

RAPPORT

FLYFOTOTOLKNING I BIDDJOVAGGE

A/C BIDDJOVAGGE GRUBER

Kjell Yngvar Buer
Institutt for Geologi
Universitet i Oslo

September 1989

Bakgrunn:

På oppdrag fra Outukompu Oy ved Arne Bjørlykke er flybilder i målestokk 1:43 000 tolket med hensyn på strukturer i området omkring Bidjovagge kobber-gull forekomst i Østfinnmark. Bildene er infrarøde og har en god skarphet, men noe variabel fargegjengivelse.

Stereoskopisk tolkning inkludert rapportering er beregnet til maksimalt 10 dagers arbeid.

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning

1.1 Generell geologi

2. Resultater

2.1 Regional tolkning (omkring Bidjovagge)

2.2 Lokal tolkning (1 Bidjovagge)

3. Diskusjon

4. Sammendrag og konklusjon

5. Referanseliste

1. INNLEDNING:

Det er et velkjent fenomen at lokalisering av mineraliseringer og ertsforekomster ofte er kontrollert av brudd soner, skjær soner eller ekstensjons forkastninger (Newhouse 1942, Øhlander & Nisica 1985; McLaughlin et al. 1985; Guha et al. 1983; Van Alstine 1976, Steven & Lipman 1976). Det er også en klar sammenheng mellom grønnsteinsbelter, intra kontinentale rifter, "back-arc" systemer og kobber-gull mineraliseringer (Sillitoe 1985, Nelson & Giles 1985, Hedenquist & Henley 1985).

Kobber-gull forekomstene i Bidjovagge er knyttet til et Proterozoisk grønnsteins belte som strekker seg gjennom Finnland, Sverige og Norge. Parallelt til semiparallelt med disse beltene er det observert duktile skjær soner (REF??). Gull-Kobber mineraliseringene synes å være intimt knyttet til disse sonene (A. Bjørlykke pers. komm.)

Målet med dette flyfotostudiet er derfor å undersøke sammenheng mellom det regionale strukturelle mønsteret observert på flyfoto og lokaliseringen av de kjente forekomster av kobber-gull i Bidjovagge.

1.1 Genererell geologi

Bidjovagge kobber-gull forekomst inkluderer fire mineralforekomster i Kautokeino grønnsteinsbelte.

Kautokeino grønnsteinsbelte er en av tre regionale proterosoiske grønnsteinsbelter i arkeiske gneiser og amfibolitter. Grønnsteinsbeltene består av fluviale og grunne marine sedimenter blandet med vulkanitter og basiske intrusjoner.

Grønnsteinsbeltene i dette området er tolket enten som kontinentale riftstrukturer (Torske 1978) eller som "backarc" systemer (Pharoe & Pearce 1984).

Forekomstene i Bidjovagge forekommer i sterkt omvandlete tuffer og diabaser (albitt felsitt) eller i kontakten mellom albitt felsitt og meta diabas i den østre flanken av en nord syd strykende antiklinal (Fig. 1). Hovedforekomstene er stratabundet og forekommer som årer, breksjer og dessiminerte mineraliseringer (Bjørlykke et al. 1987). Høye gullverdier er vanligvis knyttet til sene kvarts-karbonat årer kombinert med relativt lavt sulfid innhold (Bjørlykke et al. 1987).

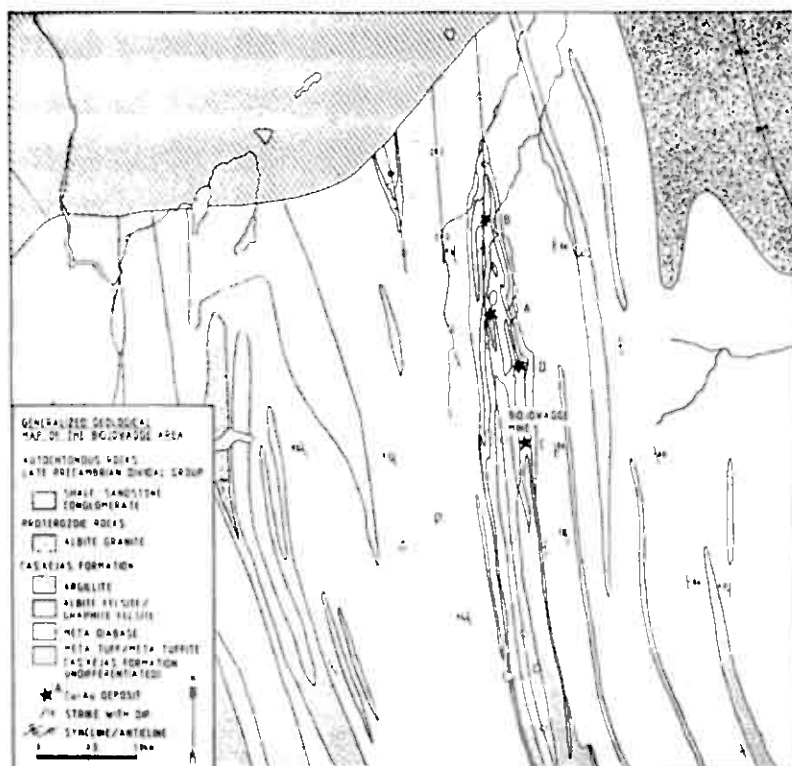


Fig. 1. The geology of the Bidjovagge area. (Source: Bjørlykke et al. 1987).

