

VESTLANDPROGRAMMET

oppdrag 1560/5

UNDERSØKELSE AV

KOPPERFOREKOMSTER VED ÅRDAL

Årdal kommune, Sogn og Fjordane

august 1976

Oppdragsgiver : NGU, Vestlandsprogrammet
Oppdrag nr. : 1560/5
Arbeidets art : Befaring og geologisk vurdering av kop-
perforekomster ved Årdal
Sted : Årdal kommune, Sogn og Fjordane
Tidsrom : 9/8 - 6/9 1976
Prosjektleder : Statsgeolog Karl Oscar Sandvik
Saksbehandler : Vit.ass. Are Korneliussen

Norges geologiske undersøkelse
Geologisk avdeling
Postboks 3006, 7001 Trondheim
Telefon (075) 20166

INNHOOLD

	Side
INNLEDNING	3
UTFØRELSE	3
Tidligere undersøkelser	3
Årdal kopperverk	3
Feltarbeid	4
Bearbeiding	4
RESULTATER	5
Oversikt over berggrunnen	5
Oversikt over malmbeforekomstene	6
Oversikt over mineraliseringstyper	10
Kommentar til analyseresultater	10
Et botanisk aspekt	11
KONKLUSJON	12
LITTERATUROVERSIKT	14

PLANSJER

- 1560/5 - 01 Topografisk kart, Årdal - Luster. M 1:250 000
- 1560/5 - 02 Guds gave og Kongens gruve.
 Skisse av beliggenheten. M 1:2 000.
- 1560/5 - 03 Blåberget gruve. Skisse av beliggenheten. M 1:2 000
- 1560/5 - 04 Prins Fredriks gruve. Skisse. M 1: 940
- 1560/5 - 05 Geologisk kart og lokalitetskart. M: 50 000

BILAG

1. Analysedata. Atomabsorpsjon Cu, Ni, Pb, Zn og Ag
 Bergartsprøver og malmprøver
2. Analysedata. Spektrografisk gullanalyse

INNLEDNING

Som resultat av en bevilgning på kr 245 000,- over Statsbudsjettets Kap.756, post 21 - Til vekstfremmende tiltak på Vestlandet, ble det i 1976 utført en orienterende undersøkelse av kopperforekomster ved Årdal i Indre Sogn.

Den geologiske delen av undersøkelsen har hatt karakter av befaringer for å oppnå en generell oversikt over malmforekomstene og geologien i området. I tillegg ble det utført regional prøvetaking av bekkesedimenter. Denne rapporten er basert på geologiske observasjoner og senere bearbeiding av innsamlet prøvemateriale, mens det for geokjemiundersøkelsen henvises til særskilt rapport nr. 1504 B.

UTFØRELSE

Tidligere undersøkelser

Området er geologisk kartlagt av Rekstad (1905) som også gir en kort omtale av den gamle gruvedriften. I tillegg har Oxaal (1913) kartlagt granitter ved Årdalsfjorden. I NGU's bergarkiv finnes noen gamle rapporter om forekomstene. Av nyere dato foreligger et notat av B. Røsholt (1976) laget på grunnlag av befaringer utført i 1971 for A/S Sydvaranger. Ellers gir Bygdeboka for Årdal (1971) en rekke opplysninger om det gamle Årdal Kobberverk, men sier lite eller intet om mineraliseringstyper, forekomststørrelser og geohalter.

Berggrunnen tilhører Jotundekket som forøvrig betraktes som et av hovedproblemene i norsk geologi. En rekke publikasjoner foreligger men ingen av disse er av direkte relevans for malmforekomstene ved Årdal. For tiden driver en sveitsisk gruppe undersøkelser i Tyin-Valdres området og grupper fra universitetene i Oslo og Bergen ved Lærdal og Aurland.

Årdal kopperverk

De første malmbunn ble gjort i Fardalsområdet nord for tettstedet Øvre Årdal omkring år 1700, og innledet en periode med gruvedrift og skjærpeaktivitet som varte i omkring 35 år.

3 forekomster har i første rekke vært gjenstand for gruvedrift:

- (1) Blåberget gruve ca. 500 m o.h. 1 km nord for Øvre Årdal,
- (2) Guds gave og Kongens gruve på Gruvefjellet 1510 m o.h., og
- (3) Prins Fredriks gruve på østsiden av Fardalen ca. 800 m o. h. 6 km nord for Øvre Årdal. Pl. 1 og 5 viser forekomstenes beliggenhet.

Hovedforekomsten på Gruvefjellet ble funnet i år 1700 og Blåberget forekomsten året etter. I løpet av 2-3 år ble det satt igang systematisk bryting av malm. Det ble funnet gedigent gull i kopperertsene på Gruvefjellet, og Kong Fredrik 4. som selv ville ha kontroll med all produksjon av edelmetaller kjøpte verket i 1708. Driften gikk imidlertid dårlig økonomisk, et forhold som i stor grad kan tilskrives Gruvefjellgruvenes vanskelige beliggenhet med store problemer ved bryting og transport særlig om vinteren.

Driften på Gruvefjellet ble etter hvert redusert samtidig som en trappet opp virksomheten ved Blåbergetforekomsten som på tross av fattigere malm ble foretrukket på grunn av den gunstigere beliggenheten. I 1725 ble driften på Gruvefjellet helt nedlagt samtidig som en startet drift i en nyoppdaget forekomst, Prins Fredriks gruve, men verket gikk fortsatt dårlig og all drift ble avsluttet i 1934.

Malmen som ble fraktet til smeltahytta ved Farnes (Øvre Årdal) inneholdt mellom 2,5 og 6 % kopper. Uttatt malmmengde anslåes på grunnlag av gamle opplysninger om gruveanleggene og utførte befaringer til ca. 40 000 tonn.

Kilde: Bygdebok for Årdal. Band 1. Koparverket av Søren Ve, side 384-476, 1971.

Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført av vit.ass. Are Korneliussen i tiden 9/8-6/9 1976. Undersøkelsene har vært av orienterende art for å oppnå en generell forståelse av malmforekomstene og av berggrunnen i området.

