



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 4684	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Apen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Folldal Verk a.s.	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Geologisk beskrivelse av gruver og skjerp i Eidsvollområdet 1983-84				
Forfatter Ihlen, Peter M Veisal T.		Dato År 1984	Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Norsk Hydro A/S	
Kommune Eidsvoll	Fylke Akershus	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 19151	1: 250 000 kartblad Hamar
Fagområde Geologi	Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Brustad Louise Prins Fredrik Røysivangen Larsputten Fremingvangen skj Kjuklingmyr skj Lesja Knofsløkka skj Rikardsbråten skj Botshaugdalen Maudalen Vinterstøen Fløyta Utsjogruva Utsjø skj Odalsskillet Store Bjarten		
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Au Ag Bi Pb Zn Cu			
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse Gruver og skjerp undersøkt og prøvetatt av Peter M Ihlen og er en fortsettelse av rapport 1983 av samme Regional kartlegging ved Veisal T. Rapporten mangler geologisk kart og detaljkart over gruver og skjerp.				

1. INNLEDNING

Geologiske undersøkelser av gruver og skjerp i Eidsvoll området ble utført over 8 uker, sommeren 1984, av forsker P.M.Ihlen. Arbeidet omfattet oppmåling av Brustad gruve, gruvegeologisk kartlegging av den samme gruve, samt detaljgeologisk kartlegging på stikningsnett av gangsystemene Brustad-, Røysivangen og Larspotten. De resterende gruver, skjerp og mineraliseringer i Eidsvoll distriktet som ikke ble undersøkt høsten 1983 (Ihlen, 1983) ble bare befart og lito-prøver innsamlet. Undersøkelsen ble utført i samarbeid med geolog T. Veisal som sto for den regionale kartlegging. (Veisal, 1984).

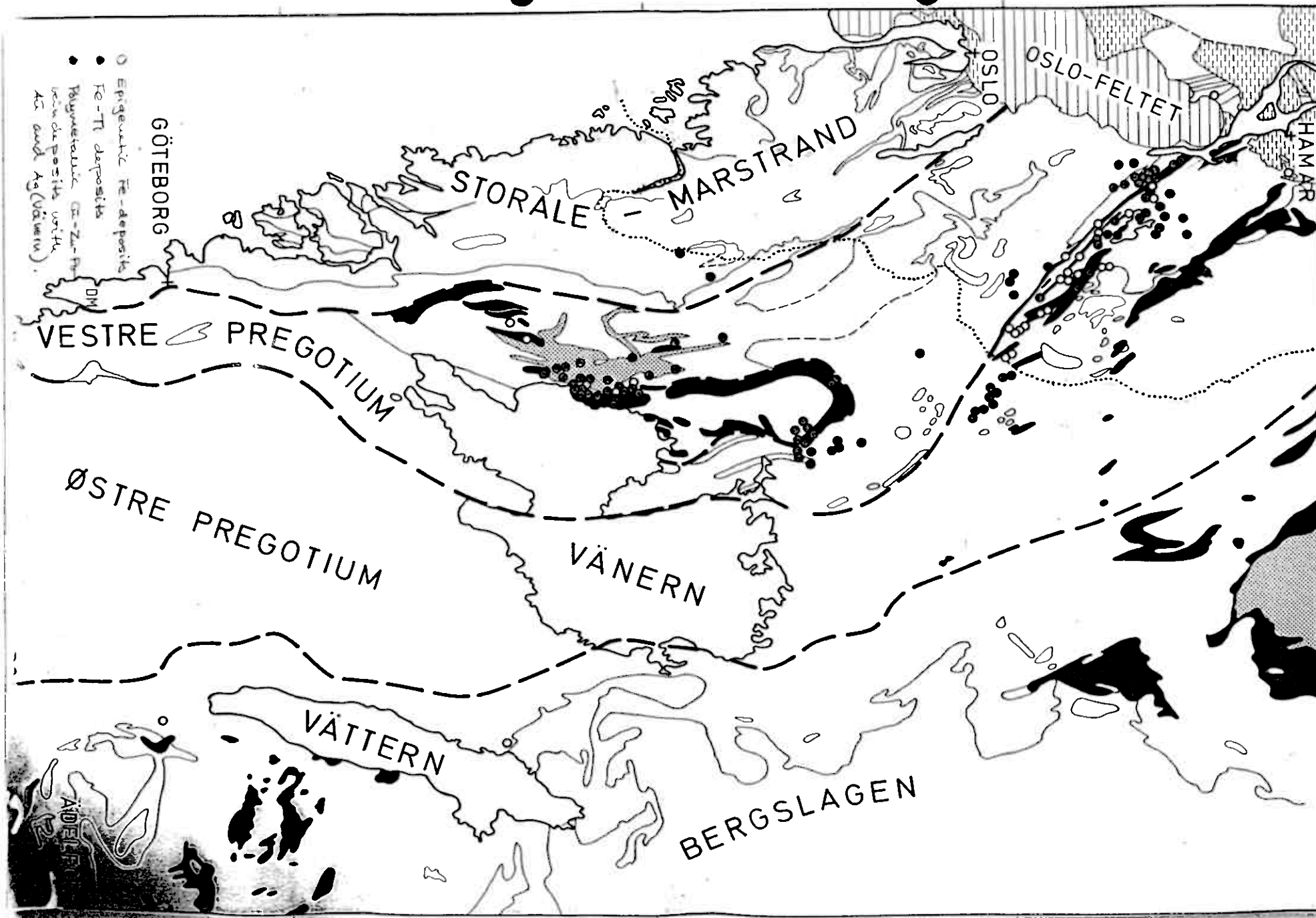
2. GEOLOGISK OVERSIKT

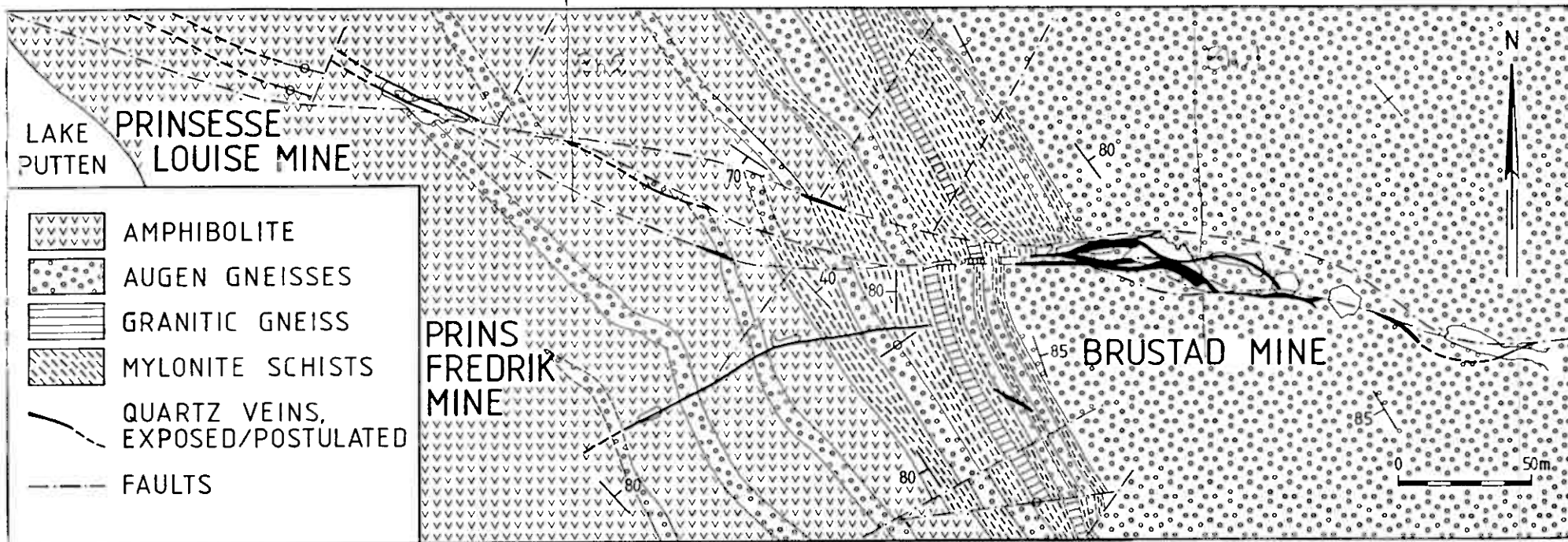
Mineraliseringene i Eidsvoll-Odals distriktet utgjør den nordlige del av et superregionalt belte av malmforekomster som strekker seg fra Mjøsa i nord til Väneren i syd (Fig.1). Mineraliseringene omfatter stratabundete hematitt malmer, Cu-Zn-Pb-Bi-Ag-Au førende kvartsganger og Fe- og Fe-Mn-Cu-Ba-F-førende breksjemalmer. Malmenes geologiske og metallo-genetiske utvikling i SØ-Norge og SV-Sverige er vist i tabell 1. Av Fig. 1 & 2 fremgår det at forekomstene synes å ha en sterk tilknytning til kontaktsonen av den sammensatte Odals-Åmål batolitten og opptrer spesielt i de områder hvor denne er penetrert av skjærsoner/forkastninger/- mylonitter. Disse strukturer er relaterbare til bevegelser langs den Värmlandske mylonittsone.

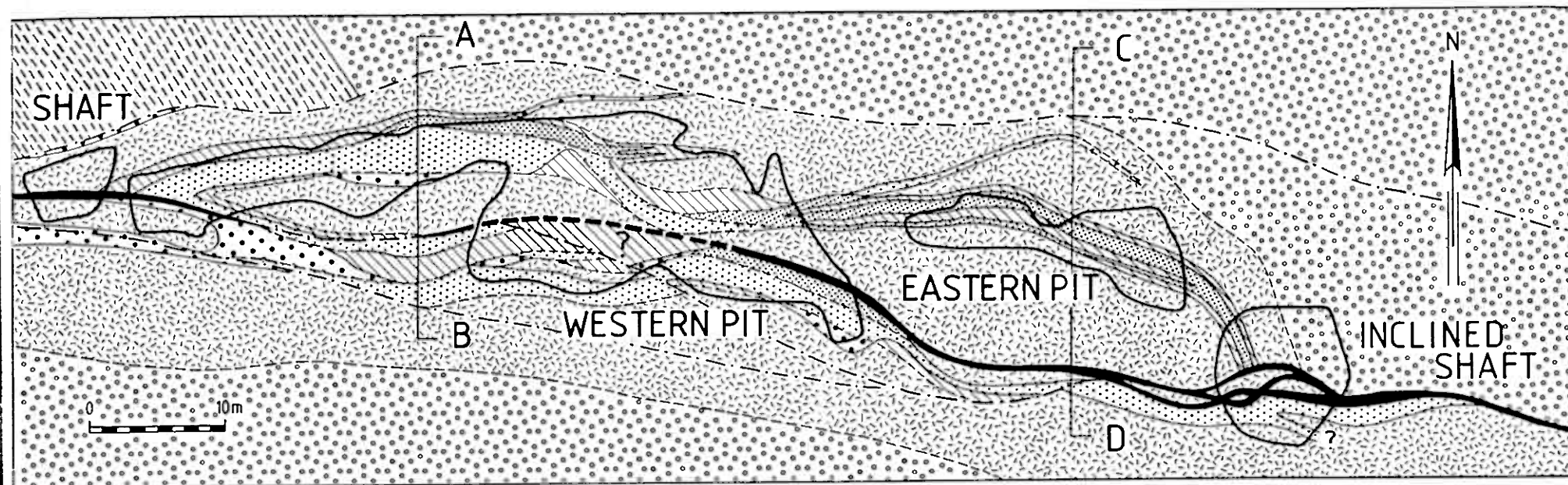
På superregional skala viser gangforekomstene en klar tendens til å bli konsentrert i mindre områder som Eidsvoll-Odalen, Charlottenberg, Värmskog og Dalsland. (Fig.1). Mineraliseringene fører overalt varierende mengder pyritt, kopperkis, bornitt og blyglans, samt lokale konsentrasjoner

av metallene Zn, Bi, As, Te, Ag og Au. To av disse områder Dalsland og Eidsvoll-Odalen er henholdsvis spesialisert m.h.p. Ag og Au. I Dalsland er gangene knyttet til et område hvor Fe-Mn-Ba-breksjemalmer har stor utbredelse. Gangene i Eidsvoll-Odal-distriktet opptrer langs kanten av og innenfor et belte av hematitt-albitt-breksjer.

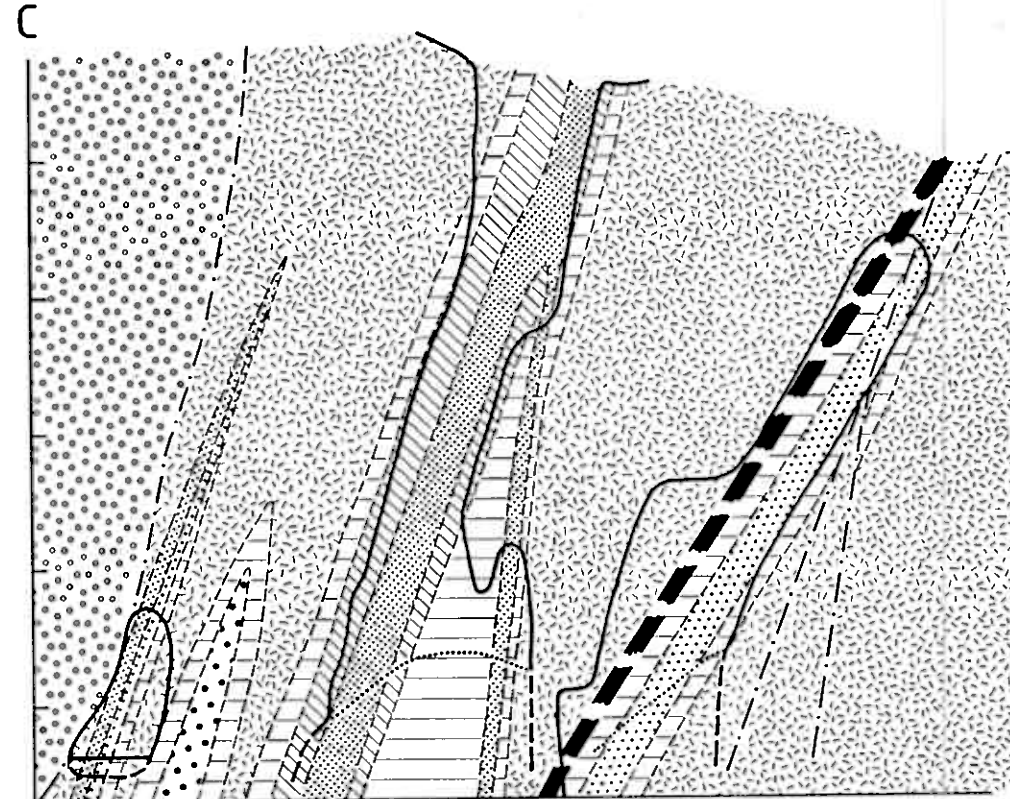
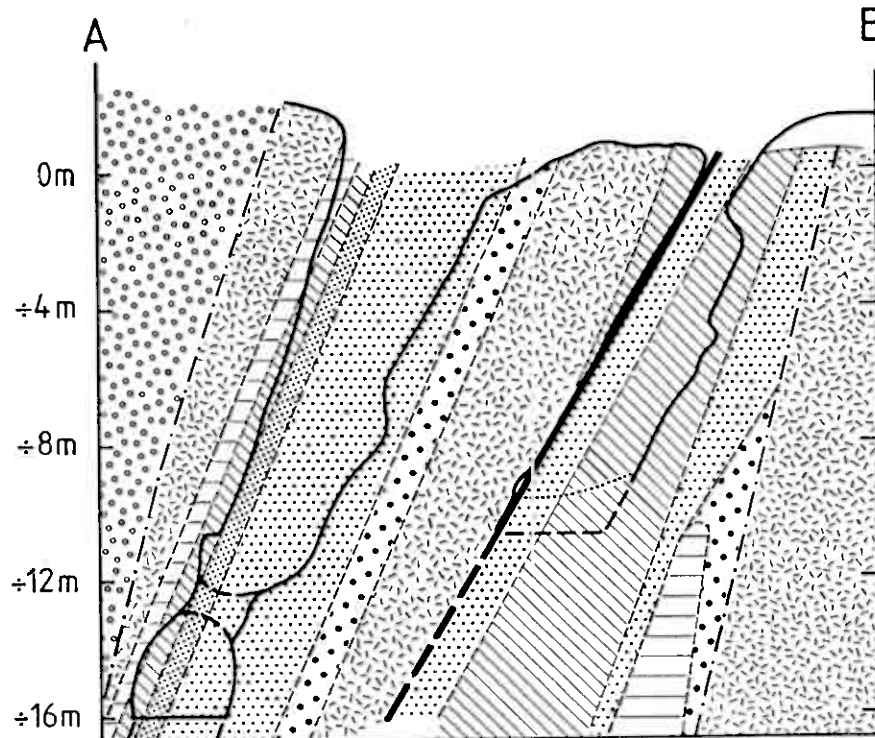
De gullførende kvartsganger i Eidsvoll området opptrer nær den vestlige kontakt av Odalsbatolitten og innenfor et belte av vekslende soner med granittiske, diorittiske og gabbroiske ortogneiser. Noen av gangene opptrer også i migmatittiske tonalitter videre mot vest (Fig.3, Veisal, 1984).







