04

Oversikt over prøver for hovedelementanalyse.

Bergartstype og lokalitet.

Nr. refererer til analyserte prøver (bilag 4).

Bergart\lok.	Blå- berget	St. Olavs	Brekke	Guds Gave	Åsete	Annet
Amfibolitt	183, 184	344, 345			175	
/hornblenditt	185, 450	347				
(malmttype)	452, 453					
Amfibolitt					326	103(Berdal) 418(Murens)
Jotunitt	151	398	329	374		
/mangeritt	119		391 331	381		
Feltspatisk oppkn.: bergart (def. jotunitt)				366, 372		
Lys biot. feltsp. gneis(def. jotunitt el. mangeritt)	117 150					149(ved Abøle grube)
Granodioritt	130	342	332	378	216	

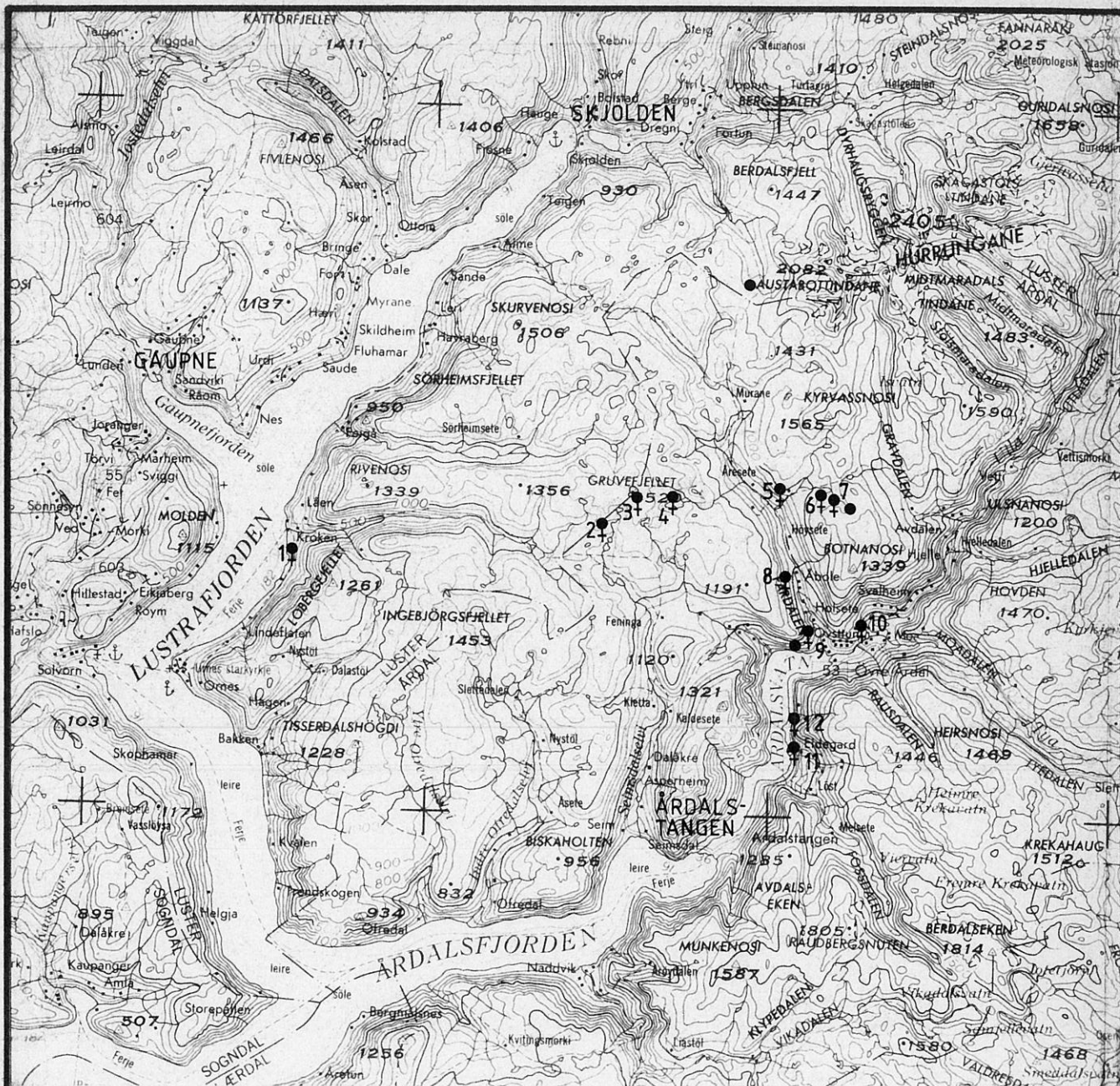
Tabell for hovedertsmineraler, gjennomsnittsgehalter av kopper og svovel, og forekomststørrelse.

Forekomst	Hoved ertsmineraler						Ant. anal.	Gjennomsnittsverdier for 1976 i parentes.			Estim. forek. størrelse	Merknad
	bn	cc	cp	Cu	cup	py		% Cu	% S	Cu/S		
Guds Gave	x	x					8(21)	0.26(1.49)	0.09	2.89	100.000 t (0.5-1.0% Cu)	Utilstr. oppl. m. h. p. god estim. (vanskelig) f. kan være vesentlig større, men lav geh. meget usikker estim.
St. Olavs	x		x				6(3)	1.63(1.00)	0.78	2.09	ubetydelig	
Brekke	x		x				6	0.42	1.45	0.29	- " -	
Blåberget	x	x					1) 180(10) 2) 7	0.27(0.34) 1.12	- 0.60	- 1.86	0.5-1.0 mill. t. (0.25 % Cu)	
Abøle	x	x					23	0.23	-	-	50.000 t (0.1-0.2% Cu)	
Prins Fredrik				x	x		-	-	-	-	totalt ukjent	
Åsete gr.	x		x				5	0.83	0.68	1.22	ubetydelig	
Åsete skj.						x	-	-	-	-	- " -	
Bremborg						x	-	-	-	-	- " -	
Midnes						x	-	-	-	-	- " -	
Krossbakken						x	-	-	-	-	- " -	
Løvenes						x	-	-	-	-	- " -	

Humusprøver.

Atomabsorpsjonsanalyse ved Kjemilab., NGU Kjemisk avdeling.