Forekomsten ble forsøkt befart etter stedsangivelser fra NGU's bergarkiv, men opplysningene har vist seg å være mangelfulle slik at enkelte skjerp ikke er funnet. Dette har imidlertid mindre betydning for resultatet av dette innledende arbeidet. Ved befaringene ble det lagt vekt på å oppnå et omtrentlig inntrykk av forekomststørrelse og -form og av mineraliseringstypen. Undersøkelser under jord er ikke utført fordi deler av de gamle gruveanleggene er rast sammen eller at gruvene er fylt av is og vann. Prøvetakingen har derfor av praktiske årsaker vært noe tilfeldig og er i stor grad basert på materiale fra steintipper.

Bearbeiding

Innsamlet prøvemateriale er analysert på Cu, Ni, Pb, Zn og Ag (atomabsorpsjon), og for noen prøver også på gull (spektrografisk). I tillegg er tynnslip og polerslip preparater av bergarts- og malmprøver studert i mikroskop for å oppnå en bedre forståelse for bergartenes og malmenes petrografi og mineralogi.

RESULTATER

Oversikt over berggrunnen

Berggrunnen tilhører Jotundekket (dekkene?).

Det hersker enighet om at Jotundekket består av prekambriske bergarter med en kompleks metamorf og tektonisk historie og eokambriske sedimenter (Valdressparagmitt), som i løpet av den kaledonske orogenese ble skjøvet over kambro-ordoviciske (siluriske) bergarter. Gravimetriske data indikerer store mektigheter av tunge bergarter under de sentrale deler av Jotunheimen (Smithson, Ramberg og Grønlie, 1974). Det store spørsmålet er om jotunbergartene er skjøvet opp fra dypet og med lokalt utviklede, foldede skyvedekker, eller om jotunbergartene tilhører et (eller flere) flak som er skjøvet inn fra nordvest.

Det vedlagte geologiske kart (pl. 5, M 1:50 000) er basert på Rekstads kartlegging (1905) med den forandring at "gabbro" nå kalles "gneis", samt at en inndeling i flere granitt-typer som ble innført av Rekstad og videreført av Oxaal (1913) ikke er forstått og derfor ikke blir benyttet i denne rapporten. Alle bergartsgrenser er omtrentlige og må revurderes.

Betegnelsen "gneis" dekker en gruppe forholdsvis inhomogene bergarter av overveiende gabbroisk sammensetning. Anorthositter opptrer innen den samme bergartsgruppe som gneisene, og forekommer i de vestlige deler av området i såpass store mengder at anorthositt her skilles ut som egen bergartsenhet (pl.5). Gneis og anorthositt intruderer av granittiske (trondhjemitt) intrusivganger som opptrer spredt over store deler av området og er spesielt hyppige ved Årdalsfjorden i syd hvor granitt skilles ut som egen bergartsenhet (pl.5).

Malmforekomstene er tilknyttet amfibolittiske partier i gneisene.

Gneis

I tillegg til de gabbroide gneisbergarter forekommer granittiske til kvartsmonzonittiske bergarter, amfibolitter og spredte linseformede legemer av ultramafiske bergarter (hovedsakelig orthopyroksenitt). Gneisene er inhomogene, tildels med hyppige variasjoner mellom de forskjellige bergartsenheter ofte i m til 10 m-skala. Et vanlig trekk er sterk deformasjon og oppknusing av gneisene, påfulgt av delvis rekrystallisasjon under amfibolitt til granulitt-facies metamorfose. De tektoniske forhold domineres av skyvetektonikk, men noen klar forståelse for strukturgeologien foreligger ikke. Kartlegging av forskjellige bergartsenheter innen gneis-bergartsgruppen er ikke utført

(unntatt for anorthositter i vest). Dette vurderes som en omstendig og tidkrevende oppgave.

Anorthositt

Ved Offerdal og Kinsedal i de vestlige deler av området forekommer store mengder av anorthosittiske bergarter som har gjennomgått de samme folde og skyvebestemmelser som gneisene, og en rekke steder østover mot Fardalen kan en observere mindre partier av innfoldet anorthositt i gneis (ikke kartlagt). Anorthosittene har sterkt varierende innhold av hornblende og granat. Vekslede lagdeling mellom amfibolitt og anorthositt kan forekomme, og i ett tilfelle (lok. E 14, pl. 5) er det observert en lagdeling mellom dunitt og amfibolitt i anorthositt. Feltspaten som er en labrador kan være sterkt serisittisert og er ofte deformert. Områdene som er avmerket som anorthositt (pl. 5) har anorthositt som viktigste bergart i forhold til gneis og granitt (se nedenfor).

Granitt

Gneis og anorthositt intruderer av en lyshvit granittisk (trondhemittisk) gangbergart. Intrusivgangene er ofte svakt sammenfoldet med de omkringliggende bergarter og har antakelig intrudert før eller under en sen folde/skyve periode som sannsynligvis kan sees i sammenheng med den store kaledonske overskyvning av Jotundekket. Intrusivgangene opptrer spredt i de midtre og nordlige deler av området og er vanligvis bare noen få dm til 3-4m mektige. Mot Årdalsfjorden i syd øker både mektighet og hyppighet og granitt kan her utgjøre en betydelig andel av den totale bergartsmasse (avmerket som granitt i pl. 5).

Oversikt over malmsforekomstene

Forekomstene er forsøkt befart etter stedsangivelser fra NGU's bergarkiv. Flere av skjerplokaltetene er ikke funnet.

Guds Gave og Kongens gruve. (Koord. 427.8/6804.2, Kart 1417 I).

Disse gruvene ligger i en høyde av 1510 m o. h. ca. 200 m SØ for trig. punktet på Gruvefjellet (pl.2). Guds Gave er en ca. 50 m lang grøft, 3-4 m bred og 3-5 m dyp, langs strøket i gneissene (ØSØ-VNV). Kongens gruve ligger ca. 50 m Ø for Guds Gave langs det samme strøket og består av 2 synker hver med dagåpning ca. $10 \times 4 \text{ m}^2$. Synkene løper sammen i dypet og skal visnok rekke 40 m ned.

Gruvene var i august 1976 fylt av snø, is og vann og det var ikke mulig å få noe godt inntrykk av de mineraliserte partiets maktighet og opp-treden i forekomsten. Etter prøver fra tippene og fra de tilgjengelige deler av gruvene virker det som om ertsmineraliseringene i første rekke er tilknyttet utdratte, linseformede partier eller soner i dm til 1-2 m (?) tykkelse av en finkornig amfibolittisk bergart.