Brustad mine



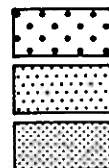
LEGEND



SERICITE ALTERATION

SERICITE ALTER., QUARTZ-VEINED

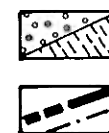
QUARTZ-VEINED SERICITE-PYRITE ALTER.



BARREN QUARTZ VEIN

SULPHIDE POOR QUARTZ VEIN

SULPHIDE RICH QUARTZ VEIN



UNALTERED AUGEN GNEISSES/
MYLONITE SCHIST

POST-ORE FAULTS

Brustad mine

3. BESKRIVELSE AV KARTLAGTE GRUVER OG SKJERP

Beliggenheten av de enkelte gruver og skjerp i Eidsvoll området fremgår av fig.3 og tabell 2 hvor deres UTM koordinater er angitt. Av disse gruver har mest arbeid blitt utført på Brustad, Røysivangen og Larspetten.

3.1. BRUSTAD GRUVEFELT

3.1.1. Geologi.

De mineraliserte kvartsgangene i gruvefeltet (Fig. 3 og 4) opptrer i en båndet sekvens av mylonitter, øyegneiser og amfibolitter med NV-SØ-lig strøk og steilt ($60-90^{\circ}$) NØ-lig fall. (Fig.1, Bilag I). Mylonitt skifrene utgjør grensesonen mellom to regionale bergartsenheter, henholdsvis granodiorittiske øyegneiser i øst og gabbroiske bergarter i vest. Bergartene er gjennomsett av forkastninger som generelt viser små forkastningssprang.

3.1.2. Litologier.

De granodiorittiske øyegneisene viser et fargespill i grått og rødt. De fører 5-10 mm x 10-30 mm store rosa mikroklin øyne som opptrer i en mørk grå biotitt foliert og kvartsfeltspatisk grunnmasse. Et typisk trekk ved øyegneisene er at synlig kvarts sjelden kan observeres. Det østlige hovedmassiv er relativt homogent og fører bare lokalt tynne soner hvor gneisene er sterkt påvirket av skjærbevegelser eller mylonittisering. Slike mylonittiske varianter med penetrative S-plan er spesielt utviklet i øyegneisene som er innlagret i mylonittskifre og amfibolitter i den vestlige del av feltet. Mylonittiseringen gir seg uttrykk ved at feltspat øynene gradvis trekkes ut til mm tynne slirer eller linser

med en lengde på opptil 10 cm. I de ekstreme tilfeller utvikles en finlaminert bergart (ultra- mylonitt) som vanligvis ikke danner mer enn dm brede bånd.

Øyegneisene fører lokalt foliasjonskonkordante soner av amfibolitt og aplitt i tillegg til små linseformete kroppar av kvarts. Veksellagring av øyegneis, aplitt og middelskornet granittisk gneis er vanlig i kontaktsonen mellom mylonittskifre og det østlige hovedmassiv av øyegneiser. Dessuten finnes aplitt og middelskornet granittisk gneis som innfingrende og utkilende lag innenfor de tynne drag av øyegneiser i den vestlige del av feltet.

Granittiske øyegneiser finnes innenfor amfibolittene som to 5-10 meter brede soner. Øyegneisene skiller seg fra de granodiorittiske varianter ved tilstedeværelsen av synlig kvarts som danner 1-2 mm x 5-20 mm store slirer mellom feltspatøynene. Øyegneisen fører hyppig cm til dm brede ganger av kvarts. Disse opptrer enten som enkeltstående linseformete kroppar eller som et system av forgrenete ganger. Begge typer er vanligvis orientert subparallelt med øyegneisenes strøkretning.

I den nordvestlige del av feltet forekommer det også en grå variant av øyegneisene. Den utgjør en linseformet kropp i mylonittskifrene og kjennetegnes ved et høyt innhold av slireformete aggregater av blålig kvarts. Dessuten fører den i svakt deformerte partier sonert feltspat med rektangulært til ovalt omriss.

Middelskornete granittiske gneiser opptrer som tynne soner og linseformete legemer, spesielt innenfor mylonittskiferen. Gneisene består av 2-5 mm linseformete feltspatkorn med interstitielle finkornete aggregater av kvarts. Bergarten har lys grå til rosa farge og fører bare sporadisk små mengder av biotitt. Gneissonene er svakt overskjærende i

forhold til skifrenes foliasjon. I utkilingen av gneislinsen ved 5120N 4905Ø opptrer en rekke små gangformete og dragfoldete apofyser som også gjennomsetter mylonittskiferens foliasjon. Dette tyder på at granittgneisen representerer gangformete intrusjoner.

I det vestligste drag av granodiorittiske gneiser ved 4955N 4910Ø opptrer konkordante metertykke soner av nærmest udeformert middelskornet granitt. Denne er rik på magnetitt og forekommer innlagret med aplitt i den vestlige grensesone av øyegneis draget. Videre mot nordvest (4995N 4885Ø) finnes også uregelmessige legemer av aplitt og middelskornet granitt som er omgitt av amfibolitt. Blotningsgraden tillater dog ikke en sikker avgjørelse m.h.p. aldersforhold.

Aplitt finnes som konkordante lag og linser i alle bergartstyper med unntak av de mafiske bergarter hvor bare noen små kropper har blitt påvist. Aplitten er rosa og finkornet og viser ofte en laminert struktur. Denne laminasjon (0,1 - 2 mm bånd) skyldes vekslende kalifeltspat:kvarts forhold mellom båndene. Det eneste sted hvor en aplittgang viser diskordante kontaktforhold er på det vestre mellomnivå i Brustad gruve hvor en gang skjærer øyegneisens S-plan.

Mafiske bergarter med varierende teksturell utvikling dominerer berggrunnen i den vestlige del av feltet. Helt i vest forekommer massive soner av finkornet gabbro eller doleritt med ofittisk tekstur. Gabbroen er gjennomført av tynne (1-5 dm) skjærsoner med penetrative S-plan. Skjærbevegelsene har medført dannelse av en amfibol-kloritt skifer som ofte fører tynne kvarts- og epidotslirer. Disse har lokalt blitt påvirket av dragfoldning.

25 m vest for det vestligste drag av granittiske øyegneiser glir gabbroen hurtig over i amfibolitter og amfibolskifre. Denne amfibolittiske bergartssone som kan følges østover til

det vestlige drag av granodiorittiske øyegneiser har en meget heterogen oppbygning. Den fører foruten de overnevnte bergartstyper også mindre partier av svakt deformerte fin- til middelskornete gabbroer og båndete metagabbroer.

Den østlige kontaktsone av gabbro-amfibolitt beltet består av en stripet gabbro eller leukogabbro. Bergarten kjennetegnes ved opptreden av grå øyeformete feltspater (1-2 mm x 3-8 mm) eller feltspatstriper i en mørk grønn amfibolmatriks. Den stripete gabbro fører nord for gangdraget gjennom Brustad og Prinsesse Louise gruve et parti med grå megakryst granitt. Granitten kjennetegnes ved opptreden av 1-3 cm store sonerte feltspater som har et ovalt til rektangulært omriss. I tillegg forekommer korn av blålig kvarts. Mineralogisk viser granitten visse likhetstrekk med den grå granittiske øyegneis som opptrer mot NV. Men i motsetning til den biotittførende matriks i øyegneisen fører megakryst granitten en finkornet til middelskornet mørk grønn grunnmasse bestående hovedsakelig av amfibol. Mengdeforholdet mellom grunnmasse og feltspat megakryster varierer sterkt. Noen steder har den stripete gabbroen nærmest en porfyroblastisk tekstur dvs. grunnmasse: megakryst-forholdet er høyt. En lignende porfyroblastisk tekstur er også utviklet en rekke steder innenfor amfibolittene (bl.a. 4990N 4850Ø) hvor dm tykke bånd av forgneiset megakryst granitt opptrer. Disse bånd veksler med eller glir over i soner hvor megakryster av mantlet feltspat er tilfeldig fordelt eller opptrer som perler på en snor. Båndene og sonene kan hvor det er mulig bare følges noen få meter langs strøket. De synes å danne slirer og linser i amfibolittene og begge er påvirket av dragfolding.

Innenfor de finkornete gabbroer østligst i feltet opptrer også enkelte blotninger med megakryst granitt, bl.a. blotningene med 4825N 4825N. På det sistnevnte sted er granitten blottet over et 10 m² område og viser sterk uregelmessige grenser mot gabbroen.

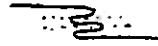
De mylonittiske skifre utgjør en meget heterogen og vanskelig klassifiserbar bergartsenhet. Hovedbergarten i enheten består av en grå til grønnlig grå finkornet bergart som har en skifrig til laminert tekstur utviklet. I de fleste partier kan bergarten betegnes som en kvarts-biotitt-amfibol skifer. I enkelte soner viser skiferen overgang til amfibol-dominerte typer og tildels også amfibolittiske varianter. Skifrene veksler hyppig med subkonkordante til konkordante bånd (< 1 m, dvs. ikke kartleggbare) av granodiorittisk øyegneis, aplitt og middelskornet granittisk gneis. Disse bånd har ofte linseformet omriss og kan sjelden følges over lengre strekninger.

Skiferen er sonevis sterkt mylonittisert. Dette kan spesielt lett identifiseres i de partier hvor skifrene viser stor andel av øyegneis og aplittbånd. Bånding kan ofte blir så diassus pga. mylonittiseringen at skiferen nærmest får en rosa farge, dermed begrepet mylonittskifer. Mylonittskiferen fører lokalt små slirer av kvarts og udeformerte segresjoner av kvarts-kalifeltspat pegmatitt.

3.1.3. Strukturer.

S-planene eller de planare strukturer som er utviklet i gneisene står alltid noe på skrå i forhold til gneisenes litologiske grenser. Dette er trekk som stadig vekk kan observeres også i andre gruvefelt.

Folder kan vesentlig påvises innenfor mylonittskiferen hvor to foldetyper er fremherskende. Den ene typen representerer tette til isoklinale folder med steilt akseplan og moderat til svakt aksefall mot NV. Denne foldefase synes et par steder å være påvirket av senere dragfoldning. Åpne assymetriske folder med tilsvarende akseretning kan også observeres enkelte steder bl.a. i det østre dagbrudd hvor mylonittene viser et bølgende forløp mot dypet. Sene

dragfolder som har påvirket den tidlige isoklinale foldning () er bare påvisbart enkelte steder i mylonit skiferen. Dessuten finnes det enkelte områder i det østlige drag av granittiske øyegneiser som er påvirket av skjærfolder (). Disse viser loddrette foldeakser og fører langs akseplanene et tett sett med kvartsårer som også viser tegn på skjærdeformasjon.

Forkastningene i området synes med unntak av hovedforkastningen gjennom Brustad gruve å ha et enkelt forløp og oppbygning. Alle forkastningene viser små spranglengder som sjelden overstiger 10 meter. Forkastningene viser fire hovedretninger som henholdsvis er 1) $N25^{\circ}-35^{\circ}$, 2) $N66^{\circ}$, 3) $N92^{\circ}$, 4) $N100^{\circ}-120^{\circ}$. På grunnlag av feltobservasjoner og senere tolkning av geologisk blottingskart, kan det antydes at strukturetning 2 ($N92^{\circ}$) forkastes av $N66^{\circ}$ strukturene. Dessuten er det klare feltobservasjoner som viser at strukturetningen $N95^{\circ}$ predaterer utviklingen av de $N80^{\circ}$ rettete forkastninger (i det minste lokalt). Hvor det er mulig å observere forkastningsplanene i felt synes de å være vertikale eller steiltstående.

Hovedforkastningen gjennom Brustad og Fredrik gruve er sammensatt av to strukturetninger henholdsvis $N95^{\circ}$ og $N110^{\circ}-120^{\circ}$. I gruvene er det tydelig at den sammensatte struktur avgrenses av to vertikale forkastningsplaner som er sammenkoplet gjennom en diagonal struktur (N) med $50-65^{\circ}$ nordlig fall (se videre under mineraliseringer). Hovedforkastningen synes å postdatere de andre forkastningene i feltet.

3.1.5. Mineraliseringene i Brustad gruve.

Cu-Au-gangene i Brustad gruve er oppfart langs 4 gallerier (-16, -31, -46, -62 m) som er forbundet med dagen gjennom en sjakt (76 m dyp) i den vestlige del av forekomsten (Fig. 2 &

3, bilag I). Dessuten er det drevet en transportstoll fra sjakten og ca. 150 m østover til den munner ut ved Stollmyra. Stollen har også en vestlig forlengelse (min. 73 m) i retning av Prinsesse Louise gruve. Malmen er utstrosset i to dagbrudd ned til første galleri (-16). Ifølge gruvekartene er disse direkte forbundet med underjordsstrosset til en dybde av 31 m (2.galleri). Det vesentlige av malmen er tatt ut i en 100 m lang sone østover fra sjakten og ned til en dybde av ca. 50 m. På vestsiden av sjakten har det bare vært mindre drifter som på 3.galleri, 30-40 m vest. Store deler av gruen har nå rast sammen og den er fylt med vann opptil første galleri. Derfor er bare de øvre 17,5 m av forekomsten tilgjengelig for inspeksjon.

Brustad gruve har blitt kartlagt i N-S gående vertikalprofiler med innbyrdes avstand på 4 m. Disse 27 profiler (Fig.5 - 32, bilag I) dekker dermed 108 meter av det kjente gangsystem. På grunnlag av vertikalprofilene og geologiske observasjoner mellom disse har så plansnitt av gangsystemet blitt konstruert (Fig.33 - 37, bilag I). Av sikkerhetsmessige årsaker (bruk av hammer i gruen i sommerhalvåret medfører livsfare) har det ikke vært mulig å definere litologiske grenser i den serisitt-omvandlete sidestein.

Kvartsgangene utgjør et kompleks system av gang- og linseformete legemer som viser et buktende forløp langs den generelle $N110^g$ retning av gangdraget. Systemets kompleksitet forårsakes også av de mange forgreninger og utløpere i tillegg til avskjæring av gangene langs sentralforkastningen. Gangene synes å følge et struktursystem med retningene $N70^g$, $N110^g$, $N120^g$ og $N136^g$.