Prøve nr.	Lokalitet	Kartblad	Koordinat (UTM)	Fjellttj. blomst	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Ni (ppm)	Cd (ppm)	Ag (ppm)
3029	Hyttedalsvatn	1417 I	273 116	ja	5	21	3	1	0.2	0.3
3030	Rømingsdalen	"	265 121	"	10	18	0	20	0.3	0.3
3031	- " -	"	265 122	nei	12	31	3	3	0.4	0.3
3032	- " -	"	265 125	ja	26	37	3	9	0.1	0.6
3033	- " -	"	276 125	"	6	50	5	8	0.3	0.3
3034	Blåb. gruve	1517 IV	345 986	"	1720	69	4	224	0.5	0.7
3035	Åsete	"	352 041	nei	35	40	3	240	0.6	0.5
3036	"	"	352 041	ja	12	50	3	230	0.4	0.5
3037	"	"	353 041	nei	30	44	3	250	0.6	0.5
3038	"	"	353 041	ja	8	55	2	220	0.4	0.6
3039	"	"	356 038	nei	56	34	3	16	0.6	0.4
3040	"	"	355 046	"	19	3	5	3	0.2	0.2
3041	"	"	354 048	"	24	30	7	11	0.2	0.4
3042	"	"	337 053	"	44	48	34	15	0.2	0.5



- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| ♀ GRUVE ELLER SKJERP | 6 ÅSETE SKJERP |
| ● KOPPERMINERALISERING | 7 ÅSETE GRUVE |
| 1 LØVENS SKJERP | 8 ABØLE GRUVE |
| 2 ST.OLAVS SKJERP | 9 BLÅBERGETS GRUVER |
| 3 GUDS GAVE OG KONGENS GRUVE | 10 KROSSBAKKEN SKJERP |
| 4 BREKKE GRUVE | 11 BREMBORG SKJERP |
| 5 PRINS FREDRIKS GRUVE | 12 MIDNES SKJERP |

VESTLANDSPROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
OVERSIKTSKART
ÅRDAL OG LUSTER, SOGN OG FJORDANE

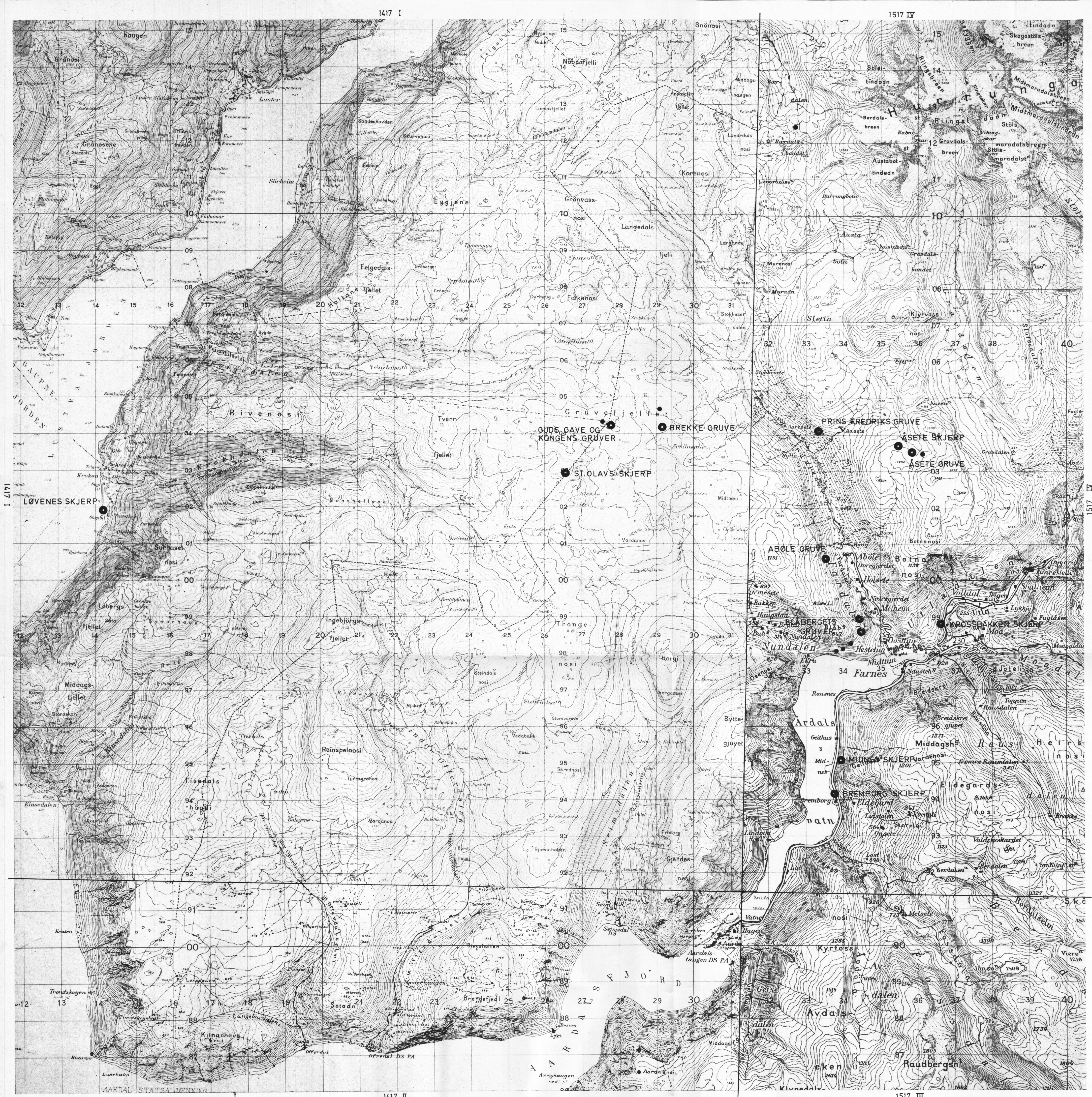
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK
1:250 000

MÅLT A.K.	AUG-77
TEGN. A.K.	NOV-77
TRAC. R.J.S.	NOV-77
KFR.	

TEGNING NR.
1560/9D-01

KARTBLAD (AMS)

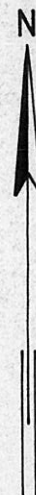


TEGNFORKLARING:

- GRUVER OG SKJERP
- OBSERVERT KOBBERMINERALISERING

VESTLANDSPROGRAMMET 1977 MALMUNDERSØKELSER OVERSIKT OVER MALMFØREKOMSTER ÅRDAL, SOGN OG FJORDANE	1:50000	OBS. A.K.	
		TEGN. A.K.	
		TRAC. J. S. MARS	-78
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	1560/9D-02	1417 I, II	
		1517 III, IV	

ca. 150m
til frig. pkt.
Gruvefjellet



Kongens gruve

3-5m dyp grøft



røsker



Guds Gave gruve



synker,
fylt med snø og is

0 10 20 30m

VESTLANDSPROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
HORIZONTALSNITT AV GUDS GAVE
OG KONGENS GRUVE

ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:1000

MÅLT A.K.

AUG -77

TEGN. A.K.

NOV -77

TRAC. R.J.S.