De viktigste ertsmineralene er bornitt og kopperglans som opptrer som impregnasjon i amfibolitt og tildels også i den nærliggende gneis, og som utfellinger på sprekker. I tillegg forekommer en finkornig kvartsittisk bergart med tilsvarende ertsmineraliseringer som i amfibolitt, men denne bergarten er her bare observert på tipp og feltforholdene er ukjente. Granittiske intrusivganger som gjennomskjærer mineraliserte partier i amfibolitt og gneis inneholder ofte svake ertsmineraliseringer som ofte tilkjennegies ved malakittutfellinger.

Det er ikke observert mineraliseringer ved siden av den ca. 4 m brede sonen som gruvene ligger langs, mens svake mineraliseringer er observert mellom gruvene og langs fortsettelsen av strøket vest for Guds Gave.

Mineraliseringene langs malmsonen virker meget uregelmessig og en forholdsvis stor andel av den uttatte massen ligger igjen på tippene.

Uttatt masse: Ca. 10 000 tonn.

Brekke gruve (koord. 428.8/6803.7, kart 1417 I).

Ifølge "Bygdebok for Årdal" (s. 422) skal denne gruva ligge ca. 1300 m SØ for Guds Gave og Kongens gruve, og ca. 2-300 m lavere. Dagåpningen er ifølge bygdeboka ca. 20 m lang og 3-4 m bred, og dybden ca. 6 m. Forekomsten er ikke befart.

Uttatt masse: Ca. 3 000 tonn.

St. Olavs skjerp (koord. 426.6/6803.6, kart 1417 I).

Skjerpeligger ligger 1330 m o. h. 1,5 km SV for Guds Gave og Kongens gruve. Dagåpningen er ca. 20 m lang og 3-4 m bred, og dybden ca. 6 m. Skjerpel var i august fylt med vann. Mineraliseringen består av meget uregelmessig disseminasjon av bornitt, kopperglans og kopperkis som de viktigste mineraler, tildels også som små sprekkefyllinger, i finkornig feltspatrik gneis og amfibolittisk bergart. Amfibolittenes opp-treden er ukjent, men det virker som om mengdeforholdene er ubetydelige. Mineraliseringen har en tendens til å ruste i motsetning til ved Guds Gave og Kongens gruve og ved Blåberget (se nedenfor). Det er ikke observert mineraliseringer i gneisene ved siden av skjerpel som nok må betegnes som ubetydelig.

Utatt masse: Ca. 1 000 tonn.

Blåberget gruve (koord. 434.4/6798.7, kart 1517 IV).

I den bratte Ø/SØ siden av Blåberget ca. 500 m o.h. ligger flere gruve-åpninger på rekke langs en relativt flattliggende skyvesone i fjellet. Mineraliseringen er dissennasjon av bornitt og kopperglans i en finkornig amfibolittisk bergart av lignende type som ved Guds Gave og Kongens gruve på Gruvefjellet, og som utfellinger på sprekker. Amfibolitt og gneis (finkornig feltspatrik) er tildels sterkt fordelt og intruderer av granittiske intrusivganger. Gruvegangene ser i stor grad ut til å følge amfibolittenes noe uregelmessige forløp innover i fjellet, og har varierende lengde, bredde og høyde. Gjennomsnittshøyden under taket er 2-3 m, maksimalt 4-5 m, som er korresponderende med de mineraliserte amfibolittmektheter.

Bilag 3 viser et horisontalsnitt av gruvenes plassering.

Uttatt masse: Over 10 000 tonn.

Ifølge "Bygdebok for Årdal" (s. 429) skal det i tillegg være en gruve-åpning på vestsiden av Fardalen ved Åbøle. Denne gruve ligger sannsynligvis langs fortsettelsen av den samme sonen som Blåberget forekomsten ligger ved.

Prins Fredriks gruve (koord. 433.3/6804.0, kart 1517 IV)

I dalsiden ca. 800 m o.h. på østsiden av Fardalen ved Åresete ligger Prins Fredriks gruve. Dagåpningen er sterkt tildekket av ras slik at gruva er utilgjengelig for ferdsel.

Fig. 4 som er en skisse hentet fra "Bygdebok for Årdal" (s. 425) viser 5 stoller. Den ertsførende sonen som er steiltstående og stryker mot Ø, er ifølge bygdeboka (s.424) ca. 1 dm til ca. 2 m mektig og inneholder i tillegg til de vanlige koppermineraler vissnok også noe gedigent kopper og sølv.

Dalsiden i gruveområdet er sterkt overdekket, men bergartene ser i blotningene ut til å være av lignende type som ved Blåberget og Gruvefjellets gruver.

Uttatt mass: 10 000 - 15 000 tonn.

Åsete skjerp (koord. 435.5/6803.6, kart 1517 IV)

Langs den omtrentlige fortsettelsen av strøket fra Prins Fredriks gruve mot SØ ligger et lite skjerp (Lok.3) ca. 1 200 m o.h.). Skjerpets er ca. 2x3m² horisontalt og ca. 1 m dypt. Mineraliseringen er noe bornitt og koppekis i finkornig lenkokratisk gneis og ligner på mineraliseringen ved St. Olavs skjerp.

Ifølge bygdeboka (s. 426) skal Åsete skjerp være en 7 m dyp, 5 m lang og

3 m bred synk som i bunnen har en 12 m lang ort mot vest. Et slikt skjerp eksisterer nok, men området har ikke vært grundig nok gjennom søkt til at det er funnet.

Krossbakken skjerp (Galden skjerp?, koord. 435. /6998, kart 1517 IV).

Like vest for brua over Utle skal det ifølge bygdeboka være en 15 m lang stoll.

Midnes skjerp (koord. 433.9 (?) / 6794.9(?), kart 1517 IV)

Forekomsten er ikke funnet, men skal ifølge bygdeboka (s.430) ha mineraliseringer av malakitt, kopperkis, pyritt og blyglans. Det skal være drevet 3 orter ovenfor hverandre langs en steil sone i fjellet som muligens er en skyvesone.