2. RESULTATER FRA TOLKNING AV FLYBILDER

Tolkningen er basert på flybilder i målestokk 1:43 000. Tolkningen er foretatt på et interpreto-skop (Carl-Zeiss/Jena speil stereoskop).

Generelt er det en sammenheng mellom målestokk/oppløsning og de detaljer (størrelse) som er mulig å innhente i forbindelse med et bestemt mål (her forekomst kontra sprekker og forkastninger).

Målestokk på flyfoto sammenliknet med størrelse på de enkelte forekomster (alle forekomstene ligger innenfor 5 cm på et flyfoto) indikerer derfor at detaljert relevant informasjon er vanskelig eller umulig å ekstrahere på denne målestokken. På den annen side gir flyfotoene en glimrende mulighet til å studere de regionale sammenhenger mellom strukturer og geologi, da flyfotoene dekker relativt store områder omkring forekomstene.

Tolkede bruddtransparenter er satt sammen til et helt bilde. Det er antatt at målestokken 1:43 000 vil gi et bilde med små geometriske feil og derfor vil avvike lite fra kartbilde. Det er observert en forskjell i lokalisering av bruddene på kart og flyfoto.

2.1 Regional tolkning (omkring Bidjovagge)

Tolkningen (Fig. 2) viser at det finnes en rekke strukturer med forskjellig retning, utstrekning og form (kurvede og lineære strukturer) i områdene omkring Bidjovagge.