NOV -77

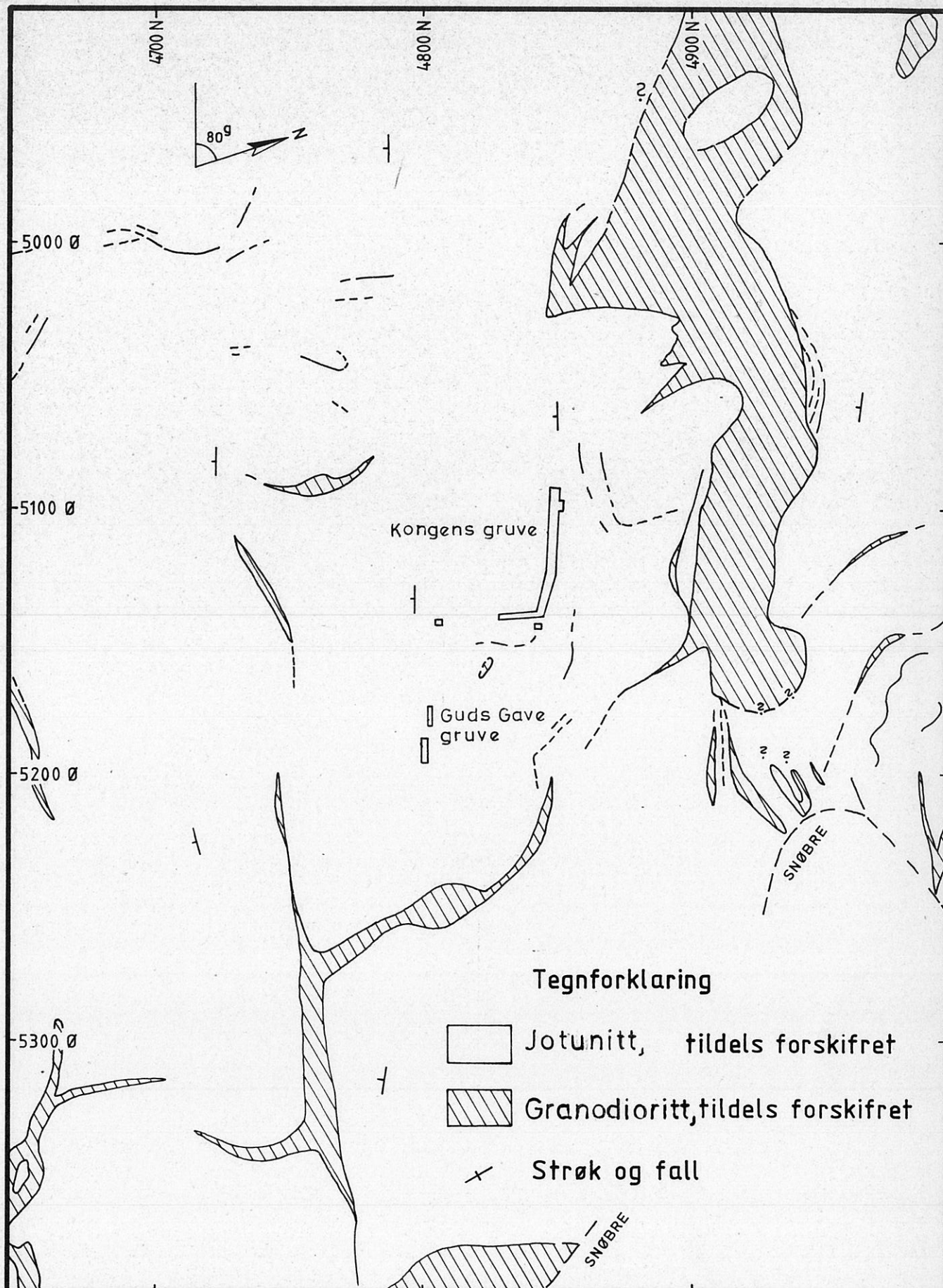
KFR.

TEGNING NR.

1560/9D-03

KARTBLAD (AMS)

1417 I



Tegnforklaring

- Jotunitt, tildels forskifret
- Granodioritt, tildels forskifret
- Strøk og fall

VESTLANDSPROGRAMMET 1977
 MALMUNDERSØKELSER
 GEOLOGISK KARTSKISSE VED
 GUDS GAVE OG KONGENS GRUVE
 ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

MÅLESTOKK

1:2000

MÅLT J.S.P.K.A.K

TEGN. AK

TRAC. R.J.S

KFR.

AUG-77

NOV-77

NOV-77

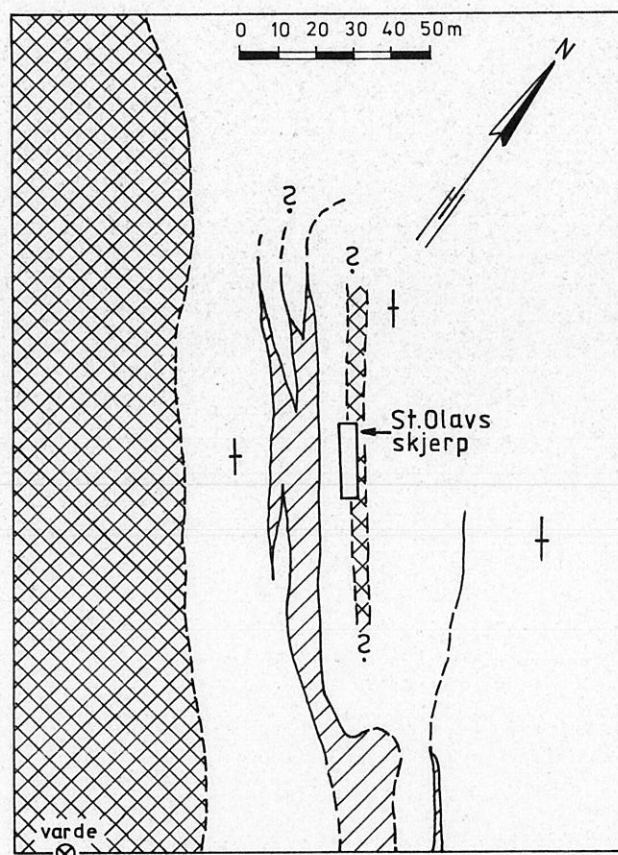
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.

1560/9D-04

KARTBLAD (AMS)

1417 I



Tegnforklaring

- Jotunitt, tildels forskifret
- Granathornblendegabbro
- Granodioritt, tildels forskifret
- Strøk og fall

VESTLANDSPROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
GEOLOGISK KARTSKISSE VED
ST.OLAVS SKJERP

ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:2000

MÅLT A.K.

AUG-77

TEGN. A.K.

NOV-77

TRAC. R.J.S.