Brennborg skjerp (koord. 434.0(?)/6794.0 (?), kart 1517 IV)=

Ifølge bygdeboka (s.430) skal dette skjerpet som heller ikke er funnet midt på sydsiden av Årdalsvatnet ved Brennborg. Mineraliseringen består vissnok av noe kopperkis og er antakelig ubetydelig. Tre små orter skal være sprengt inn i fjellet.

Ofredal skjerp er ikke funnet. Usikker lokalitet.

Torsteinsberget skjerp

Andre observerte mineraliseringer

Koppersulfidmineraliseringer er foruten ved de kjente forekomster observert i flere tilfeller hvorav 2 bør nevnes:

1. Lok F4 (koord. 436.5/6803.2, kart 1517 IV). Øst for Åsete skjerp er det i ei steinur på sydsiden av et ultramafisk bergartslegeme observert malakittfelling i en granittisk/pegmatittisk intrusivgang. I gneisblokker i ura forekommer svake mineraliseringer av kopperkis (som disseminasjon og små sprekkefyllinger). Analyse: Bilag 1.
2. Lok H8 (koord. 432.7/6812.4, kart 1517 IV). Ved en kraftledningsnast på sydsiden av en veiskjæring ved Berdalsbandet er det observert malakittutfelling i en granitt/pegmatittgang samt noe kopperkis og bornitt i en nærliggende amfibolittisk bergart. Disse mineraliseringer virker ubetydelige, men feltforholdene er ikke klarlagt og en nærmere opp-

følging vil være nødvendig.

Oversikt over mineraliseringstyper.

Befaringene ved i første rekke Blåberget, Guds gave og Kongens gruve gir et sterkt inntrykk av at mineraliseringene primært er tilknyttet amfibolittiske partier i gneiser, som disseminasjon av bornitt og kopperglans som de viktigste mineraler. Sekundært forekommer utfellinger av ertsmineraler på sprekker i amfibolitt og i de omkringliggende gneiser. I tillegg viser granittiske intrusivganger ofte malakittutfellinger der hvor gangene skjærer gjennom de mineraliserte amfibolitter.

De viktigste ertsmineraler ved siden av bornitt og kopperglans er kopperkis, digenitt og covelitt.

Ved Blåberget, Guds gave og Kongens gruve er kopperkis et aksessorisk mineral som kan opptre som selvstendige korn eller som lameller i bornitt. Enkelte andre lokaliteter som St. Olavs og Åsete skjerp og lokaliteten F4 og H8 har ertsmineraliseringer hvor kopperkis er dominerende og med bornitt, kopperglans m.m. i underordnede mengder. Mineraliseringene er i disse tilfeller som disseminasjon og små uregelmessige sprekkefyllinger i gneis og tildels også i amfibolittiske partier, og viser i motsetning til mineraliseringene ved Blåberget, Guds gave og Kongens gruve en tendens til å ruste.

Generelt for alle befarte forekomster er en stor variasjon i mineraliseringenes rikhet. Dette gjelder i første rekke sprekketype mineraliseringer men er også markant for disseminasjonstypen. For eksempel viser analyser av amfibolittprøver (disseminert mineralisering) fra tippene ved Guds gave og Kongens gruve koppergehalter fra ca. 0,2 til 7%. Noen lovmessighet i mineraliseringenes opptreden er ikke observert verken innen de enkelte amfibolitter eller i amfibolittenes opptreden. Tektoniske forhold er i denne forbindelse av stor betydning, men noen klar forståelse er ikke oppnått.

Kommentar til analyseresultater

Bilag 1 gir analyseresultater for Cu, Ni, Pb, Zn og Ag, med opplysninger om bergartstype og prøvelokalitet.

En ser av analyseresultatene at innholdet av Ni, Pb, Zn og Ag er ubetydelig.

Det forekommer enkelte relativt høye kopperverdier fra Guds gave og Kongens gruve (3-5% Cu), men disse er ikke representative (prøver fra tipper) og bør ikke tillegges stor vekt. Gjennomsnittsverdier for amfibolittprøver fra Guds gave og Kongens gruve ligger omkring 2% Cu (16 pr.) og

fra Blåberget gruve ca. 0.4% (9 anf.pr.) Gneisprøver ligger gjennomgående atskillig lavere.

Ifølge Bygdebok for Årdal (s. 460) innholdt malmen som ble fraktet til smeltehytta i Fardalen mellom 2,5 og 6% kopper. Dette var håndskedet rik malm mens den fattigere malmen ble liggende igjen på tippene.

Forekomstene Guds gave og Kongens gruve, Blåberget gruve og sannsynligvis også Prins Fredriks gruve har koppergehalter som i prinsippet vil kunne være av økonomisk interesse. Forekomstenes størrelse vil i denne forbindelse være helt avgjørende.

Prøver fra St. Olavs skjerp og Åsete skjerp viser relativt lave verdier, og forekomstene er antakelig av mindre interesse hovedsakelig fordi mineraliseringene virker ubetydelige i størrelse. Det samme gjelder mineraliseringene ved lokalitetene H8 og F4.

For de øvrige prøver utenom de kjente forekomster er koperverdiene gjennomgående meget lave. Flertallet av disse prøver er fra amfibolitter som er tilfeldig prøvetatt uten at det er observert mineraliseringer.

Gull

Gullinnholdet i de analyserte prøver er gjennomgående lavt (se bilag 2). Sammensatte prøver fra Guds gave og Kongens gruve og fra Blåberget gruve (prøve I og II, bilag 2) inneholder under 0,1 g Au/tonn. En malmstuf fra Kongens gruve (prøve V, bilag 2) inneholder 3,8 g Au/tonn, men denne prøven (fra tipp) som inneholder ca. 20% bornitt og kopperglans som sprekkefylling i gneis, er en utvalgt rik prøve og på ingen måte representativ for forekomsten. De sammensatte prøver kan som en meget grov tilnærming oppfattes som representative.

Gull er ikke påvist i prøver fra lokalitet H8 (ved Berdalsbandet) og St. Olavs Skjerp (prøve nr. III og IV, bilag 2).

De påviste gullverdier er såpass lave at gull neppe vil kunne bli av vesentlig økonomisk betydning for Årdalsforekomstene.