Gangenes mektighet varierer fra 0,1 til 4 m, mens vanlig tykkelse er 1-2 m. Gangene har $50-80^o$ nordlig fall og viser et steilere forløp nord for hovedforkastningen enn sør

for denne. For å lette beskrivelsen er gangene og forkastningene gitt navn som angitt på plankartet over nivå -4 (Fig.34, bilag I). I Brustad gruves hovedbrudd er Vestlinsen drevet ut i dets vestlige del, mens Sørgangen er blottet mot øst i den sørlige bruddkant. Sørgangen kan følges både mot øst og vest gjennom underjords-strosser. Det østre dagbrudd i Brustad gruve har blitt anlagt på Østgangen, mens forgreininger av denne, Blygangen og Nordgangen, for det meste har blitt strosset ut under jord. Siden den vestlige og østlige del av henholdsvis Østgangen og Vestlinsen er drevet ut innenfor hovedbruddet, er det vanskelig å si noe sikkert om deres forløp i denne del av gruve. Hovedbruddets form (Fig.33, bilag I) kan antyde (se tolkning) at Østgangen representerer fortsettelsen av Vestlinsen mot øst selv om det ikke kan utelukkes at bruddets form skyldes kollaps av bergfestet mellom to nærliggende ganger.

Som det fremgår av plankartene og profilene 5048Ø og 5076Ø forgrenes Sørgangen og Østgangen både mot dypet og strøket. De enkelte forgreininger og gangene generelt viser et buet forløp. I de enkelte avbøyningspunkter skjer retningsforandringene gradvis og ikke som plutselige knekk. Et annet typisk trekk ved gangene er at de består av massiv melkehvit kvarts som bare sporadisk viser tegn på druseroms-utvikling og da vesentlig langs frakturer.

Utenfor Brustad gruve er gangsystemet sterkt overdekket og kvartsganger er bare sporadisk blottet. Helt i øst i stollpåhugget ved Stollmyra (Fig.1, bilag I) finnes i bruddkanten en dm bred skjærdeformert kvartsgang med mørk grå farge. Gangen har N77Ø strøk og faller 80° . Den fører svak pyrittimpregnasjon som også er tilstede innenfor en flere dm bred halo i de svakt serisittomvandlede øyegneisene. Videre mot vest ved 4947N 5157 Ø er det en 1 m^2 stor blotning av en 0,6 m bred kvartsgang med strøk N133^gØ og fall 60° N.

Mellom Brustad og Prinsesse Louise gruve finnes 3 kvartsganger blottet. I kanten av berghallene ved 4998N 4935Ø forekommer en blotning av svakt pyrittisert og kvartsinnfiltrert serisittomvandling. Videre ved 4982N 4895Ø finnes en dm bred steiltstående kvartsgang med strøk N133^gØ. Gangen er umineralisert og gjennomsetter omvandlete amfibolitter. Den største gangen (1 m bred) er blottet over en lengde av 10 m like nord for 5000N 4975Ø. Gangen består av melkekvarter som fører interstitielle hulrom. Den amfibolittiske sidestein er i dette område tydelig omvandlet til en lys skittenbrun bergart som kjennetegnes ved finkornet disseminasjon av magnetitt og pyritt (Fig.1, bilag I).

Serisitt omvandling er utbredt i øyegneisene og mylonittskifrene rundt gangene. Innenfor gruve kan uomvandlet sidestein bare påvises på nordsiden av Nordforkastningen. I tverrslaget (-7,5 m, fig.4, bilag I) på sørsiden av sjakten er det mulig å observere overgangen mellom svak og sterk omvandling inn mot Sørgangen som her er umineralisert. Innerst i tverrslaget 5 m fra gangen får den ellers grålig biotittrike grunnmasse i øyegneisen et grønnlig skjær, mens feltspat-øyne fremdeles bibeholder sin røde farge. Mot Sørgangen får grunnmassen etter hvert en sterkere grønn farge samtidig med at feltspatøynene gradvis får en blekere farge. Nær gangen har de vanligvis en blek rosa farge. Bare lokalt i områder nær Sentralforkastningen er feltspaten kritthvit p.g.a. mer intens serisitt omvandling eller en overpreget leiromvandling. Et typisk trekk ved de serisittomvandlete øyegneiser i gruve er at feltspatmegakrystene i liten grad er påvirket av de hydrotermale løsninger og omvandlingen har dermed alltid bevart øyeteksturen.

Omvandlingen av mylonittskifrene starter med dannelse av en skittengrønn muskovitt biotitt skifer som videre omvandles til en ren grønn muskovitt skifer. De finkornete

ultramylonittene omvandles til finlaminerte serisitt-kvarts bergarter. Alle hovedgangene i gruen er omgitt av en 0,1 - 2 m bred randsone hvor den serisittomvandlete sidestein er gjennomvevet av cm-tykke kvartsårer. Gangkontakten er aldri skarp og kvartsgangen går fra en kjerne av ren kvarts over i en randsone hvor innholdet av diffuse serisittaggregater og omvandlete fragmenter gradvis øker inntil bergarten kan betegnes en kvartsåret serisitt-omvandling. I enkelte partier av kontaktsonen er ofte kvartsårene finkornete og viser diffuse avgrensninger samtidig med at kvarts-innholdet i serisitt-omvandlingen blir høyt. Slik silisifisering har stor utbredelse på nordsiden av Vestlinsen og mellom Sørgangen og dens forgreninger i profilene 5028Ø til 5048Ø. I disse partier (se 5028Ø) opptrer dessuten en rekke mindre kvartslinser og årer (0,2 - 0,5 m) som er vanskelig å følge både langs fallet og strøket.

Sulfid-mineraliseringen i gruen er knyttet til fragmenterte deler av kvartsgangene. Pyritt, koppekis og tildels blyglans opptrer som disseminerte korn (1-5 mm), sprekkefyllinger, årer og uregelmessige slirer og aggregater. Sulfidmineraliseringene postdaterer dannelsen av kvartsganger og assosiert serisittomvandling. Dette fremgår tydelig i profilene 5072Ø, 5076Ø og 5088Ø hvor sulfidårer og soner skjærer på skrå gjennom kvartsgangen. Et typisk trekk ved fordelingen av sulfidene er at de synes å bli anrikt langs gangkontakten og spesielt på hengsiden. I disse partier utvikles båndete kisser med opptil 80-90% sulfider. Disse massive kisser kan enten utvikles over hele gangbredden som i Østgangen og Blygangen eller de glir hurtig over i lavgehaltige soner (1-20% sulfider) hvor sulfidene opptrer ujevnt fordelt som korte årer og uregelmessige slirer og aggregater. Den sistnevnte mineraliseringstype er vanlig langs Sørgangen og i de sentrale deler av Vestlinsen. Disse kvartsganger i likhet med Nordgangen fører en ligsone som ofte er fri for sulfider. På mellomnivået i vestre del av Sørgangen (Profil 5028Ø) fremkommer det tydelig at sulfid-

mineraliseringen også er knyttet til kanten av forkastninger og bruddsoner som gjennomsetter kvartsgangene.

Mineralogisk sett synes gangene sør for sentralforkastningen å føre vesentlig pyritt, mens kopperkis og spesielt blyglans opptrer i større mengde på gangene nord for denne. Blygangen fører hyppig massive partier og klyser av blyglans (derav dens navn) i tillegg til kopperkis og pyritt. Blyglans er også påvisbart i Østgangen om enn i mindre mengde. De kompakte kisbånd i Vestlinsen er bare tilgjengelig for inspeksjon i noen svært utilgjengelige pillarer og det er derfor usikkert hvorvidt blyglans er tilstede i denne del av gruen.

Kvartsgangene i den østlige del av Vestlinsen (profilene 5052Ø og 5060Ø) er gjennomsatt av cm-brede spekularittganger som dels gjennomsetter pyrittisert sidestein. Massive spekularittganger er også vanlig i blokker ute i dagbruddet, men disse skiller seg noe ut ved utviklingen av planarteksturer parallelt ganggrensen. Denne planartekstur er utviklet ved alternerende soner av finkornet kopperkis-impregnert spekularitt og tynne bånd med mye druserom. Gangene gjennomsetter både pyrittiserte og vanlig serisitt-omvandlete øyegneiser.

Lignende planartekstur er også utviklet i en del av de kompakte kissonene hvor vekslende bånd av finkornet og grovkornet pyritt er utviklet. Mikroskopering har vist at denne båndete tekstur skyldes sonevis kataklase av en opprinnelig grovkornet pyritt malm. Andre tegn til en slik deformasjon finnes i den vestlige del av Vestlinsen (Profil 5032Ø) hvor større pyrittslirer synes å være dragfoldet (). Flere steder i gruen er det også tydelig at pyritt årene og de massive sulfidsoner er gjennomsatt av senere umineraliserte kvartsårer.

Pyrittisering av den serisittomvandlete sidestein er alltid tilstede i større eller mindre grad rundt de sulfidførende deler av kvartsgangene. Umineraliserte kvartsganger fører ingen pyritt halo. Enkelte steder som i vestenden av Vestlinsen er det tydelig at ettersom den massive pyrittsone i gangen avtar mot vest, øker pyritinnholdet og bredden av pyritthaloen i sidesteinen. Dette indikerer at pyrittiseringen i likhet med sulfidavsetningen i kvartsgangene er assosisert med fraktursoner som lokalt skjærer ut i sidesteinen.

Selvom pyritt kan påvises som enkelte spredte korn flere meter ut fra de sulfidiserte kvartsganger, så er sterk pyrittisering (5-10% pyritt) vanligvis ikke påvisbart mer enn noen dm fra gangen. 1-2 m mektige pyritthaloer er dog utviklet lokalt slik som langs hengsiden av Vestlinsen og langs forgreninger av Sørgangen. (Profilene 5040Ø - 5064Ø). Innenfor haloen er pyritten spesifikt knyttet til den serisittomvandlete sidestein og bare sjelden til kvartsårer i denne. Selv i de sterkt kvartsinnfiltrerte partier langs kontakten av hovedgangen er pyritten konsentrert i de serisittomvandlete bergarter og fragmenter, og ikke langs kvartsårene som kan ha direkte forbindelse med sulfidrike deler av hovedgangen (f.eks. Østgangen).

Forkastninger med glidespeil er utbredt i hele gruen, men bare noen få av disse er gjennomløpende. Alle har et buktende forløp og splitter lokalt opp (Diagonalen og Sørforkastningen), slik at linseformete forkastningsblokker dannes. I gruen kjennetegnes hovedforkastningene ved at sideberget er fullstendig oppknust og tildels leiromvandlet innenfor en sone på 0,1 - 1 m.

Spesielt Sentralforkastningen er lett gjenkjenbar ved at sidestein (uansett type) er påvirket over en bredde på opptil 2 m. Den ytre delen av fraktursonen kjennetegnes ved opptrreden av spredte svarte stikk som øker i antall inn mot

den egentlige knusningssone. Denne er 0,5 - 1 m bred og står av en eller flere dm brede ultrakataklastiske bånd er omgitt av en ukonsolidert breksje. Breksjefragmentene (cm) er ofte sammenkittet av et svart jordaktig stoff som i utgjør hovedbestanddelen i ultrakataklastittene. I part med pyrittmineralisering (f.eks. søndre mellomnivå, -6m, ligg av Vestlinsen) utvikles en løs eller melaktig sulf masse innenfor knusningssonen. På de steder hvor Sentra forkastningen skjærer gjennom serisittomvandlingen, er det tydelig at leirmineraler utvikles.

Det rommelige forhold mellom hovedforkastningene kan bestuderes i sjakten (profil 5016 og 5010Ø) hvor de tilsammen danner en N som er overblikket mot sør. Sentralforkastningene glir mot dypet over i den steiltstående (75-85° Nordforkastningen som danner grensen mellom omvandlete og uomvandlete bergarter i gruen. Over den nåværende dagoverflate forbindes Sørforkastningen (70-80° fall mot nord) med Sentralforkastningen. Disse glir sannsynligvis også sammen ved profil 5092Ø hvor et komplekst forkastningssystem har blitt utviklet som bl.a. avskjærer Østgangen og lengre mot øst også Sørgangen.

Siden sidesteinslitologiene i liten grad har blitt kartlagt innenfor gruen, er det foreløpig vanskelig å rekonstruere forkastningsbevegelsene. Blokken mellom Diagonalen og Sentralforkastningen synes å ha sunket inn samtidig som det har foregått en sinestral bevegelse langs Diagonalen. Ut fra det geologiske kart over Brustad gruvefelt kan det antydes at de andre forkastningene er dekstrale.

Innenfor mylonittskifrene finnes en myriade av små forkastninger som løper i alle mulige retninger. Det fører til at bergarten nærmest kan kalles en krakuleringsbreksje. Spesielt hengsonen langs Vestlinsen er utviklet som en krakuleringsbreksje. I denne er kubikkmeterstore blokker avgrenset av glidespeil som medfører at hengsonen er spesielt ustabil og rasfarlig.

3.1.6. Mineraliseringene i Prinsesse Louise gruve.

Denne gruve er anlagt på den vestlige fortsettelse av Brustad gruves gangsystem og ligger 125 m fra denne nær bredden av tjernet Puttet. Gruvene ble av Keilhau (1836) betegnet som Gamlegruven eller Prins Fredriks gruve, mens senere bergverksrapporter benevner den som Prinsesse Louise gruve.

Ifølge Bergverksstatistikken av 1906 er Louise gruve drevet som et dagbrudd til en dybde av 20 m og har en faringsort 43 m østover mot Brustad gruve. Driften er anlagt på to svakt sulfidimpregnerte og meterbrede kvartsganger som er omgitt av en flere meter bred pyrittisert serisitt omvandling (Fig.38, bilag I). Amfibolitter er blottet like nord for bruddet (Fig.1, bilag I), mens en mindre blotning av frisk granittisk øyegneis stikker opp av berghallene like utenfor den søndre bruddkant. Kvartsgangene har et svakt buet forløp med en generell retning på $N125^{\circ}Ø$. Den søndre gang har et flatere fall enn den nordre, men begge faller mot nord. Tverrsnittet i fig.38, bilag I antyder at gangene kan gli sammen i en enkelt gang på dypet.

Langs den søndre bruddkant er bergartene sterkt oppknust og en rekke mindre glidespeil er utviklet. Denne knusningssone med strøkretning på $N113^{\circ}Ø$ og 70° nordlig fall representerer sannsynligvis fortsettelsen av en av hovedforkastningene i Brustad gruve.

Prinsesse Louises skjerp kalles de to små forsøksdriftene som ligger 25 m videre vestover fra gruve. De to små skjerpene er anlagt på to kvartsganger tilsvarende de i Louises gruve. Den amfibolittiske sidestein er bare svakt serisittomvandlet og fører disseminerte korn av pyritt og magnetitt. Avstanden mellom de blottede kvartsganger i skjerpene er større enn i Louises gruve og dette kan antyde at gangene representerer et høyere snitt av det mulige  formete gangsystem i Louises gruve. Skjerpene må dermed ligge innenfor en nedforkastet blokk (se Fig.1, bilag I).

3.1.7. Mineraliseringene i Prins Fredriks gruve og østenforliggende strøk.

Prins Fredriks gruve, 150 m VSV for sjakten på Brustad (Fig.1, bilag I) er anlagt på en 0,3 - 0,4 m bred steiltstående kvartsgang med strøk N68^gØ. Gangen gjennomsetter amfibolitter og øyegneiser som bare er svakt serisittomvandlete opptil en avstand av 0,4 m. Gangen fører vesentlig kopperkis og blyglans og bare lokalt sees litt pyritt langs gangkontakten og i serisittomvandlingen. Sene ankerittårer (1-2 cm) opptrer langs midten av den sulfid-mineraliserte kvartsgangen og disse er ofte kantet med kvartskrystaller som er orientert på tvers av åren. En del steder fremstår også den sentrale åre som åpne sprekker eller druserom kledd med kvartskrystaller.

Gangen gjennom Prins Fredriks gruve gjenfinnes i en liten røsk ved 4935N 4900Ø og 4947N 4950Ø. I den sistnevnte røsk har kvartsgangen forandret retning til N93^gØ. Gangen har dessuten splittet opp i to parallelle tettsittende ganger (1 dm brede) som fører en sentral sone rik på interstitielle hulrom som dels er fylt med kopperkis. Videre østover kan gangen følges til 2953N 4950N, hvor den bare er 5 cm bred og fører hematitt på druserom. Den kiler ut 1 m videre mot øst.