NOV-77

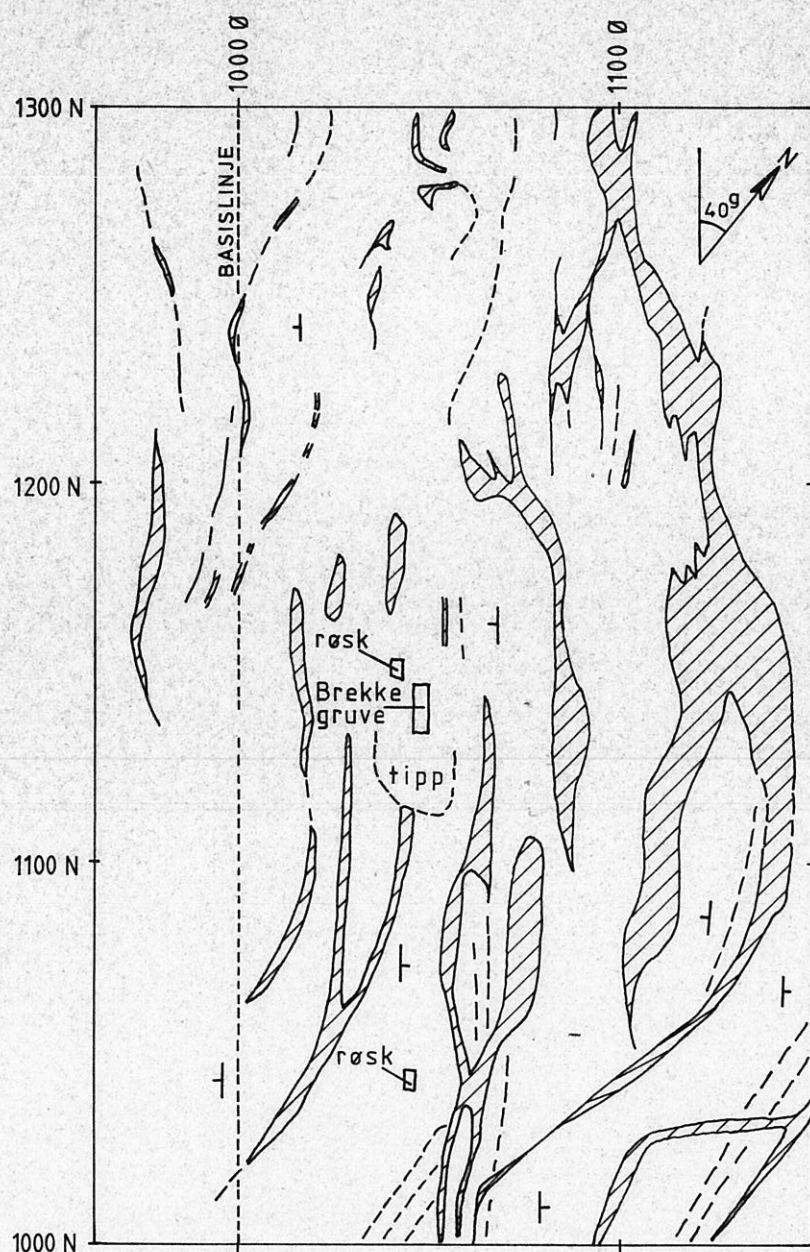
KFR.

TEGNING NR.

1560/9D-05

KARTBLAD (AMS)

1417 I



Tegnforklaring

- Jotunitt, tildels forskifret
- Granodioritt, tildels forskifret
- Strøk og fall

VESTLANDSPROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
GEOLOGISK KARTSKISSE VED
BREKKE GRUVE

ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:2000

MÅLT J.S.P.K.A.K.

TEGN. A.K.

TRAC. R.J.S.

KFR.

AUG -77

NOV -77

NOV -77

TEGNING NR.

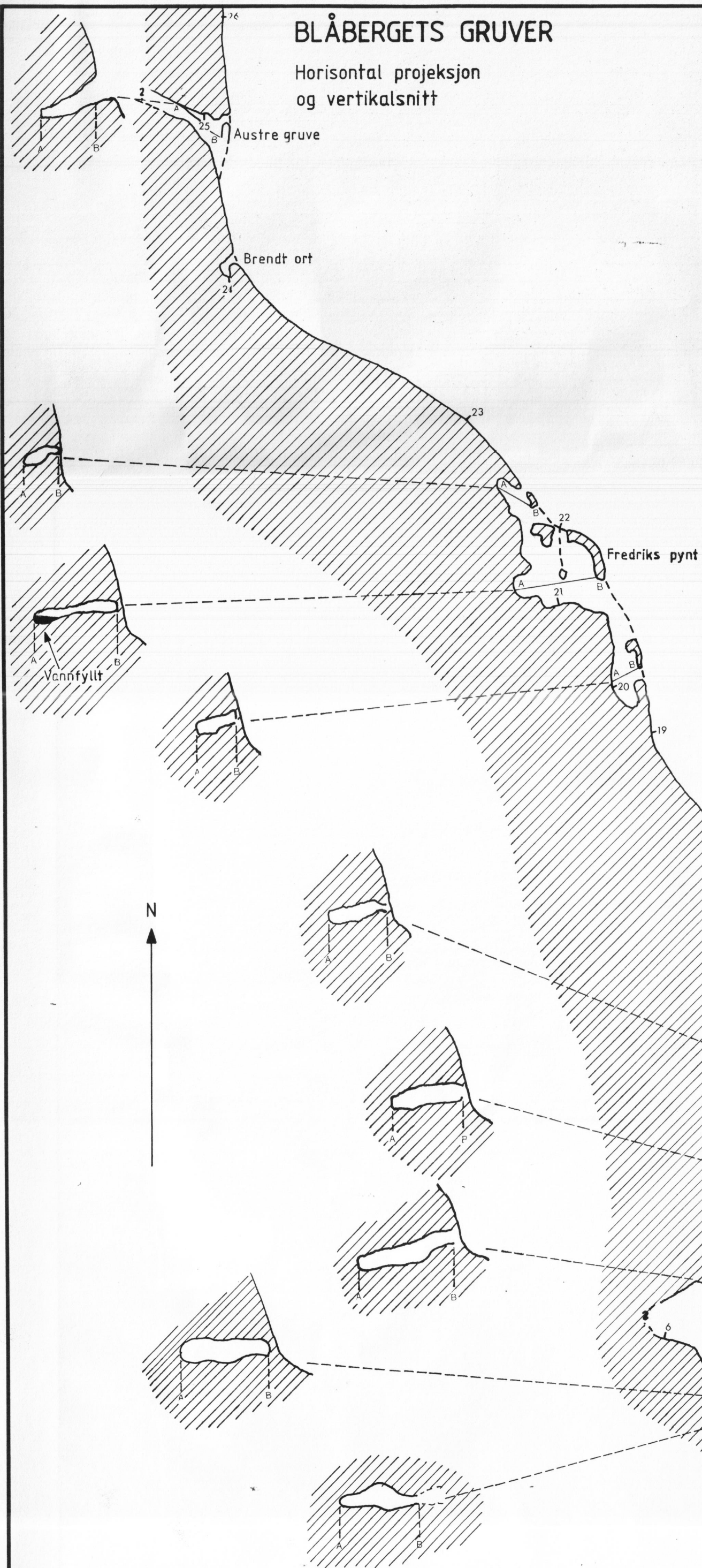
1560/9D-06

KARTBLAD (AMS)