Et botanisk aspekt

Fjellbjærebom (*viscaria alpina*) eller kopperblomst som den vanligvis kalles utgjør et karakteristisk innslag i høgfjellsvegetasjonen over store deler av området. Ved Åsete (lok. F3, pl.5) øst for Fardalen forekommer "forgiftningsflekker" i vegetasjonen. Flekkene er 4-20m² og opptrer på rekke mot Ø over en avstand av ca. 150 m i en slak nordvendt dalskråning

ca. 1150 m o.h..

Det bemerkelsesverdige er at fjelltjæreblom vokser i endel av disse flekkene mens den ikke er observert i den ankringliggende lyng og grasvegetasjonen. Det er sannsynlig at høyt tungmetallinnhold (kopper) i jordsmonnet påvirker vegetasjonen en rekke steder i området, som i så fall burde kunne benyttes i malmløsingssammenheng.

KONKLUSJON

Forekomsten ved Guds gave og Kongens gruve på Gruvefjellet har avgjort rike malmpartier, men mektighetene er små (under ca. 2 m) og det virker som om mineraliseringenes opptreden er meget uregelmessig. Blåberget forekomsten inneholder mineraliserte amfibolitter med opptil 4-5 m mektighet, men amfibolittene og de mineraliserte partiets opptreden er også her uregelmessige. Prins Fredriks gruve forekomsten er mere usikker, men liknende forhold som ved Gruvefjellets og Blåbergets gruver er sannsynlig. Alle andre observerte mineraliseringer virker ubetydelige i forhold til disse hovedforekomstene.

Forekomsten ved Blåberget, Guds gave og Kongens gruve på gruvefjellet og muligens også Prins Fredriks gruve forekomsten ser ut til å være tilknyttet tektoniske skyvestrukturer på en eller annen måte: Blåberget forekomsten langs en nær horisontal sone og de to øvrige forekomstene langs steiltstående soner.

Med 1-2% kopper i gjennomsnitt, som er en meget omtrentlig bedømmelse kan det være realistisk å regne med en forekomststørrelse på 50 - 100 000 tonn malm for hver av de 3 hovedforekomstene.

I en økonomisk sammenheng er denne forekomststørrelsen uten interesse når en tar i betraktning at slike forekomster må være i størrelsesorden 10-20 millioner tonn for å kunne bli økonomiske. Et noe høyere kopperinnhold enn 2% samt noe gull og sølv i tillegg vil neppe kunne bedre dette forholdet i vesentlig grad.

Situasjonen kan imidlertid bli mere interessant hvis en eller flere av forekomstene skulle vise seg å være av vesentlig større utstrekning enn først antatt. Dette kan i første rekke være aktuelt ved Blåberget og Prins Fredriks gruver hvor malmsonenes utgående er sterkt overdekket og i praksis ikke har vært undersøkt.

Den nåværende kunnskap er avgjort utilstrekkelig for en endelig bedømmelse av malmressursene i området.

Videre undersøkelser bør utføres med henblikk på å produsere en ressursoversikt hvor det også foretas en økonomisk vurdering. Det bør legges vekt på

detaljert geologisk kartlegging ved forekomstene og kartlegging av amfibolitter ellers i området, og geofysiske (IP) og geokjemiske (jordprøver) undersøkelser ved enkelte utvalgte forekomster som f.eks. Blåberget og Prins Fredriks gruve.

LITTERATUROVERSIKT

- Battey, 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.
- Bygdebok for Årdal, 1971. Band 1. Koparverket av Søren Ve, s.384-476.
- Deichmann, C., 1777. Ba. rapport nr. 353. Historiske efterretninger om de norske guldertser.
- Heim, M., Schärer, U. & Milnes, A.G., 1976. The nappe complex in the Tyin-Bygdin-Vang region. Notat.
- Hornemann, C.H.S., 1918. Ba. rapport nr. 2151. Rapport over Aardal Kopperverks gruber.
- Opheim, A., 1916. Ba. rapport nr. 354. Bemerkninger om mine koppergruber i Aardal.
- Oxaal, J., 1913. Den hvite granit i Sogn. NGU nr. 68, Årbok, del I.
- Rekstad, J., 1905. Fra Indre Sogn. NGU nr. 43, Årbok, del VII.
- Røsholt, B., 1976. Notat fra befaring til Årdal kopperforekomster i Sogn.
- Schmidt, A. og Jonschaus, H., 1743. Ba. rapport nr. 356. Gabe Gottes og Kongens gruber.
- Smithson, S.B., Ramberg, I.B. & Grønlie, G. 1974: Gravity interpretation of the Jotun nappe of the Norwegian Caledonides. Tectonophys., 22, s. 205-222.
- Spargo, E., 1912. Ba. rapport nr. 352. Brev til A. Opheim om Årdalsforekomstene.

ATOMABSORPSJONSANALYSE, ÅRDAL

Analyse ved Kjemilab., NGU, Kjemisk avdeling

Prøve	Kart	Koordinater	Cu%	Ni%	Pb%	Zn%	Ag ^g /t	Merknad	
2-3	1417I	426.6/6803,6	1,3	-	-	-	<5	St. Olavs skjerp.	Amf., fra tipp
2-4	"	"	0,31	-	-	-	<5	"	Leuko.gn., fra tipp
2-5	"	"	1,4	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
3-0A	"	427.8/6804,2	0,14	-	-	-	<5	Guds gave gr.	H.bl. gabbro, fra tipp
3-0B	"	"	3,2	-	-	-	5	"	Amf. (linse i 3-0A)
3-1	"	"	2,3	-	-	-	<5	"	Kvartsitt, fra tipp
3-2S	"	"	0,94	-	-	-	<5	"	Amf. i oppkn. leuko.gn. breksje
3-3	"	"	4,6	-	-	-	6	"	Leuko.gn.m. amf. fra tipp
L4-1	"	"	0,04	-	-	-	<5	"	Amf. fra sideberg
L4-2	"	"	1,3	-	-	-	5	"	Leuko.gn., oppkn., fra tipp
L4-3	"	"	0,01	-	-	-	<5	"	Leuko. gn., fra tipp
L4-5	"	"	0,45	-	-	-	<5	"	Leuko. gn., oppkn., fra tipp
L4-6	"	"	0,91	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
L4-7	"	"	2,4	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
L4-8	"	"	0,01	-	-	-	<5	"	Leuko. gn., fra sideberg
L3-1	"	"	0,20	<0,01	<0,01	<0,01	-	Kongens grube	H.bl., gabbro/gneis, fra tipp
L3-3	"	"	0,30	<0,01	<0,01	<0,01	-	"	Amf., fra tipp
L3-4	"	"	7,0	<0,01	<0,01	<0,01	-	"	Amf. i gn. (oppkn.), fra tipp
L3-5	"	"	4,5	<0,01	<0,01	<0,01	-	"	Amf. og gn. (oppkn.), fra tipp
L3-6	"	"	0,16	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
L3-7	"	"	1,2	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
L3-9	"	"	0,05	-	-	-	<5	"	Leuko. gn., fra sideberg