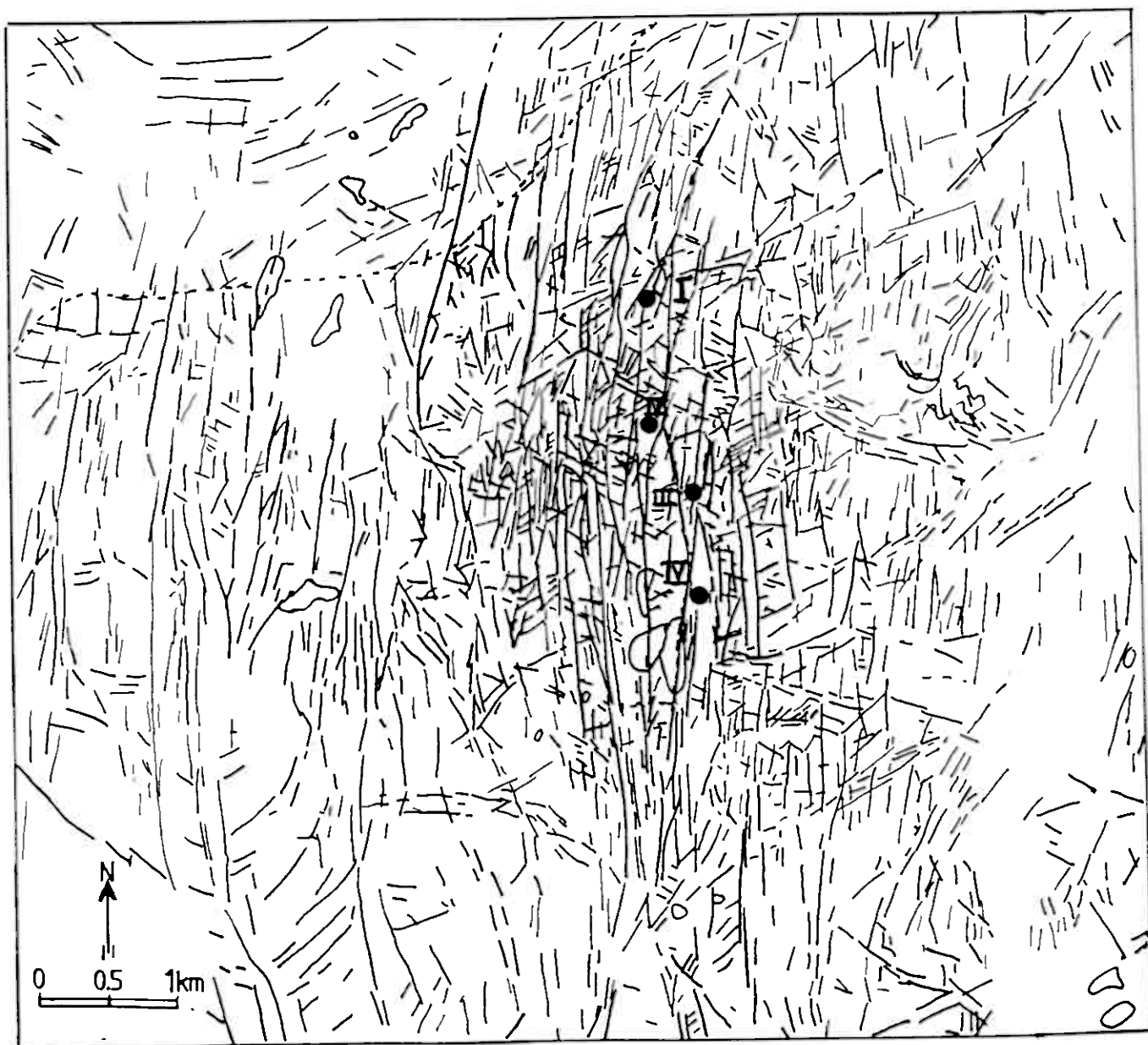


Fig. 2 Bruddmønster omkring Bidjovagge kobber-Gull mineralisering. Tolkningen er basert på infrarøde flyfoto i målestokk 1:43 000.

Det går fram av tolkningen at den dominante strukturelle retningen er N-S og at den høyeste frekvensen av strukturer finnes sentralt langs en N-S akse i området omkring forekomstene i Bidjovagge.

Innen den autoktone senprekambriske Dividalen gruppen og de overliggende kaledonske dekkene dominerer Ø-V løpende strukturer, mens N-S strukturer er nesten totalt fraværende. Dette tyder på at det N-S løpende strukturelle mønster (foliasjon, forkastninger og sprekker) i det vesentlige var anlagt før avsetning av den senprekambriske Dividalen gruppen sedimenter.

Det går videre fram av det strukturelle bildet at det er flere generasjoner eller systemer med strukturer som enten kan defineres ved retning, form eller relative skjæringsforhold mellom de enkelte strukturer.

System 1 (Fig. 3) består av dominerende kurvede strukturer med en horisontal utstrekning på opptil 5 km. Den kurvede stilen samt gjenkjennelse av foldet lithologi på flyfoto viser at dette reflekterer bergartsgrenser og foliasjonsplan. Det er f.eks. mulig å se foldeombøyninger som definerer en N-S orientert foldestruktur rundt Bidjovagge kobber-gull mineraliseringer. Systemet termineres entydig av de overliggende sedimenter i Dividalen gruppen og de kaledonske dekkene i nordvest.

Kobber-gull forekomstene med unntak av forekomst II faller i den østre flanken av foldestrukturen. Forekomst 2 ligger mer sentralt i strukturen, noe som tyder på et annet litologisk nivå for denne forekomsten.

System 2 (Fig. 4) inkluderer N til NNØ løpende lineære strukturer av varierende lengde (0.2 til 5km). System 2 er best utviklet i den sentrale delen av det undersøkte området, dvs omkring kobber-gull mineraliseringene.

Sammenlikning med det eldre strukturelle mønsteret (foliasjon og bergartsgrenser) indikerer at system 2 er utviklet semiparallelt med den eldre foliasjonen eller orienteringen på de regionale foldeakser. Dette tyder på at systemet delvis er styrt av eldre svakhetsplan.

Forholdet mellom forskjellig strukturer i system 2 samt forholdet til de kaledonske dekkene og de underliggende senprekambriske sedimentene viser at de aller fleste strukturene predaterer disse, men at enkelte strukturer i system 2 har vært aktivisert flere ganger fra prekambrisk til kaledonsk tid. Strukturer som synes å ha vært aktive i flere omganger er vist på figur 5. Disse strukturene er omtalt som system 2B i diskusjon og den videre presentasjon.

Kobber-gull forekomstene ligger generelt parallelt den N-S løpende strukturelle retningen og der hvor det er høyest frekvens av strukturer. Det strukturelle bildet tyder også på at det er en romlig korrelasjon mellom strukturer antatt gjentatt bevegelse løper gjennom eller nær forekomstene ved Bidjovagge.

System 3 (Fig. 6) inkluderer relativt korte (100-200m) brudd-strukturer som er godt utviklet både innen det prekambriske basement og Dividalens sedimenter. Det er to bruddretninger; NØ-SV og NV-SØ. Disse kan representere et konjugert bruddsett. Strukturer i system 3 skjærer vanligvis strukturer i system 2, med unntak av reaktiverte strukturer (system 2, sett B).

