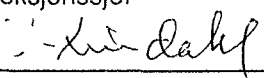


Rapport nr. 91.106		ISSN 0800-3416		Åpen/ Fortrolig	
Tittel Malmgeologiske undersøkelser i området Fines-Ørsjødal-Skaudalen - Rissa og Verran kommune					
Forfatter Leif Roger Størseth			Oppdragsgiver NGU v/Nord-Trøndelagsprogrammet		
Fylke Nord- og Sør-Trøndelag			Kommune Verran og Rissa		
Kartbladnavn (M 1 250 000) Trondheim			Kartbladnr. og -navn (M 1 50 000) 1622 III Leksvik 1622 IV Åfjord		
Forekomstens navn og koordinater			Sidetall 53 Pris 193.- Kartbilag: 0		
Feltarbeid utført Juli-August 1990	Rapportdato 15.03.91	Prosjektnr. 67.2509.25	Seksjonssjef 		
Sammendrag De fleste befarte skjerp og mineraliseringer i området viser anrikninger av edelmetaller (gull og sølv). Den polymetalliske Fines gruve inneholder 0.7 ppm Au (en enkeltprøve viser 6.9 ppm) og 35 ppm Ag ujevnt fordelt i en kobberkismalm i tilknytning til pressede suprakrustale bergarter. Molybden er anriket i Ørsjødalsforekomstene og i Skaudalen . Skaudalen inneholder 0.6 ppm Au og 3.3 % Cu (snitt) i tillegg til flere uvanlige mineraler (thulitt, scheelitt, gedigen kobber og sink (?)). Ørsjødalsforekomstene forklares ut fra en hydrotermal malmdannelse langs Verranforkastningen, mens en slik sammenheng for de øvrige forekomstene er usikker (Skaudalen) eller usannsynlig (Fines). Alle mineraliseringene er knyttet til soner eller ganger med begrenset tykkelse, ukjent dybde og betydelig lengde (flere hundre meter). Informasjon fra malmberegninger i eldre rapporter og nye opplysninger om gehalter og mineralogi gir ingen holdepunkter for økning av forekomstenes potensiale.					
Emneord		Forkastning			
Malmgeologi		Kobber		Molybden	
Gull		Mineralogi		Fagrapport	

INNHOLDSFORTEGNELSE

Innledning	2
Fines	4
- innledning	4
- tidligere rapporter	6
- malmen med sidebergarter	6
- mineralogi	8
- geokjemiske analyser	13
Mortenfjell	14
Ørsjødalsforekomstene	15
- innledning	15
- tidligere rapporter	17
- malmen med sidebergarter	18
- beskrivelse av hvert skjerp	18
- mineralogi	23
- geokjemiske analyser	25
- andre anvisninger	25
Skaudalen	26
- innledning	26
- tidligere rapporter	27
- malmen med sidebergarter	27
- mineralogi	28
- geokjemiske analyser	33
Diskusjon	34
Konklusjon	36
Litteratur	37

Bilag 1 A-D: Analyse av malmprøver.

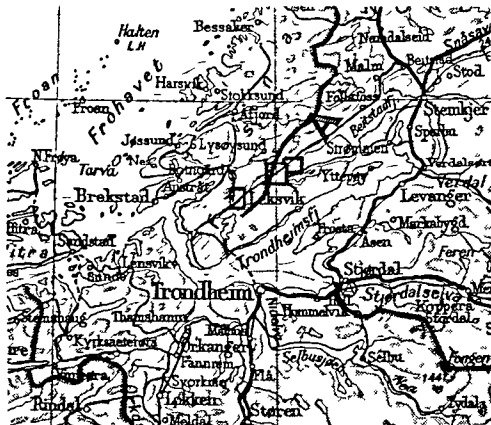
Bilag 2 A: Slipbeskrivelser Fines.

Bilag 2 B: Slipbeskrivelser Ørsjødalsforekomstene.

Bilag 2 C: Slipbeskrivelser Skaudalen.

INNLEDNING

I tiden 23.07.90 til 09.08.90 ble det utført feltarbeid i kommunene Rissa (Sør-Trøndelag) og Verran (Nord-Trøndelag) som en del av Norges Geologiske Undersøkelser Nord-Trøndelags program (figur 1). Hensikten var befarings av gamle gruver, skjerp og malmregistreringer for å stedfeste disse nøyaktig og for å prøveta dem for bl.a. edelmetallanalyser.



FIGUR 1: Regionalt kart over Trøndelag med de beskrevne områdene avmerket. De tre rammene viser lokalkartene i figurene 2, 10 og 18. (M 1:325000)

Malmforekomstene i dette området er av særlig interesse siden de muligens har en sammenheng med den regionale Møre-Trøndelag-forkastningssonen som lager markerte dalfører (Skaudalen og Ørsjødalen) i NØ-SV-lig retning. Det ligger en lang rekke forekomster langs disse dalførene, som geologisk kjennetegnes av en sentral knusningsbreksje. Også i denne breksjen finnes smale ganger med kis.

Flere ganger tidligere har området vært befart og prospektert. På 1700-tallet ble det drevet gruvedrift på kobberholdig magnetkis ved Berget i Rissa (UTM-referanse 6978 7038). I det første tiåret på 1900-tallet fikk man gruveeventyret ved Fines i Verran. I tiden før og etter første verdenskrig ble det laget mange rapporter om de mange små forekomstene i Ørsjødalsfjæret. Disse forekomstene ble gjerne prøveskutt i dagen, eller ofret lengre undersøkelsesstoller, og etterhvert fikk man dannet seg bilde av en rekke kobberrike, men små forekomster. Et sted fikk man positive analyser på gull (2 g/t i Rolslia), flere steder på molybden. Etter 40-årene synes det imidlertid å ha skjedd lite, og ingen befarings har resultert i noen rapport.

Denne rapporten omhandler Fines gruve, Mortenfjell, Ørsjødalsforekomstene og Skaudalen skjerp. Fines gruve er den største forekomsten, med flest blotninger, største uttatte mengde malm, flest mineraliseringstyper, etc. Det ble ofret mest tid på denne, samt samlet flest prøver herfra.

Navn	Metall
Fines gruve	Cu Zn Pb (Ag Au)
Ørsjødalsforekomstene	
Ørsjødal	Cu
Rolslibekken	Cu Mo
Rolslia	Cu Au Mo
Svartbekken	Cu
Blankheia	Cu Mo
Kamberga	Cu
Buengheia	Kis
Skaudalen	Cu Mo (Au)
Mortenfjell	Pb Kis

TABELL 1: Oversikt over denne rapportens beskrevne sulfidforekomster.

Med "Ørsjødalsforekomstene" menes en rekke mindre malmforekomster i dalsiden, mellom Buengheia på grensen til Rissa i sørvest og Verrabotn i nordøst. Det er imidlertid ulike oppfatninger om hva navnet skal forbindes med: Det er dog helt klart at det Ørsjødalsskjerpet som er avmerket på malmregistreringskartet (Trondheim 1:250 000), både er feilplassert der og spiller liten betydning m.h.t. malmpotensial. De 7 forekomstene ligner hverandre ved at mineraliseringen er knyttet til kvartsganger som løper parallelt dalføret. De omtalte "Kamberga" og "Buengheia" bør kun kalles mineraliseringer p.g.a. de minimale mengdene, den sistnevnte er kun basert på funn av løsmateriale.

Skaudalen er et lett tilgjengelig skjerp som ble drevet på en kobbermineralisering i Rissa kommune, ca 15 km sørvest for kommunegrensen til Verran (målt langs dalføret).

Mortenfjell, eller Mortenssæterfeltet som det kalles i eldre rapporter, er mer for kurositet å regne. Både pga av størrelse på "malmen" og tilgjengeligheten. Ligger geografisk nær Fines, men opptrer i et annet bergartsmiljø enn denne.

Denne rapporten er en beskrivelse av de besøkte forekomstene med størst grundighet på den mineralparagenetiske siden, med presentasjon av kvalitative og kvantitative analyser. De geokjemiske analysene omfatter 53 prøver innsamlet under sommerens feltarbeid, hvorav 37 er fra de fire beskrevne hovedforekomstene. Analysene er utført av Acme Analytical Laboratories Ltd. på gull + PGE (Fire assay/ICP, 30 gram innvekt), svovel (LECO) og 30 andre elementer ved ICP (0.5

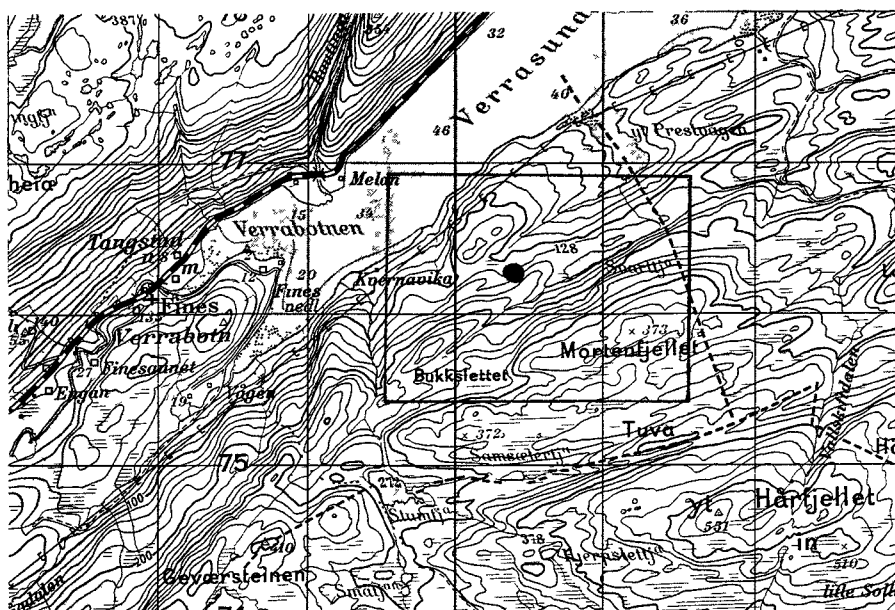
gram innvekt) (bl.a. Mo, Cu, Pb, Zn, Ag, Ni, Co, Mn, Fe, As, U, Th, Cd, Sb, Bi, W, La).

Slipene ble analysert på mikrosonde, for identifikasjon av ukjente/usikre opake faser. I andre faser var det av interesse å kvantifisere edelmetallinnholdet. Disse analysene ble utført hos Institutt for Kontinentalundersøkelser på en Jeol 733 Superprobe med FeS_2 , ZnS , $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$, CuFeS_2 , og gedigent Bi,Co,Au,Ag og As som standarder med 25 KeV og 20 NA.

FINES KOBBERGRUVE

INNLEDNING

Kobbermineraliseringen ved Fines innerst i Verrabotn i Nord-Trøndelag ligger på østsiden av fjordbotn (figur 2) i en høyde av 125 til 150 m.o.h., 600 meter fra fjorden (horisontalt) på kartblad Verran (UTM-referanse 803 762, angitt sentralt i gruvefeltet ved grunnstollene).



Figur 2: Lokalisering av Finesgruva (prikk) (M 1:50000).

Rektangelet er avgrensningen av figur 3.

Terrenget er kupert med markerte nordøststrykende åskammer (delvis parallelt fjordens lengdeakse) som er en del av de regionale strukturene. Gruva ligger i en av disse bratte, 30-40 meter høye åskammer. En ny fylkesvei (innteignet i figur 3) som knytter sammen kommunene Verran og Mosvik, passerer gjennom gruveområdet, og grunnstollene fra driften sees godt fra veien. Tidligere eksisterte det kun en sti fra området og ned til fjorden (ved Kvernåvika).

Figur 3: Detaljkart over Fines gruve med omegn, geologiske hovedenheter inntegnet (etter Thorsnes & Grønlie); Kryss er grunnstollåpninger, kryss i sirkel er dagstrosser, prikker er tipper, "1." er svovelkismineralisering i en vegskjæring og prikkede linjer mellom veien og Svarttjern er bekkesig med rust.

Terrenget har liten overdekning (myr og tjukk lyng). Likevel er det lite blotninger i området med unntak av veiskjæringene og grunnstollene i gruva.

I dag finnes det fire grunnstoller hvor man har gått inn og truffet på malmen i dypet, alle disse er fysisk lukket. På toppen av åskammen går malmen opp i dagen og kan følges i i flere strosser, synk og røsk. De mest markerte av disse er inngjerdet , men tilgjengelig slik at man kan studere malmen i detalj.

TIDLIGERE RAPPORTER

Til tross for at det har vært kommersiell gruvedrift i Fines er det lite litteratur å finne. I Bergarkivet finnes det tre aktuelle rapporter . Den ene, "Fines kobbermalmgruber" signert O.H. (1959), ser på gruva fra en historisk synsvinkel, og tar for seg samfunnet i og rundt driften uten å komme særlig inn på de geologiske forhold.

En grei beskrivelse av de geologiske forhold finnes i en rapport av bergmester Kvalheim (1950) hvor alle malmforekomster i Verran omtales. Beskrivelsen unnlater riktignok å nevne viktige mineraler som blyglans og sinkblende, men påpeker det høye koboltinnholdet, som bekreftes av nyere analyser (Karlstrøm 1990). Som vanlig i de fleste rapportene laget i 30-40-årene sees en klart optimistisk tone: "...ble nedlagt antagelig mere på mangel av driftskapital enn på malm."

I Bergarkivet finnes også en rapport med tegninger og tekniske beskrivelser av driften i gruva.

MALMEN MED SIDEBERGARTER

Fines-malmen ligger i en heterogen bergartssekvens av suprakrustale vulkanitter og sedimenter, åpenbart mer komplisert sammensatt enn angitt i tidligere beskrivelser; Kvalheim (1950) sier at malmen opptrer i grønnstein og gabbroskifer, Karlstrøm (1990) omtaler bergartene som sure gneiser mens Thorsnes et al. (1990) beskriver området som "grønnskifer med lyse kvarts-feltpat-epidot-bånd".

Malmen ligger konkordant i disse bergartene, med strøkretning N75°Ø og nær loddrett fall, og tykkelse 0.5-1 m utfra observasjoner i gruvestrossa. Det steile fallet sees også i veiskjæringene.

Hovedmalmen er en bly- og sinkholdig kobbermalm (figur 5 og 6) med lokale anrikninger av svovelkis og magnetitt i tynne stratiforme lag (0-30 cm). Kobberkis er helt dominerende i materialet på tippen, hvor den uforvitret opptrer i de fleste bergartene. Den er aldri av massiv type, men rik impregnasjonsmalm er ikke uvanlig. Kisholdige steiner har ofte et rødlig belegg (en lavart). Svovelkis finnes ofte sammen med granatrike bånd.

I figur 3 er suprakrustalene inntegnet etter Thorsnes & Grønlies foreløpige kart. Å plote de ulike bergartene, som finnes rundt forekomsten, på dette kartet er vanskelig fordi de lagvise variasjonene skjer fra meter til meter.

En lite kompetent klorittskifer kan sees med isoklinale folder i centimeter-skala i inngangen til en av grunnstollene. Folder i meterskala kan studeres i vegskjæringene mot øst hvor foldeaksen synes å gå parallelt veien i ØNØ-lig retning. Aksestupning ($\approx 15^\circ$) ned mot øst er åpenbar i disse isoklinale foldene.

Mest utbredt (rundt gruva) er en klorittrik, heterogen grønnskifer som også inneholder mye epidot og kvarts (modalanalyse: bilag 2A-2). Denne inneholder ofte impregnert kobberkis. Anrikninger av blyglans og sinkblende finnes vesentlig i tilknytning til cm-tykke kalkspatrike soner. Overganger til mer massiv grønnstein sees ofte i vegskjæringene. Denne inneholder underordnede mengder kis, men er rik på rødlige aplittiske ganger opptil 1 m tykke. Innleiret i grønnsteinen sees også lyse lag av en felsisk bergart, som kan tolkes som en omvandlet tuffbergart. Denne og de aplittiske gangene er svakt mineralisert, gjerne langs mm-tykke, tilfeldig orienterte riss sammen mørk glimmer. Lokalt finnes også opptil 0.5 m tykke ganger av blåkvarts med spredte kobberkiskorn.

Rundt hovedmalmen finnes en gråhvit-rødlig, grovkornet gneisbergart ofte med diffuse overganger til grønnskiferen. I eldre prøvemateriale (NTHs malmsamling) omtales bergarten som presset granitt. Lokalt er denne gneisen vert for rik, impregnert kobberkismineralisering. Med gneisens opptreden som konforme lag langs hovedstrøketningen vil dette dreie seg om en paragneis.

Det finnes også en grågrønn klastisk bergart i området. Denne har en klarere foliasjon enn gneisen. En modalanalyse viser nærmere 50% feltspat, hvor plagioklasen er sterkt saussuritert med skyer av epidot+sericitt, sannsynligvis en metagråvakke:

Uspes. feltspat 29.9%, epidot 19.1%, kvarts 16.7%,
plagioklas 16.5%, kloritt 8.8%, muskovitt 5.9%,
kalkspat 2.3%, opake 0.4%, titanitt 0.2%, granat 0.2%
Antall tellinger: 1263.

Videre mot øst er det flere steder sett rustholdig myr vann og bekkesig i de markerte forsenkningene som preger topografien (figur 3). Disse forsenkningene ligger på en tenkt fortsettelse av malmen ved hovedgruva, og en 30 cm tykk svovelkismalm i en vegskjæring ytterligere mot øst er funnet. Kilden til rustdannelsen ble imidlertid ikke sett. I de fleste bergartstypene finnes mindre kvartsganger, som stedvis er mineralisert, men de er for få og tilfeldige til å ha en generell sammenheng med malmdannelsen.

Mange av de petrologiske observasjonene er basert på studie av materiale fra tippen. Det gjør at man ikke kan få det rette inntrykk av proporsjoner bergartene i mellom. Riktignok har man også gode blotninger i dagstrossene, men disse ligger parallelt malmdraget, slik at man ikke får noe godt profil gjennom sekvensen.

MINERALOGI

Fra Fines er det laget 5 polerte tynnslip og et ordinært tynnslip (metagråvakke; modalanalyse er presentert over). I tillegg finnes et eldre polerslip. Det er utført omfattende modalanalyser (se slipbeskrivelsene bak). Det er funnet 21 ulike opake mineraler i Fines-malmen. De fleste er vanlige sulfidmineraler, 3 av disse er uidentifiserte i (slip 21986 og 21988).

Kobberkis (cp) er hovedmineralet (maks 90-95 vol%), med unntak av i de svovelkis- eller magnetitt-dominerende mineraliseringene hvor cp bare opptrer aksessorisk. Inneholder ofte små (avblandings- ?)lameller av sinkblende (godt utviklet i slip 21988). Svak skumtekstur er sett sammen gn/sl (slip 21988) (figur 5).

Sinkblenden (sl) i Fines viser et høyt innhold av ørsmå, bireflekerende lameller av kobberkis (figur 4). Disse ligger i skyer langs alle korn grensene i sl. Dette er enten (1) et avblandingsfenomen, siden de også finnes i de kornene som ikke ligger i/inntil cp, men det kan også ha skjedd (2) en migrering inn i sl. Avblanding av denne type er ikke vanlig, men fenomenet nevnes av Ramdohr (1980 s.510).