Prøve	Kart	Koordinater	Cu%	Ni%	Pb%	Zn%	Ag ^g /t		Merknad
L3-10	1417I	427,8/6804,2	1,3	-	-	-	<5	Kongens grube	Amf., fra tipp
L3-15	"	"	0,22	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
L5- 1	"	427,9/6804,2	0,01	-	-	-	<5	Gruvefjellet	Amf.
L5- 2	"	428,1/6804,1	0,01	-	-	-	<5	"	Amf.
L5-3	"	428,3/6804,0	0,01	-	-	-	<5		
K - A	1517IV	434,4/6798,7	0,16	-	-	-	<5	Blåberget gr.	Amf.
K - B	"	"	0,35	-	-	-	<5	"	Amf.
K	"	"	0,32	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
K1- 1	"	"	0,34	-	-	-	<5	"	Amf., fra tipp
K3- 1	"	434,4/6798,8	1,2	<0,01	<0,01	<0,01	-	"	Amf. og leuko. gn., båndet
K5- 1	"	434,4/6798,9	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	-	"	Amf.
K5- 1A	"	"	0,13	-	-	-	<5	"	Amf.
K5- 2	"	434,3/6798,9	0,64	<0,01	<0,01	<0,01	-	"	Amf., fra tipp
K5- 3	"	"	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	-	"	Amf., fra tipp
K9-15	"	434,4/6798,7	0,01	-	-	-	<5	"	Leuko. gn., fra sideberg
D21	1417 I	420,5/6800,0	0,05	0,03	<0,01	<0,01	-	H.bl. gabbro, oppkn., mt+py-impr.	
D22-15	"	421,6/6899,2	0,03	-	-	-	<5	Amf.	
E 2	"	419,7/6804,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	H.bl. gabbro/amf.	
E 7	"	421,6/6804,7	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	Amf., mt-impr.	
E14- 1	"	420,5/6899,4	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	-	Amf. og oppkn. leuko.gn., svak py-impr.	
E14-2	"	"	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	-	Amf.	
E14-35	"	"	0,07	-	-	-	<5	Amf.	
E14 4	"	"	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	Båndet amf./h.bl. gabbro (gneis)	
F 2	1517IV	435,6/680,6	0,21	<0,01	<0,01	<0,01	-	Åsete skjerp. Leuko.gn.	

Prøve	Kart	Koordinater	Cu%	Ni%	Pb%	Zn%	Ag ^g /t	Merknad
F4- 1	1517IV	436,5/6803,3	0,01	0,03	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
F4- 2	"	"	∠0,01	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
F4- 3	"	"	∠0,01	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf./oppkn. leuko.gn., breksje
F4- 4	"	"	0,30	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf./granitt (oppkn.) breksje
F5	"	436,5/6802,6	0,20	-	-	-	∠5	Leuko. gn.
F8	"	437,1/6802,9	0,04	0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
G5	1417I	428,6/6809,5	0,01	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
G7- 1S	"	426,8/6809,4	0,01	-	-	-	∠5	Amf.
H1 -1	1517IV	431,6/6807,5	∠0,01	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf., svak py-impr.
H1- 2	"	"	0,02	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
H7	"	432,2/6812,0	0,01	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf./h.bl. gabbro
H8-A	"	432,7/6812,4	0,03	-	-	-	∠5	Granitt/pegm., oppknust
H8-B	"	"	0,51	-	-	-	5	Amf. sidebergart til H8-A
H8-2	"	"	∠0,01	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
M1	"	432,6/6812,4	0,02	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
Q1	"	432,3/6802,8	0,03	∠0,01	∠0,01	∠0,01	-	Amf.
Q2	"	432,6/6801,7	0,01	-	-	-	∠5	Kv. monzonitt,leuko.
S	"	431,8/6803,6	0,01	-	-	-	∠5	Amf./h.bl. gabbro

ANALYSE PÅ GULL (Au)