En tilsvarende kvarts-kopperkis gang med svak serisittomvandling assosiert er også påvist i blotningen ved 4927N 5005Ø. Like syd for denne ved 4887N 5020Ø er det anlagt et lite brudd på en kvartsgang. Gangen er ikke blottet, men av berghallene fremgår det at gangen bare fører litt pyritt som vesentlig er anrikt i kontaktsonen mot serisittomvandlet sidestein. Utsprengninger har også blitt foretatt på en 0,25 m bred og steiltstående kvartsgang ved 4945N 4965Ø. Gangen kiler ut etter noen meter mot vest og er overdekket mot øst. Den relativt tynne gangen er umineralisert, men er ledsaget på begge sider av en 2 meter bred serisittomvandlet randsone.

3.1.8. Paragenetisk utvikling.

Den paragenetiske utvikling av kvartsganger og malm-mineraliseringer innenfor Brustad gruvefelt er relativt entydig (Tabell 3). Det eksisterer dog en viss usikkerhet når det gjelder hematitt-avsetningen. Spekularittårene er klart yngre enn kvartsgangene med assosiert serisitt-omvandling. Tidligere mikroskopiske undersøkelser av Brustadmalmen har vist at pyritten ofte fører inneslutninger av hematitt. Dette tyder derfor på at dannelsen av spekularitt post-daterer pyritt-avsetningen. Dette vil videre indikere at kopperkisen i enkelte av spekularittgangene kan være av yngre alder og representerer en overpregning.

Et typisk trekk ved avsetningene i Brustad gruvefelt er at nye mineralselskap alltid utvikles etter en periode med deformasjon og fragmentering. Kopperkis paragenesen er definert ut fra tidligere mikroskopiske undersøkelser.

Tabell 3. Den aldersmessige utvikling av gangkomplekset i Brustadfeltet.

Yngst.	Forkastning, knusningssone, leiromvandling.
1)	Kvarts
	Fragmentering
2)	Kopperkis + blyglans + Au ± Ag-Bi-Pb-sulfider.
	Fragmentering.
3)	Pyritt. Assosiert pyrittisering av sidestein.
	Fragmentering.
4)	Hematitt.
	Fragmentering.
Eldst	5) Kvarts. Assosiert serisitt omvandling.

3.2. RØYSIVANGEN GANGDRAG.

Røysivangen gangdrag (Fig. 3 og 5) er blottet i lia på øst-siden av Holsjøvassdraget, 300 m sør for Røysivangen. Langs gangdraget har det vært prøvedrift i fem skjerp som fra vest til øst betegnes skjerp no.1, 2, 3, 4 og 5.

3.2.1. Geologi.

Berggrunnen i området består av vekslende soner og partier med grovkornet granittisk øyegneis, middelskornet granittisk gneis og aplitt (Fig.39, Bilag I). I tillegg opptrer et mindre parti med grå gneiser. Bergartenes S-plan som er relativt dårlig utviklet stryker N175^gØ og viser 50-80^o fall mot øst.

De grovkornete granittiske øyegneiser fører megakryster (2-4 cm) av sonert rosa alkalifeltspat i en mer normalt grovkornet grunnmasse av kvarts, feltspat og biotitt. I områder med tydelig utvikling av S-plan har megakrystene en oval eller øyeform, mens de i mindre deformerte partier får et mer rektangulært omriss. Øyegneisene danner linseformete legemer og opptrer tildels som uregelmessige små kroppar i de middelskornete gneisene. Feltrelasjoner ved 1040N 1135Ø antyder at øyegneisene på dette sted representerer xenolitter.

De middelskornete granittiske gneiser utgjør den dominerende bergartsenhet i området. De består hovedsakelig av ovale eller linseformete alkalifeltspatkorn (1-5 mm) som er omgitt av en tynn rand av kvarts, feltspat, biotitt og lokalt litt amfibol. S-plan i bergarten er bare svakt utviklet.

Tynne aplitt soner er alltid tilstede i gneisene. Aplittbergarten veksler mellom massive kompakte og finlaminerte typer. Den sistnevnte planastruktur er utviklet i forbindelse med skjærdeformasjonen.

De grå gneisene kan best studeres i brattskrenten ved 975N 1065Ø hvor amfibol-biotitt skifre og amfibolitter er gjennomsett av dm tykke aplitt ganger. Disse er ofte skjærfoldet og imbrikert langs et sett av akseplan. I partier hvor akseplanskiffrigheten eller skjærdeformasjonen er intenst utviklet får bergarten et finbåndet utseende. Bergartens farge varierer mellom rosa og grått. Denne fargeveksling er sannsynligvis et utslag av den opprinnelige mengde av aplittganger i amfibol-biotitt skiferen.

Kvartsganger er som i Brustad feltet tilstede som korte og tynne konkordante linser som lokalt er påvirket av dragfoldning.

3.2.2. Strukturer.

Forkastninger med små sinistrale forkastningssprang (2-3 m) er henholdsvis påvist langs kvartsganger i skjerp no.2 (Fig.39, bilag I) og ved 1037N 1170Ø. Siden gangdraget i stor grad er overdekket, er frakturetningene i stor grad basert på topografiske uttrykk. Hovedretningene synes å være N76^gØ, N97^gØ og N45^gØ. Den sistnevnte synes å være dårligst utviklet. De to første retninger gir seg tydelig tilkjenne ved depresejoner i terrenget, spesielt i den østlige del av feltet. Skjæringspunktet mellom dem ligger like nord for skjerp No.4. N97^gØ strukturen er i øst utviklet som en knusningsone med assosiert leiromvandling mens den fra skjerp nr.4 og vestover kan følges langs hovedkvartsgangen. Det motsatte forhold gjør seg gjeldende for N76^gØ-strukturen. Mulige forkastningssprang langs disse strukturer er vanskelig å avgjøre siden de enkelte bergartsenheter representerer intrusiver og inneslutninger i slike og ikke regionalt pentrative lag.

Folder er påvist enkelte steder i de grå gneisene og blant de konkordante kvartslinsene. Foldeaksen for disse tette og

assymetriske folder har visuelt blitt anslått til å stupe moderat ($30-45^{\circ}$) mot NV.

3.2.3. Mineraliseringer.

Kvartsgangen som mineraliseringene i feltet er knyttet til er en enkeltstående 1-2 m bred gang eller gangsone som har et svakt buet forløp. Den er bare sporadisk blottet, vesentlig i skjerpene, men kan stedvis spores som blokktoget. Gangen er steiltstående og har i vest mellom skjerp nr.1 (nær tømmerveien) og nr.2 en strøkretning på $N110^{\circ}\varnothing$. Videre mot skjerp no.3 får gangen $\varnothing$ -V retning før den dreier av til $N90^{\circ}\varnothing$ opp mot skjerp no.4. Øst for skjerp no.4 synes den å få retning $N76^{\circ}\varnothing$.

I de fleste skjerpene er det tydelig at hovedgangen forgrenes i mindre og tynnere ganger. I skjerp nr.3 er en slik forgrening utviklet som en sterkt frakturert og kvarts infiltrert sone. Selv om hovedsonen de fleste steder består av massiv kvarts med lokal utvikling av interstitielle hulrom, så kan også den splitte opp i et sett av parallelle og tynnere ganger. Gangtettheten kan stedvis (Skjerp no. 1 & 5) være så stor at det nærmest utvikles en kvarts sementert breksje med serisitt omvandlede fragmenter.

Serisitt omvandlingen langs gangsonen er generelt svakt utviklet. I de forgrenete deler av gangsonen har sidesteinsomvandlingen en bredde på 0,5 m, mens den langs de massive meterbrede ganger sjelden overstiger 0,2 m. Senere oppknusning av gangkontakten er ofte ledsaget av leiromvandling i sidesteinen.

Malmavsetning er bare påvist i de partier av gangdraget som består av en bred massiv kvartsgang slik som i skjerp no.2, 3 og 4. I disse skjerp er pyritt, kopperkis og lokalt spekulært anriket langs gang/sidesteins kontakten.

I skjerp nr.2 opptrer disseminerte aggregater og korn av pyritt og kopperkis som i stor grad fyller interstitielle hulrom i en 1 dm bred kvartsgang (Fig.40, bilag I). Denne synes å følge den nordlige kontakt av en tidligere avsatt gang (0,6 m bred) av massiv kvarts. Selve kontakten utgjøres av en 1-3 cm bred åre av spekularitt. Svak pyrittisering i kvartsåret serisittomvandling kan påvises i blokker på berg-hallen.

Mineraliseringen i skjerp no.3 består vesentlig av pyritt som disseminerte korn, aggregater og avlange slirer parallelt ganggrensen. Pyritten er sonevis anriket spesielt inn mot den sydlige kontakt (Fig.40, bilag I). Selve kontakten utgjøres av en 2 dm bred knusningssone hvor pyritt opptrer disseminert i en finkornet steinmelsmatriks mellom større kvartsfragmenter.

I skjerp nr.4 er lignende breksjemineralisering også tilstede. I den meterbrede gangen av massiv kvarts øker antallet og tettheten av mørke stikk inn mot den oppknuste kontaktsonen i sør (Fig.40, bilag I). Pyrittmengden i fraktursonen synes også å øke med fragmenteringsgraden. I den sentrale del av kvartsgangen finnes pyritt som hårtynne sentralårer langs de svarte stikkene. Ut mot kontakten utvikles druserom og porøse breksjer i skjæringspunktene mellom de svarte stikkene. Pyritt forekommer her som hulromsfyllinger og disseminerte korn i breksjen. Kvartsen og mineraliseringen er på begge sider begrensete av dm tykke knusningssoner med assosiert leiromvandling.

3.2.4. Paragenetisk utvikling.

Den paragenetiske og strukturelle utviklingen av gangsystemet i Røysivangen er angitt i tabell 4 under.

Tabell 4. Utvikling av Røysivangen gangdrag.

Yngst

Leiromvandling av sidestein.

Oppknusning av sidesteinen langs
gangkontakten.

1) ?Hematitt?

Fragmentering.

2) Kwarts + pyritt_± kopperkis.

Dannelse av svarte stikk og
steinmelsbreksje i kvartsgang.

Eldst

3) Kvartsgang-dannelse med assosiert serisitt-
omvandling.

3.3. LARSPUTTEN GANGDRAG.

Larsputten gangdrag opptrer langs et bekkedrag som løper SV-over fra tjernet Larsputten (Fig.3 og 6).

3.3.1. Geologi.

Bergartene i området består av grovkornet granittisk øyegneis, middelskornet granittisk gneis, aplitt og amfibolitt. De tre første litologier tilsvarer de som er beskrevet fra Røysivangen gangdrag. Enkelte tynne konkordante soner av finkornet mørkegrønn amfibolitt er dessuten tilstede i øyegneisene ved Larsputten. Bergartenes S-plan er steilstående og har N160-190^gØ strøkretning (Fig.41, bilag I).

Berggrunnen på nordsiden av gangdraget domineres av middelskornete granittiske gneiser som fører tynne (i vest) og enkelte tykke (> 100 m i øst) soner av øyegneis. På sørsiden forekommer bare grovkornete øyegneiser med tynne aplittiske soner.

3.3.2. Strukturer.

Selvom bekkedraget som gangsystemet følger er sterkt overdekket i en 30-40 m bred sone så antyder den brå overgang mellom middelskornete granittiske gneiser i nord og grovkornete øyegneiser i sør at sonen er forkastningsbetinget. Det detaljerte forløp av forkastningen(e) er usikkert. Selv om kvartsgangene flere steder viser tegn til fragmentering, så har det ikke vært mulig å påvise sikre forkastningssprang langs disse.

Amfibolittsonene som opptrer på begge sider av gangdraget ved Larsputten ligger i direkte forlengelse av hverandre langs

strøket. Disse som antas å bli skåret av kvartsgangen gir ikke antydninger til at større laterale forkastningssprang har vært utviklet. Derfor må det antas at den angitte hovedforkastning (Fig.41, bilag I) med strøk N80^gØ enten har et stort vertikalt sprang eller representerer en intrusiv kontakt mellom middelskornete og grovkornete granitter (dermed ingen stor forkastning).

Det tolkete forløp av kvartsgangene indikerer at følgende strukturetninger også har vært utviklet: 1) N70^gØ, 2) N40^gØ, 3) N60^gØ, 4) N110^gØ og 5) N90^gØ.

Breksjering av kvartsgangene og deres sidestein kan observeres flere steder. Langs en sone mellom skjerp 5 og 995N 786Ø er kvartsgangen sterkt breksjert og fører matriks av steinmel (svart) og albitt. En steinmels-breksje er også utviklet i de middelskornete granittiske gneiser ved 1010N 880Ø. I Fig.41 (bilag I) er det antatt at denne breksje har sammenheng med breksjesonen øst for skjerp no.5. Breksjering er også påvist i en blotning av en sidegang ved 763 N 722Ø.

I skjerp no.5 opptrer det på nordsiden av kvartsgangen to knusningssoner (Fig.42, bilag I). Den nordligste har retning N110^gØ, mens den andre har mer Ø-V retning og følger nær kontakten av kvartsgangen.

De usikre punkter vedrørende strukturutviklingen langs Larsputten gangdrag er det innbyrdes aldersforhold mellom hovedforkastningen og kvartsgangen og forløpet av kvartsganger, breksjesoner og forkastninger.

3.3.3. Mineraliseringer.

Hovedkvartsgangen i feltet er vesentlig blottet i de fem skjerpene og i enkelte blotninger mellom disse. Gangen har et svakt buet forløp med N90^gØ retning nær Larsputten og

N70^g retning vest for skjerp no.4. Gangen er steiltstående (Fig.42, bilag I) og har i øst en mektighet på 3-4 m. I vest ved skjerp no.5 splitter hovedgangen opp i en rekke tynnere forgreninger. I forgreningspunktet ved 990 N 760 Ø like øst for skjerp no.5 når gangen en mektighet på nærmere 8 m. Hovedgangen består vesentlig av massiv kvarts som lokalt er rik på interstitielle hulrom mellom sammenvokste kvartskrystaller. Kwartsgangen antas å være dannet uavhengig av hovedforkastningen, men skjærer inn i denne like vest for skjerp no. 2 for siden å følge den østover til Larsputten.

Serisitt-omvandling er utviklet langs kanten av hovedgangen innenfor en avstand av 0,5 m. Bare i den østlige del mellom skjerp no.4 og 5 når omvandlingen langs den sørlige kontakt en bredde på 4 - 5 m. Den omvandlete øyegneis er sterkt fragmentert og fører tildels et nettverk av tynne kvartsårer. På nordsiden av hovedgangen er omvandlingssonen bare 0,2 - 0,4 m bred. De tynne kvartsgangene (0,1 - 0,2 m) som representerer forgreninger av hovedgangen vest for skjerp no.5, fører bare svak serisittomvandling assosiert.

Albitt-avsetning i kvartsgangene er spesielt vanlig i og øst for skjerp no.5. Albitten opptrer her som sement i breksjerte deler av gangen (Fig.43, bilag I). Albittmatriksen fører ofte fragmenter av en eldre krakuleringsbreksje som kjennetegnes ved et tett nettverk av svarte stikk som lokalt utvikles til svarte steinmelssementerte breksjer.

Sulfidmineraliseringer langs hovedgangen forekommer vesentlig i skjerp no.5 hvor pyritt gjennomsett av kopperkis -gull årer (basert på tidligere mikroskopering) opptrer som disseminerte aggregater. Denne disseminasjon, som er relativt svakt utviklet, representerer sannsynligvis innfylling av interstitielle hulrom i kvartsmassen. I mindre grad opptrer sulfidene som korn og årer langs svarte stikk og i svarte steinmelsbreksjer. De svarte stikkene og breksjene viser ofte en mørk rød "hematitt"-staining.

I skjerp no.1 opptrer pyritt som en helt underordnet bestanddel av gangen. Den forekommer som spredte aggregater og korn i druserom i albitt-sementen. Dette medfører at sulfidene er avsatt etter flere perioder med breksjering.

3.3.4. Paragenetisk utvikling.

I tabell 5 under er den strukturelle og paragenetiske utvikling satt opp.

Tabell 5. Strukturell og paragenetisk utvikling av
Larsputten gangdrag.