Blyglans (gn) opptrer i nær tilknytning til sinkblende, men alltid i lavere vol% (figur 6). Gn er homogen med unntak av små inneslutninger av et ukjent mineral (slip 21988) der gn selv opptrer finkornet i linnaeitt. En mikrosondeanalyse (tabell 2) viser et sølvinnhold på 0.34%. I følge Dana skyldes sølvinnholdet i blyglans vanligvis inneslutninger av Ag-mineraler som tetrahedritt og argentitt. Andre analyser (tabell 3) viser ikke Ag.

Magnetitt (mt) kan danne egne bånd, 1-2 cm tykke, og ellers spredt i både malm og sidebergarter som < 2 mm store oktahedre. Mt inneholder mange poikolittiske inneslutninger av svovelkis.

Svovelkis (py) kan enten utgjøre fra 0 til 2 vol%, og tydelig bære preg av å bli fortrent, eller i likhet med magnetitt, py-dominerende konforme lag (< 30 cm), som viser en helt annen paragenese (figur 8). På tippen er svovelkis-holdige prøver sjeldne. I strossene finnes noe mer py-malm på noen av veggene.

Molybdenglans (mo) er spredt i flere av prøvene (< 0.1 vol%) (figur 7).

Bornitt (bn) er sjelden. Kun en observasjon i hovedmalmtypen, og noe hyppigere i py-malmen (slip 21987) hvorfra en mikrosondeanalyse er presentert (tabell 2).

Covellin (cv) (< 1.3 vol%) er sett i de fleste slipene, og fortrenger både blyglans og kobberkis .

Mackinawitt finnes utelukkende som μ m-store korn i små cp-inneslutninger i svovelkis, gjerne sammen magnetkis. Disse små kornene oppdages lett pga sterke optiske egenskaper.

Magnetkis (po) er kun sett på samme måte som mackinawitt, og kan danne homogene inneslutninger uten cp.

Markasitt (mr) er sett i et par slip hvor det danner py-lignende, flakige kornaggregater i kobberkisen. Identifikasjonen er bekreftet av mikrosonden (tabell 3).

TABELL 2: Mikrosondeanalyser av slip 21987 fra Fines (vekt%).

	1	2	3	4
Cu	0.11	60.57	11.99	3.32
Pb	84.61	0.07	37.93	34.35
Fe	0.22	12.30	12.73	3.77
S	13.19	25.65	21.99	17.08
Au	–	0.22	–	–
Bi	–	–	14.19	38.91
Ag	0.34	0.13	0.19	0.70
Sum	98.47	98.94	99.02	98.13

1. Blyglans-inneslutning i pyritt.
2. Bornitt fra bornitt-kobberkis-inneslutning i pyritt.
3. Mineral F1 som inneslutning i pyritt sammen Mineral F2.
4. Mineral F2.

TABELL 3: Mikrosondeanalyser av slip 21988 fra Fines (vekt%).

	1	2	3	4	5
Cu	0.32	3.73	0.48	0.60	27.83
Pb	85.99	84.49	0.15	0.32	42.56
Fe	0.29	2.91	4.39	46.19	3.57
Co	0.03	–	15.80	–	–
Ni	–	–	34.45	–	–
S	13.73	14.79	41.98	53.71	18.04
Au	0.28	0.32	0.11	–	0.17
Bi	0.13	0.13	0.16	0.14	–
Ag	–	–	–	–	6.95
Sum	100.77	106.36	97.52	101.01	99.12

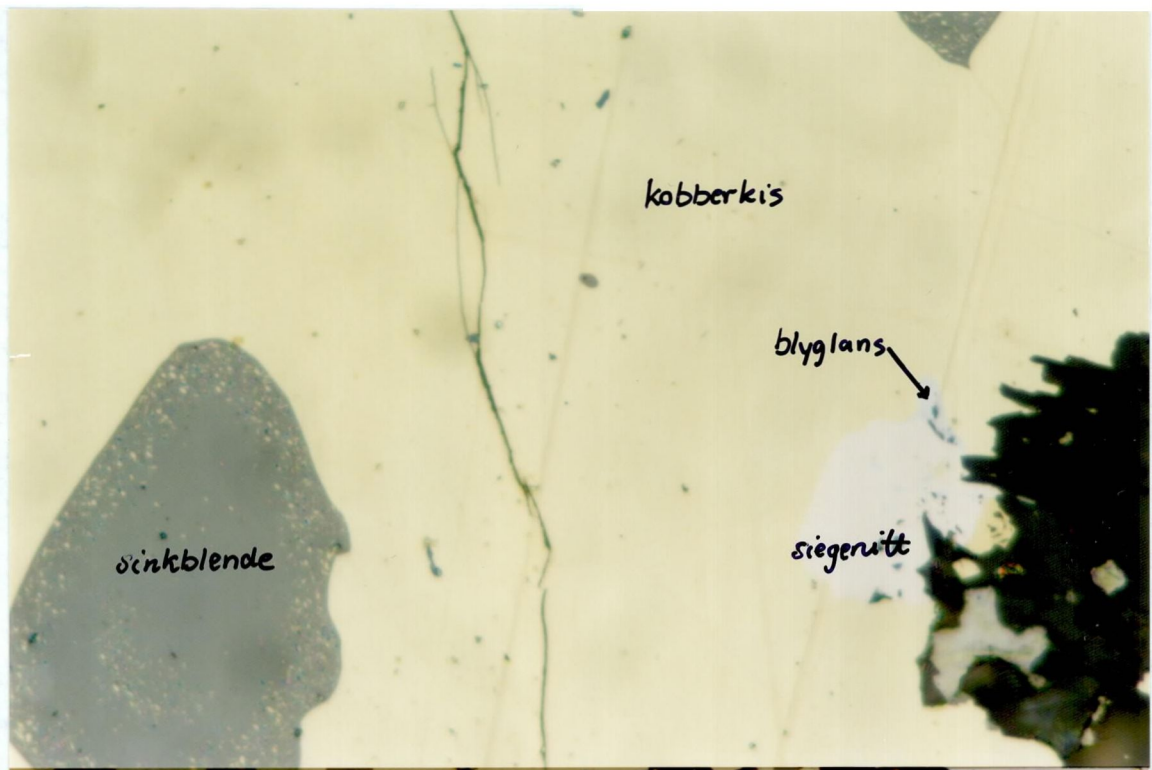
1. Grovkornet blyglans i kobberkis.
2. Blyglansinneslutninger i siegenitt.
3. Euhedral siegenitt i kobberkis.
4. Markasittkorn i kobberkis.
5. Mineral F3 i sammenvoksning med blyglans i siegenitt.

Bravoitt er en usikker identifikasjon i slip 394 A. Det dreier seg om en brunlig, isotrop fase som sitter i markasitt. En kvalitativ mikrosondeanalyse viste at det dreier seg om et Fe-Ni-sulfid.

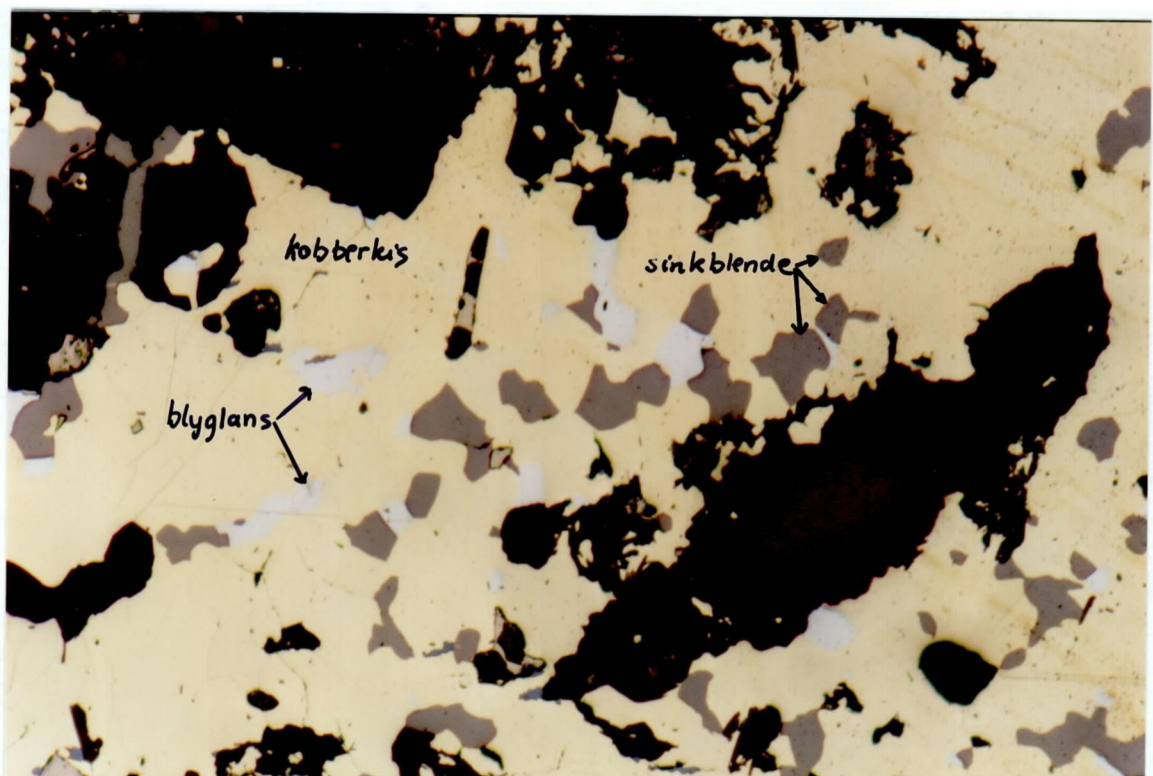
Cubanitt (cub) opptrer som lameller med karakteristisk blålig anisotropifarge i kobberkis i slip 21986. Cubanitt ligner magnetkis av farge, men når disse opptrer sammen er cub svakere farget og lysere.

Limonitt (lim) er utviklet på sprekker i svovelkisen, eller lokalt sammen covellin.

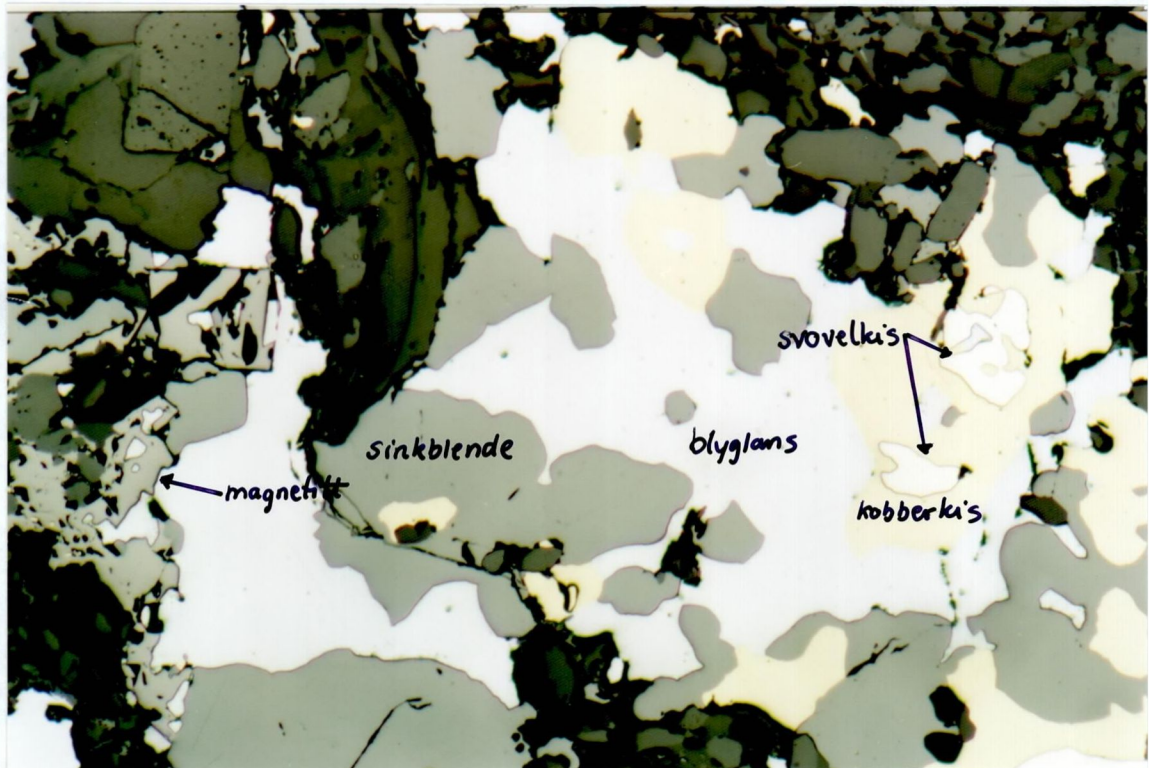
Hematitt (hem) viser svært begrenset utbredelse i to av slipene, som flakige korn, homogene eller sammen ilmenitt.



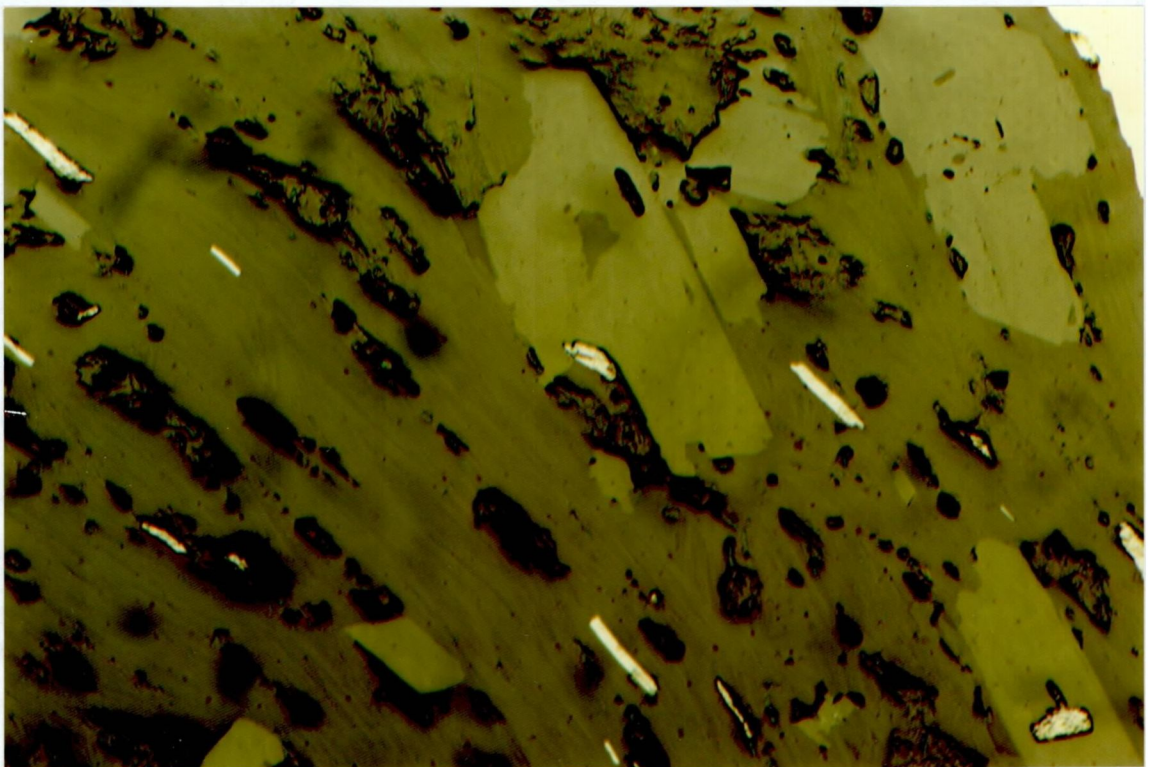
FIGUR 4: Euhedral siegenitt i kobberkis i Fines (slip 21988). Små inneslutninger av blyglans, og i tillegg sees skyer av ørsmå kobberkisinneslutninger i sinkblendens. Billedbredde 0.23 mm.



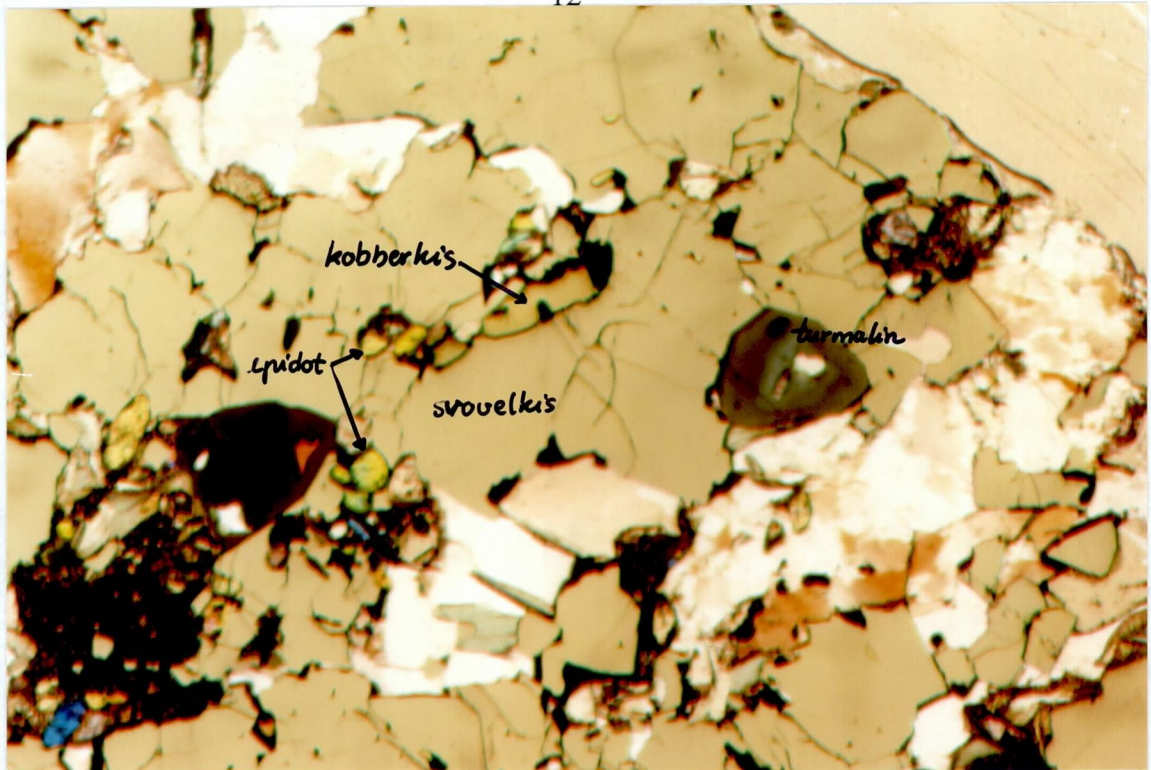
FIGUR 5: Svakt utviklet skumtekstur mellom kobberkis og sinkblende/blyglans i Fines (slip 21988). X-nicols. Billedbredde 2.3 mm.



FIGUR 6: Bly- og sinkrik paragenese i Fines (slip 21985). Billedbredde 2.3 mm.



FIGUR 7: Lokal anrikning av molybdenglans, orientert parallelt klorittbåndene i klorittskifer, Fines (slip 21986). Billedbredde 0.6 mm.