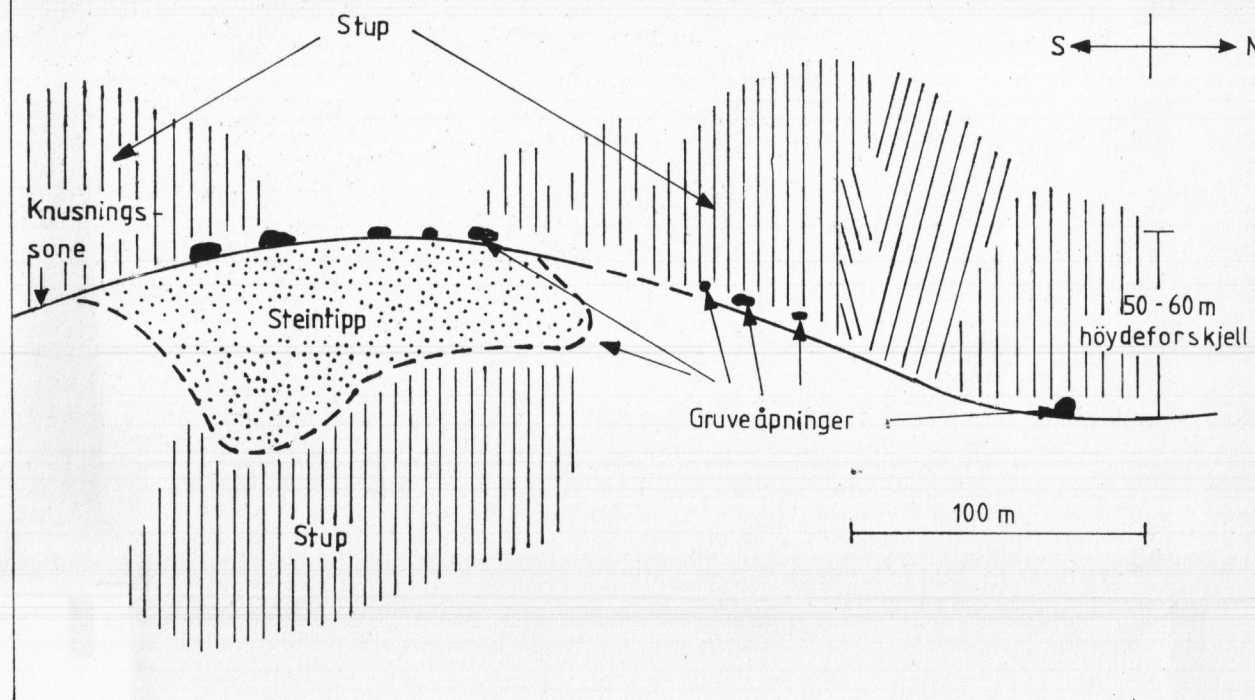
1417 I

BLÅBERGETS GRUVER

Horisontal projeksjon
og vertikalsnitt



SKISSE AV BLÅBERGETS GRUVER
SLIK DISSE TAR SEG UT SETT
FRA FARDALEN I ØST



FARDALEN

TEGNFORKLARING

- Fjell
- 1-26 prøvetakingsprofiler

VESTLANDS PROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
BLÅBERGETS GRUVER
ÅRDAL, SOGN OG FJORDANE

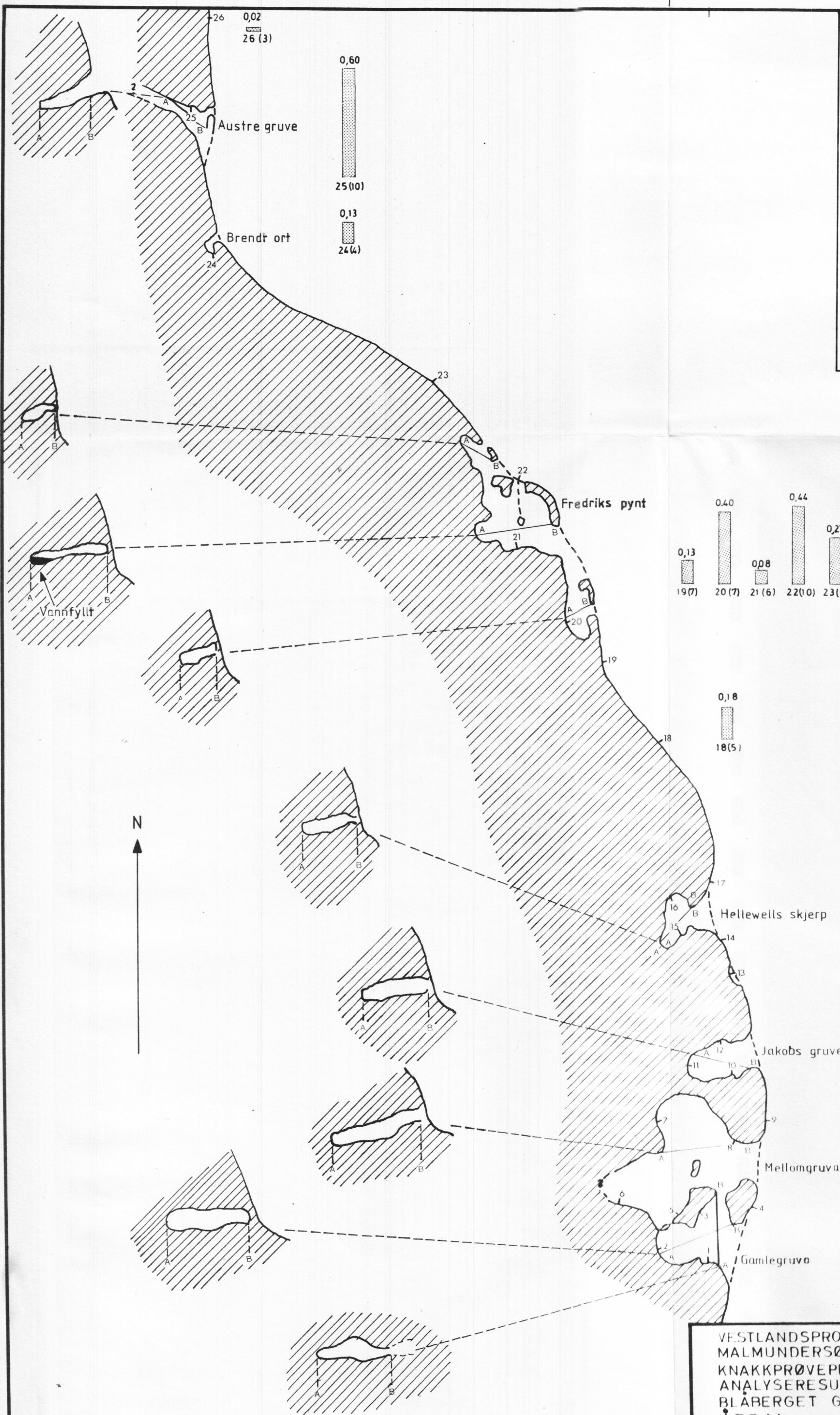
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:
ca.
1:1000

OBS. A.A, A.K	JULI - 77
TEGNA. A.A, A.K	DES. - 77
TRAC. A.M.S	DES. - 77
KFR.	