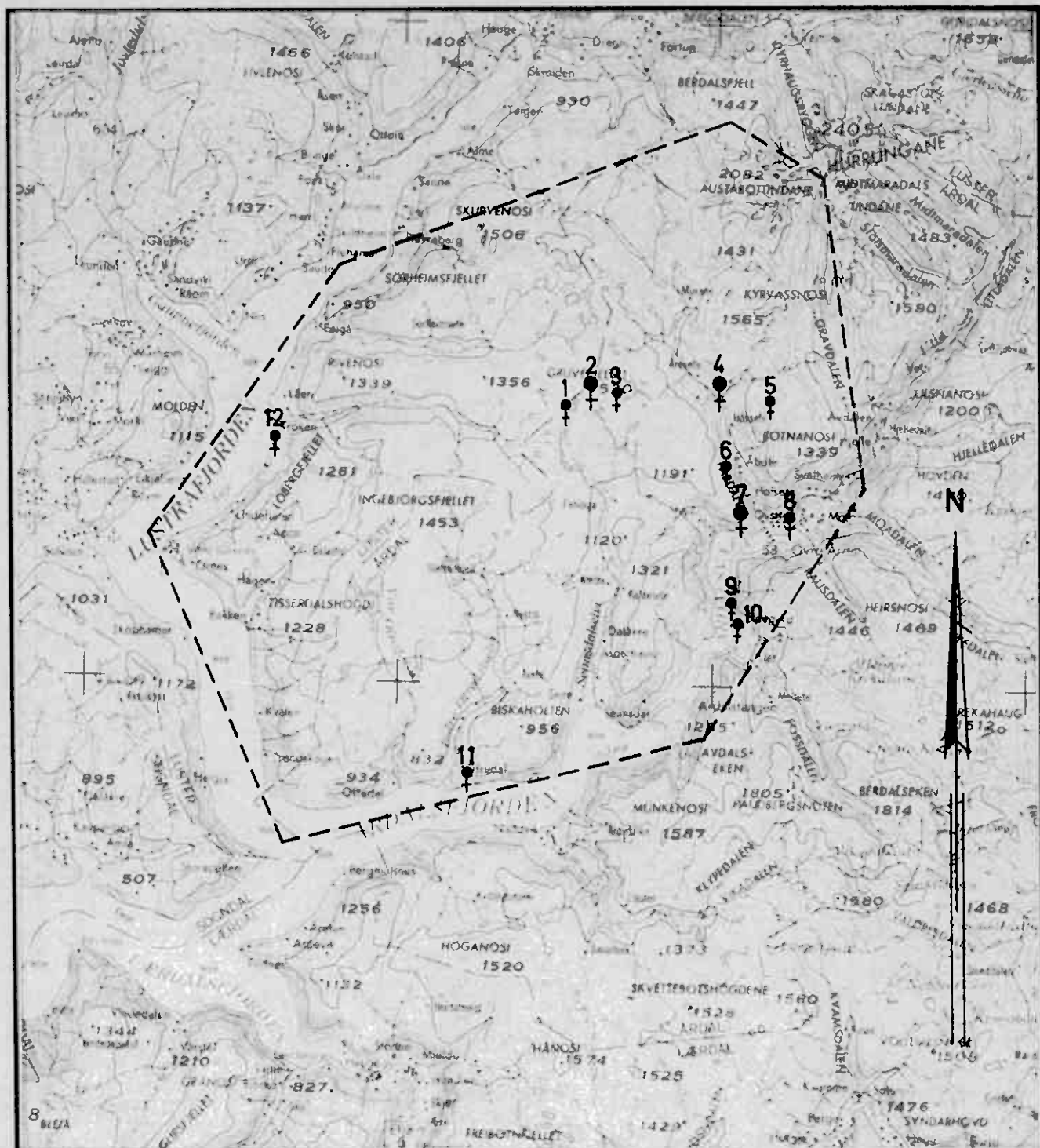
5 prøver er analysert på gull ved spektrografisk lab, ved NGU, Kjemisk avdeling.

Prøvene I til IV er sammensatt av like store mengder av prøver fra samme lokalitet; prøve I fra Guds gave og Kongens gruve, prøve II fra Blåberget gruve, prøve III fra lokalitet H8 (Berdalsbandet) og prøve IV fra St. OLavs skjerp.

Prøve V er en rik malmprøve fra Kongens gruve med ca. 20% sulfider (hovedsaklig bornitt og kopperglans) som sprekkefylling i gneis.

Enkeltp prøver innen prøvene I til IV er analysert på kopper og sølv (bilag 1).

Prøve I	- Au påvist, <0,1 g Au/tonn Sammensatt av prøvene L4-1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, L3-1S, 6, 7, 9, 10, 3-1, 5.
Prøve II	- Au påvist, <0,1 g Au/tonn Sammensatt av prøvene K, K-AB1, 1A, 1S
Prøve III	- Au ikke påvist, <0,05 g/tonn Sammensatt av prøvene H8-A, B
Prøve IV	- Au ikke påvist, <0,05 g Au/tonn Sammensatt av prøvene 2-3, 4,5
Prøve V	- 3,8 g Au/tonn



- 1 St.Olavs skjerp
- 2 Guds Gave og Kongens gruve
- 3 Brekke gruve
- 4 Prins Fredriks gruve
- 5 Åsete skjerp
- 6 Åbøle skjerp

- 7 Blåberget gruve
- 8 Krossbakken skjerp
- 9 Midnes skjerp
- 10 Brennborg skjerp
- 11 Ofredal skjerp
- 12 Torsteinsberget skjerp

NGU, ÅRDALSPROSJEKTET 1976
DET UNDERSØKTE OMRÅDET MED
GRUVER OG SKJERP INNTEGNET
ÅRDAL OG LUSTER KOMM. SOGN OG FJORDANE

MÅLESTOKK
1: 250 000

OBS.	
TEGN. A.K.	APRIL -77
TRAC. ALH	APRIL -77
KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1560/5-01

KARTBLAD NR.

△ Trig. pkt. Gruvefjellet

Guds Gave gruve

Kongens gruve

N

0 20 40 60 80 100m

NGU ÅRDALSPROSJEKTET 1976
SKISSE AV BELIGGENHETEN TIL
GUDS GAVE OG KONGENS GRUVE
GRUVEFJELLET

ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 2000

OBS.

TEGN. A.K.