FIGUR 8: To markerte turmalinkrystaller i svovelkisdominert malm, Fines. NB! Både gjennomfallende og reflektert lys. (slip 21987). Billedbredde 2.3 mm.



FIGUR 9: Det østlige av de to besøkte skjerpene på Mortenfjell.

Ilmenitt (ilm) er også lite utbredt. Sett i prismatiske korn (slip 394A), sammen hematitt eller magnetitt, eller som hemoilmenitt (avblandingstekstur) i slip 21987.

Rutil er vesentlig sett sammen ilmenitt (slip 21987).

Siegenitt er bekreftet utfra mikrosondeanalysen (tabell 3) på et korn i slip 21988 (figur 4). Disse euhedrale kornene er isotrope og svakt rosa farget, som de fleste mineralene i linnaeittgruppen. Alle kornene ligger i kobberkis og er 15-25 μm , lokalt med mindre inneslutninger av blyglans. Analysen ligger noe unna idealformelen (CoNi_2S_4) med et betydelig underskudd av kobolt, men store variasjoner av Co, Ni, Cu og Fe i dette mineralet er kjent.

Mineral F1. Dette er sett to steder i slip 21987. En observasjon som en sjokoladebrun, svakt anisotrop lamell i blyglans. I en annen observasjon opptrer fasen sammen mineral F2 i oval, 20 μm lang inneslutning i svovelkis. Denne viser sterkt anisotropi, og har i tillegg en markert bireflektans. Dette kornet ble analysert på mikrosonde (tabell 2), og korresponderer med $\text{Cu}_{0.8}\text{Fe}(\text{Pb}, \text{Bi})_1\text{S}_3$, en kjemisk sammensetning det ikke er funnet likheter med i litteraturen.

Mineral F2. Dette er en lys blå, svakt anisotrop fase som opptrer sammen mineral F1 i slip 21987. Det ligner hematitt av utseende, men har svakt høyere refleksivitet, og mangler også de røde interne reflekser. Mikrosondeanalysen (tabell 2) gir formelen $(\text{Fe}, \text{Cu})_6\text{Pb}_9\text{Bi}_{10}\text{S}_{28}$, som også er ukjent i litteraturen. Mineraler i sulphosalt-gruppen (cosalitt, eclaritt, neyitt, etc) ligner, men ytterligere undersøkelser er nødvendig.

Mineral F3 opptrer som inneslutninger ($<2\mu\text{m}$) i blyglansen som opptrer i siegenitt-kornene i slip 21988 (figur 4). Pga optisk likhet med gn kan fasen bare identifiseres på mikrosonde. Analysen (tabell 3) korresponderer med $(\text{Cu}, \text{Fe})_{1.8}(\text{Pb}, \text{Ag})\text{S}_2$ eventuelt $\text{Cu}_4\text{Pb}_2\text{S}_5$. Det er ikke funnet noe mineral med lignende elementproporsjoner, nærmest i kjemi er betechtinnitt ($\text{Cu}_{10}(\text{Fe}, \text{Pb})\text{S}_6$).

Det er ikke funnet gedigne edelmetallfaser i Fines, selv ikke i slip 21986 med 7 ppm gull. Kjemisk er det påvist et mindre sølvinnhold i to av de ukjente fasene, og i blyglans, begge fra slip 21987 som er fra en prøve som i de geokjemiske analysene ga et beskjedent sølvinnhold (18 ppm). Sølv ble imidlertid ikke påvist i blyglans i slip 21988 som inneholder langt mer sølv (82 ppm).

ANALYSE AV MALMPRØVER

Det er utført geokjemisk analyse med 34 elementer på ialt 14 prøver fra Fines. Her var det av interesse å prøveta alle de ulike mineraliseringstypene, med materiale både fra tippen og fra fast fjell. Materialet på tippen vil i grove trekk være representativ for det som er/var å finne inne i gruva. Graden av forvitring er meget lav pga av det lave svovelkisinnholdet. I bilag 1 A-B er 19 utvalgte elementer tatt med. Der beskrives også mineraliseringstypen.

Av enkeltresultat for gull er 7 ppm i prøve 029 (tilsvarer slip 21986) det klart høyeste. Denne analysen er dog et spesielt tilfelle, siden nest høyeste verdi kun er 0.6 ppm. Prøve 029 er av ordinær kobberkismalm i kloritt-skifer, og ingen andre elementer har anomaliverdier.

Den svovelkisrike prøve 023 (slip 21987) fra vegskjæringen øst for hovedgruva (figur 3) viser klare

anomalier for platina (27 ppb) og palladium (10 ppb), som er det høyeste for alle analysene som omtales i denne rapporten.

Den høyeste sølvverdien (193 ppm) finnes i den bly-sink-rike prøve 031 (slip 21985), men sølvinnholdet i blyglans er ikke kjent. Blyinnholdet (1.7%) og sinkinnholdet (3.9%) i samme prøve er også det høyeste i Fines. I tillegg sees høye verdier for vismut (261 ppm), antimon (10 ppm) og cadmium (109 ppm). Vismut framstår gjerne i egne forbindelser (f.eks sulphosalter). Det ble ikke sett egne Bi-mineraler i slipet. Antimon følger følge vismut, mens cadmium inngår i sinkblende. Flere prøver viser anomalier på molybden, 365 ppm i prøve 034 som det høyeste, men fordelingen er ujevn. Gjennomsnittsverdiene presenteres i tabell 8.

Karlstrøm (1990) presenterer 3 analyser fra Fines. Hans tall stemmer bra overens med tallene i denne rapporten (Cu, Pb, Mn, Mo og Ag). Imidlertid viser hans analyser kun 237 ppb Au mot 680 ppb her, 0.2% Zn mot 0.55%, og en stor forskjell mellom 3122 ppm Co mot 91 ppm her. Også Kvalheim (1950) nevner et høyt Co-innhold. Hva dette store avviket skyldes er foreløpig uklart. I dette arbeidet er siegenitt det eneste påviste coboltmineralet (kobberkisrik malm), mens de høyeste coboltgehalter (200-300 ppm) finnes i svovelkisrik malm, som spiller en underordnet rolle i Fines.

MORTENFJELL

Figur 3 viser beliggenheten av dette skjerpet, som skal bestå av 4 mindre mineraliseringer innenfor en avstand på 100 meter (Kvalheim 1950). I dag er skjerpet vanskelig å finne. Skjerpet ligger rundt kote 350 i nordhellingen av Mortenfjell som ligger sørøst for Finesgruven. Området er åpent, med myrdrag og tynn furu-bjørkeskog, men adkomsten til stedet fra hovedveien er vanskelig. Underveis til skjerpet treffer en hele tiden på parallelle rygger og åskammer (1-2 m til 10-talls m) som ligger i den regionale strukturetningen. Rett ved siden av de to fundne mineraliseringene anes overgrodde hauger som antas å være rester av tidligere røsking.

Bergarten angis på kartet til å være et polymikt konglomerat. Dette ble sett på toppen av Mortenfjell hvor blotningsgraden er god. Bergartens boller er utstrakte og kvartsrike, men bollenes andel synes lav, og bergartens matrix er skifrig.

Ved skjerpene er blotningsgraden dårlig. Det ble funnet to mineraliseringer rett ved siden av hverandre (10 m avstand) ved et myrdrag. I det østlige (figur 9) er bergarten meget rustforvitret, men minner i de friskeste prøvene om en granatklorittskifer, med linser av blyglansholdig kvarts. I det vestlige kan bollestrukturen øynes, men begge steder dreier det seg om blotninger på < 1x1 m.

Litteraturen (Kvalheim, 1950) omtaler anvisningene til å ligge i en "skifrig grønnsteinszone med granitt på hengen og liggen", med malmtykkelser på opptil 0.6 m. Spesielt nevnes det høye innholdet av sølvrik blyglans (gjennomsnittsprøve i skjerp 1 ga 6.77% bly). Det er uklart hvilke av Kvalheims skjerp som tilsvarer de som ble funnet ved undersøkelsene i 1990.

Det er laget ett slip fra det østlige skjerpet. Dette viser svovelkis, blyglans, magnetitt og sinkblende som hovedmineralelementer av de opake, med mindre mengder kobberkis, covellin og en ørliten (maks 2x2µm) høyreflekterende fase som ikke ble gjenfunnet ved mikrosondeanalysene.

Blyglansen er det viktigste malmmineralet i skjerpet, og sees i de fleste kvartsrike prøvene; kornstørrelsen er under 2 mm. Mikrosondeanalysen (tabell 5) dementerer Kvalheims påstand om sølvrik blyglans, og viser støkiometrisk fordeling mellom bly og svovel og ikke sølv. Analysen av sinkblende viser et relativt høyt jerninnhold (8.5%).

En modalanalyse viser følgende sammensetning;

Opake 5.5%
 Kvarts 64.8% (68.6%), Kloritt 21.3% (22.5%),
 Epidot 7.6% (8.1%), Granat 1.8% (1.9%), Biotitt 0.2% (0.3%)
 Antall tellinger: 1268 (1198).

De geokjemiske analysene framgår av bilag 1B. Prøve 036 er fra det svovelkisdominerte vestlige skjerp, med arsenanrikning og beskjedne edelmetallverdier. I den relativt blyglansrike prøve 037 fra det østlige skjerpet finnes 17 ppm sølv.

TABELL 5: Mikrosondeanalyser fra Mortenfjell (slip 21989) (vekt%).

	1	2
Cu	–	0.06
Pb	86.29	0.27
Zn	–	55.48
Fe	–	8.52
S	13.32	33.17
Au	–	0.10
Bi	–	0.13
Sum	99.61	97.73

1. Blyglans, disseminert i kvarts-klorittbergart.

2. Sinkblende, – " – .

ØRSJØDALSFØREKOMSTENE

INNLEDNING

I denne rapporten beskrives det 7 malmforekomster/-mineraliseringer med noenlunde ens opptreden i granodiorittisk gneis, og ens mineralparagenese. For stedfesting er det benyttet høydemåler og økonomisk kartverk:

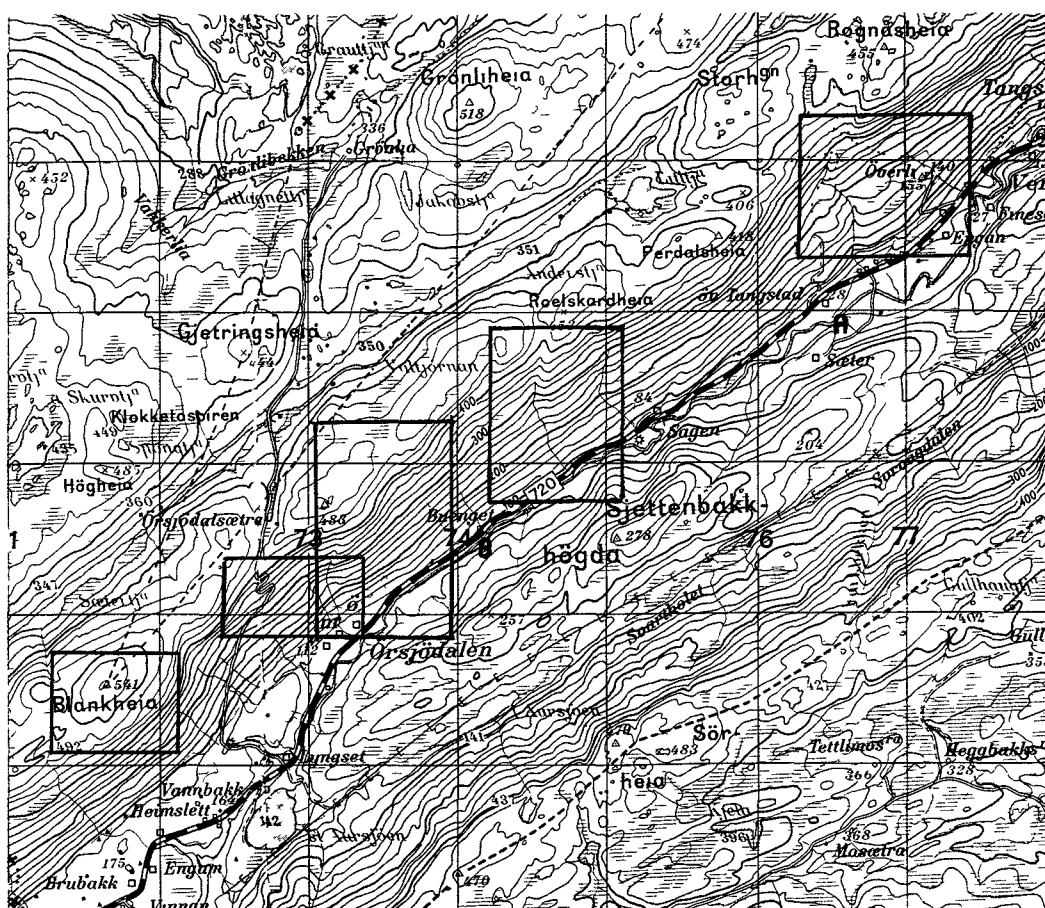
- Ørsjødal	5727 70730	(cirka)
- Rolslibekken	57449 707440	
- Rolslia	57446 707433	

- Svartbekken	57651	707583	
- Blankheia	57164	707253	
- Kamberga	57328	707383	
- Buengheia	5736	70742	(cirka)

I eldre litteratur er disse forekomstene mye omtalt, så mye at det har oppstått betydelig forvirring med hensyn til navn og plassering. I denne rapporten benyttes vesentlig de gamle navnene.

Alle ligger i fjellsiden på nordsiden av Ørsjødalen som er en del av den regionale Verran-forkastningen (en del av Møre-Trøndelag-forkastningssone) (figur 11-15). De fire viktigste forekomstene, Ørsjødal, Rolslia, Rolslibekken og Svartbekken, ligger alle midtveis oppe i fjellsiden, 200-300 m.o.h. Ørsjødal er den vestligste av disse, og ligger ca 6 km vest for Verrabotn, mens den østligste Svartbekken ligger 2 km vestenfor.

Terrenget er preget av frodig vegetasjon, som gir lav blotningsgrad, og flere av forekomstene er først funnet i de mange bekkene som drenerer lia. En rekke stier og traktorveier er tegnet inn på det økonomiske kartverket, men disse er delvis gjengrodde i dag. Adkomsten til forekomsten må likevel skje fra dalbunnen langs disse stiene, og lenger oppe følge bekkene til en støter på skjerpene.



FIGUR 10: Lokalisering av malmforekomstene i Ørsjødalen. Rektangel nr. 1 (til venstre) omfatter Blankheia, nr. 2 viser Ørsjødal, nr. 3 Kamberga og Buengheia, nr. 4 Rolslia og Rolslibekken og nr 5 Svartbekken. Rektanglene representerer kartene i figur 11-15. "A" og "B" viser plassering av påståtte mineraliseringer (kommenteres i tekst). (M 1:50000)

De tre andre mineraliseringene, Blankheia, Kamberga og Buengheia, ligger oppe på fjellet. Den første av disse ligger helt på toppen av Blankheia, som er det høyeste punktet i området (541 m.o.h.) (figur 10). Blotningsgraden er høy, med en del løst steinmateriale. Figur 10 viser en smal vei som fører opp på fjellkammen, og letter adkomsten.

TIDLIGERE RAPPORTER

Det finnes flere rapporter i Bergarkivet om disse forekomstene. De er alle laget på 30-40-tallet og viser igjen den optimistiske tonen m.h.t. Ørsjødalens malmpotensiale, og det anbefales stadig videre undersøkelser (også geofysikk). I rapportene påpekes de mange parallelle kobberkis-svovelkis-molybdenglansholdige kvartsgangene som finnes i lia på nordsiden av dalføret. F.eks. Bjørlykke (1943) slår fast at gangene inneholder drivverdige gehalter (Cu og Mo), men at mengdene ikke er tilstrekkelige. Kvalheim (1938) nevner både molybdenglans, blyglans og sinkblende. Han presenterer også en analyse av molybdeninnholdet i prøver tatt fra skjerpene i Rolslia, hvor han også oppgir et gullinnhold på 2 ppm i en prøve fra "skjerp nr.1", som høyst sannsynlig dreier seg om skjerpet "Rolslia" i denne rapporten.

Kvalheim gir nøyaktige beskrivelser av malmtykkelse og andre feltforhold, og det er klart at man på den tiden ofret relativt store ressurser på disse forekomstene. Det påpekes videre i de ulike rapportene at mineraliseringen kan følges bortetter hele lia, og det angis mindre forekomster også andre steder, Svartbekken er en av disse.

MALMEN MED SIDEBERGARTER

Hele mineraliseringen ligger i en homogen bergartssekvens som bygger opp hele fjellpartiet på nordsiden av dalføret. Denne kalles granodiorittisk gneis av Thorsnes et al. (1990), mens presset granitt er et begrep som går igjen i eldre Bergarkivsrapporter. Bjørlykke (1943) foreslår også å skille mellom en stripet gneis og en nordenforliggende granitt.

Fra toppen av Blankheia og ned til dalbunnen dominerer en grålig gneisaktig bergart. Det finnes lokalt partier med en lysere bergart, gjerne med et markert innhold av rødlig feltspat. En modalanalyse er foretatt av sidesteinen til malmen ved Rolslia-skjerpet;

Feltspat 49.0%, Kvarts 39.1%, Biotitt 7.1%, Muskovitt 1.9%,
Kloritt 0.5%, Epidot 0.1%, Apatitt 0.1%, Titanitt 0.1%,
Opake 1.4%.
Antall tellinger: 1404.

Feltspaten er dels saussurittisert. Hvor mye plagioklas dette omfatter er usikkert, siden feltspaten sjelder viser tvillingdannelse, men det antas at plagioklas ikke utgjør mer enn 5% totalt. Ut fra dette er det naturlig å kalle bergarten en granittisk gneis. I gneisen finnes stedvis lyse aplittiske ganger. Bjørlykke (1943) mener at disse gangene er malmimpregnerte, og prøver som er samlet tidligere fra området tyder på at man ihvertfall kan ha molybdenglans tilstede (figur 17).

Dette mineralet er nemlig sjelden tilstede i selve kvartsgangene.

Kvartsgangene utmerker seg ved sitt antall og sin konformitet til gneisfoliajonen, som løper nokså parallelt dalføret. Tykkelsen på gangene er fra 1 cm opptil 1 m. Det er på langt nær alle gangene som er mineraliserte, dette ble tydelig demonstrert oppe på fjellet (inn mot toppen av Blankheia). På den annen side er mineraliseringen funnet utelukkende i disse gangene, da med unntak av molybdenglansen som foretrekker sidebergarten. Kvartsganger med kis viser gjerne kraftig rustdannelse pga av utvitring. I tillegg er malakitt et utbredt produkt. Med få unntak er det kobberkis og svovelkis som dominerer. Mineraliseringen ved Kamberga består av bornitt. Ved Rolslia-skjerpet inneholder kvartsen i tillegg nydannet grønn epidot langs sprekker og korn med orangerød feltspat.

Sentralt i dalbunnen finnes en større knusningssone, med en mylonittisert og breksjert bergart. Denne er blottet i en rekke veiskjæringer fra Ørsjødal og langs hele riksveien nordøstover. Denne knusningssonen som representerer Verran-forkastningen inneholder flere unge mineraldannelser (kalkspat og zeolitter). Rett øst for Verrabotn opptrer en oppknust kisgang i knusningssonen, men langs veien mellom Ørsjødal og Verrabotn er det ikke sett sulfider.