TEGNING NR.
1560/9D-07

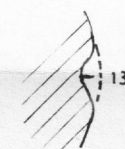
KARTBLAD NR.
1517 IV



OVERSIKT OVER ANALYSERESULTATER

STED	PROFIL NR	ANTALL PRØVER	GJ. SNITT Cu-INNHOLD %
GML. GRUVA OG MELLOMGRUVA	1 - 8	61	0,30
JAKOBS GRUVE	10 - 12	23	0,37
HELLEWELLS SKJERP	14 - 17	23	0,23
FREDRIKS PYNT	19 - 23	36	0,26
AUSTRE GRUVE	25	10	0,60
MELLOMLIGGENDE PARTIER	9,13,18,24,26	27	0,22

TEGNFORKLARING:



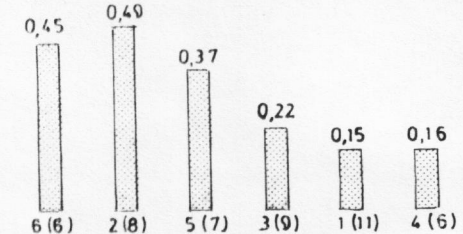
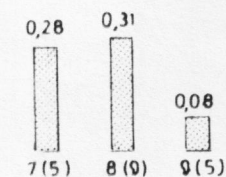
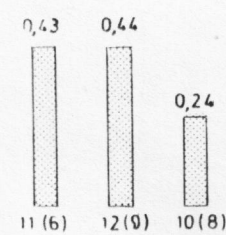
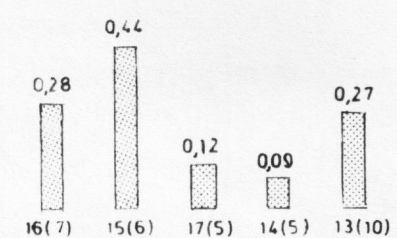
PRØVETATT KNAKKPRØVEPROFIL MED PROFILNUMMER

0,27

Cu-INNHOLD i %

13(10)

PROFILNUMMER (PRØVEANTALL)



VESTLANDSPROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
KNAKKPRØVEPROFILER
ANALYSERESULTATER Cu
BLÅBERGET GRUVER
ÅRDAL, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:
ca.
1:1000

OBS. A.A, A.K JULI - 77
TEGNA.A, A.K DES. - 77
TRAC. A.M.S DES. - 77
KFR.