Yngst	Oppknusning og leiromvandling.
	1) Kopperkis + gull
	Fragmentering.
	2) Pyritt
	Fragmentering?
	3) Albitt.
	Breksjering. Svarte stikk og steinmelsbreksjer.
Eldst	4) Kvarts med assosiert serisittomvandling.
	Hovedforkastning.

4. BESKRIVELSE AV BEFARTE GRUVER OG SKJERP.

4.1. FREMMINVANGEN GANGDRAG

I området like vest for Putten (ved Brustad) forekommer en større sammenhengende kvartsgang hvor det er anlagt 5 eller muligens 6 skjerp. (Fig.7) Gangen er steiltstående og har vanligvis en mektighet på 1-2 m. Som det fremgår av figurene fra de forskjellige skjerp har gangen i likhet med gangsystemet i Brustad gruve et buktende forløp langs strøket. Den kjente strøklengde mellom skjerp no.1 og no.5 er 380 m. Hvis gangen videre sørvestover har sammenheng med skjerp no.6 vil lengden bli 670 m. Gangen gjennomsetter grovkornete gabbroer, amfibolitter og amfibol-biotitt skifre. I disse opptrer også tynnere drag av grovkornete granittiske øyegneiser og middelskornete granittiske gneiser.

4.1.1. Skjerp no.1.

Skjerp no.1 ligger ved den østlige blottete ende av hovedgangen og 300 m SV for Putten. Kvartsgangen er 1,5 - 2 m bred og svinger i retning fra N68^gØ i hovedbruddet til N97^gØ noe lengre øst (Fig.8). Den er omgitt av svakt serisitt-omvandlete amfibol-biotittskifre med meterbrede øyegneis- og aplitt bånd innlagret. Omvandlingen strekker seg sjelden mer enn 0,2 m ut fra gangkontakten.

Sulfider bestående av pyritt, kopperkis og blyglans forekommer i gangen som disseminerte korn og aggregater, årefyllinger og slirer/striper orientert parallelt ganggrensen. Dessuten opptrer pyritt og lokalt kopperkis som en svak disseminasjon i serisitt-omvandlete skifre og langs kvartsårer i denne. Blokker av grågrønn serisittskifer som ble funnet på berghaldene fører dessuten pyrittrike bånd og striper langs foliasjonen. En del av de sprekke-bundete sulfidene opptrer langs midten av svarte stikk.

4.1.2. Skjerp no.2, 3 og 4.

Skjerpene ligger 150 - 200 m SV for skjerp no.5. Skjerpene er anlagt langs en 1,5 - 2 m bred kvartsgang som fører linseformete fragmenter av serisittomvandlet sidestein (Fig.9). Gangen er blottet i sin fulle bredde i skjerp no.2, hvor den har en strøkretning på N80^gØ. Gangen fører bare spredte korn med pyritt som hovedsakelig er anriket som en svak og finkornet disseminasjon i serisittomvandlete fragmenter og sidestein langs gangkontakten. Sidesteinen på begge sider av gangen er alltid sterkt breksjert, oppknust og leiromvandlet. Knusningssonene er ofte svartfarget pga. et nettverk av svarte stikk og dannelse av svart steinmel.

Kvartsgangen gjenfinnes også i skjerp no.3 og 4. Ut fra blokkene på berghaldene synes gangen å være umineralisert.

4.1.3. Skjerp no.5.

Kvartsgangen kan spores i det overdekkete området mellom skjerp no.4 og skjerp no.5 som spredte blokker og blokk-røyser. Gangen er dårlig blottet og vanskelig tilgjengelig i den vannfylte synken som utgjør skjerp no.5 (Fig.10). Gangen er ca. 1,5 m bred og fører ut fra blokkene på berghalden disseminerte korn og aggregater, samt bånd og striper av pyritt, kopperkis og blyglans. Dessuten opptrer pyritt og lokalt kopperkis som impregnasjon i serisitt-omvandlet sidestein og fragmenter av denne kvartsgangen. I kvartsårete utgaver av serisittomvandlingen er sulfidene vanligvis anriket i sidesteinen og ikke i kvartsårene.

4.1.4. Skjerp no.6.

Skjerp no.6 (Fig.11) er drevet i en serisitt-omvandlet middelskornet granittisk gneis som fører en svak pyritt-

impregnasjon. Omvandlingen er gjennomført av knusnings- eller skjærsoner hvor bergarten blir svart og finkornet. Dette såkalte svartfjell fører disseminerte korn og mer massive striper av pyritt og gjennomsettes partvis av et nettverk med 1-5 cm brede drusekvartsganger. Disse årer fører ingen sulfider.

4.2. KJUKLINGMYR SKJERP

Skjerpet (Fig. ⁴/₇) er anlagt i amfibolitter og amfibolskifre som fører grovkornet pyritt i form av disseminerte korn, årer og striper langs foliasjonen. Amfibolbergartene er lys grå-grønne og synes å være påvirket av serisittomvandling. Omvandlingen og mineraliseringstypen synes å ha stor likhet med den mineraliserte sidestein i Fremminvangen skjerp no.1. Lignende omvandling er også tilstede langs gangen i Prins Fredriks gruve.

4.3. LESJA GRUVE

Lesja gruve er anlagt på en 3-4 m bred kvartsgang med retning N20^gØ og steilt (70°) østlig fall (Fig. ⁵/₁₂). Gangen opptrer 30 m vest for Holsjøelven og er nærmest parallell med retningen til elvedalføret. Dalføret er et uttrykk for en regional forkastning langs hvilken gneisene er sterkt fragmentert og leiromvandlet.

Gruven er drevet som et dagbrudd over en lengde av 40 m og ned til en maksimal dybde av 10 m. De dypere deler av bruddet er knyttet til dagen gjennom en skjæring i nord og en kort stoll i sør. I begge ender av dagbruddet er det også drevet noen korte faringsorter langs fortsettelsen av gangen.

Kvartsgangen gjennomsetter middelskornete granittiske gneiser som er serisittomvandlet i en 1-3 m bred sone rundt gangen. Omvandlingen er sterkest utviklet i heng av gangen. Langs hengkontakten er både kvartsgangen og sidesteinen sterkt breksjert og oppknust (Fig.13). Denne fragmentering som gjør seg gjeldende i hele gangen øker gradvis fra liggkontakten og de sentrale deler av gangen ut mot hengen. Lengst vekk fra hovedbreksjen opptrer spredte svarte og "hematitt"-stained stikk som øker i hyppighet og tetthet inntil en steinmelsbreksje med fragmenter av kvarts utvikles. I partier som antas å representere deformerte gneiser fører breksjen også små fragmenter av blek rosa feltspat. Selve knusningssonen som opptrer på grensen mot serisitt-omvandling er utviklet som et 1-2 dm bredt bånd bestående av en finkornet svart bergart (heretter kalt svartfjell) med glidespeil.

Sulfidinnholdet i kvartsgangen og breksjen er meget lavt. Det består av pyritt som i det vesentlige opptrer som disseminerte korn i svartfjellet og i breksjegrunnmassen. I tillegg finnes pyritten også som enkelte spredte korn langs svarte stikk i kvartsgangen og langs drusekvarts-årer i svartfjellet. Den rikeste ansamling av pyritt finnes innenfor den serisittomvandlete sidestein i heng av breksjen (Fig.13). Det kileformete parti nær dagoverflaten fører 10-15% disseminert pyritt (1-2 mm). I det pyrittiserte parti er omvandlingen så sterk at gneisens opprinnelige struktur er utslettet.

4.4. KNOFSLØKKA SKJERP

Skjerpet ligger ca. 375 m SV for husene på Knofsløkka og like vest for hovedveien (Fig.12). Skjerpet utgjøres av en 4 m dyp synk med 4 m lange sidekanter. Synken er anlagt på en meterbred steiltstående kvartsgang i grovkornete granittiske øyegneiser og nær grensen mot finkornet granittiske gneiser som opptrer mot sør. Kvartsgangen har en strøkretning på N5^gØ.

Både kvartsgangen og sidesteinen viser tegn på fragmentering og oppknusning. Øyegneisen er mursteinsrød og "råtten", fører kaoliniserte feltspatøyne og gjennomsettes av tynne kvartsårer som dels viser utvikling av druserom. Kvartsgangen har i partier et breksjeaktig utseende ved opptreden av et tett nettverk med finkornete kataklastitt-årer. Slike årer finnes også i de omgivende gneiser. Et typisk trekk ved bergartene i bruddet er at alle stikk, sprekker, årer og hulrom fører en rød "hematitt" staining.

4.5. RIKARDSBRÅTEN SKJERP

4.5.1. Østre skjerp.

Det østre skjerp ligger 350 m rett øst for gården Rikardsbråten (Fig.14). Skjerpet er drevet som en 7 m lang og 2 m bred skjæring langs et sett av parallelle drusekvarts-ganger. Gangene er steiltstående med N9^gØ strøkretning og opptrer vesentlig innenfor finbåndete aplittiske bergarter nær grensen mot diorittiske gneiser (Veisal 1984). Bare sporadisk kan det sees antydning til serisittomvandling langs gangene. Ingen av disse fører sulfidmineralisering. De spredte korn av pyritt som ble funnet opptrer langs rustbelagte slepper i et bånd av

diorittisk gneis. Disse rustbelagte slepper opptrer også i aplitten og synes å løpe parallelt med kvartsgangene.

4.5.2. Vestre skjerp.

Det vestre skjerp ligger i veikanten på østsiden av innkjørselen til Rikardsbråten og like innenfor gjerdet til innmarken. En dyp synk som nå er gjenmurt og brukt til brønn var anlagt på et sett av konkordante kvartslinser i de diorittiske gneisene. Kvartslinsene som fører en glassaktig kvarts er uten sulfider.

4.6. BOTSHAUGDALEN SKJERP

Skjerpet ligger 150 m ØSØ for tunet på Botshaugdalen gård (Fig.14). Skjerpet utgjøres av en vannfylt synk som ut fra berghaldens størrelse må være relativt dyp. (Fig.15). Synken er drevet ned langs en 1 meter bred sone hvor flere parallelle og forgrenete kvartsganger opptrer (Fig.16). Sonen med steiltstående kvartsganger har størst mektighet innenfor de finbåndete aplittiske bergarter i synken hvor gangretningen er $N38^{\circ}\text{Ø}$. På kontakten mot de diorittiske gneisene som fører bånd og linser av amfibolitt, dreier gangsonen først mot $N16^{\circ}\text{Ø}$ og videre mot $N180^{\circ}\text{Ø}$. Gneisenes strøk og fall er $N152^{\circ}\text{Ø}/80^{\circ}$ SV. Gangsonen er bare blottet i nordkanten av synken, men ut fra røskemassene er det klart at sonen fortsetter mot NV, dvs. den har et buet forløp.

Et studium av den nordøstre bruddkanten (Fig.16) viser at sulfider og spekularitt opptrer som striper og disseminerte korn både sentralt i gangene og langs deres grenser. Sidesteinen er generelt bare svakt serisittomvandlet innenfor en 0,1 - 0,3 m bred sone. Sidesteinen og spesielt de

diorittiske gneisene fører dessuten et sett av tynne røde albittårer (Fig.15).

Av blokker på berghaldene fremgår det også at pyritt og kopperkis opptrer langs svarte eller "hematitt" stained stikk i melkekvarts og som aggregater i druserom langs midten av tynne kvartsårer i serisittomvandlet sidestein. Omvandlet sidestein med gjennomsettende kvartsårer eller serisittomvandlete fragmenter i kvartsgangen fører ofte en svak pyrittimpregnasjon.

3-5 mm brede årer av massiv spekularitt i uomvandlet aplittisk bergart gjennomsettes av eller finnes som fragmenter i drusekvartsårer (Fig. 17).

4.7. MAURDALEN SKJERP

Maurdalen skjerp ligger rett på vestsiden av tømmerveien som kommer ned til Utsjøen på dens nordvestside (Fig.18). Skjerpet består av en meterbred røsk på tvers av gangsonen og ett 8 meter langt og 2 m bredt dagbrudd langs gangsonen. Bruddet er fylt med søppel og gangens strøkretning kan bare indikeres ut fra bruddets lengste akse som stryker N16^gØ.

Av blokker på berghaldene fremgår det at mineraliseringen er knyttet til en sterkt kvartsåret serisittomvandling og kvartssementerte breksjer i denne. Den uomvandlete sidestein som er blottet like vest for skjerpet er en rødlig middelskornet granittisk gneis. Mineraliseringen består av pyritt, kopperkis, blyglans og lys grønn sinkblende. Veisal (1984) nevner også bornitt og magnetkis. Kopperkis, blyglans (fin-kornet) og sinkblende opptrer vesentlig som disseminerte korn og aggregater i kvartsårene, mens pyritt både forekommer sammenvokst med de andre sulfidene eller som disseminasjon i den serisittomvandlete sidesteinen.

4.8. VINTERSTØEN SKJERP

Vinterstøen skjerp beliggende like vest for sundet i Utsjøen (Fig.18) består av en 1,5 m bred og 7 m lang grøft som er drevet langs en 0,8 m bred kvartsgang. Gangen faller steilt mot øst og har strøkretning $N40^{\circ}Ø$. Gangen fører en rekke soner hvor kamstrukturer og assosierte hulrom er utviklet (Fig.19). Disse soner antyder polyfase oppsprekning og avsetning av kvarts i forbindelse med rene tensjonsbevegelser. Gangen fører soner og inneslutninger av svakt pyrittisert svartfjell eller oppknust sidestein. Sidesteinen er en finbåndet aplittisk bergart som danner tynne soner i områdets diorittiske gneiser. Serisittomvandling er ikke påvisbart, heller ikke annen form for sulfidmineralisering enn den i svartfjellet.

4.9. FLØYTA SKJERP

Skjerpet som er befart av T.Veisal ligger ved sydenden av Utsjøen og like vest for plassen Fløyta (Fig.20). Skjerpet har et tverrsnitt på 0,7 x 1,5 m og er drevet langs en 0,7 m bred kvartsgang med strøk og fall $N74^{\circ}Ø/90^{\circ}$. Gangen som gjenfinnes 2,5 m lengre sør er 0,3 m bred, er omgitt av en ca. 3 m bred kvartsåret serisittomvandling. Den totale bredde på omvandlingen overstiger 6 m. Ingen sulfider er funnet i gangen som består av massiv kvarts.

4.10. UTSJØEN GRUVES GANGDRAG

Utsjøen gruve ligger 1,1 km ØSØ for demningen på Utsjøen og i nordhellingen av Katterudbommen (Fig.21). Gruven består av en 15 m lang fyrsetningsstoll som munner ut i en 20 m lang skjæring. Gangen som driften har fulgt står loddrett og består av massiv kvarts som lokalt fører interstitielle hulrom

fyllt med litt albitt, pyritt, kopperkis og i sjeldne tilfeller bornitt. Kwartsgangen er 2-4 m bred og fører en rekke slireformete inneslutninger av omvandlet sidestein. Sidesteinen utgjøres av finbåndete aplittiske til middelskornete granittiske gneiser som er serisittomvandlet og kvartsinfiltrert 2-3 m ut fra gangen.

Gangsonen kan totalt følges over en lengde av 650 m og har en strøkretning på $N50^{\circ}Ø$. Sonens retning er svakt over-skjærende i forhold til den regionale forkastning som løper langsetter. Forkastningens sprang målt ut fra en amfibolittsone i øyegneisene mot NØ, er 15 m sinistralt. Aldersforholdet mellom gangsonen og forkastningen er foreløpig uklart.

I den nordøstlige ende av gangsonen splitter den massive gangen opp i et sett av tynnere og parallelle drusekvartsganger med mellomliggende serisittomvandlet sidestein. I det østre skjerp får dermed gangsonen en mektighet på 9 m. (Fig. 2²₃). Skjerpet består av noen skudd i en breksjert kvartsgang. Breksjen fører svak "hematitt" staining på åpne hulrom mellom fragmentene som er sementert med finkornet kvarts.