Zeolitter er observert i en av kvartsgangene, sammen med bornitt. Her finnes laumontitt i < 1 cm store krystaller og 1-2 mm store krystaller av heulanditt (XRD).

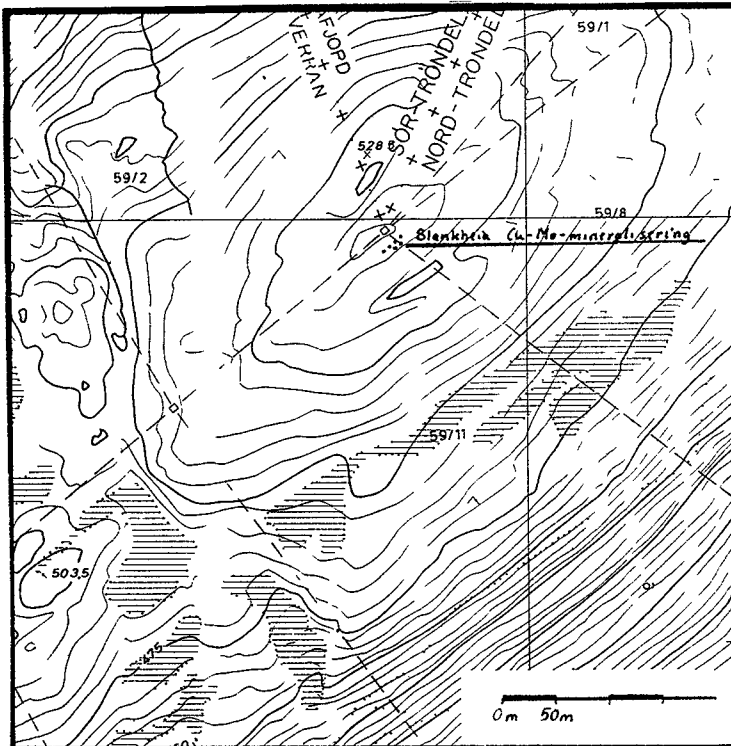
BESKRIVELSE AV HVERT SKJERP

På toppen av Blankheia 540 m.o.h. finnes et parti løssteiner som viser kraftig rustdannelse. Det er ingen tvil om at disse er stedegne, og det ble også funnet tilsvarende mineralisering i fast fjell, med <0.5 cm store flak av molybdenglans i kvartsganger i tillegg til noe svovelkis og kobberkis. Rustdannelsen kan følges over flere timetre. I nordhellingen av Blankheia finnes svak molybdenglansmineralisering i en større blokkstein.

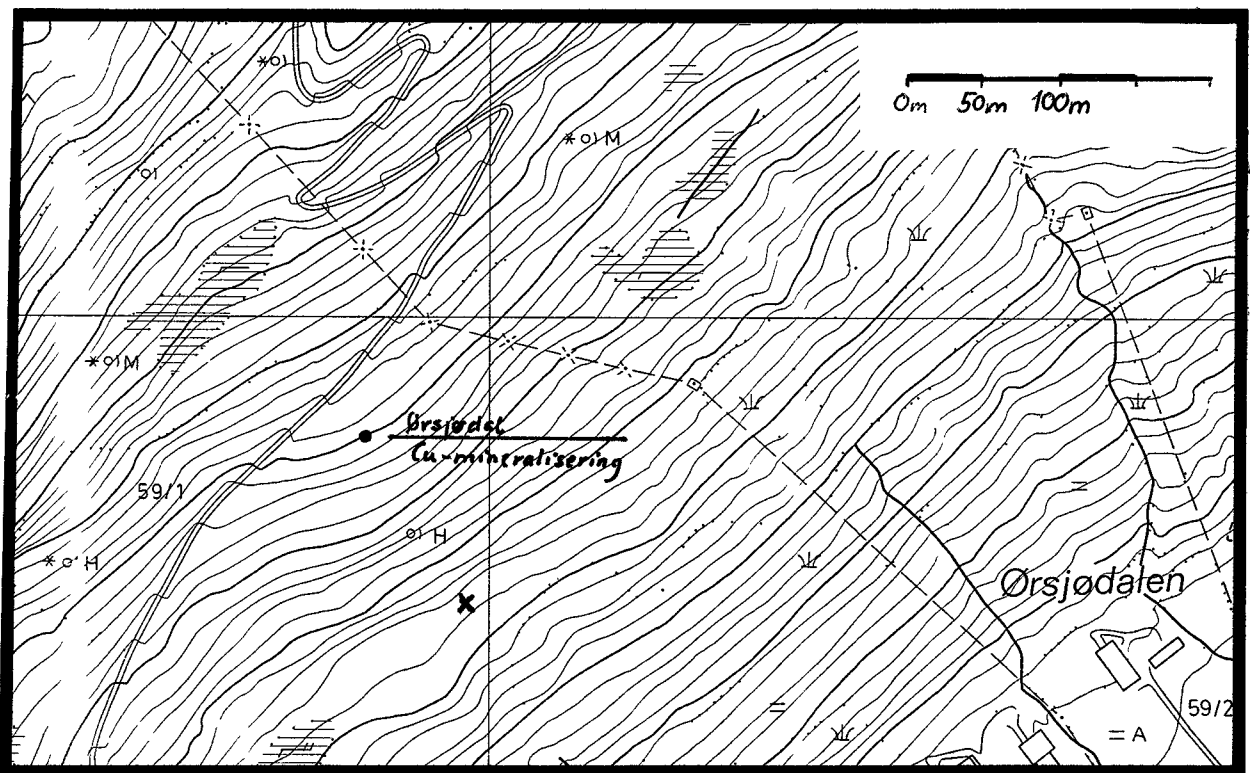
Det knytter seg stor usikkerhet til forekomsten Ørsjødal. Anvisning fra grunneieren førte kun til funn av en større gråbergstipp ca 230 m.o.h. (figur 12). Det lot seg ikke gjøre å finne de to tverrslagene som skal være skutt ut slik rapporter og grunneieren forteller om. Det eneste tegn på mineralisering ble funnet 60-70 m over tippen (figur 12), i en bekk nesten helt oppe ved veien som fører opp på fjellet. Det ble ikke funnet mineralisering i fast fjell i dette området. Derfor omfatter denne rapportens "Ørsjødal-forekomst" kun løsmateriale fra bekken.

Rett øst for toppen av Kamberga, 470 m.o.h. (figur 13) ble det funnet ei 5 cm tykk og 1 meter lang kvarts-zeolitt-åre med et minimalt bornitt-innhold (all synlig bornitt gikk med i det prøvetatte materiale) og noe kobberkis. Gangen var den eneste av denne typen, og representerer ingen vanlig paragenese i området.

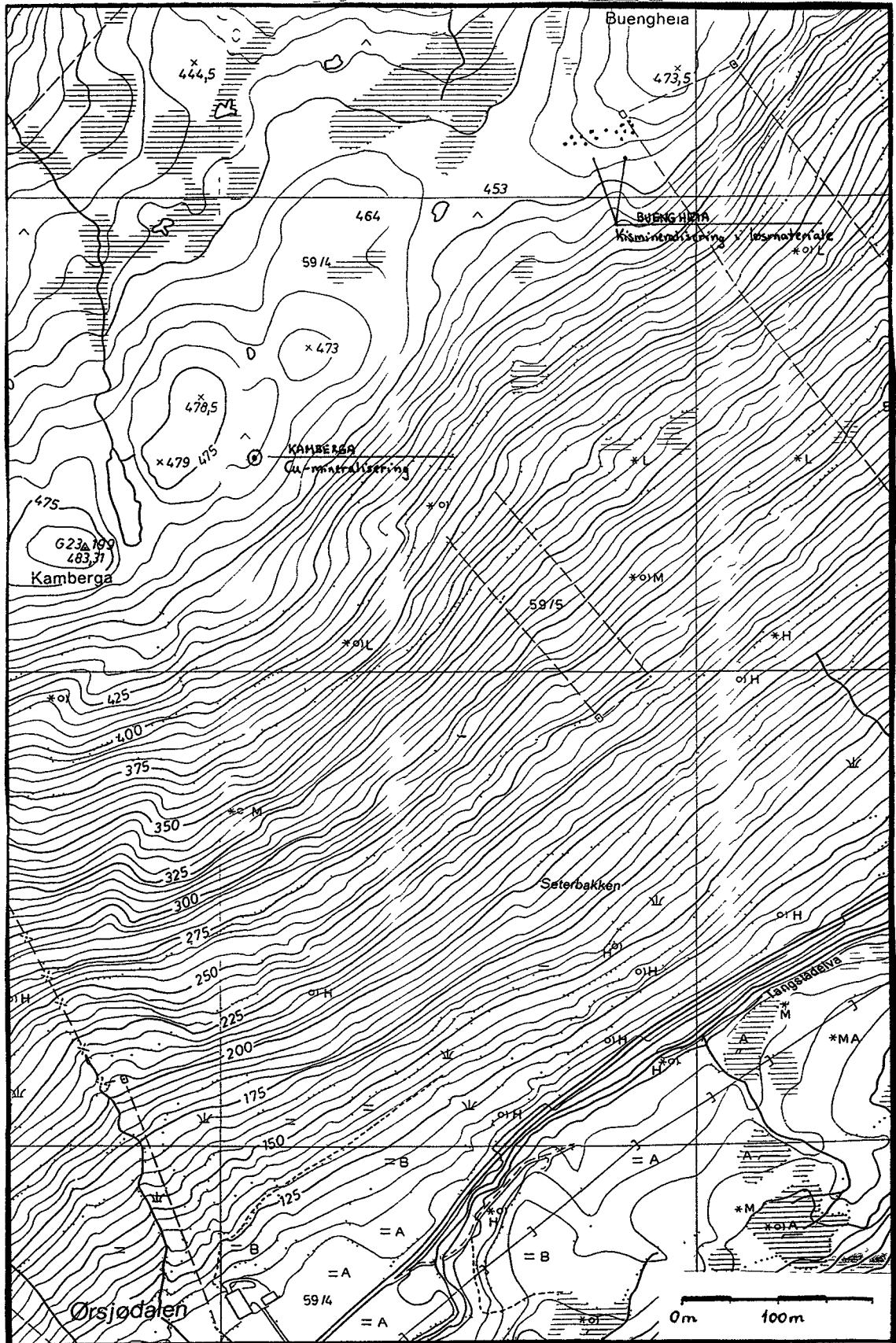
I sørvesthellingen opp mot Buengheia (figur 13) finnes kisholdige løssteiner over et mindre område. Disse ble prøvetatt, men tilsvarende mineralisering i fast fjell ble ikke funnet her.



Figur 11: Blankheia mineralisering angitt ved prikker.



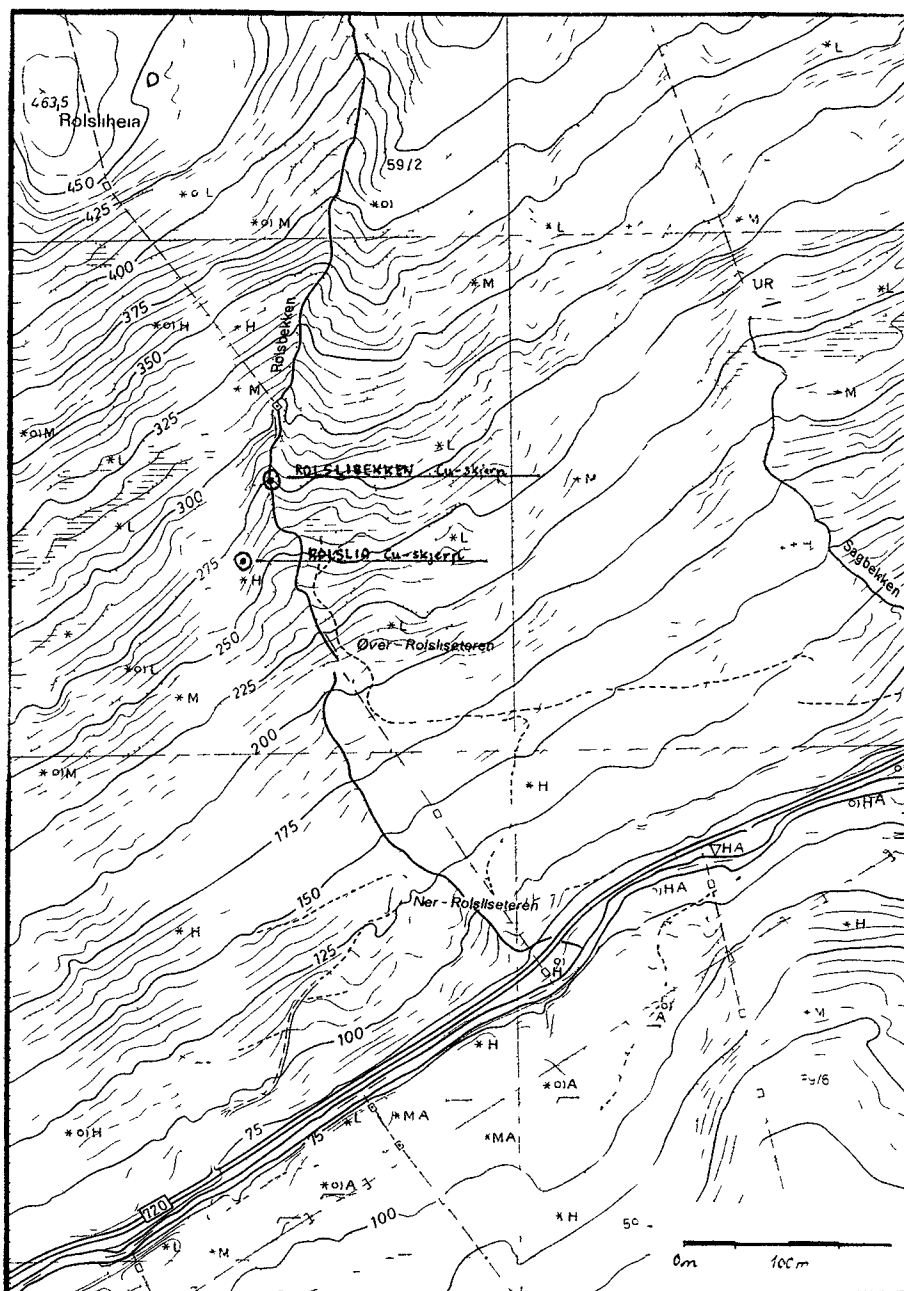
Figur 12: Kartet viser området rundt Ørsjødal "skjerp". Prikken angir prøvetakingssted, kryss angir en gråbergstipp.



Figur 13: Kamberga (sirkel) og Buengheia (prikker) mineralisering.

Rolslibekken skjerp består av en 5x4x2 m vannfylt synk, hvor den steiltstående malmen er godt blottet. Kvartsgangen er meget rust-forvitret på overflaten. Tykkelsen anslås til å være 0.3 m ved synken på østsiden av bekken. Dette stemmer med opplysningene hos Kvalheim (1938) som videre hevder at gangen blir tykkere på vestsiden av bekken. Her lot det seg ikke å gjøre å studere mineraliseringen så godt på grunn av mye løsmateriale.

Det er lite kisholdig materiale å finne, men prøver med både molybdenglans og kobberkis kunne bankes ut av fast fjell, eller finnes i løsmaterialet. Skjerpet er lett å finne siden det ligger midt i Rolslibekken (figur 14), omtrent 275 m.o.h. (høydemåler, 50 m høyere enn tidligere angivelser). Kartet viser at stedet ligger noe høyere enn de inntegnede stiene, men disse er et naturlig utgangspunkt for å finne fram.

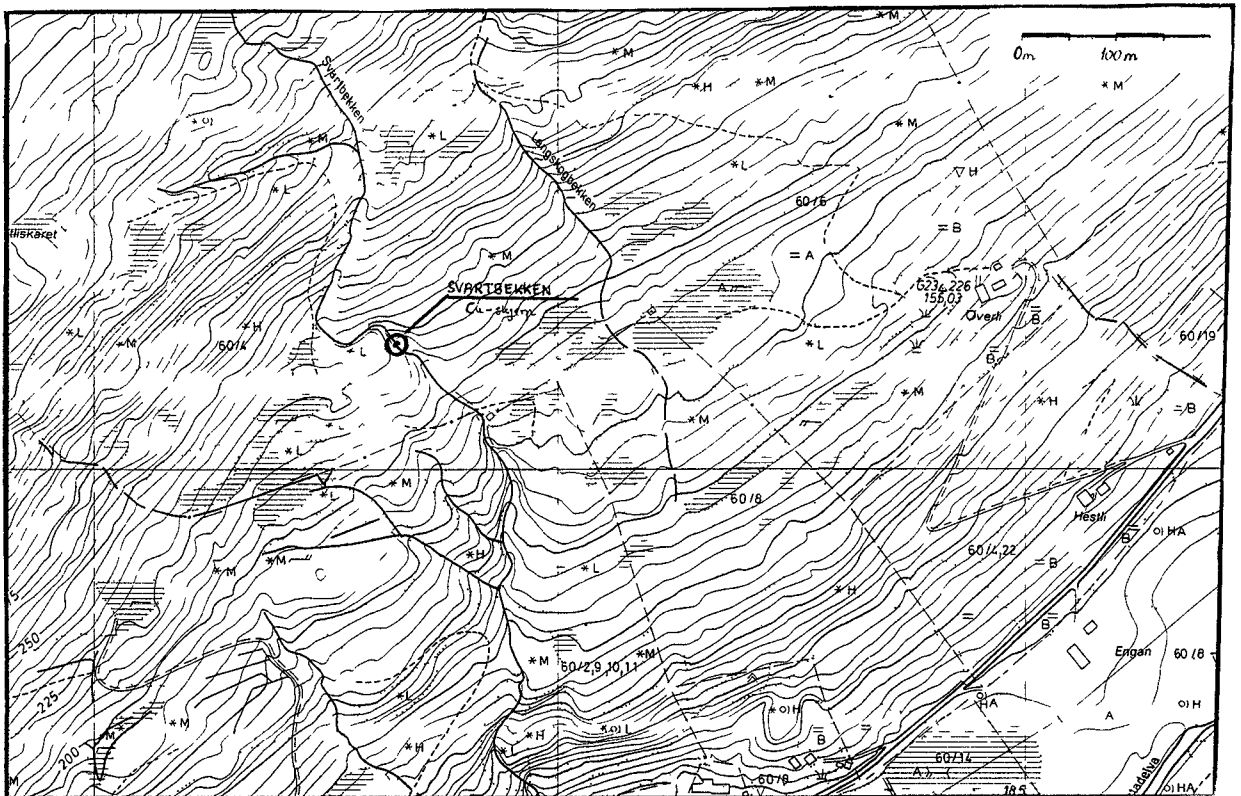


Figur 14: Rolslia og Rolslibekken skjerp.

På samme måte er høydeangivelsen også for Rolslia rundt 50 m for lav i de gamle rapportene. Dette skjerp ligger i en bratt sørvendt skråning ca. 70 m sørvest for og nedenfor Rolslibekken (260 m.o.h.) (figur 14). Her finnes det mye utsprengt materiale, og det er klart at det har vært drevet omfattende sprengningsarbeider her. Innerst i et lite brudd står malmen, men den er ikke tykkere enn 0.5 m. Tegninger av "Rolslia nr.1" i Kvalheims rapport stemmer godt overens med dagens situasjon. Flere mineraliseringstyper sees her og ble prøvetatt. Molybdenglans finnes i små mengder i noen prøver.