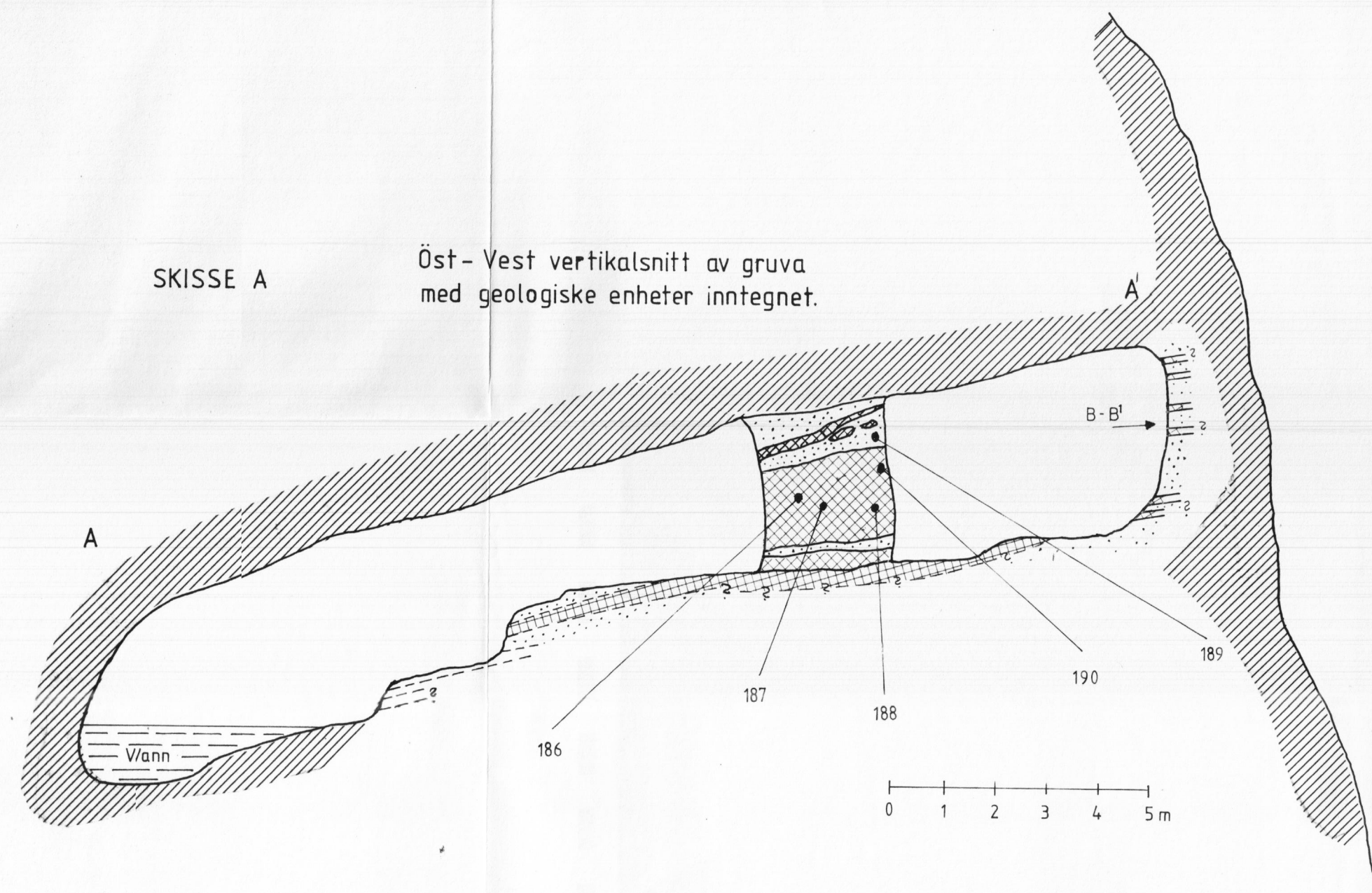
TEGNING NR.
1560/9D-08

KARTBLAD NR.
1517 IV

BLÅBERGETS GRUVER
GEOLOGISKE DETALJSKISSER

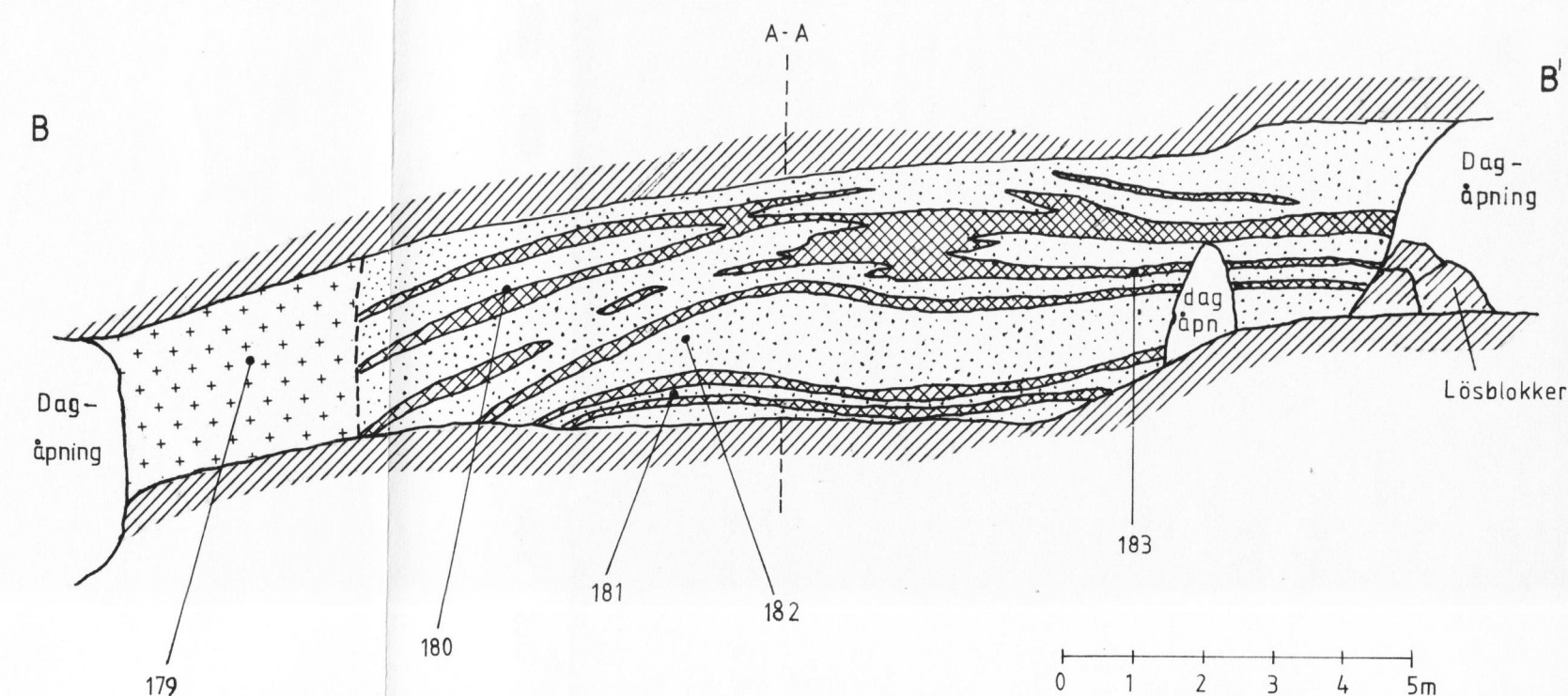
SKISSE A

Öst-Vest vertikalsnitt av gruva
med geologiske enheter inntegnet.



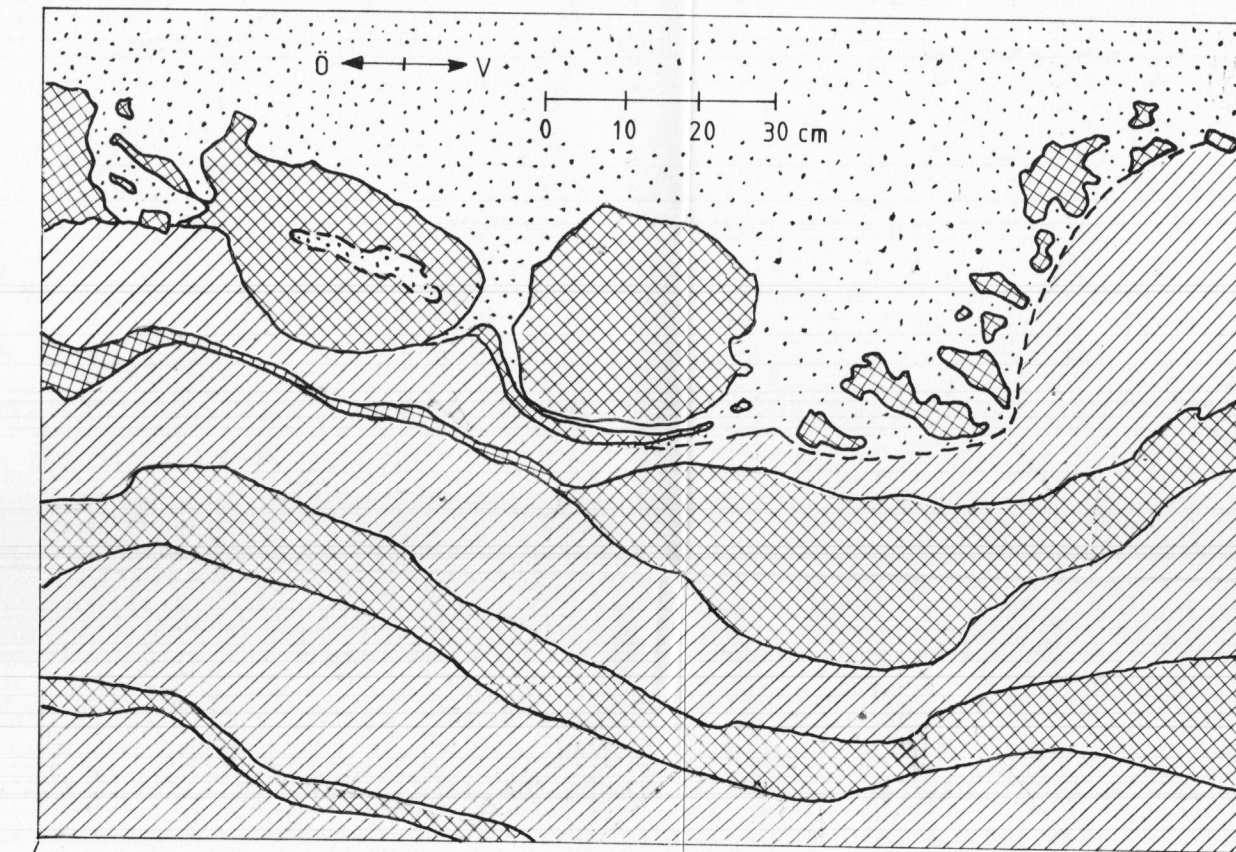
SKISSE B

Geologisk detaljskisse av
østre vegg i gruva



SKISSE C

Geologisk detaljskisse fra nordre side
av bergfeste



Tegnforklaring

a. amfibolitt og hornblenditt, for skisse A og B
b. hornblenditt, for skisse C

amfibolitt, for skisse C

lys mangeritt

trondhemitt

fjell, ikke geologisk bestemt

186 prøvenr.