Like SV for Utsjøen gruve splitter hovedsonen opp i en mindre gang som kan spores ca. 100 m i NØ retning. Denne har muligens strukturelt sett sammenheng med den 1,5 m brede gangsonen i vestre skjerp (Fig. 2³₄). Skjerpet er drevet som en 1,5 m bred og 12 m lang skjæring langs to parallelle kvartsganger med strøk $N62^{\circ}Ø$ og fall $60^{\circ}NV$. 15 m NØ for skjerpet får gangdraget retning $N46^{\circ}Ø$. 15 m videre NØ-over finnes i overdekket små blotninger av spekulært-førende ganger med retning $N57^{\circ}Ø$.

Gangene i skjerpet er omgitt av en 0,2 m bred randzone av svakt serisittomvandlet granittisk gneis. I heng av gangsonen opptrer en 1,2 m bred gang som langs kanten (0,3 m

bred rand) fører rikelig med serisittomvandlede fragmenter (Fig. 2³/₄). Den sentrale del av gangen fører pyritt og koppekis som tynne årer og som innfylling av interstitielle hulrom. Hele gangen og sidesteinen i heng fører "hematitt" staining og svarte stikk. I ligg er gangen sterkt oppknust og grenser mot en 0,4 m bred kvartsgang som fører mye druse-rom i de sentrale deler. Denne gangen viser liten grad av fragmentering og "hematitt" staining. Gangsonen kan følges nedover til tømmerveien hvor den er blottet som en 4 m bred sone bestående av to metertykke ganger med mellomliggende kvartsinfiltrert gneis.

5. BEFARING AV ANDRE MINERALISERINGER

5.1. ODALSSKILLET.

Langs riksvei 180 mellom Odalsskillet (Hedemark/Akershus grensen) og Benkemyra (Fig.3, UTM 320947-330950) opptrer det en rekke tynne og parallelle årer av kvarts og albitt. Årene gjennomsetter diorittisk gneis og har strøkretning på $N35^{\circ} - 50^{\circ}$. Gangene står steilt og har NV-lig fall. De består av en tidlig generasjon kvartsårer som ofte fører en sentral sone rik på druserom. Disse druserom er senere fylt med rød albitt som også danner gjennomsettende årer langs kvartsgangen. Litt flusspat opptrer lokalt langs albittårene. Sidesteinen er uomvandlet, men fører ofte tynne epidotbelagte sprekker.

5.2. UTSJØEN.

På vestsiden av tømmerveien 200 m øst for plassen Fløyta er det drevet et lite steinbrudd langs kanten av en knusningssone med retning $N36^{\circ}$ (Fig.20). De diorittiske gneisene i og langs knusningssonen er sterkt klorittisert, leiromvandlet, "hematitt" stained og gjennomført av glidespeil. I bruddveggen sees også en serie med parallelle kvartsganger med orientering $N53^{\circ} - 50^{\circ} NV$. Gangene (0,1-0,5 m brede) som fører sterkt skjærdeformerte kontakter, inneholder enkelte steder massive striper, bånd og aggregater av finkornet pyritt. Dessuten finnes det også litt finkornet kopperkis på hulrom i breksjerte deler av gangen. Breksjen består av kvartsfragmenter i en kloritt-matriks og skyldes oppbrytning av tynne kvartsganger i knusningssonen.

T.Veisal har også påvist to andre kvartsganger videre mot nord mellom plassene Utsjøen og Utsjøbråten (Fig.20). Ingen av disse førte sulfidmineralisering.

5.3. STORE BJERTEN

Amfibolittsonen langs Store Bjerten ble befart i veiskjæringer på vestsiden av sjøen. (Fig.3). De massive amfibolittene fører ved UTM 331977 til 330978 en meterbred foliasjonskonkordant (NNV-lig) sone av en finkornet lys grå-grønn bergart. Bergarten har rusten forvittringshud og fører svak impregnasjon og små slireformete aggregater av pyritt, magnetikis og kopperkis.

6. PRØVETAKNING

De fleste kjente gruver, skjerp og mineraliseringer i Eidsvoll og Odals-distriktet ble prøvetatt. Prøvene fra Eidsvollsdistriktet ble hvor det var mulig innsamlet fra fast fjell. I Odalsdistriktet er prøvene for det meste tatt på berghaldene. Prøvene ble analysert for Cu, Zn, Pb, Bi, Ag og Au. Prøvetakningsstedene er angitt på kart og detaljtegninger i bilag II hvor også prøvebeskrivelser og analyse-resultater finnes. Hensikten med prøvetakningen var først og fremst å definere hvor gullet var anrikt i gangene og om det fantes regionale variasjoner både m.h.p. gull og andre elementer.

7. LITOKJEMISKE RESULTATER

Analyseresultatene fra Gullverks gruvene viser i grove trekk at de fleste sulfidmineraliseringer domineres av Cu samt lokale konsentrasjoner av Pb, Bi og Ag. Gulletts opptreden i gangene er forsøkt belyst gjennom en enkel statistisk analyse (Fig. 24-33).

7.1. Forholdet mellom gull-innhold og mineraliseringstype.

Prøvene er inndelt i en rekke litologiske grupper som angitt under:

- 1) Ren kvarts uten sulfider.
- 2) Fragmentert kvarts. Svarte stikk/steinmelsbreksje.
- 3) "Hematitt" stained kvarts. Røde sprekker og årer.
- 4) Albitt + kvarts ganger og breksje grunnmasse.
- 5) Pyritt-førende kvarts.
- 6) Kopperkis + pyritt-førende kvarts.
- 7) Kopperkis + blyglans $\pm$ pyritt-førende kvarts.
- 8) Spekularitt-årer.
- 9) Spekularitt + kopperkis + pyritt årer.
- 10) Serisitt omvandling uten sulfider.
- 11) D.o. Kvartsåret.
- 12) Pyrittisert serisittomvandling.
- 13) D.o. kvartsåret.

Av histogrammene i fig. 24-25 fremgår det relativt tydelig at gullet ikke er anrikt i kvarts- og kvarts + albitt-ganger eller fragmenterte deler av disse. De fleste prøvene gir mindre enn 80 ppb Au. Ved tilstedeværelsen av pyritt (uten synlig kopperkis) i prøvene (Fig.26) fås en jevn spredning av verdier opp til 55 ppm samtidig med at andelen av prøver med <20 ppb avtar. I prøver med synlig kopperkis og/eller blyglans (Fig.27) øker andelen av prøver med >20 ppm (maks.

137 ppm Au), samtidig med at andelen av prøver med <20 ppb blir enda mindre. De rene spekularittganger viser ingen anrikning av Au som bare opptrer i større konsentrasjoner i gangprøver hvor spekularitt opptrer assosiert med pyritt og kopperkis (Fig.28).

Lignende anrikningstrender kan også påvises mellom serisitt-omvandling og pyrittisert serisitt-omvandling. Om omvandling fører kvartsårer eller ikke synes ikke å ha noen effekt på Au-innholdet i prøvene (Fig.29 og 30).

Selvom prøvepopulasjonen fra Brustad gruve er overrepresentert i histogrammene (Fig.24-30) så forandrer ikke dette vesentlig på de generelle konklusjoner som også fremgår av diagrammene i fig.31 og 32. Gullet er bare anriktet i de deler av kvartsgangen som fører sulfider dvs. pyritt, kopperkis og blyglans. Tidligere mikroskopiske undersøkelser av prøver fra en del av forekomstene har vist at gullet opptrer sammen med kopperkis på sprekker i pyritt. Om tilstedeværelsen av pyritt er nødvendig for utfelling av gull er ikke klart, men de lave Au-gehaltene i de meget pyritt-fattige kopperkis + blyglans-gangene i og rundt Fredrik gruve kan antyde dette. De rene spekularittgangene synes heller ikke å føre gull (<30 ppb) utenom i de tilfeller hvor kopperkis og/eller pyritt også forekommer i prøven (maks. 31,3 ppm Au, Røysivangen).

En sammenligning mellom gullverdiene i ren kvarts og serisitt-omvandlede bergarter viser at sistnevnte ligger på et noe høyere nivå. Dette nivå heves betraktelig i prøver av pyrittisert serisitt omvandling (maks. 9 ppm Au i Lesja gruve).

7.2. FORDELINGEN AV GULL INNENFOR DE ENKELTE GANGDRAG.

Ved prøvetakning i profiler over de enkelte gangene har det vært mulig å spore visse trender når det gjelder fordelingen av gull.

7.2.1. Brustad gangdrag.

Analyseresultatene (tabeller og figurer i bilag II) viser at gullet er relativt systematisk fordelt innenfor de sulfidisererte deler av gangene. Gullet synes sterkest konsentrert langs kontakten av gangene og langs knusningssoner (Sentralforkastningen) som skjærer disse. I det sistnevnte tilfelle er det flere steder tydelig at sulfid- og gullanrikningen har fulgt eldre fraktur eller skjærsoner som har blitt reaktivisert etter Cu-Au avsetningen. Dette kan slutes fra det forhold at knusningssonen bare viser høye gullverdier i de partier hvor den sulfidisererte gang også fører høyt gullinnhold.

Når det gjelder det gjennomsnittlige innhold av gull i gangene har det bare ett sted blitt utført en kontinuerlig prøvetakning av hele gangen. Resultatene fra denne prøvetakning er gitt i tabell 6 sammen med gjennomsnittsverdiene for knakkprøver tatt i forskjellige andre profiler. Tabellen gir klart til kjenne at både antall profiler og antall knakkprøver i disse er for lite til å gi et godt grunnlag for en vurdering av gangenes virkelige gullgehalt. Til tross for dette gir resultatene et visst håp om at nødvendige råmalmgehalter kan være tilstede i store deler av forekomsten. Det bør også nevnes at de høyeste gullverdier (130 - 137 ppm) er oppnådd på prøver fra kontakten av Østgangen i den østligste del av forekomsten (Profilene 5096Ø og 5100Ø. En av disse prøver som utgjør 20 cm bredde vil fordelt over 300 cm driftbredde gi et veiet gjennomsnitt på ca. 1 ppm, forutsatt at alle andre prøver i profilet ikke fører gull. Dette lille

regnestykke gir klart til kjenne at slissprøvetakning er nødvendig for å få med alle deler av gangene både de uten gull og de med ekstreme gullverdier som i gangkontakten.

I tabell 7 er det gitt en oversikt over det gjennomsnittlige gullinnhold i sulfidholdige prøver fra forskjellige ganger. Av tabellen fremgår det at Østgangen og Blygangen er sterkest anriket m.h.p. gull. Vestlinsen er lav i gull, mens Sørgangen viser et intermediært nivå. Når det da er kjent at Østgangen og Blygangen har høyt sulfidinnhold, den prøvetatte del av Vestlinsen et lavt innhold og Sørgangen og Nordgangen et intermediært innhold av sulfider, så er det sannsynlig at gangenes gullinnhold øker proporsjonalt med sulfidmengden i disse.

Gullinnholdet i de forskjellige gangene gir ikke inntrykk av at det er en forskjell i gullanrikningsnivå mellom gangene syd for og gangene nord for Sentralforkastningen. Dette inntrykk er sannsynligvis ukorrekt siden den meterbrede og massive pyrittsonen i Vestlinsen ikke er prøvetatt (utilgjengelig) og den er derfor bare representert ved prøver fra de svakt sulfidmineraliserte deler. Det generelle inntrykk fra gruvekartleggingen er at gangene nord for Sentralforkastningen er sterkere sulfidisert enn de sør for og dette skulle tilsi at de også er rikere på gull.

Serisitt + pyritt omvandling langs og mellom gangene gir verdier på 0,1 - 1 ppm Au. Et par kvarts-sulfid årete typer når også opp i 2,5 ppm Au. Dette nivå er også typisk for prøvetakningsprofilen over gangene i Prinsesse Louises gruve hvor den beste prøven fra en av gangkontaktene gir 2,1 ppm. Denne verdi synes igjen å reflektere gangenes lave innhold av sulfider som vesentlig er konsentrert i den omvandlete sidesteinen.

7.2.2. Andre gangdrag.

De andre gangdrag i Eidsvoll-distriktet er i liten grad prøvetatt systematisk i tverrprofiler. Til tross for at de fleste prøvene er tatt på berghaldene forsterker analyseresultatene de generelle trekk ved gullmineraliseringen i Brustad gangdrag. Det vil si at gullmengden stort sett er proporsjonal med gangens sulfidinnhold og at de største gullverdier oppnås i prøver fra gangkontakten.

Et unntak som forsterker disse regler er mineraliseringen i Lesja gruve hvor kvartsgangen bare helt sporadisk fører litt pyritt. Mens gangen vanligvis fører <400 ppb Au (13 prøver hvorav en prøve på kontakten med 7 ppm Au) gir serisitt + pyritt omvandlingen langs hengen et gjennomsnittsinnhold på 4 ppm Au (5 prøver hvorav en med 9,1 ppm Au). Denne type gullanrikning er meget interessant idet den ved sin eventuelle tilstedeværelse i andre potensielle gangdrag kan øke brytningsvolumet betraktelig.

7.3. SAMVARIASJON MELLOM ELEMENTER

En gjennomgåelse av analyseresultatene fra de sulfidmineraliserte gangene viser ingen klare trender i samvariasjon mellom elementene Cu, Zn, Pb, Bi, Au og S. Dette er i full overensstemmelse med geologiske observasjoner som viser at mineraler av disse elementer er fordelt helt tilfeldig langs gangene. Ag-innholdet i de sulfidmineraliserte prøver synes derimot sterkt korrelert med Bi og tildels også med Au. Dette skyldes at sølvet vesentlig er bundet til mineralene matilditt (AgBiS_2) og gedigent gull (Elektrum) (Tidligere mikroskopiske undersøkelser.)

7.4. DEN REGIONALE FORDELING AV FORSKJELLIGE ELEMENTER

For å få et inntrykk av den regionale fordeling av Au, Ag, Cu, Zn, Pb og Bi, som er anriket i de sulfidførende deler av kvartsgangene, ble det maksimale elementinnhold i prøvene brukt. Gjennomsnittsverdier kan ikke anvendes i en slik sammenligning vesentlig fordi ingen av gruvene utenfor Brustad er prøvetatt systematisk og antallet prøver er for lite. Gjennomsnittsverdier vil også lett føre til et uriktig bilde av elementinnholdet i de enkelte mineraliseringer da prøver innsamlet på berghallene kan komme fra samme parti av mineralisering som også prøvetas på stuff, dvs. deler av mineralisering kan bli overrepresentert.

Maksimalverdiene for de enkelte gruver og gangdrag i Eidsvoll og Odalen er henholdsvis gitt i tabell 8 og 9. Av disse fremgår det klart at Cu-mineraliseringene i Eidsvoll er sterkt anomale på gull i forhold til Cu-forekomstene i Odalen. I tillegg fremgår det at forekomstene basert på deres elementfordeling kan inndeles i fem hovedtyper henholdsvis Cu-, Cu-Au-, Cu-Pb-Bi-Ag-Au-, Zn-Pb-Cu- og Zn-Pb-Cu-Bi-Ag-forekomster (Fig.34).

Cu-forekomstene er spesielt utviklet i Odalen, hvor de bare helt lokalt fører høye konsentrasjoner av Au og Bi. Forekomstenes Zn-innhold er noe høyere enn det som er vanlig for Cu-Au-forekomstene i Eidsvoll-distriktet. Cu-Au-forekomstene kan inndeles i to hovedtyper henholdsvis Pb-Bi-Ag-fattige og -rike typer. Den førstnevnte har størst utbredelse regionalt sett, mens den sistnevnte omfatter mineraliseringene i Brustad-området og i Sander gruve. Zn-Pb-dominerte forekomster av prekambrisk alder har liten utbredelse og omfatter tre små forekomster henholdsvis Knofsløkka skjerp ved Gullverket, Maurdalen skjerp ved Utsjøen og Kjølgruven (Ihlen 1976, 1983) i Odalen. Forekomstene ved Mistberget og på Midtskogen er av permisk alder (Ihlen 1978a) og disse fører i tillegg til Zn-Pb-Cu også høye konsentrasjoner av Bi og Ag som er bundet i tellurider (Ihlen 1977, 1978).