Kvalheim angir videre flere andre skjerp i dette området. Disse ble det søkt etter, men ikke funnet. Riktignok kan hovedmalmen følges videre vestover som en forsenkning i terrenget, men denne strukturen forsvinner gradvis, og en blotning i en bekk 50 meter vestenfor viste ingen mineralisering. Likevel utelukkes det ikke at tidligere røsk nå er helt gjengrodd.

Den østligste av forekomstene er Svartbekken. Også denne er best blottet i bekken (figur 15) som på dette stedet (angitt av grunneier på gården Øvre Tangstad) renner gjennom en nokså markert bekkedal, cirka 215 m.o.h. Selv om forekomsten er angitt i de gamle rapportene var mineraliseringen liten. Det ble ikke funnet noe utsprengt materiale eller andre synlige bevis på skjerp. Bekken renner nokså stridt i dette området og materialet kan være vasket bort. Det dreier seg om en 0.5 m tykk, oppknust kvartsgang med kalkspat, som finnes bare i denne forekomsten. En annen viktig forskjell er at kisen ligger i mer uregelmessige diskordante årer i gangen.



Figur 15: Svartbekken skjerp.

Likheten mellom de 7 forekomstene er stor. Riktignok er bornitt-zeolitt-paragenesen i Kamberga enestående, og i tillegg skiller Svartbekken seg ut på flere måter:

1. kraftig oppknusning av kvartsgang og malmmineraler.
2. betydelig innhold av kalkspat.
3. svovelkis fortrenses kraftig av kobberkis.

Dette antas å skyldes nærmere tilknytning til den sentrale knusningssonen, med større hydrotermal aktivitet.

MINERALOGI

Ingen av Ørsjødalsforekomstene inneholder uvanlige opake faser, og ikke mer enn 13 ulike opake mineraler er observert i tilsammen 4 polerslip og 3 polerte tynnslip. Tre av slipene er laget av eldre materiale (NTHs malmsamling). Det er utført modalanalyse på 3 av prøvene. De fleste slipene er fra Rolslia/Rolslibekken som er skjerpene med mest tilgjengelig og rikast materiale.

Kobberkis er sammen svovelkis de helt dominerende mineraler i disse forekomstene (drøyt 75 vol% i slip 9706). Viser i et par slip tydelig tegn på å fortrenge py (slip 21992) (figur 16). Større kobberkiskorn viser inneslutninger av sinkblende.

Svovelkis viser vanligvis subhedral kornform (< 5 mm) med en rekke flerfaseinneslutninger. Oppsprekning har gitt mulighet for innfylling av kobberkis. Skumtekstur er også utviklet (slip 9707). I Rolslia forekommer en spesiell pulverisert, homogen svovelkis (prøve 049).

Molybdenglans er stedvis synlig i håndstykke (< 10 vol%). Er sett i de fleste av de 7 forekomstene (fra Rolslia: figur 17).

Magnetitt finnes både i større, oppsprukne korn (slip 21992) eller i komplekse sammenvoksninger med hematitt (slip 21990) (figur 16). Generelt mindre utbredt enn i Fines.

Sinkblende er kun funnet spredt i kobberkismatriksen, hvor små dråper av sl kan øynes.

Magnetkis er sett som inneslutninger i svovelkis, alene, sammen kobberkis eller sammen

Mackinawitt.

Bornitt er sett lokalt (slip 9650), som ørsmå inneslutninger i svovelkis.

Linnaeitt er en antatt identifikasjon av et 30 µm langt, lamellært korn i slip 21990.

Hematitt finnes i små korn eller sammenvoksninger med magnetitt (slip 21990) (figur 16).

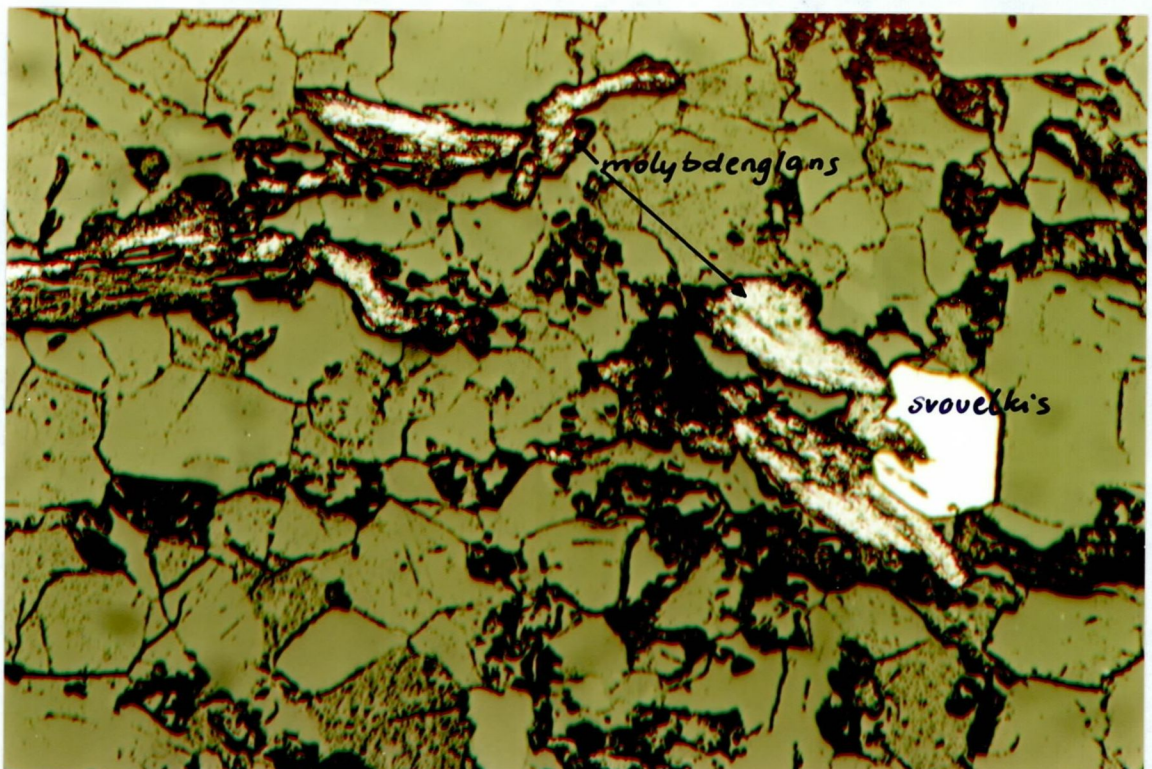
Rutil er sett som et 0.2 mm langt kornaggregat i kvarts.

Covellin finnes spredt i de fleste slipene i tilknytning til cp, men er sentralt i slip 9706 hvor det selv fortrenses av

Limonitt, som viser samme utbredelse som cv, men er mer bundet til sprekker.



FIGUR 16: Flakige hematittkorn i fortrenningstekstur med magnetitt i Rolslia (slip 21990). Billedbredde 0.6 mm.



FIGUR 17: Molybdenglans med subhedral svovelkis i Rolslia (slip 9651). Billedbredde 2.3 mm.

ANALYSE AV MALMPRØVER

De geokjemiske analysene (bilag 1 B-D) omfatter 15 prøver fra de 7 forekomstene, med flest prøver fra Rolslia (5 stk).

Det er flere store forskjeller fra Finesforekomsten. Generelt viser de fleste metallene lavere gehalter, unntatt molybden og kobber. Pb- og Zn-gehaltene er meget lave (blyglans mangler og sinkblende er kun aksessorisk). Det registreres også meget lave Mn- og Ni-gehalter. Edelmetallgehalten (snitt) er også lavere, men det er flere enkeltanalyser for gull mellom 0.5 og 1 ppm.

Mo er opp mot 1000 ppm (0.1%). Sammenlignes dette med analysene presentert av Kvalheim (1938) er det store uoverenstemmelser, i og med at han oppgir verdier på 0.2 - 0.5% Mo i "gjennomsnittsprøver" fra Rolslia. Uoverenstemmelser sees også m.h.t. gull. En av Kvalheims prøver fra Rolslia ga 4% Cu, 2 ppm Au og 5 ppm Ag. Det er mulig at de eldre analysene representerer rikere malm enn det som er prøvetatt nå.

Den høyeste gullanalysen er fra bornittmineraliseringen oppe på Kamberga, 996 pbb (1 ppm), som er høyt utfra prøvens lave andel kismineraler (1.5% bornitt).

Ingen av analysene for Cu gir gehalter over 3%, hvilket må betegnes som lite utfra at dette er en gangforekomst med liten mektighet og få andre økonomisk interessante elementer. For mer utfyllende sammenligninger med de andre forekomstene henvises det til kapittlet "diskusjon".

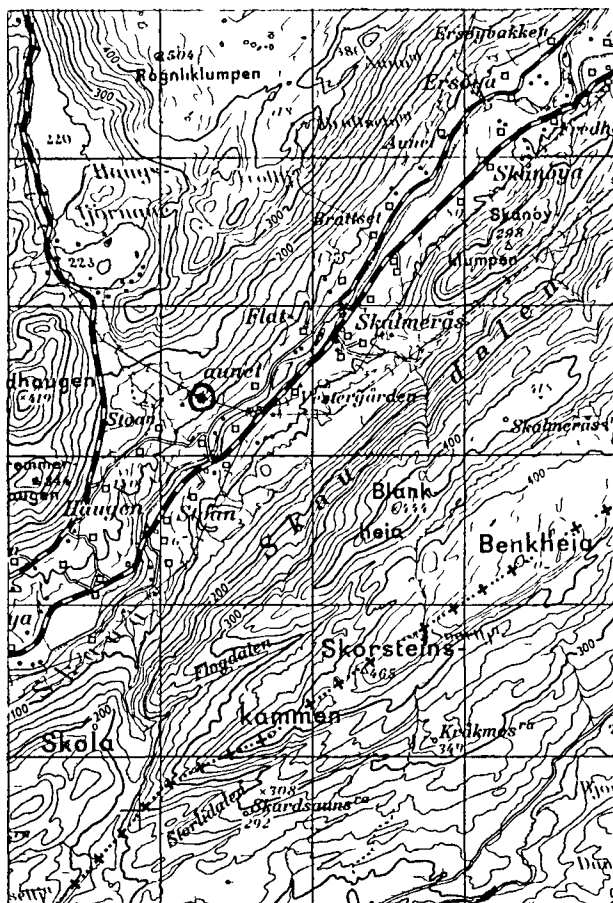
ANDRE ANVISNINGER

De gamle rapportene om Ørsjødalsforekomstene forteller om en rekke andre mineraliseringer i tillegg til de her omtalte. Særlig i tilknytning til Rolslia-forekomsten, refereres det til navn som "Sagalia" og "Øverslettbergan". Begge disse skal ligge mellom Rolslibekken og Svartbekken (Kvalheim, 1938), og det dreier seg sannsynligvis om blotninger av den samme gangen som i disse to. Øverslettbergan (1 meter tykk gang) skal ligge 200-300 meter øst for Rolslibekken. Om Sagalia savnes ytterligere posisjonering. Det ble bekreftet av grunneiere i dalføret at det finnes flere mineraliseringer i området.

Ved gården Øvre Tangstad rett vest for Svartbekkens utløp i Tangstadelva finnes det et lite steinbrudd (merket A i figur 10) på sørsiden av Tangstadelva. Grunneieren på samme gården kunne fortelle om at det er blitt tatt prøver fra dette steinbruddet, prøver som har vist anomale edelmetallgehalter ved analyser i utlandet. Imidlertid viste et besøk i dette steinbruddet ikke spor av kis. Bergarten var av samme grå granittgneis, men bar preg av å ligge nær knusningssonen.

I Tangstadelva som renner gjennom dalføret skal det være blottet en mineralisering rett sør for gården Buenget. Det var imidlertid for høy vannføring i elva under forsøket på befarings, som i tillegg er avhengig av nøyaktigere angivelse. (merket B på kartet i figur 10).

I NTHs malmsamling finnes en prøve samlet av H. Bjørlykke på 40-tallet bestående av rik bornittmineralisering i kvarts etikettert "veiskjæring mellom Ørsjødal og Verrabotn". Det lot seg imidlertid ikke gjøre å finne slik mineralisering på den aktuelle strekningen.



INNLEDNING

Ved forekomsten sees i dag sees en vannfylt synk på 2x3 m som ligger rett i hovedmalmen. Utenfor ligger 5-6 hauger med tildels kobberkisrikt materiale utover et område på 20x25 m.

Forekomsten ligger langs en åsrygg parallelt dalen, og videre nordøst for hovedsynken sees flere gjengrodde forsenkninger i terrenget som vitner om røsking. Både i denne retningen og mot sørvest finnes flere mindre skjerp, som grunneierne må kontaktes for påvisning av. Det er lite blotninger i området, og kun i kraftgata finnes det nyere blotninger etter anleggsarbeidet.

TIDLIGERE RAPPORTER

Fra Skaudalen eksisterer det kun rapporter (notat) i Bergarkivet fra før 1920 (Hornhauer og Carstens); Carstens (1917) omtaler forekomsten som "impregnation i gneiss-glimmerskiferbergarter tilhørende grundfjeldet". Han berører de malmgeologiske forhold lite, men slår fast at kobberkisen er bundet til kvartsårer, og at den ikke fører svovelkis og magnetkis. Det meste av rapporten omhandler de mulige driftsforholdene, og gir lite geologisk informasjon.

Kjemiingeniør Hornhauer (1918) går mer i detalj. Utfra den tidens oppfaringer i synk og på overflaten anslås gangens lengde til å være 600 m, mens bredden er 1-2 m med lokale innsnevringar. Gangen har et fall på nærmere 70 mot SSØ. Han skiller mellom glimmerskifer som hengbergart, og gneis som liggbergart, men understreker glidende overganger mellom disse. Hornhauer antar at forekomsten er dannet utfra en omvandlet granitt som er gjennomvannet av kvartsårer, med kalkspat og flusspat som er typiske mineraler i ganger. Av kobbermineraler nevnes i tillegg malakitt, bornitt og kobberglans, pluss sinkblende. Også Hornhauer vier imidlertid det meste av rapporten til vurdering av driftsmulighetene.

MALMEN MED SIDEBERGARTER

Sidebergarten til malmen synes utfra materialet på tippene å dreie seg en homogen, mellomkornet glimmergneis, med svakt utviklet skiffrighet.

Bergarten er mørk grå pga et høyt biotittinnhold, og mer finkornet enn gneisen ved Ørsjødal. Modalanalysen viser at det er en biotittgneis av granittisk sammensetning. Også Wolff (1973) omtaler i sitt foreløpige berggrunnskart over Leksvik bergarten som biotittgneis. Modalanalysen er fra en prøve med impregnasjonsmalm, derfor det høye innholdet av opake faser;

Opake 16.8%,
 Uspesifisert, dels sericittisert feltspat 40.4% (48.6%),
 Kvarts 22.4% (26.8%), grønn biotitt 12.4% (15.0%),
 Epidot 5.1% (6.2%), Muskovitt 2.3% (2.8%),
 Plagioklas 0.5% (0.6%), Titanitt 0.1% (0.1%).
 Antall tellinger: 1479 (1231).
 Tallene i parentes er som tidligere uten hensyn til opake.

I forhold til hva en forventer ut fra de gamle rapportene er det lite kvartsholdig materiale å finne på tippene. At slikt materiale allerede er borttransportert er tvilsomt siden en på tippene ser dels rike kobberkismineraliseringer i tippmaterialet, uten spesiell tilknytning til kvartsrikt materiale. Videre finnes flere nyere blotninger NV for hovedforekomsten med tynne uregelmessige kvartsårer (> 1 cm) i massiv glimmer-gneis, og ingen av disse førte kis. Det finnes også andre lyse, 2-3 cm tykke, skapolittførende ganger som ofte fører bornitt, men denne mineraliseringstypen er lite representativ for tippmaterialet.

Kobberkis er hovedmineralet og viser en uregelmessig opptreden i forhold til bergartsstrukturene, som rik impregnasjon og linser. Massiv malm er ikke sett. Videre opptrer kobberkis og bornitt finfordelt i mm-store korn synlig på friske bruddflater. Denne viser bedre hvordan mineraliseringen relaterer seg til bergartens foliasjon. Foruten lokale anrikninger av molybdenglans sees ikke andre primære malmmineraler, mens sekundære mineraler er utbredt. Malmtykkelsen rundt synken er uklar, både utfra tilgjengelighet og at malmens avgrensning vanskelig lar seg definere.

MINERALOGI

Skaudalsforekomsten inneholder flere transparente mineraler som i følge Neumann (1985) ikke er rapportert fra Trøndelag tidligere. Flere av disse er knyttet til de lyse, uregelmessige ganger i biotittgneisen, eller på spalter.

Skapolitt (XRD), sannsynligvis blandingskrystallen mizzonitt. Skapolitten danner cm-lange prismatiske krystaller i kvarts eller opptrer som hovedmineral i de lyse gangene. Mineralet, som ikke beskrevet fra Trøndelag tidligere, blir i et slip fortrent av kalkspat langs sprekker og langs oppflisete korngrenser.

Scheelitt ble sett som et ørlite korn ($20\mu\text{m}$) under mikrosondeundersøkelsene, men antas å være tilstede også i andre prøver ut fra generell wolfram anomalie (bilag 1D).

Titanitt finnes som brunrøde korn i de lyse gangene som en del av disses paragenese, i tillegg til å være et aksessorium i biotittgneisen.

Thulitt er sett som endel spredte korn i en av de lyse gangene. Denne rosa zoisitten finnes flere steder på ganger i gneisbergarter i Trøndelag.

Scolecitt (XRD) opptrer som svakt rosa radialformige korn på langs en spalte i biotittgneisen.

Stilbitt (?) opptrer på en sprekke i bergarten.

Malakitt er vanlig både langs sprekker og i mindre hulrom, sammen bl.a. skapolitt. Nåleformete krystallgrupper kan sees ved svak forstørrelse (lupe).

Azuritt sees i mindre mengde enn malakitt, men kan lokalt sees som ørsmå krystaller.

Et tynt, turkisblått mineral som opptrer dels sammen malakitt dreier seg muligens om kobbervitriol (chalcantitt).

Det er laget 3 polerslip, 1 polert tynnslip og 1 ordinært tynnslip av materiale fra Skaudalen. De mineralogiske undersøkelsene har brakt 21 ulike opake faser fra forekomsten, hvorav flere gedigne metaller og en helt ukjent fase (slip 9708).

Kobberkis er definitivt hovedmineralet med jevnt over 90 vol%. Den mest finkornige kobberkisen viser best hvordan mineraliseringen har impregnert biotittgneisen, nokså orientert langs foliasjonen.

Molybdenglans er funnet i alle slipene (figur 22), og det finnes en god del mo-rike steiner på tippen.

Svovelkis sees ikke på tippen, men utgjør nærmere 20% i ett av slipene med euhedral kornform. I de andre slipene er py helt underordnet.

Magnetitt utgjør mindre enn 2 vol%, med poikolittiske inneslutninger.

Sinkblende finnes aksessorisk i kobberkis, bl.a. som finkornige lameller.