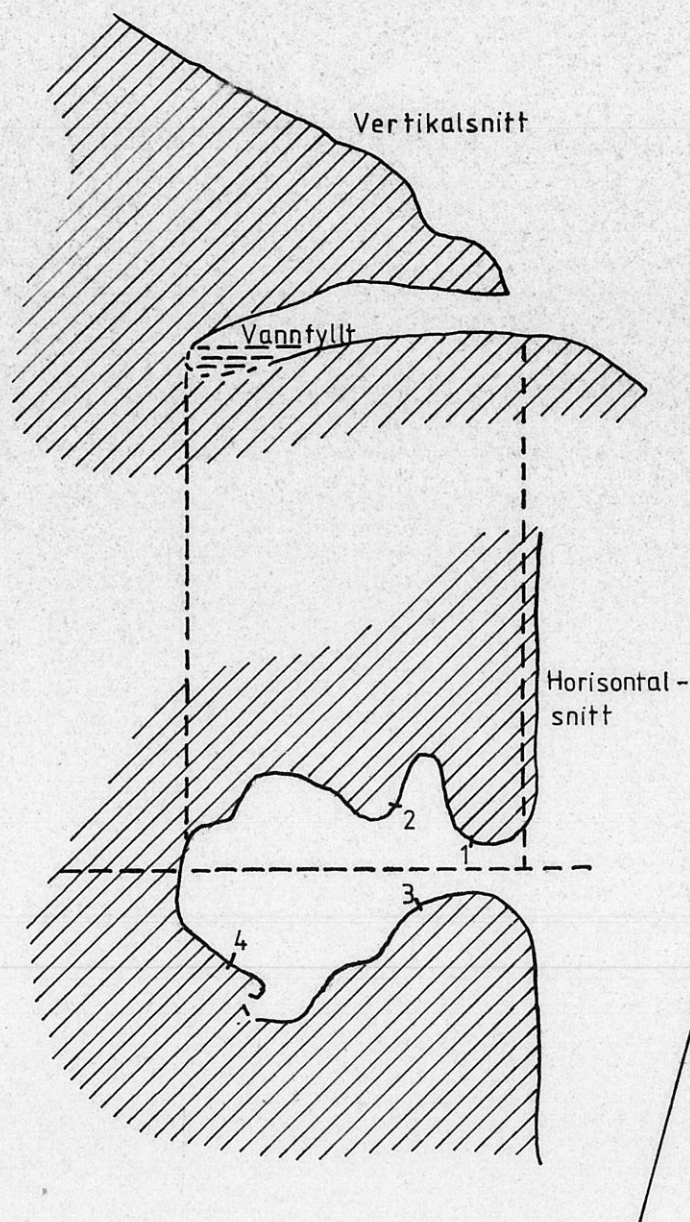
VESTLANDS PROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
GEOLOGISKE DETALJSKISSER
BLÅBERGETS GRUVER
ÅRDAL, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT A.K.	JULI - 77
1:100	TEGN. A.K.	DES. - 77
og	TRAC. A.M.S.	DES. - 77
1:10	KFR.	

TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
1560/9D-09	1517 IV

ABÖLE GRUVE



0 10 20 30 m

VESTLANDS PROGRAMMET 1977
MALMUNDERSÖKELSER
KARTSKISSE AV ABÖLE GRUVE
ÅRDAL, SOGN OG FJORDANE.

MÅLESTOKK

ca.

1:770

OBS. A.K.

AUG. - 77

TEGN. A.K.

NOV. - 77

TRAC. AMS

DES. - 77

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.

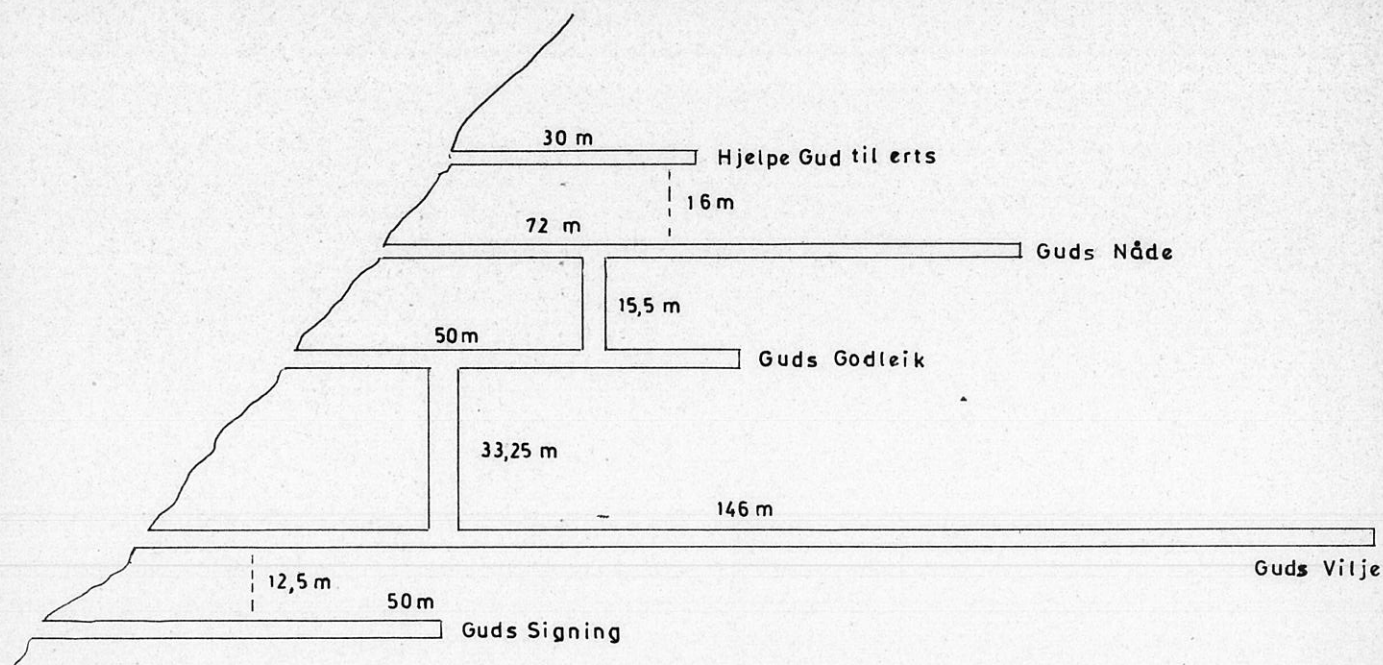
1560/9D - 10

KARTBLAD NR.

1517 IV

PRINS FREDRIKS GRUVE

Etter Bygdebok for Årdal (side 425)



Skisse av de 5 ortene

VESTLANDSPROGRAMMET 1977
MALMUNDERSØKELSER
KARTSKISSE AV
PRINS FREDRIKS GRUVE
ÅRDAL, SOGN OG FJORDANE

MÅLESTOKK

ca

1 : 940

OBS.

TEGN.

TRAC.

KFR.

J. S. MARS -78

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1560/9D-11

KARTBLAD NR.
1517 IV