Figurene 35-40 viser fordelingen av maksimumsverdier for de prekambriske forekomster. Av figurene kan et meget svakt utviklet soneringsmønster skimtes. I de topografisk høyere-liggende deler av Eidsvollsdistriktet er gangene sterkt anriket på Cu, Pb, Bi, Ag og tildels Au. Denne anrikning når sitt maksimum i Brustad gruve, vesentlig fordi denne forekomst fører et høyt pyritt-innhold som synes nødvendig for utfelling av gull fra de Cu-Pb-Bi-Ag-førende løsninger. Assosiasjonen Pb-Bi-Ag synes også å være tilstede i Sander gruve som ligger topografisk lavere enn Brustad-feltet, men helt i periferien av det Au-mineraliserte område. Et annet trekk ved den regionale fordeling er også at forekomstene utenfor Brustad-området viser en tendens til avtagende pyritt- og gull-innhold med avtagende høyde over havet. Dette gjelder spesielt forekomstene i den sørlige del av Eidsvoll- distriktet, da det bare eksisterer noen få forekomster nord for Brustad gruve. De topografisk lavtliggende forekomster er dessuten lokalt anriket på Zn, men fører da ikke gull.

8. GENERELLE TREKK VED MINERALISERINGENE I EIDSVOLL-ODALSOMRÅDET.

8.1 GEOLOGI

Mineraliseringene i Eidsvoll- og Odals-distriktet viser karakteristiske forskjeller. I Eidsvoll er sulfidene avsatt i fragmenterte kvartsganger, mens de i Odalen følger skjærsoner og forskifrete kvartslinser i batolitten. Kvartsgangene i Eidsvoll har stor lateral og vertikal utstrekning og er omgitt av en serisittomvandlet randzone. Sidesteinsomvandling er ikke synbart utviklet i forbindelse med forekomstene i Odalen som sjelden har en utstrekning på mer enn noen titalls meter. I begge områder opptrer dessuten mylonittsoner som ofte fører en meget svak pyrittimpregnasjon.

Et fellestrekk ved mineraliseringene er at sulfidene har overpreget et allerede eksisterende system av mylonitter, skjærsoner og deformerte kvartsganger/linser. Den høye mineraliserings-intensitet i Eidsvoll-distriktet kan bl.a. antyde at tilstedeværelsen av kvartsganger har vært nødvendig for en storstilt migrering av metall-førende løsninger. Dette vil igjen si at mens sidesteinen i stor grad var impermeabel pga. av et plastisk eller duktilt deformasjonsregime, gjennomgikk de kompetente gangenhetene en sprø deformasjon med utvikling av permeable krakuleringssoner.

Foreløpig synes det ikke å eksistere noen sammenheng mellom mineraliserings-intensitet og sidesteins litologi. Selv om mafiske bergarter ofte er regnet som en god reseptor for gull, så synes ikke dette å være tilfelle for Eidsvoll-Odals området. De fleste forekomstene opptrer i diorittiske til granittiske bergarter. I Brustad området er f.eks. gangene Fredrik og Fremminvangen gruver) innenfor amfibolittene svakere gullmineralisert enn de i øyegneisene og mylonittskifrene.

Den eneste litologiske innvirkning som er tenkbar er at utviklingen og forløpet av bruddsoner vil være mer kompleks i sterkt båndete og skifrige enheter enn i partier med massive eller kompakte bergarter. Dette synes ihvertfall å være tilfelle for gangsystemene i Brustad-området selvom det ikke kan utelukkes at stressfeltenes orientering under deformasjonen kan ha vært vel så viktig for dannelsen av komplekse og enkle bruddsoner.

Siden serisitt-omvandling ofte utvikles i forbindelse med innblanding av meteorisk vann (f.eks. porfyr malmer) i hydrotermale systemer, kan dette antyde at gangene i Eidsvoll-området lå nærmere dagoverflaten og/eller var mer permeable og penetrative enn de mineraliserte skjærsoner i Odalen. Influx av meteorisk vann kan dessuten ha hatt stor innvirkning på utfelling av sulfider og gull fra løsninger som migrerte opp fra dypet.

meteorisk vann

8.2. STRUKTURER

Det regionale sprekkemønster representerer sluttproduktet av en langvarig tektonisk påvirkning som sannsynligvis omfatter både N-S og Ø-V rettet kompresjon under den svekonorwegiske orogenese (≈ 1000 mill.år), senere post-tektonisk heving og permisk rifting. Det som er viktig å merke seg at hovedforkastningene ($NO^g-15^g\emptyset$, $N35^g-45^g\emptyset$, $N60^g-70^g\emptyset$ og $N 110^g\emptyset$) i Eidsvoll distriktet er mye svakere utviklet innenfor Odals-batolitten og at de fleste forkastningene terminerer nær kontakten til denne. Sprekkerosene som ble konstruert av Veisal (1984) ut fra feltnmålinger og flyfototolkning gir klart til kjenne at strukturmønsteret neppe kan forklares ut fra et stressfelt med konstant orientering.

Den sprekketektoniske utvikling av regionen kan lettest forklares ut fra en kombinasjon av N-S og Ø-V rettede hoved-

spenninger. Den sistnevnte retning står sannsynligvis i forbindelse med sluttfasen av den svekonorwegiske orogenese da Ø-V kompresjon førte til dannelsen av regionale mylonittbelter og overskyvninger i den vestlige del av det baltiske skjold. (Berthelsen 1980). Denne kompresjon forårsaket også sinistrale (venstrehånds) bevegelser langs mylonittbeltet i Eidsvoll-distriktet, samtidig med at eldre strukturer som de N-S rettete forkastninger ble reaktivisert.

Kvartsgangene viser ofte en gradvis overgang mellom en massiv sentral kjerne og en xenolitt-rik randsone som grenser mot kvartsåret og silisifisert sidestein. Kvartskrystallene i gangene viser dessuten sjelden en sammenvoksning, kam- og kokardestruktur, som indikerer avsetning langs tensjons-sprekker. Derfor antas det at kvartsgangene vesentlig er dannet ved fortrenkning og innfylling langs skjærsoner. Slike soner vil under et kompressivt tektonisk regime være relativt tette eller impermeable. Derfor er det mest sannsynlig at kvartsavsetningen skjedde i forbindelse med den post-orogene hevningsfase (Post-orogenic uplift eller taphrogenesis). I denne fase ble alle strukturene reaktivisert og nye sprekker ble dannet ved differensiale bevegelser i et utall av forkastningsbegrensede blokker. Bevegelsene i forbindelse med hevingen ledet ikke bare til dannelsen av permeable strukturer for de kvartsførende løsninger, men også til senere fragmentering av allerede avsatte kvartsganger.

Denne polyfase fragmentering er i stor grad forårsaket av skjærspenninger som ble indusert langs gangkontakten. Skjærspenningene som ble utløst ved bevegelser langs den ene eller begge gangkontaktene har medført dannelsen av svarte steinmelsbreksjer i gangen og/eller mylonitter (svartfjell) i sidesteinen. Skjærbevegelsene vises også gjennom de mange sulfidslirer som er orientert parallelt gangkontakten eller ved et nettverk (tensjonssprekker og skjærplan) i de deler av gangen som ligger perifert i forhold til skjærsonen.

Et typisk trekk ved kvartsgangene er også at de opptrer like utenfor topografiske depresjoner som er betinget av post-mineraliseringsforkastninger. Disse forkastninger eller knusningssoner med assosiert leiromvandling representerer den siste strukturelle reaktivisering som tildels kan være av permisk alder.

Kontrasten i mineraliseringsstil og strukturmønster mellom Eidsvoll- og Odals-distriktet kan være betinget både av forskjeller i grad av oppsprekning og senere reaktivisering. Selv om det ikke kan gis noe konklusivt svar på hvilke av disse parametere som hadde størst innflytelse, så indikerer mengden av større kvartsganger i Eidsvoll-distriktet at dette område opprinnelig utgjorde et grunnere nivå i jordskorpen enn det mot øst. En lignende konklusjon kunne også bli sluttet ut fra forskjellen i deformasjonsstil av gangen i de to distriktene. De breksjerte og fragmenterte gangene i Eidsvoll-distriktet er indikative for en sprø deformasjon, mens de skifrige gangene i Odal tilkjenner et duktilt stressregime. Denne kontrast i deformasjonsstil kan også forklares ut fra kompetanseforskjeller ved at store og små kvartsganger vil oppføre seg forskjellig ved samme stress-påkjenning.

Konklusjonen blir derfor at sulfidmineraliseringene regionalt sett er avsatt i forskjellig skorpenivå, men under mer eller mindre identisk stressregime. Forskjeller i mineraliseringsintensitet indikerer at tilstedeværelsen av store kompetente kvartsganger har vært nødvendig for dannelsen av permeable soner (ground preparation) i en tett og plastisk deformert sidestein. Årsaken til at sulfid-mineraliseringene i Eidsvoll-distriktet i stor grad opptrer langs en linær sone parallelt med Vormas strukturen ($N180^{\circ}E$) er foreløpig ukjent, men kan ha signifikant prospekteringsmessig sett.

8.3. PARAGENESER

Gang- og malmmineraler som hittil er påvist i forekomstene i Eidsvoll og Odalen er gitt i tabell 10 (Ihlen 1983). Tidligere mikroskopering og årets feltundersøkelser viser at den paragenetiske utvikling i de to distriktene er relativt enkel og viser mange fellestrekk. Mineraliseringene viser stor grad av teleskopering og de enkelte malmparageneser er i tid ofte atskilt av perioder med fragmentering. Den paragenetiske utvikling som er satt opp i fig.41 viser at Fe-oksyder lokalt kan være avsatt før dannelsen av pyritt som alltid pre-daterer Cu-sulfidene.

I Eidsvoll, hvor gangene fører mye pyritt, er kopperkis det eneste Cu-sulfid. Kopperkis-aggregatene fører ofte små korn av gedigent gull innesluttet og disse er spesielt anrikt langs mikroårer i pyritt. I enkelte områder ledsages kopperkisen også av Pb-Bi-sulfider og matilditt (AgBiS_2) (Sander, Brustad, Fremminvangen, og Midtskogen).

I Odalen hvor pyritten bare er et underordnet eller aksessorisk mineral, består mineraliseringene vesentlig av bornitt, kopperkis og kopperglans. Av disse synes bornitt (og kopperglans) som lokalt (Antoinette gr.) fører inneslutninger av gedigent gull, molybdenglans, scheelitt og Co-arsenider å være dannet før hovedperioden med kopperkis-avsetning. Bare i enkelte forekomster finnes kopperkis som predaterer bornittavsetningen, men denne er sammenvokst med magnetkis og ikke hematitt som er det vanlige følgemineral. Sen hematitt-avsetning synes derfor å være et fellestrekk for en del av forekomstene i de to distriktene. Flere av Odalsforekomstene fører i tillegg til Cu-sulfidene også større mengder av sinkblende og tildels blyglans. Selv om den relative alder av disse mineraler er noe usikker, så antas det at disse er avsatt før Cu-sulfidene.

De paragenetiske undersøkelser antyder at det er et relativt skarpt skille mellom pyritt-kopperkis- og bornitt-kopperkis-forekomster henholdsvis i Eidsvoll- og Odals-distriktet. Dette skillet synes grovt sett å følge batolitt-kontakten. Det finnes dog overgangstyper som de sinkblende-, blyglans- og bornitt-førende mineraliseringer i Maurdalen og Utsjøen gruver. Forholdet mellom de forskjellige mineraliserings-typer vil bli videre diskutert på side 54, regional metall- og mineralsonering.

8.4. LITOKJEMI

Resultatene fra de litokjemiske undersøkelser viser klart at Eidsvoll-forekomstene er mer anriket på gull enn de i Odalen. I Eidsvoll-distriktet er det påvist 12 sulfid-mineraliserte gangdrag av sen proterozoisk alder. Av disse fører 11 et maksimum gull-innhold på 0,1 ppm eller mer, 7 viser 1 ppm eller mer og 4 har et innhold som overstiger 5 ppm. Til den sistnevnte kategori hører Brustad, Røysivangen, Lesja og Botshaugdalen gangdrag. Blant disse skiller Brustad seg tydelig ut ved jevne gullverdier på ppm nivå og med flere høye verdier på opptil 137 ppm. Brustad er også den eneste forekomsten som i tillegg fører mye Pb, Bi og Ag. Maksimums-verdier for disse elementer er henholdsvis 22,5%, 0,32% og 0,16%. Et typisk trekk ved de mest gullrike forekomstene i Odalen og Eidsvoll er at de også er anriket på Bi.

De permiske Zn-Pb-Cu-forekomstene på Mistberget og Midtskogen viser en viss anrikning på Bi og Ag i form av tellurider, men inneholder ikke gull (maks. 0,04 ppm.).

9. REGIONAL METALL OG MINERALSONERING

Plottene av metallfordelingen på regional skala (Fig. 34-40) gir ikke særlig antydninger til tilstedeværelsen av et eventuelt soneringsmønster. Hvis derimot metallfordelingen vurderes ut fra forekomstenes topografiske høyde kan et svakt soneringsmønster anes innenfor både Eidsvoll- og Odal-distriktet.

I Eidsvoll opptrer høye Au, Pb, Bi og Ag verdier blant forekomstene i de sentrale og høyereliggende områder. I de lavere liggende områder mot sør er noen forekomster anriket på Zn og Pb samtidig med at Au, Bi og Ag ligger på et meget lavt nivå.

Det motsatte soneringsbilde kan anes i Odalen hvor de høyere-liggende forekomster sentralt i distriktet, samt mer lavere-liggende og perifere forekomster nedover i terrenget glir over i Cu-dominerte forekomster med lokal gullanrikning. Hvis det da antas som tidligere foreslått, at Eidsvoll-forekomstene ble dannet i et høyere nivå av skorpen enn Odal-forekomstene, vil dette medføre en vertikal metallsonering. ^(Fig. 41) Fra bunn til topp er følgende elementer anriket: 1) Cu, 2) Cu + Au + Bi (+ Mo + W), 3) Cu + Zn + Pb, 4) Cu + Au, og 5) Cu + Pb + Bi + Ag + Au. Denne vertikale sonering blir enda mer fremtredende hvis også forekomstenes mineralparageneser tas i bruk. Den vertikale sonering vil dermed bli som følgende (nummere angir samme soner som over): 1) Bornitt + kopperkis, 2) Bornitt + kopperglans + kopperkis + gull (+ molybdenglans + scheelitt), 3) sinkblende + blyglans + kopperkis + pyritt + magnetkis, 4) pyritt + kopperkis + gull og 5) Pyritt + kopperkis + blyglans + matilditt + Pb-Bi-sulfider + gedigent gull.

Hvis det gjøres et regionalt kartplott av disse fem parageneser (inkludert mikroskoperings-resultater fra Sander og Midtskogen gruver) vil soneringsmønsteret fremdeles være

diffust eller ikke-eksisterende^(Fig. 42). En projeksjon av forekomstene med deres forskjellige metaller og parageneser i et vertikalt plan som står loddrett (NØ-SV) på batolitt-kontakten (Fig. 4~~3~~³-44) vil derimot gi indikasjoner på at det eksisterer en regional metall- og mineralsonering. Selv om det tolkete soneringsmønster lider av mangel på data fra flere forekomster og av for stor innvirkning fra Brustad forekomsten, så reiser det en rekke spørsmål som bør avklares ved eventuelt videre undersøkelser i regionen.

Figurene indikerer for det første at gullet kan være spesifikt knyttet til pyrittrike forekomster i Pb-Bi-Ag-sonen. Denne danner et bueformet skall ut mot Vorma og Mjøsa hvor den inkluderer Sander gruve og bekkesediment anomaliene (Pb-Cu) perifert i distriktet. I den underliggende Cu + Au sone avtar gullinnholdet i sulfidmineraliseringene mot dypet og ingen av forekomstene under 300 m.o.h. fører gull på ppm.-nivå. Disse kjennetegnes også ved et lavt innhold av Fe- og Cu-sulfider. Dette kan derfor medføre at gullet i Eidsvoll-distriktet bare er anriket innenfor et meget begrenset vertikalt intervall som neppe overstiger 200 m. Man kan derfor risikere at gullmineraliseringen i Brustad gruve har liten vertikal utstrekning. Dessuten kan fordelingen av Pb-Bi-Ag-sulfider i Brustad gruve indikere at den nordlige gullrike del av gangdraget (Vestlinsa, Østgangen og Blygangen) tilhører en nedforkastet blokk som opprinnelig utgjorde et høyere parti av den regional Pb-Bi-Ag-sone. Følgelig kan man også risikere at de mest gullrike gangene er avskåret av forkastninger på dypet.