Bornitt er et viktig mineral i paragenesen. Finnes sammenvokst med kobberkis som finfordelt impregnasjonsmineral, eller som spredte større korn. Viser fortrengningsteksturer med idaitt (figur 21) og kobberkis. Inneholder også andre mineraler.

Magnetkis opptrer i inneslutninger i svovelkis eller som noen slangeformede lameller i kobberkis (slip 9648).

Mackinawitt finnes lokalt i små inneslutninger i py sammen cp.

Hematitt finnes i et par av slipene, dels som et resultat av martittisering (< 0.2 vol%).

Ilmenitt Finnes i et slip (21995) i uregelmessig sammenvoksning med hematitt.

Rutil finnes lokalt i sidebergart eller kvarts nær sulfidene.

Markasitt som korn-ansamlinger i kobberkis i to slip (figur 22).

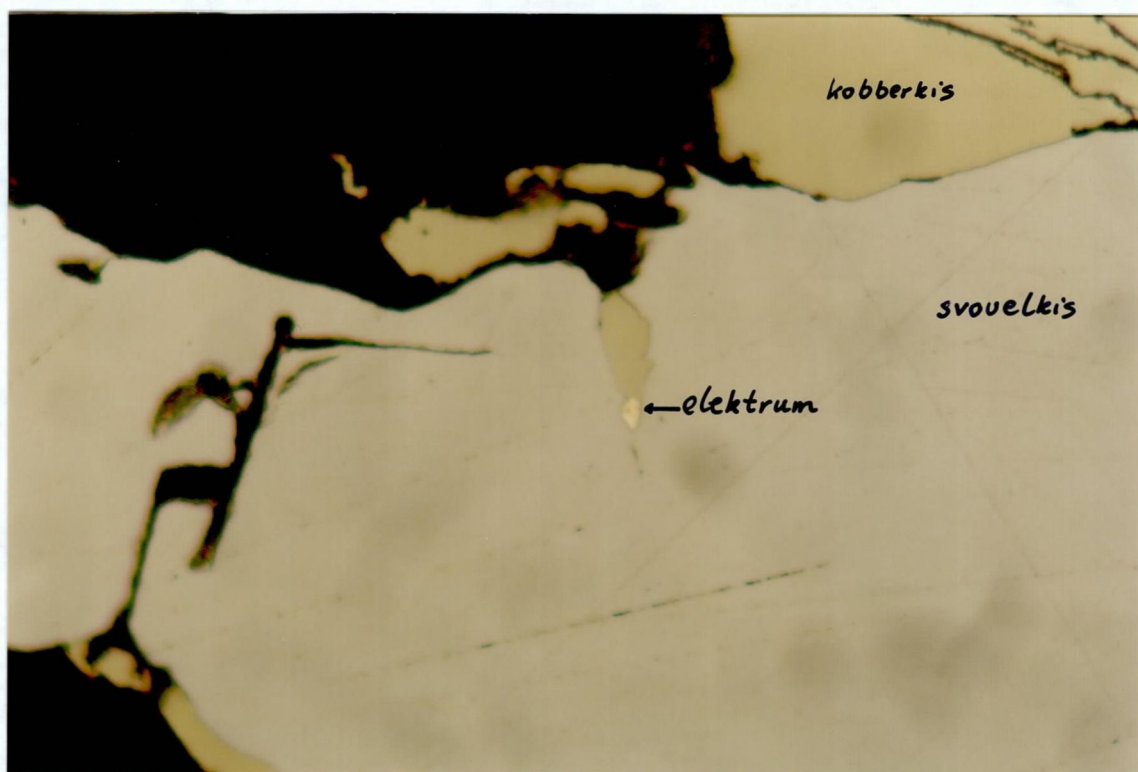
Covellin som fortrengning av de minste cp-kornene, og viktig mineral sammen bornitt (figur 21).

Limonitt finnes som sprekkefyllinger (< 0.5 vol%) og som rand rundt kobberkiskorn (slip 21995).

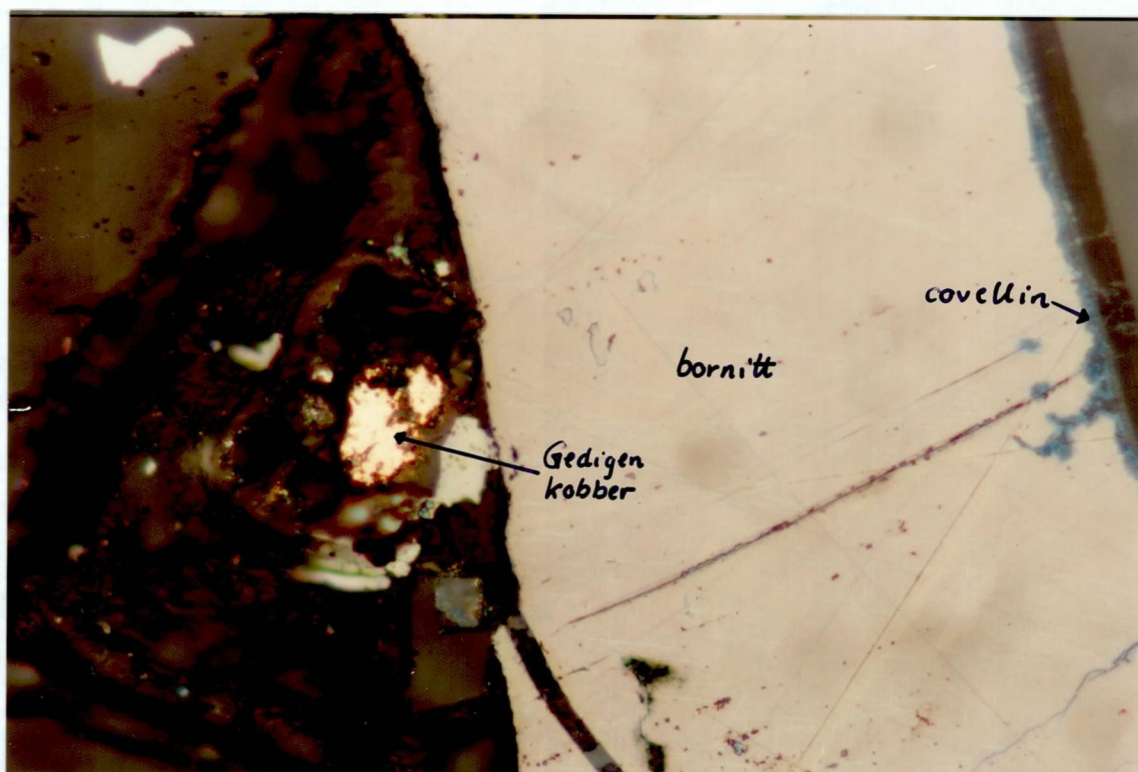
Elektrum er sett i 3 av de 4 slipene fra Skaudalen, men det største kornet er bare $5 \times 3 \mu\text{m}$ (slip 21993) (figur 19). Kornene i slip 21995 viser stor variasjon i kjemi, med et betydelig innhold av Hg (tabell 7). Samme slippet inneholder en rekke μm -store korn av elektrum som avsløres på backscatterbilder.

Gedigen sink er påvist ved mikroskop (slip 9708). Det dreier seg om en isotrop høyreflekterende fase ($R \approx \text{ged. Bi}$), som opptrer i et "grumsete", oppsprukket område av kobberkisen. Det største kornet målte $10 \times 6 \mu\text{m}$. Identifikasjonen er utvetydig utfra analysen. Det eksisterer ingen grunn for at sink ble tilført slippet under poleringen.

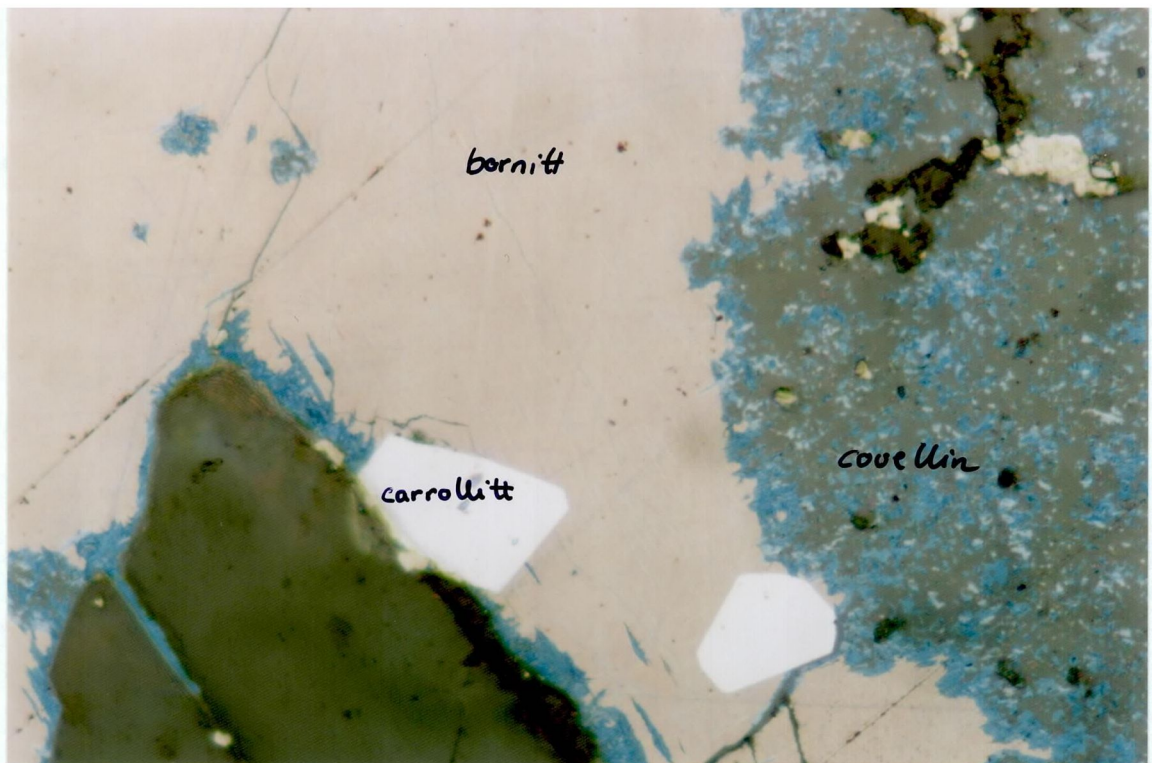
Gedigen kobber finnes som et uregelmessig korn ($15 \times 20 \mu\text{m}$) ved siden av noen store bornittkorn, og sitter sannsynligvis i kvarts, med ei rand av covellin (figur 20). Kornet har høy refleksivitet, og er sterkt kobberfarget. Mikrosondeanalysen (tabell 7) viser 94.3% Cu.



FIGUR 19: Elektrum-korn i kobberkis som trenger inn i svovelkis i Skaudalen (slip 9708).
Billedbredde 0.23 mm.



FIGUR 20: Uregelmessig korn av gedigen kobber nær bornitt i Skaudalen (slip 21995).
Billedbredde 0.23 mm.



FIGUR 21: Euhedrale carrollitt-korn i bornitt som fortrenses av covellin og knapt synlige idattlameller i Skaudalen (slip 21995). Billedbredde 0.23 mm.



FIGUR 22: Molybdenglans i kobberkismalm, Skaudalen (slip 9648), med småkorn av markasitt. Billedbredde 0.6 mm

Idaitt identifiseres lett ut fra opptredenen som fortrenningslameller i bornitt (figur 21). De karakteristiske lysgrønne til rødorange anisotropifarger sees også.

Carrollitt finnes som mange hvite, 10-20 μm , euhedrale, isotrope korn i bornitt (slip 21995) (figur 21). Mikrosondeanalysen (tabell 7) er overensstemmelse med den teoretiske $\text{Cu}(\text{Co},\text{Ni})_2\text{S}_4$ (Dana). Minerallet skiller seg fra de andre mineralene i linnaeitt-gruppen ved den rene, hvite fargen.

Linnaeitt finnes som flere lys rosa, subhedrale korn i kobberkis, gjerne på kanten mot kvartsen (slip 9708). Minerallet er isotropt som alle i linnaeitt-gruppen. Mikrosondeanalysen (tabell 6) viser at dette er en kobberrik linnaeitt (analyser i Dana viser stor variasjon i kjemi).

Mineral S1 finnes i kant av et linnaeitt-korn (slip 9708). Fasen ble først påvist under mikrosondeundersøkelsene, og dens optiske egenskaper er ukjente. Resultatet av analysen (tabell 6) gir $\text{Cu}_2\text{Fe}_3\text{Bi}_2\text{Ag}_2\text{S}_8$. Det analyserte kornet er lite og bidrag fra omliggende faser utelukkes ikke. Det er ikke funnet noe beskrevet mineral med lignende kjemi.

TABELL 6: Mikrosondeanalyser av slip 9708 fra Skaudalen (vekt%).

	1	2	3	4
Cu	10.43	4.31	11.39	1.04
Pb	0.12	—	—	—
Zn	0.01	—	—	92.60
Fe	1.11	3.33	12.62	2.65
Co	35.62	0.60	0.89	—
Ni	7.78	0.11	0.17	0.01
S	43.30	2.82	19.75	0.10
Au	0.15	48.46	—	—
Bi	—	—	35.04	—
Ag	0.03	42.16	17.99	—
Sum	98.56	101.80	97.86	96.39

1. Euhedral linnaeitt i kobberkis.
2. Elektrum i kobberkis sittende på linnaeitt.
3. Mineral S1 i kant av linnaeittkorn.
4. Gedigen Zn i oppsprukket kobberkis.

TABELL 7: Mikrosondenanalyser av slip 21995 fra Skaudalen (vekt%).

	1	2	3	4
Cu	20.11	94.30	4.68	1.99
Pb	0.22	—	—	—
Fe	0.98	0.88	0.79	0.45
Co	33.20	—	—	—
Ni	1.99	—	—	—
S	40.88	0.21	0.65	0.07
Au	0.19	0.17	45.95	20.16
Bi	0.16	0.19	0.26	0.19
Ag	—	—	48.01	61.25
Hg	—	—	—	15.0
Sum	97.75	95.78	100.40	99.17

1. Euhedral carrollitt i bornitt.
2. Gedigen Cu i kvarts nær bornittkorn.
3. Elektum fra sprekke i bornitt.
4. Gullholdig sølv fra forvitret bornitt (Hg-innholdet er anslått).

ANALYSE AV MALMPRØVER

Det er utført omfattende geokjemiske undersøkelser på 6 prøver fra Skaudalen kobberforekomst. De fleste av disse er ordinære til rike kobbermineraliseringer tatt på tippen. Med hensyn til kobber og gull er det store likheter med Fines. I likhet med Ørsjødalsforekomstene er det meget lave bly-sink-verdier og anrikning av molybden.

Kobberanalysene (snitt på 3.3%, tabell 8) er neppe representative for forekomsten, siden flere av prøvene var blant de mer kobberrike som var å finne på tippen. Hornhauer (1918) oppgir imidlertid at malmens fattigste partier inneholder 1-2% Cu. Det er altså klart at malmen har vært rik i partier.

Gullinnholdet i Skaudalen er jevnere fordelt enn i Fines, som viste flere ekstreme verdier. Prøve 074 viser riktignok bare 89 ppb, men det er fra fattig kobberkismineralisering i kvarts, hvilket er en underordnet mineraliseringstype på tippen. De øvrige verdiene ligger mellom 0.5 og 1.0 ppm. Prøve 069 er en bornittrik malm. Sammenlignet med 1.0 ppm Au i meget fattig bornittmineralisering i Kamberga (Ørsjødalsforekomstene), er verdien på 351 ppb lav.

På tippen kunne det plukkes flere prøver rike på molybdenglans og prøve 070 med 703 ppm Mo er en slik. Molybden er ikke nevnt i de gamle rapportene. Som den eneste av de beskrevne forekomstene viser Skaudalen anomaliverdier (< 26 ppm) på wolfram, noe som bekrefter observasjonen av scheellit i slip 21995. Også lanthan-innholdet viser anomalier i Skaudalen. Den kobber- og gullfattige prøve 074 har 136 ppm arsen, noe som antas å korrespondere med det høye jern-svovelinholdet (høy andel svovelkis).

DISKUSJON

	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (ppm)	Au (ppb)	Mo (ppm)
Fines (14)	2.45	0.40	0.55	34.9	680	76
Mortenfjell (2)	0.03	1.00	0.04	9.8	145	3
Skaudalen (6)	3.33	0.01	0.02	19.2	635	260
Ørsjødalsf. (15)	0.78	0.001	0.01	4.3	255	254
	Ni (ppm)	Co (ppm)	Mn (ppm)	S (%)	As (ppm)	Cd (ppm)
Fines	100	91	858	8.63	12	16.6
Mortenfjell	15	16	489	7.15	92	1.2
Skaudalen	7	21	588	6.23	25	3.5
Ørsjødalsforek.	3	16	83	3.46	6	1.0

TABELL 8: Gjennomsnittgehalten for 12 utvalgte elementer i de fire undersøkte hovedforekomstene. Tallene i parentes er antall analyser.

En viktig mål med arbeidet var å påvise egenskaper med de ulike forekomstene som gjør det mulig å bekrefte/avkrefte relasjonene til Verranforkastningen. Det er således viktig å finne eventuelle likheter mellom disse forekomstene, hvilket kan gi grunnlag for å påvise en felles dannelsesprosess. Dette har vist seg å være komplisert siden det er kun Ørsjødalsforekomstene som kan sies å være av en slik art at det kan sees forbindelser til forkastningsbevegelser. Både Skaudalen og Fines er malmer med meget uklare dannelsesforløp. Det er store metallogenetiske forskjeller mellom de fire forekomstene (tabell 8). (De 7 mineraliseringene i Ørsjødalsforekomstene er så like i mineralogi og gealter at de heretter sees under ett).

Fines holder jevnt over de høyeste metallgehaltenene, og rikest både på Zn, Ag, Ni, Co, Mn, Fe, Cd og Au. Forekomsten opptrer i en bergartssekvens som kan forklares med en marin dannelses hvor det har vært vekslinger i avsetningsforholdene; dels vulkansk aktivitet, dels sedimentasjon. Et problem reiser seg rundt opptreden av både en metagråvakke og en gneisbergart, som begge har arenittisk opprinnelse. Det antas at disse ulikheter skyldes variasjoner i utgangsmaterialet.

I gneisbergarten sees flere steder mindre glidespeil med delvis utsmurt svovelkis. Dette viser at det har vært en glidning langs kloritt-glimmerrike lag parallelt foliasjonen. Det er naturlig å tro at impregnasjonen av kobberkis i flere av bergartene skjedde samtidig med (eller som en følge av) den foliasjonen. Malmen ligger i en bergartssekvens som er foldet og metamorfosert i øvre grønnskiferfacies (stedvis anrikning av almandin). Kobberkisen har trolig blitt remobilisert og trengt inn i nabobergartene under deformasjonen på en måte som har visket ut primære malmstrukturer.

Fines antas å ikke være relatert til Verranforkastningen av flere grunner:

1. Malmens strøketning danner en for stor vinkel i forhold til Verranforkastningen, og dens nord-sør-gående "avlastnings"-forkastninger.
2. De metallogenetiske og mineralogiske forholdene er helt ulik (mer variert) de man finner i andre mineraliseringer klart relatert til forkastningen.
3. Malmens dannelses synes å la seg forklare ut fra den vulkansk-sedimentære modellen.