AUG. -76

TRAC. ALH

APRIL -77

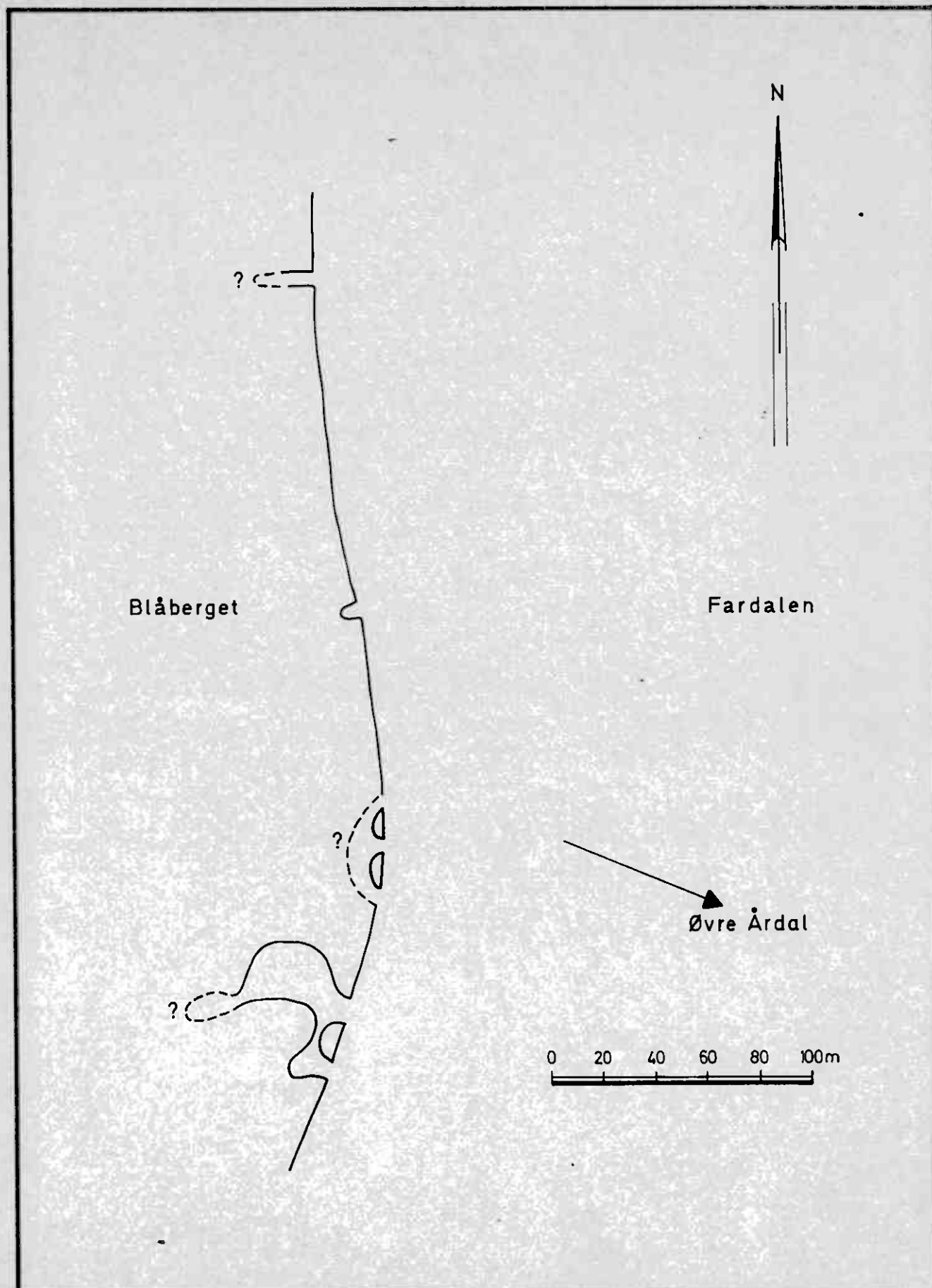
KFR.

TEGNING NR.

1560/5 - 02

KARTBLAD NR.

1417 I



NGU. ÅRDALSPROSJEKTET 1976
 SKISSE AV BLÅBERGETS GRUVER
BLÅBERGET
 ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

MÅLESTOKK

1 : 2000

OBS.

TEGN. A.K.

TRAC. ALH

KFR.

AUG. -76

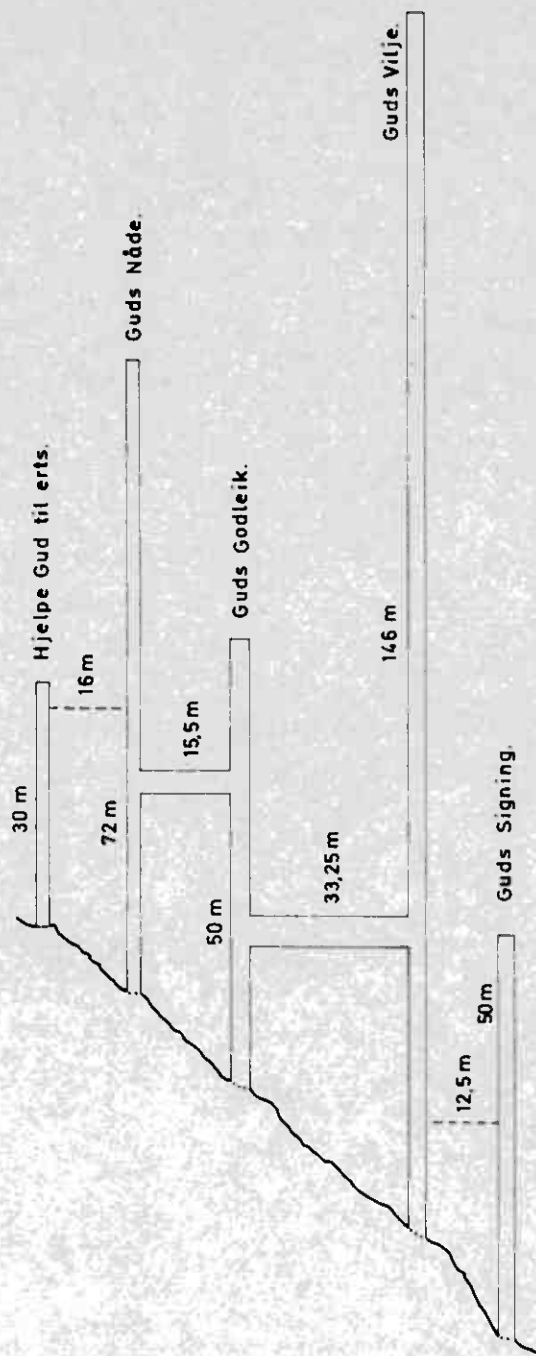
APRIL -77

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 1560/5 - 03

KARTBLAD NR.
 1517 IV

PRINS FREDRIKS GRUVE



Etter bygdebok for Årdal (s. 427)

NGU, ÅRDALSPROSJEKTET 1976
SKISSE AV PRINS FREDRIKS GRUVE
ÅRESETE
ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE

MÅLESTOKK

ca.
1 : 940

OBS.

TEGN. A.K.

AUG. -76

TRAC. ALH

APRIL -77

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
1560/5-04

KARTBLAD NR.
1517 IV



TEGNFORKLARING:

- Gn GNEIS
- An ANORTHOSITT
- Gr GRANITT
- Ks KVARTSITT
- STRØK OG FALL
- KOPPERFOREKOMST
- F3 LOKALITET
- BERGARTSGRENSER

NGU ÅRDALSPROSJEKTET 1976 GEOLOGISK KART OG LOKALITETSKART ÅRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1 : 50 000	OBS.	
		TEGN. AK	Mars -77
		TRAC. /TP	Juni -77
		KFR.	
		TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
		1560/5-05	1417 I, II 1517 III, IV