Et annet trekk ved det regionale soneringsmønster er også det steile forløp av eller tilsynelatende brudd på sonene ved batolitt-kontaktene.^(Fig. 44) Dette kan være betinget av 1) de primære termiske gradienters/isotermers forløp i systemet, 2) forkastninger langs kontaktsonen med assosiert heving av batolitt-massen, 3) aldersforskjell mellom mineraliseringene

og 4) teleskoperings-effekter. Tidligere undersøkelser i Odalen og Eidsvoll (Ihlen 1976a, b, 1978) har ikke gitt indikasjoner på at mineraliseringene har forskjellig alder. Selv om Pb-Bi-Ag sonen kan være et resultat av teleskopering, så viser samvariasjonen mellom Pb-Bi-Ag og Au i Brustad og Fremminvangen gangdrag at disse elementer er avsatt samtidig og at sonen representerer et sant uttrykk for termodynamiske gradienter i systemet. Undertegnede mener derfor at pkt.1 og 2 gir den beste forklaring på forløpet av sonene over batolitt-kontakten. I tråd med tidligere forklaringer angående skorpenivå favoriseres dog pkt. 2, dvs. det må eksistere et brudd.

10. EN MULIG METALLOGENETISK MODELL FOR
EIDSVOLL-ODALREGIONEN

De gullførende sulfidmineraliseringene i Eidsvoll-Odal regionen har overlappet et preeksisterende sett av skjærsoner og kvartsganger med assosiert serisitt-omvandling. Forekomstenes geologi og mineralogi, samt deres regionale fordeling (soneringsmønster), antyder at mineraliseringene i Eidsvoll-distriktet mot dypet vil erstattes av forekomster typisk for Odal-distriktet.

Mineraliseringene i regionen slutter seg til rekken av gullforekomster som er knyttet til kontaktsonen av kalkalkaline granitoider. Disse såkalte batolitt-type forekomster har stor utbredelse i orogene belter både globalt sett og innenfor det baltiske skjold. I denne klasse inngår bl.a. Mother Lode i California (Boyle 1980), Bridge River forekomstene i de Canadiske Cordielleras (Woodworth et al. 1977, Barr 1980), Kopsa Cu-forekomst i Finland (Gaal & Isohanni 1979) og forekomstene i Bindalen, Bømlo og Bleka. Et typisk trekk ved forekomstene er at de er dannet mye senere enn granitoidene og er dermed ikke genetisk knyttet til sen- eller post-magmatiske hydro- termale prosesser. Kilden for gullet i disse forekomster er selvfølgelig vanskelig å stadfeste. Tidligere har det vært hevdet at gullet stammer fra den umiddelbare sidestein, hvor- fra det er anriket ved lateral sekregasjons prosesser. Isotop- og geokjemi-studier av gullforekomster (arkeiske og phanerozoiske) viser dog at vertsbergartene heller er anriket på gull enn utlutet, og at gullet sannsynligvis er trans- portert med metamorfe løsninger fra de dypere deler av skorpen eller øvre mantel. En slik dyp kilde kan blant annet forklare hvorfor det ikke synes å eksistere noen tydelig sammenheng mellom bergartsassosiasjoner og gull-forekomster.

Hvis gullet transporteres fra dypere del av skorpen i metamorfe løsninger vil en batolitt-kontakt være en naturlig permeabel sone som løsningene kan migrere langs. Siden den plutonske aktivitet i stor grad er styrt av dype skorpe-strukturer, vil både postorogene isostatiske justeringer og senere orogenutvikling føre til bevegelser i og reaktivisering av dypstrukturene. Disse bevegelser, som også vil bli overført på de stive plutonlegemene, vil indirekte gi opphav til dannelsen av en fraktursoner langs kanten av plutonene. Periodevis spenningsutløsninger i skorpen med assosiert trykkfall vil skje langs slike soner og dette vil medføre at metamorft vann vil bli pumpet opp langs strukturene.

Eidsvoll-Odal-forekomstenes nære tilknytning til batolitt-kontakten indikerer sterkt at prosesser som beskrevet over kan ha vært aktive i deres dannelselse. Den mulige oppdoming av soneringsmønsteret mot batolitt-kontakten (Fig. 4⁵, alternativ I) kan også brukes som en indikasjon på at gjennomstrømningen av løsninger var større i denne sone, noe som medførte en lokal heving av skorpe-isotermene (Fig. 4⁶). Siden Odals-batolitten sannsynligvis er av midt-proterozoisk alder og forekomstene av sen-proterozoisk alder (700-800 mill.år), tilsier dette at løsningene fulgte strukturer langs batolitt-kontakten som ble reaktivisert i forbindelse med den sveko-norwegiske orogenese.

Selve gullavsetningen i gangene kan være kontrollert av trykk- og temperatur-gradienter, red-oks reaksjoner og innblanding av meteorisk vann. Ved migrering av løsninger fra dypet mot overflaten vil mineralenes løslighet avta slik at Fe-oksyder, pyritt, Cu-sulfider og gull gradvis avsettes oppover i skorpen med utvikling av et teleskopert soneringsmønster. Gullet i Eidsvoll-gangene er spesifikt knyttet til kopperkis og synes spesielt anrikt i de pyrittrike gangene. Dette forhold indikerer at gull-avsetningen skyldes red-oks reaksjoner knyttet til fortrenghingen av pyritt. En annen

mulighet er at det høye innhold av pyritt og andre metaller i noen av gangene (f.eks. Brustad) skyldes utfelling i forbindelse med innstrømning av meteorisk vann i gangsystemet. Selv om den utbredte serisitt-omvandling i Eidsvoll-distriktet kan skyldes flere prosesser (bl.a. lavtemperatur dissosiasjon av HCl, HF og H₂S), så kan den i analogi med porfyr-malmer vitne om en slik innstrømning av meteorisk vann. Derfor antas det at forekomstene i Odalen representerer avsetninger forårsaket av gradvise trykk- og temperaturfall, mens red-oks reaksjoner og innblanding av meteorisk vann i tillegg har vært viktige utfellingsmekanismer i Eidsvoll-gangene.

dette at Odals-forekomstene med sine tynne og korte kvartsganger, samt lave pyritt-innhold ikke har potensialer for å nå det oppsatte minimumskrav. Kvartsgangene i Eidsvoll-distriktet har deimot nødvendig bredde og lengde til å romme en større malm, men fører, med unntak av Brustad gruve, bare flekkvise konsentrasjoner av pyritt som sjelden har en lengde-utstrekning på mer enn noen titalls meter (Sander gruve, 60 m). Når det imidlertid tas i betraktning at 7 av 12 sulfidmineraliserte gangdrag fører gull på ppm nivå, og opptil 30 ppm Au, kan ingen av disse forkastes uten videre som uinteressante. En oppboring av alle disse 7 gangsystemer vil være en uakseptabel løsning da investeringene neppe vil stå i forhold til verdien av den oppsatte minimumsmalm. En vurdering av mineraliseringene må derfor baseres på andre kriterier og metoder. To muligheter er skissert under.

Resultatene fra de geofysiske undersøkelser i Brustad-feltet viser at det er en god overensstemmelse mellom IP anomalier og de sulfidmineraliserte deler av gangdraget. Anomaliene er svake, men distinkte, noe som vesentlig skyldes at gangene er tynne. Dette vil derfor medføre at IP målinger vil kunne detektere sulfid-rike ($> 5\%$ sulfider) ganger som har de største Au-potensialer, under overdekke. På grunn av de små gangbreddene er det lite trolig at sulfidmineraliseringer på mer enn 50-100 meters dyp kan detekteres. Derfor vil IP-målinger bare være et redskap til å påvise om sulfidmineraliseringer med assosiert gull er lengdekontinuerlige nær dagoverflaten.

Siden IP-metoden i liten grad er dybdepenetrerende vil den selvfølgelig være uegnet som basis for en vurdering av mulige malmpotensialer på dypet av gangdrag som bare er svakt sulfidmineralisert i dagen. Det synes derfor å eksistere få eksakte kriterier til bruk i en slik vurdering som bl.a. går på hvilke gangdrag som fortjener oppboring. Det eneste hjelpemiddel som eventuelt kan brukes er et regionalt

soneringsmønster. Forekomstene bør vurderes ut fra deres laterale og vertikale posisjon i et slikt soneringsmønster som også vil gi kriterier for valg av nyområder hvor den rette paragenese eller metallinnhold kan være tilstede i dagen (dvs. avgrensning av detaljprospekteringsområder).

Konsekvensen av denne analyse blir derfor: 1) Brustad gangdrag bør bores opp. 2) IP-målinger bør foretas langs den østlige og vestlige fortsettelse av Brustad strukturen for å påvise gangdragets lengdekontinuitet. 3) IP-målinger bør utføres over Lesja gruve med gull- og pyritt-rik serisitt-omvandling. 4) Det bør utføres mikroskopiske studier av malmene på regionalt nivå for å bedre forståelsen av eller avkrefte det foreslåtte soneringsmønster.

12. ANBEFALINGER

Videre undersøkelser i Eidsvoll-distriktet anbefales siden dette område er klart anomalt m.h.p. Au og siden det allerede er påvist en forekomst (Brustad) som ligger nær minimums-kravet på 1 mill.tonn.

Det anbefales at Brustad forekomsten i første omgang oppbores ved 4 hull. De to første påsettes i profil 5076Ø og bores i vifte slik at gangen penetreres på 100 og 200 meters dyp. Hullene har til hensikt å stadfeste gangsystemets forløp mot dypet, dets rommelige forhold til sentralforkastningen og sulfidmineraliseringens dybdekontinuitet. Et tredje hull påsettes i profil 4785Ø for å skjære mineraliseringen i Prinsesse Louise gruve på 100 meters dyp. Hvis resultatene av disse borer, som også vil gi en sjekk på årsaken til IP-anomaliene, er positive, bør et fjerde hull settes på i området mellom de to gruvene hvor det ikke er påvist IP-anomalier (Fig. 47 og 48).

En endelig vurdering av forekomsten bør ikke foretas før IP-målinger er foretatt i forlengelsen av strukturen dvs. 500 m ut mot øst og vest. Dessuten bør sidesteinen til kvartsgangene kartlegges både i Prinsesse Louises stoll og i hovedbruddene slik at en endelig strukturtolkning kan foretas. Dette bør gjøres slik at man ikke overser mulighetene for et fiederspalt system mot dypet (Fig. 48).

Lesja gruve er den eneste av de andre seks mulig potensielle forekomster som fortjener umiddelbar oppfølging. Dette skyldes at gullet (3-9 ppm) er anrikt i en sterkt pyrittisert serisittomvandling som er flere meter bred. IP-målinger langs gangdraget kan påvise om denne interessante mineraliseringstype har større utbredelse i feltet. Det anbefales derfor at slike målinger utføres.

Siden det ikke finnes noe godt hjelpemiddel hverken til vurdering av de enkelte forekomsters Au-potensialer på dypet eller prospektering etter nye forekomster innenfor Eidsvoll-distriktet, anbefales det at arbeider for å klargjøre et eventuelt regionalt soneringsmønster utføres. Dette arbeid vil omfatte oppfølging av bekkersediment-anomalier (Cu-Pb-Au), prøvetakning av hittil ikke undersøkte forekomster på regionalt nivå, mikroskopering og mikrosonde analyser. Mikroskoperingen skal bl.a. bringe på det rene gulletts opptreden i gangene og dets kornstørrelse som er av vital betydning for vurdering av malmkvaliteten.

Den totale kostnad for de anbefalte geologiske arbeider vil beløpe seg til kr. 181.000,-.

13. KONKLUSJON

De sen-proterozoiske Cu + Au-forekomstene i Eidsvoll-Odal regionen slutter seg til rekken av batolitt-tilknyttete gullforekomster som har stor utbredelse i orogene belter verden rundt. Mineraliseringene bestående av pyritt, Cu-sulfider og gedigent gull har overpreget et preeksisterende sett av kvartsganger og skjærsoner som er utviklet innenfor deformerte intrusiver av gabbroisk til granittisk sammensetning.

Forekomstene i de to distriktene atskiller seg både ved sin geologi og mineralogi. I Odalen utgjøres mineraliseringene hovedsaklig av bornitt og kopperkis, samt lokale konsentrasjoner av gull som opptrer langs skjærsoner og forskifrete kvartslinser i batolitten. I Eidsvoll forekommer mineraliseringene langs fragmenterte kvartsganger med assosiert serisitt-omvandling som opptrer innenfor vekslende soner av øyegneis, amfibolitt, meta-doleritt og mylonittiskifre, samt innenfor grå migmatittiske gneiser. Malmen i disse forekomster består av pyritt, kopperkis, gedigent gull og stedvis blyglans, matilditt og Pb-Bi-sulfider.

Resultatene fra de litokjemiske undersøkelser har vist at forekomstene i Eidsvoll-distriktet definerer en gull-provins hvor 7 av 12 sulfid-mineraliserte gangdrag fører 1 ppm eller mer. Gedigent gull opptrer der sammenvokst med kopperkis, men er bare anriket i de deler av gangene som fører mye pyritt. Derfor synes pyritt og ikke kopperkis å være vesentlig for gulletts utfelling. Pyrittisert serisitt-omvandling er vanlig langs pyritt-førende kvartsganger, men denne har normalt et lavt gullinnhold. Det eneste unntak er Lesja gruve hvor pyritt + serisitt omvandlingen fører 3-9 ppm Au.

Av de sulfidførende kvartsganger er Brudstad-forekomsten klart den største og mest gullrike. Sulfidprøver fra gangene fører opptil 137 ppm gull som synes anrikt langs gang-kontakten. I tillegg opptrer lokale konsentrasjoner av sølv (maks. 0,16%). Totalt sett synes både gehalter og dimensjoner i forekomsten å anta størrelser som gjør den til et naturlig mål for videre undersøkelser eller oppboring.

Tidligere mikroskopiske studier av malmene i Eidsvoll og Odalen sammen med de litokjemiske resultater gir antydninger til at de eksisterer et regionalt soneringsmønster både lateralt og vertikalt. I dette mønster synes Odals-forekomstene å representere en mulig fortsettelse av Eidsvoll-forekomstene på dypet. Dette mulige mønster bør sjekkes ved videre undersøkelser da det er av vital betydning for videre prospektering og oppfølging av de enkelte forekomster i området.

Dannelsen av forekomstene skyldes sannsynligvis migrering av gull-førende løsninger fra den dypere del av skorpen/øvre mantel under den post-orogene hevningsfase (sweco-norwegiske). Den største gjennomstrømningen av løsninger har skjedd langs preeksisterende fraktursoner som var utviklet langs batolittkontakten i forbindelse med tidligere deformasjoner. Siden forekomstene synes å opptre uten preferert strukturtilknytning eller sidesteinslitologi, så må det antas at utviklingen av de enkelte gull- og sulfidmineraliseringer skyldes et samspill mellom permeabilitet og reaktivisering av strukturene. Selve fellingsmekanismene synes å representere en kombinasjon av fallende trykk/temperatur, red.-oks. reaksjoner og innstrømning av meteorisk vann.

Videre undersøkelser i området anbefales. Brustad-forekomsten bør bores opp ved minimum 3 hull med total lengde på 600 meter. IP-målinger utføres over Putten og Stollmyra henholdsvis i den østre og vestre fortsettelse av gangdraget

i Brustad. Lignende målinger bør også utføres over Lesja-forekomsten. Det anbefales også at videre arbeider utføres for å verifisere eller forkaste den foreslåtte soneringsmodell.