Mens Fines ligger i Størendekketts bergarter ligger Mortenfjell i Hovindekkets sedimenter, dominert av et polymikt konglomerat med skifersoner. Malmen er meget liten, og viser anomaliverdier kun for bly (+ arsen). Det er stor usikkerhet m.h.t. dannelsen i et slikt bergartsmiljø, men en hydrotermal dannelselse sakl ikke utelukkes ettersom malmmineralene ligger i kvarts. Det er klart at bergartene har gjennomgått kraftig deformasjon etter den tid.

Skaudalen kobberforekomst ligger i en biotittgneis. Malmen er dels kobberkisrik, dels finkornet impregnert bornitt-kobberkis med Mo-anrikning og klare Ag- (maks 42 ppm) og Au- (maks 1.2 ppm) anomalier, men viser ellers lave metallgehalter i forhold til Fines.

Malmens strøkretning er parallelt dalføret, men de typiske kvarts-gangene som sees i Ørsjødalen mangler. Assosiasjonene med en hydrotermal gangforekomststype er få. Mineralisering knyttet til kvartsganger kan likevel ha vært utbredt i en primærmalm underrepresentert i dagens tippmateriale (jfr de eldre rapportene).

Det konkluderes med at Skaudalen er en gangforekomst med mulig relasjon til Verranforkastningen fordi;

1. Omliggende bergarter utelukker en vulkansk-sedimentær dannelselse, samtidig som en epigenetisk dannelselse sees ut fra enkelte tekstorelle trekk.
2. Skapolitt, thulitt og zeolitter (og anomale W-La-verdier) viser at en hydrotermal aktivitet har vært tilstede.
3. Metallogenetisk likhet med Ørsjødalsforekomstene (dog høyere gehalter).

I tillegg går den nord-sør-strykende Haugsdal-forkastningen gjennom dette området og krysser Verran-forkastningen $\approx$ 500 m SV for forekomsten.

Ørsjødalsforekomstene er utprega Mo-Cu-anrikede malmmineraliseringer som inneholder svært lave gehalter av Pb, Zn, Ag, Ni, Co, Mn, Fe, As og Cd. All mineralisering ligger i 0.1 til 1.0 meter tykke kvartsårer (+ kalkspat i Svartbekken) som løper parallelt dalen. Den samme malmsonen kan følges over mange hundre meter på et visst nivå i lia på nordsiden av dalen. Kvartsgangene sees flere steder, hele tiden parallellorientert, men det er de færreste som er mineralisert.

Den hydrotermale dannelsen sees bl.a. utfra tilstedeværelsen av molybdenglans, som er et mineral som først og fremst dannes hydrotermalt (pegmatitter, gangforekomster, stockwerk). Parallell-oppsprekning av bergartene rundt hovedknusningssonen har gitt rom for de hydrotermale løsningene.

KONKLUSJON

Det finnes en rekke skjerp, malmforekomster og mineraliseringer i forskjellige bergartsmiljø i geografisk nærhet av Verran-forkastningen. Tidligere rapporter om Cu-Mo-Au-anomalier har vært interessante for ytterligere undersøkelser, men malmpotensialet er trolig lavt.

Alle mineraliseringene er knyttet til soner eller ganger med begrenset tykkelse, som varierer fra få cm til maks 2 m i Skaudalen, vanligvis 0.3-0.7 m. Dybden er ukjent, men malmene kan følges mange hundre meter i strøkretningen.

Tidligere omtalte gullgehalter på 2 ppm i en av Ørsjødalsforekomstene kan ikke påvises i dag. Det finnes lave kobber- og molybdengehalter som opptrer i smale gangforekomster som inneholder begrensede mengder malm.

Fines gruve som er blitt drevet på kobber synes ut fra sommerens arbeid å være en polymetallisk vulkansk-sedimentær kisforekomst, med variert petrologi og heterogen malmmineralogi. Den inneholder 0.7 ppm Au (snitt, tabell 8), med et enkeltresultat på nærmere 7 ppm. Hverken dagens feltforhold eller eldre rapporter tyder på drivverdige tonnasje.

Skaudalen inneholder 3.3% Cu og nærmere 0.7 ppm Au (snitt, tabell 8). Gullet er påvist som elektrum, og det er også funnet gedigent kobber og sink. Malmen inneholder også en rekke uvanlige silikater som indikasjoner på et hydrotermalt opphav.

Mortenfjell er helt uinteressant utfra beliggenhet, type mineralisering og mengde, til tross for et relativt høyt blyinnhold.

Studie av væskeinneslutninger i kvartsmateriale bør foretaes for å få mer informasjon om forekomstenes genese.

LITTERATUR

- Bjørlykke H., 1943; Foreløpig rapport om malmforekomstene ved Ørsjødal i Verran, Bergarkiv Rapp. 1117, Trondheim. 2 sider.
- Carstens C.W., 1917; Rapport over Skaudalens kobberkisforekomster, Bergarkiv rapp. nr. 255, Trondheim, 2 sider.
- Dana; se Palache et al.
- H. O., 1959; Fines kobbermalmgruver, Bergarkiv rapp. 4878, 6 sider.
- Hornhauer T.G., 1918; Redegjørelse over Skaudalens kobberkisforekomster, bergarkiv rapp. nr. 257, Trondheim, 3 sider.
- Karlstrøm Harald J., 1990; Edelmetaller i norske kaledonske sulfidforekomster, BVLI-Teknisk Rapport nr.77, Trondheim, 264 sider.
- Kvalheim A., 1938; Foreløpig rapport over Ørsjødals malmforekomster, Bergarkiv rapp. 3107, 4 sider.
- Kvalheim A., 1950; Tilråding til fremme av de foreslåtte planer om geologisk undersøkelse i Beistad, Verran og Fosen-områdene med nødvendig flykartlegging, Bergarkiv rapp. 4450, 6 sider.
- Neumann H., 1985; Norges Mineraler, NGU Skrifter 68, Trondheim, 278 sider.
- Palache C., Berman H. & Frondel C., 1946; Dana's system of mineralogy, Vol I, 7th edition, New York, 834 sider.
- Ramdohr Paul, 1980: The ore minerals and their intergrowths, 2nd edition, Berlin, 1200 sider.
- Thorsnes T., Grønlie A., 1990; Åfjord berggrunnskart 1622 IV, 1:50000 - foreløpig utgave, Norges Geologiske Undersøkelse.
- Wolff F.C., 1973; Leksvik berggrunnskart 1622 III, 1:50000 - foreløpig utgave, NGU.

BILAG 1 A: Geokjemiske analyser av malmprøver.

Fines →

	022	023	024	025	026	027	028	029	030
S (%)	1.76	32.60	13.50	0.46	13.70	13.55	10.50	5.25	5.50
Cu (ppm)	1578	9797	14037	3758	35808	90663	65371	48092	19116
Pb (ppm)	3	1895	1780	366	88	6525	1144	1783	8529
Zn (ppm)	423	630	2073	912	2243	10025	5224	2976	9405
As (ppm)	6	23	16	9	7	15	4	7	14
Mo (ppm)	27	2	39	1	3	10	103	162	317
Ni (ppm)	18	143	173	46	98	159	109	211	127
Co (ppm)	28	211	333	21	151	49	68	32	52
Mn (ppm)	410	337	481	1866	534	1108	549	994	828
Ag (ppm)	1.1	17.9	12.8	2.7	23.1	82.2	42.1	33.2	20.3
Au (ppb)	25	360	148	35	319	283	367	6916	567
Pt (ppb)	1	27	4	1	3	1	2	4	1
Pd (ppb)	2	10	7	2	6	3	2	4	2
Sb (ppm)	2	3	2	2	2	2	2	2	3
Bi (ppm)	2	23	3	2	5	31	5	2	7
Cd (ppm)	0.5	4.3	8.2	1.9	10.0	34.9	19.0	12.4	20.4
W (ppm)	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Th (ppm)	12	6	3	1	2	11	6	2	13
La (ppm)	6	13	3	2	3	8	8	6	10

022 magnetitt-rik malm fra tipp.

023 fra en svovelkiskvartsgang i fast fjell i en vegskjæring.

024 svovelkisrik malm fra tipp.

025 kobberkis i kvarts i fast fjell.

026 kobberkis i kvarts fra løsstein i en av grunnstollene.

027 kobberkisrik malm fra tipp.

028 - " - .

029 - " - .

030 bly-sink-rik malm fra tipp.

BILAG 1 B: Geokjemiske analyser av malmprøver.

	Fines →					Mortenfjell		Ørsjødalsforek.	
	031	032	033	034	035	036	037	042	044
S (%)	11.50	0.88	2.42	3.65	5.50	13.06	1.25	0.43	0.03
Cu (ppm)	23293	525	4114	24936	2416	485	199	414	918
Pb (ppm)	17820	239	3387	13000	130	3188	16719	16	9
Zn (ppm)	39041	250	1301	2748	105	331	435	24	21
As (ppm)	24	2	9	21	15	126	57	3	2
Mo (ppm)	31	2	3	365	1	5	1	528	7
Ni (ppm)	105	8	15	128	63	23	6	3	5
Co (ppm)	52	59	53	55	109	24	8	4	9
Mn (ppm)	1928	274	952	1139	607	349	629	110	126
Ag (ppm)	193.1	0.9	8.1	47.9	3.2	2.5	17.0	1.6	2.2
Au (ppb)	184	7	103	155	51	213	78	115	996
Pt (ppb)	3	1	1	4	1	1	1	1	1
Pd (ppb)	2	2	2	2	5	2	4	4	3
Sb (ppm)	10	2	2	2	2	3	4	2	2
Bi (ppm)	261	2	3	64	2	2	35	2	2
Cd (ppm)	108.7	0.3	2.1	9.1	0.8	1.7	0.7	0.3	0.4
W (ppm)	2	1	1	1	1	2	3	4	4
Th (ppm)	2	1	4	8	2	2	1	5	2
La (ppm)	5	3	2	53	5	2	2	8	3

031 meget bly-sink-rik malm fra tippen, Fines.
 032 vanlig impregnasjonsmalm fra fast fjell, Fines.
 033 vanlig kobberkismalm fra tippen, Fines.
 034 vanlig bly-sink-rik malm fra fast fjell, Fines.
 035 svovelkis/kobberkis i grønnstein, Fines.

036 svovelkisholdig malm fra Mortenfjell.
 037 av blyglans i kvarts fra Mortenfjell.

042 molybdenglansholdig materiale fra Blankheia. Tallene er snitt av to prøver.
 044 bornittmineralisering i kvartsåre, Kamberga.

BILAG 1 C: Geokjemiske analyser av malmprøver.

Ørsjødalsforekomstene →

	045	046	047	048	049	050	051	052	053
S (%)	6.45	0.48	1.35	2.20	23.31	1.84	0.68	1.10	0.98
Cu (ppm)	100	8977	13912	11994	3234	7968	1173	11586	6737
Pb (ppm)	34	6	5	2	3	2	6	3	2
Zn (ppm)	94	34	69	73	19	62	8	45	45
As (ppm)	38	3	5	2	4	4	4	4	2
Mo (ppm)	392	6	217	315	10	171	963	80	45
Ni (ppm)	4	2	3	3	3	3	3	3	4
Co (ppm)	26	4	2	13	102	9	4	4	3
Mn (ppm)	44	170	31	26	18	20	30	34	38
Ag (ppm)	0.6	6.9	3.8	7.6	7.5	4.2	1.4	4.4	3.3
Au (ppb)	62	549	16	231	26	478	52	36	65
Pt (ppb)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pd (ppb)	2	2	2	3	3	2	2	4	2
Sb (ppm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bi (ppm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cd (ppm)	0.4	1.1	1.8	1.4	1.1	1.0	0.3	1.2	0.9
W (ppm)	3	1	1	1	2	1	3	1	1
Th (ppm)	3	1	1	1	2	1	2	2	1
La (ppm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2

045 svovelkisholdig løsmateriale fra Buengheia.

046 kobberkisholdig løsmateriale fra Ørsjødal.

047 kobberkismalm i epidot-kvarts-gang fra Rolslia.

048 ordinær kobberkismalm fra Rolslia.

049 finkornet svovelkismalm fra Rolslia.

050 rik svovelkis/kobberkismalm fra Rolslia.

051 molybdenglansholdig malm fra Rolslia.

052 kobberkismalm fra Rolslibekken.

053 - " - .

BILAG 1 D: Geokjemiske analyser av malmprøver.

	Ørsjødalforek.			Skaudalen →					
	054	055	056	069	070	071	072	073	074
S (%)	4.35	4.44	0.81	0.82	0.15	3.90	4.55	2.01	26.05
Cu (ppm)	14644	26817	7744	20906	12322	60595	77568	26802	1702
Pb (ppm)	2	2	3	234	108	13	9	8	202
Zn (ppm)	67	137	72	257	143	137	174	59	772
As (ppm)	4	7	2	2	2	7	2	3	136
Mo (ppm)	133	204	109	143	703	300	194	218	3
Ni (ppm)	4	5	2	5	4	13	3	6	9
Co (ppm)	45	14	2	9	7	19	10	9	74
Mn (ppm)	25	292	237	527	1137	341	374	1052	95
Ag (ppm)	5.9	10.7	3.0	17.1	6.7	31.5	42.4	13.3	4.1
Au (ppb)	580	384	128	351	1213	633	1161	361	89
Pt (ppb)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pd (ppb)	2	5	2	2	5	6	5	2	5
Sb (ppm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bi (ppm)	2	2	2	2	2	26	26	7	2
Cd (ppm)	1.2	2.9	1.2	2.4	1.7	4.8	6.2	2.1	3.5
W (ppm)	1	1	1	1	22	16	22	26	
Th (ppm)	1	1	6	11	15	12	13	25	3
La (ppm)	2	2	16	31	74	4	5	60	2

054 molybdenglansholdig malm fra Rolslibekken.

055 kobberkismalm fra Svartbekken.

056 fattig impregnasjon i sidebergart fra Svartbekken.

069 bornittrik malm fra Skaudalen.

070 molybdenglansrik malm fra Skaudalen.

071 kobberkisrik malm fra Skaudalen.

072 - " - .

073 ordinær kobberkismalm fra Skaudalen.

074 kobberkis i kvartsåre fra Skaudalen.

Polerslip 394A:

Rik kobbermalm med ukjent funnsted (fra NTHs malmsamling), kun etikettert Fines.

Kobberkis utgjør $\approx 80\%$ av de opake fasene. Inneholder 5-10 μm lange lameller av sinkblende.

Blyglans finnes som grove korn og mindre sammenvoksninger med markasitt.

Sinkblenden forekommer i endel korn med skyer av kobberkisdråper.

Covellin finnes vesentlig på grensen mellom kobberkis og blyglans, hvor den hovedsaklig fortrenger gn.

Markasitt er utbredt som flakige kornaggregater i cp, sterk anisotropi. Er sammenvokst med blyglans og noe bravoitt(?).

Siegenitt viser euhedral kornform maks 25 μm store korn. Identifikasjonen skjedde på et identisk korn i slip 21988. Ca. 4-5 observerte korn.

Hematitt har liten utbredelse, bare i sammenvoksninger med ilmenitt.

Ilmenitt finnes i tillegg som spredte, prismatiske korn.

Magnetitt sees med det blotte øye i flere prøver. I lysmikroskopet sees en poikolittisk tekstur. Få, mm-store korn.

Bravoitt. (se beskrivelse under "mineralogi")

Polert tynnslip 21984:

Båndet magnetitt-malm fra tippet ved hovedgruva. De transparente mineralene er kvarts, sericittiserte feltspatkorn, epidot, kloritt og grønn biotitt.

Antall tellinger i modalanalysen: 282.

Magnetitt (81.2%) er hovedmineral og den båndete strukturen sees også i mikroskopet. Kornene er subhedrale, og kornstørrelsen rundt 0.2 mm. Noen korn har poikilittiske inneslutninger av py.

Svovelkisen (17.7%) er eu- til subhedral, mm-stor, og inneholder små inneslutninger av vesentlig kobberkis.

Sinkblende (0.7%) er spredt i kobberkis og svovelkis, med cp-inneslutninger.

Kobberkis (0.4%) finnes dels som inneslutninger i svovelkis, dels i få, større korn.

Blyglans finnes som $< 50 \mu\text{m}$, grumsete korn i svovelkis.

Covellin opptrer som ei rand rundt de større kobberkiskornene.

Mackinawitt opptrer i karakteristiske lameller i kobberkis-inneslutningene i svovelkis. Et uvanlig "stort" korn (7x8 m) viser den markerte anisotropien med farger fra blå til sitrongul.

Ilmenitt som et drøyt 0.5 mm stort korn med en rekke poikilittiske inneslutninger av euhedral magnetitt, inneholder også ørsmå (få m lange) hematitt-lameller.

Molybdenglans som et par < 0.1 mm lange flak i silikatene, dels i magnetitt.

Hematitt et par subhedrale $< 40 \mu\text{m}$ store korn i stort svovelkiskorn.

Polert tynnslip 21985:

Rik bly-sink-mineralisering funnet på tippen ved hovedgruva. En klart anrikt bly-sink-sone (med kalkspat) sentralt i prøven (figur 6).

Antall tellinger: 908.

Sinkblende (39.0%) opptrer grovkornet sammen blyglans. Også i slippet ser man at sl og gn er anrikt i cm-tynne soner med ordinær kobberkismalm rundt. Fortegningstekstur (?) med kobberkis er utbredt, med skyer av cp-lameller i hele kornet eller langs korn grensene.

Blyglans (29.9%) er nokså jevnt fordelt sammen sinkblendene, med karakteristisk kløvoppsprekning, noe korrodert særlig av silikatene.

Kobberkis (15.4%) er ujevnt fordelt i slippet, med klart lavere %-andel i bly-sink-sonen. Opptrer tildels som ovale, maks 10µm lange korn på grensen mellom store blyglans og sinkblende korn, hvor cp opptar gn's plass.

Magnetitt (11.8%) er representert av mm-store, forvitrede korn med bl.a. blyglans som inneslutninger. Det kan øynes at disse ligger som avlange korn langs magnetittens krystallplan.

Svovelkis (2.8%), lokale kornaggregat sammen de andre sulfidene, korrodert, med inneslutninger av blyglans og kobberkis.

Covellin (1.3%) opptrer på grensen mellom kobberkis og blyglans, hvor gn fortrenses mest. Også observert uten cp i nærheten.

Molybdenglans finnes som små flakige korn, vesentlig i kloritten.

Rutil, et korn i silikater, < 50µm, noe korrodert.

Mackinawitt er sett i en kobberkis-sinkblende-inneslutning i en svovelkis-inneslutning i magnetitt.

Limonitt opptrer lokalt sammen covellin.

Modalanalysen av de transparente mineralene viser en typisk grønnskiferparagenese;

Opake 29.3%, Epidot 28.9% (40.9%), Kloritt 19.5% (27.6%)
 Kvarts 8.7% (12.2%), Kalkspat 6.8% (9.7%),
 Klorittisert biotitt 6.8% (9.6%).
 Ant.tellinger er 2402 (1699).
 Tallene i parentes er resultatet u/opake min. Dette gjelder alle slipene i rapporten.

Polert tynnslip 21986:

Ordinær impregnasjonskobbermalm som finnes i stor mengde på tippene, og som også sees i fast fjell flere steder ved Fines.

Antall tellinger: 800.

Kobberkis (81.0%) er hovedmineralet. Stedvis sees tvillinger ved X-nicols.

Magnetitt (14.4%) representeres som vanlig av få, < 2 mm store sub- euhedrale korn. Disse er dels rike på kobberkis-sinkblende-(blyglans-)inneslutninger. I noen av de mer kompakte kornene sees noen mørkere spinell-lignende lameller langs krystall-planene (avblandingstekstur). Også molybdenglans og kloritt opptrer på samme måte i mt.

Svovelkis (2.1%) forekommer som noen subhedrale korn eller som fortrensningsrester i kobberkismatriksen.

Sinkblende (1.6%) viser inneslutninger i kobberkis som i foregående slip.

Blyglans (0.6%) finnes i noen spredte korn sammen sl i cp.

Molybdenglans (0.1%) sitter vesentlig i silikatene (figur 7). Noen korn viser kink-bånding.

Bornitt finnes i ett 50x20 m stort korn med kobberkis i silikatene.

Hematitt sees med flakig kornform.

Covellin (0.1%).

Modalanalysen indikerer igjen en grønnskifer:

Opake 20.9%
 Kloritt 34.6 (43.7%), kvarts 23.7% (30.0%), epidot 16.7% (21.1%), kalkspat 2.1% (2.7%), grønn biotitt 1.8% (2.3%),
 Feltspat 0.2% (0.3%), Muskovitt 0.2% (0.2%).
 Antall tellinger 1269 (1004).

Polert tynnslip 21987:

Svovelkisrik prøve fra en veiskjæring øst for gruva (figur 3). Det er en 30 cm tykk stratiform sone i grønnskiferen med vesentlig kvarts i grunnmassen. I løsblokker rett ved skjæringen sees endel malakitt langs sprekker.

Slipet inneholder flere ukjente faser og det er utført i alt 4 mikrosondeanalyser (tabell 2).

Antall tellinger: 1666.

Svovelkisen (92.0%) er grovkornet og oppsprukket med limonitt og silikater(kvarts) langs sprekke. De minste kornene er mest euhedrale, mens større korn er mer korroderte. Alle kornene inneholder poikilittiske inneslutninger av de andre fasene.

Magnetitt (4.7%) forekommer spredt i flere kornstørrelser.

Kobberkis (2.2%) opptrer hovedsaklig som inneslutninger av varierende størrelse i py.

Limonitt (0.2%) er utbredt på sprekker i svovelkis.

Ilmenitt (0.2%) finnes sammenvokst med hematitt, sammen magnetitt eller i homogene korn. Sammenvoksningene med hematitt blir å regne for hemoilmenitt.

Molybdenglans (0.1%), nær svovelkisen.

Sinkblende inneholder også i denne mineraliseringstypen små lameller av cp i de større kornene.

Blyglans finnes utbredt som små inneslutninger i svovelkisen. Et svakt anisotropt preg i ett korn antas å skyldes små riss og smuss på overflaten.

Bornitt opptrer lokalt sammen kobberkis i svovelkis. Noen korn viser krakelert oppsprekning. Cu-innholdet er noe lavere og Fe-innholdet er noe høyere (tabell 2) enn de kalkuleerte verdiene (Dana, 1944).

Hematitt opptrer enten i homogene flakige korn eller som sammenvoksninger/lameller i ilmenitt (hemoilmenitt).

Mackinawitt finnes i kobberkis.

Magnetkis opptrer som inneslutninger i py-kornene, alene eller sammen kobberkis.

Cubanitt. (se beskrivelse under "mineralogi")

Rutil er sammenvokst med ilmenitt i korn med sterke interne reflekser.

Covellin. Lokalt som fortrenkning av kobberkis.

Mineral F1. (se beskrivelse under "mineralogi")

Mineral F2. (se beskrivelse under "mineralogi")

Bergarten skiller seg ut med det høye kvartsinnholdet og innholdet av turmalin (figur 8);

Opake 50.6%
 Kvarts 35.7% (72.1%), Epidot 5.1% (10.3%), Kloritt 4.3% (8.7%), Muskovitt 4.2% (8.6%), Turmalin 0.1% (0.2%),
 Feltspat (0.1%).
 Antall tellinger er 2683 (1326).

Polert tynnslip 21988:

Kobberkisrik prøve fra tippen ved hovedgruva (figur 5).

Det er gjort 5 mikrosondeanalyser fra dette slipet (tabell 3).

Modalanalysen omfattet 1763 tellinger.

Kobberkis (93.8%) viser igjen avblanding- eller fortrenkningsteksturer med sinkblende. Særlig markert her er tynne sl-lameller som ligger ensrettet innefor hvert kobberkiskorn, og markerer således disse godt. I tillegg sees antydninger til skumtekstur sammen med større sl-korn (figur 5).

Sinkblende (4.3%) finnes spredt i kobberkisen (figur 5).

Blyglans (1.8%) finnes i flere former. Et av de spredte, større kornene er analysert på mikrosonde (tabell 3). De små gn-inneslutningene i og rundt flere av siegenitt-kornene (figur 4) er også analysert.

Siegenitt (0.1%) (se beskrivelse under "mineralogi")

Covellin opptrer mest i blyglans, som i de minste kornene kan være helt fortrenget.

Ilmenitt finnes i noen spredte korn, gjerne med en flakig form.

Svovelkis er sett i 2-3 euhedrale korn, da sammen

Markasitt som er helt lik svovelkisen av farge, men har karakteristiske anisotropifarger. En analyse (tabell 3) viser meget god overenstemmelse med FeS_2 .

Magnetitt er sett i ett korn.

Mineral F3. (se beskrivelse under mineralogi)

Bergarten er en kalk-klorittrik gneisbergart;

Opake 42.2%
 Kvarts 21.2% (36.7%), Kloritt 17.5% (30.3%), Kalkspat
 7.6% (13.5%), Feltspat 7.0% (12.2%), Epidot 3.2% (5.6%),
 Muskovitt 0.8% (1.4%), Biotitt 0.2% (0.4%).
 Antall tellinger 1633 (944).

Polerslip 9650:

Slipet er laget av eldre materiale funnet på NTH, etikettert "Ørsjødalen", sannsynligvis fra Rolslia-skjerpet. Mineraliseringen er en cm-tykk åre med kobberkis og svovelkis i massiv kvarts.

Kobberkis er hovedmineralet.

Svovelkis forekommer i store subhedrale korn som er pepret med mindre inneslutninger av vesentlig kobberkis. Disse er i størrelsesorden 5-15µm lange.

Sinkblende er utbredt som inneslutninger i py, men også som større korn i kobberkismatriksen, med små lameller av kobberkis. Formen på enkelte av sinkblendekornene (lineært utstrakt i kobberkisen) viser at det har vært en bevegelse i malmen etter avsetning.

Magnetkis finnes kun i svovelkis, stedvis sammen

Bornitt, som er meget begrenset i inneslutninger i svovelkis.

Hematitt opptrer i sprekker og synes å være en sekundær dannelse, i likhet med

Covellin og

Limonitt.

Magnetitt er observert i et grumsete korn.

Polerslip 9651:

Dette slipet er også laget av eldre materiale som antas å stamme fra Rolslia-skjerpet. Prøven er en molybdenglansholdig, rødlig, glimmerrik aplittbergart som ikke inneholder typisk gangmineralisering.

Svovelkis (ca. 60%) er hovedmineral, og forekommer som desseminerte korn i bergarten.

Inneholder små inneslutninger også her.

Kobberkis (ca. 30%) opptrer som svovelkis.

Molybdenglans (ca. 10%) finnes som spredte flak, gjerne anriket i enkelte soner (figur 17), ingen direkte kontakt med de øvrige sulfidene.

Sinkblende finnes som få spredte korn. Det sees også antydning til karakteristiske stjernelameller i kobberkisen.

Magnetkis forekommer utelukkende i inneslutningene i svovelkis. Noen korn er i lamellær form (cubanitt?).

Covellin.

Bornitt. Usikker identifikasjon, som ørsmå korn i svovelkis.

Polert tynnslip 21990:

Kvartsåre fra Rolslia, med et flakig, rødlig sort mineral på sprekker i kvartsen. Prøven inneholder lite sulfider, men viser et høyt innhold av epidot langs yngre sprekker (normalt på sprekke med det sorte mineralet) og orange feltspat. I tynnslipet sees også noe kloritt, og tydelige væskeinneslutninger i kvarts.

Svovelkis opptrer vesentlig sammen kobberkisen, og kornene er godt rundet i cp-matriksen (figur 16).

Kobberkis.

Hematitt. Det rødlig sorte mineralet viser seg i tynnslipet å være en sammenvoksning av hematitt og magnetitt (figur 16) (= martittisering ?). Kornformen er flakig til radialformet.

Av observasjonene synes det som om hematitten dannes av magnetitt, og at flakformen oppstår ved en avskalling langs krystallflatene på mt-kornene. Ramdohr (1980, s. 931) hevder imidlertid at mt kan dannes av hem ved reduserende løsninger eller endringer i O₂-trykket.

Magnetitt finnes i tillegg som mer subhedrale, uomvandlete korn.

Mackinawitt finnes i kobberkisinnslutninger i svovelkis, gjerne sammen med

Magnetkis i cp-inneslutning i py.

Sinkblende finnes som et par større korn med inneslutninger av kobberkis i dråpeform.

Molybdenglans finnes lokalt i svovelkis og kvarts, < 80µm.

Covellin.

Linnaeitt. Et isotropt, svakt rosa korn i lamellær form antas å være et mineral fra linnaeittgruppen.

Polerslip 9707:

Representativ prøve av kobberkis-svovelkis-malm i kvartsåre fra Rolslia.

Antall tellinger i modalanalysen er 1080.

Svovelkis (75.4%) er subhedral og grovkornet (0.5-2.0 mm), og i deler av slipet sees en klar skumtekstur.

Kobberkis (23.7%) finnes som innfyllinger mellom svovelkiskornene eller som større homogene områder.

Magnetitt (0.8%) opptrer her i en spesiell form, som nokså finkornete aggregater som ligger i lenker rundt kismineralene. En svak martittisering kan sees.

Limonitt (0.2%) finnes utbredt på sprekker.

Sinkblende finnes som spredte korn i kobberkis, og fortrenses også delvis av denne.

Magnetkis finnes i kobberkisinnslutninger i svovelkis.

Hematitt finnes i spredte korn langs kanten av slipet.

Covellin.

Polert tynnslip 21991:

Svak sidesteinsmineralisering (Rolslia) i den grå gneisen som kvartsgangene ligger i. En modalanalyse av de transparente mineralene er presentert i kapitlet foran. Den viser et innhold av opake mineraler på kun 1.4%. Disse er jevnt fordelt i bergarten.

Svovelkis i sub-anhedrale korn med få inneslutninger.

Kobberkis er svakt korrodert.

Limonitt.

Magnetkis i py.

Mackinawitt.

Covellin.

Magnetitt er euhedral.

Sinkblende i cp-po-inneslutning i py, $<20\mu\text{m}$.

Hematitt et $20\mu\text{m}$ stort korn i feltspat, sterke røde interne reflekser.

Polerslip 9706:

Sterkt forvitret kobberkisrik prøve fra Rolslibekken. Mineraliseringen er av samme type som, og høyst sannsynlig en fortsettelse av gangen ved Rolslia.

Antall tellinger: 2555.

Kobberkis (76.1%) er kraftig oppsprukket med limonitt og covellin som innfyllingsmineraler.

Svovelkis (12.8%).

Limonitt (6.5%) er hovedfasen på sprekke i kobberkis, både tynne og tykke sprekker.

Covellin (4.4%) blir dels fortrent av limonitt.

Magnetitt (0.1%) viser unormalt kraftig oppsprekning i enkelte korn.

Sinkblende (0.1%) inneholder dråper av kobberkis .

Polert tynnslip 21992:

Ordinær sulfidmineralisering fra den oppknuste kvartsgangen ved Svartbekken. Nydannet lys brunlig kalkspat sees, i tillegg mindre mengder kloritt, muskovitt, feltspat og epidot.

Kobberkis (64.0%) fortrenger svovelkis kraftig.

Svovelkis (31.9%) finnes i store korn som er kraftig oppsprukket og blir innfylt og fortrent av kobberkis, selv på sprekker ned mot $1\mu\text{m}$ tykke. I tillegg sees fortreningsrester av svovelkis i kobberkismatriksen.

Magnetitt (3.8%) er vesentlig representert i et stort (3x4 mm) korn som er full av inneslutninger og sprekker.

Sinkblende (0.3%) finnes i kobberkismassen, og som i de andre hittil beskrevne forekomstene finnes skyer av ørsmå cp-korn i sl, også som inneslutninger i py.

Magnetkis finnes i kobberkisen som ligger innesluttet i svovelkis.

Ilmenitt forekommer som en lamell i

Rutil som finnes som et 0.2 mm langt kornaggregat i kvarts. Rutilen viser markerte tvillingstriper.

Hematitt finnes som $< 40\mu\text{m}$ store korn i kobberkis.

Molybdenglans sees flere steder med det blotte øye i Svartbekken, men i dette slipet finnes bare noen korn nær de andre opake fasene (f.eks. i svovelkis).

Limonitt finnes kun i noen mindre sprekker.

Polerslip 9648:

Eldre malmprøve (NTH's malmsamling) av en rik kobbermalm fra ei kvartsrik åre i bergarten.

Antall tellinger: 1344.

Kobberkis (96.4%).

Molybdenglans (2.6%) finnes vesentlig som flakige korn i silikatene. Korn i kobberkisen (figur 22) er mer lys grå enn vanlig.

Limonitt (0.5%). Det eksisterer endel sprekker gjennom prøven, og disse er fylt av limonitt og

Hematitt (0.2%) som i tillegg opptrer som pseudomorfer etter magnetitt (martittisering) på grensen silikat/kis.

Svovelkis (0.1%) finnes i mindre kornaggregat.

Covellin (0.1%).

Magnetitt (0.1%) finnes i flakformete korn sammenvokst med molybdenglans, eller i større korn med poikoilitiske inneslutninger.

Magnetkis opptrer i et par slangeformete lameller i kobberkisen. Disse har markerte tverrgående (deformasjons-)tvillinger.

Sinkblende finnes i noen mindre korn og lameller.

Markasitt sitter som små ansamlinger i kobberkis (figur 22).

Polerslip 21993:

Rik kobberkismalm fra en oppsprukket bergart fra tippen, Skaudalen.

Antall tellinger: 2050.

Kobberkis (78.2%). Innkapslete bergartsfragmenter i kobberkis-massen viser at det er en epigenetisk mineralisering/anrikning eller eventuelt en fortrenging/impregnasjon gjennom deformasjon.

Svovelkis (19.4%) framstår i eu- subhedrale korn med få inneslutninger (figur 19). Viser ingen tegn på deformasjon.

Magnetitt (2.0%) i noen spredte korn.

Limonitt (0.4%) utbredt på sprekker, spesielt i svovelkis.

Mackinawitt er sett i flere kobberkisinneslutninger, både i svovelkis og magnetitt.

Molybdenglans.

Elektrum finnes i et korn med karakteristisk farge. Kornet er $5 \times 3 \mu\text{m}$ stort og sitter i kobberkis som trenger inn i et større svovelkiskorn (figur 19). Det antas at dette er elektrum og ikke gedigent gull ut fra mikrosondeanalysene av slip 9708 og 21995.

Covellin er mest utbredt i/rundt de minste kobberkiskornene.

Sinkblende, få observasjoner som korn og lameller i kobberkis.

Magnetkis er sett i 3-4 kobberkisinneslutninger.

Hematitt sees som begynnende martittisering av magnetittkorn.

Det er også blitt laget et ordinært tynnslip av samme prøven. Her sees kvarts, feltspat, biotitt, muskovitt, noe kloritt, epidot og malakitt.

Spesielt for dette slippet er kvartsen som i deler framstår i fine, sukkerkornaktige svermer rundt store porfyriske korn, og vitner om en senere krystallvekst.

Polerslip 9708:

Kobberkismineralisering i ren kvarts (Skaudalen) , en type som ikke er vanlig på tippen. Kobberkisen opptrer ujevnt, men en parallellorientering av rikere soner sees. Flere ukjente mineralfaser i kobberkisen gjorde at slippet ble tatt med på mikrosondeundersøkelsene.

Kobberkis (99.2%).

Hematitt (0.8%) finnes i endel flakformede korn over hele slippet.

Covellin finnes i tilknytning til mindre kobberkiskorn.

Markasitt finnes som uregelmessige korn i kobberkisen.

Sinkblende sees i kobberkis, også som avblandingslameller.

Magnetitt sees som et mm-stort poikilitisk korn.

Svovelkis kun som små korn i kobberkis.

Molybdenglans finnes spredt nær de andre sulfidene.

Limonitt på noen sprekker som skjærer gjennom kobberkisen.

Magnetkis.

Rutil er sett lokalt.

Linnaeitt. (se beskrivelse under "mineralogi")

Elektrum med 48% Au er påvist i et lite korn ($2 \times 3 \mu\text{m}$) i kobberkis på kanten mot linnaeitt.

Analysen viser også et visst innhold av Cu, Fe og S, men dette skyldes bidrag fra den omliggende kobberkisen.

Mineral S1. (se beskrivelse under "mineralogi")

Gedigen sink. (se beskrivelse under "mineralogi")

Polert tynnslip 21995:

Bornitt-mineralisering, dels i større cm-store korn, dels impregnert i biotittgneisen i Skaudalen. Den impregnerte bornitt og kobberkis er knapt synlig med det blotte øye, og representerer sannsynligvis en mineraliseringstype som er mer utbredt enn hva en får inntrykk av ved første øyekast på tipp-materialet.

Bornitt (ca 70%) er i de mindre kornene fortrent av idaite, mens denne effekten avtar med kornstørrelsen. All bornitten har en rand av covellin (figur 21), og langs sentrale sprekker. Det sees også sammenvoksninger med kobberkis, både som avblanding og som fortrenningsstekstur.

Kobberkis (ca 20%) opptrer i nær tilknytning til bornitt, og det synes som om disse samtidig har impregnert biotittgneisen.

Covellin (ca 8 %) synes selv å bli fortrent av et limonitt-lignende mineral. I tillegg opptrer noe digenitt sammen cv.

Magnetitt (ca 2%) er euhedral, med inneslutninger av kobberkis og bornitt.

Ilmenitt. Spredte, uregelmessige korn i biotittgneisen.

Hematitt opptrer i spredte korn, alene, eller sammen magnetitt/ilmenitt.

Molybdenglans er spredt jevnt i hele prøven.

Rutil med tvillinger er spredt jevnt i bergarten.

Limonitt opptrer som ei rand rundt enkelte kobberkiskorn.

Idaitt. (se beskrivelse under "mineralogi")

Sinkblende er uvanlig, men er sett i et par kornaggregater.

Carrollitt. (se beskrivelse under "mineralogi")

Gedigen kobber. (se beskrivelse under "mineralogi")

Elektrum opptrer i flere (4-5) ørsmå korn, vesentlig i oppsprukket og omvandlet bornitt. Det er ved hjelp av mikrosonde funnet to varianter. Den ene analysen er av ordinær elektrum med 46% Au, mens i den andre analysen inngår det også rundt 15% Hg og kun 20% Au. De to analyserte kornene er like av farge i lysmikroskopet.