Observasjoner av enkelte system 3 strukturers skjæringsforhold med litologi/foliasjon tyder på at enkelte strukturer (NØ settet) har blitt reaktivert med en sinistral bevegelses komponent. Det er også mulig at strukturer i Dividalen seditær tilhører en annen generasjon sprekker enn de som opprinnelig ble dannet i prekambrium.

Kobber-gull forekomstene viser ingen klar korrelasjon med dette bruddsettet, men det er en forhøyet frekvens av strukturer symmetrisk om forekomstene samt en viss korrelasjon mellom skjæringspunktet mellom de to strukturelle retninger og forekomstene.

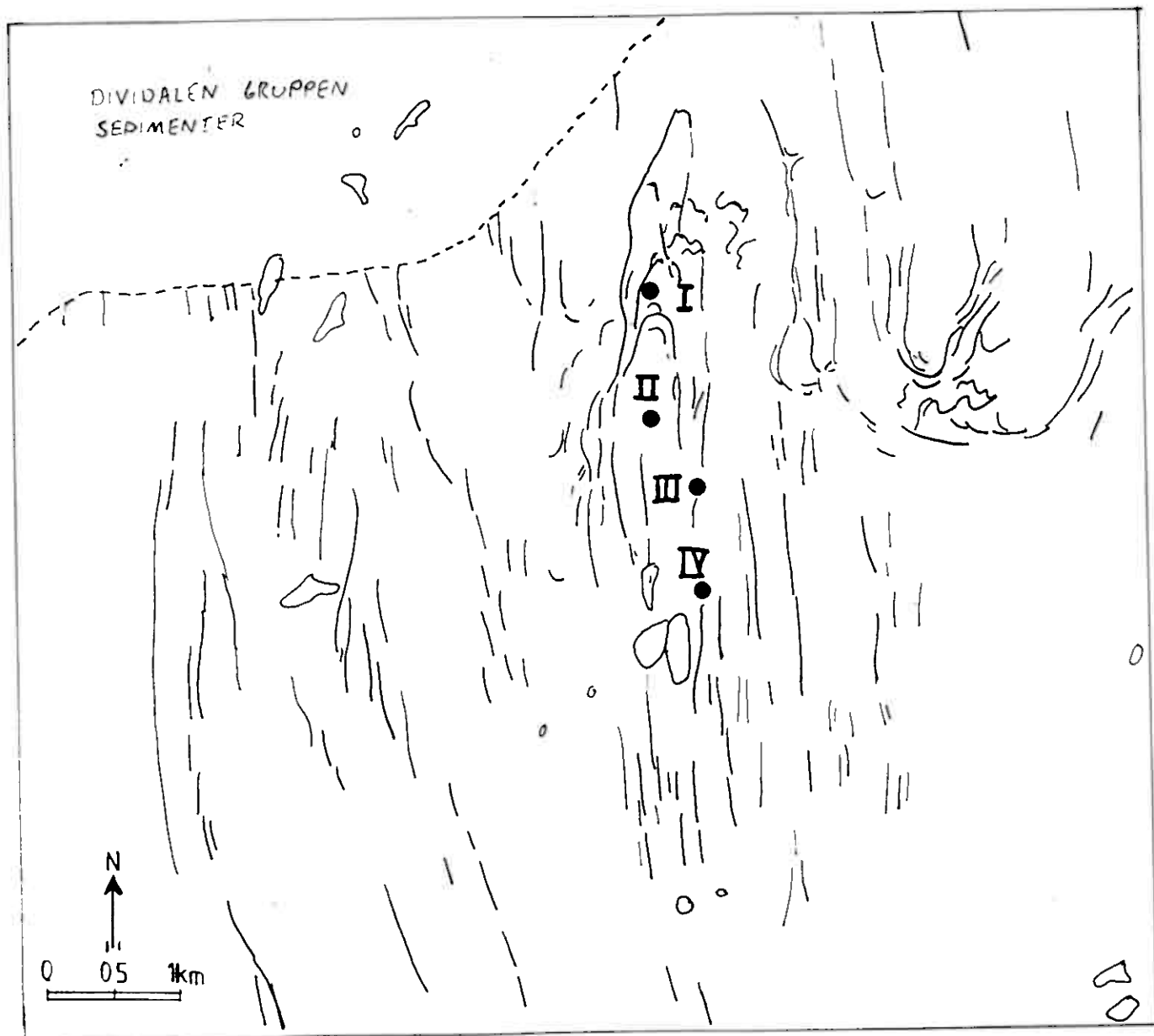


Fig. 3 System 1. Strukturelt subsett fra figur 2. Lineære strukturer på figuren reflekterer foliasjon og bergartsgrenser.

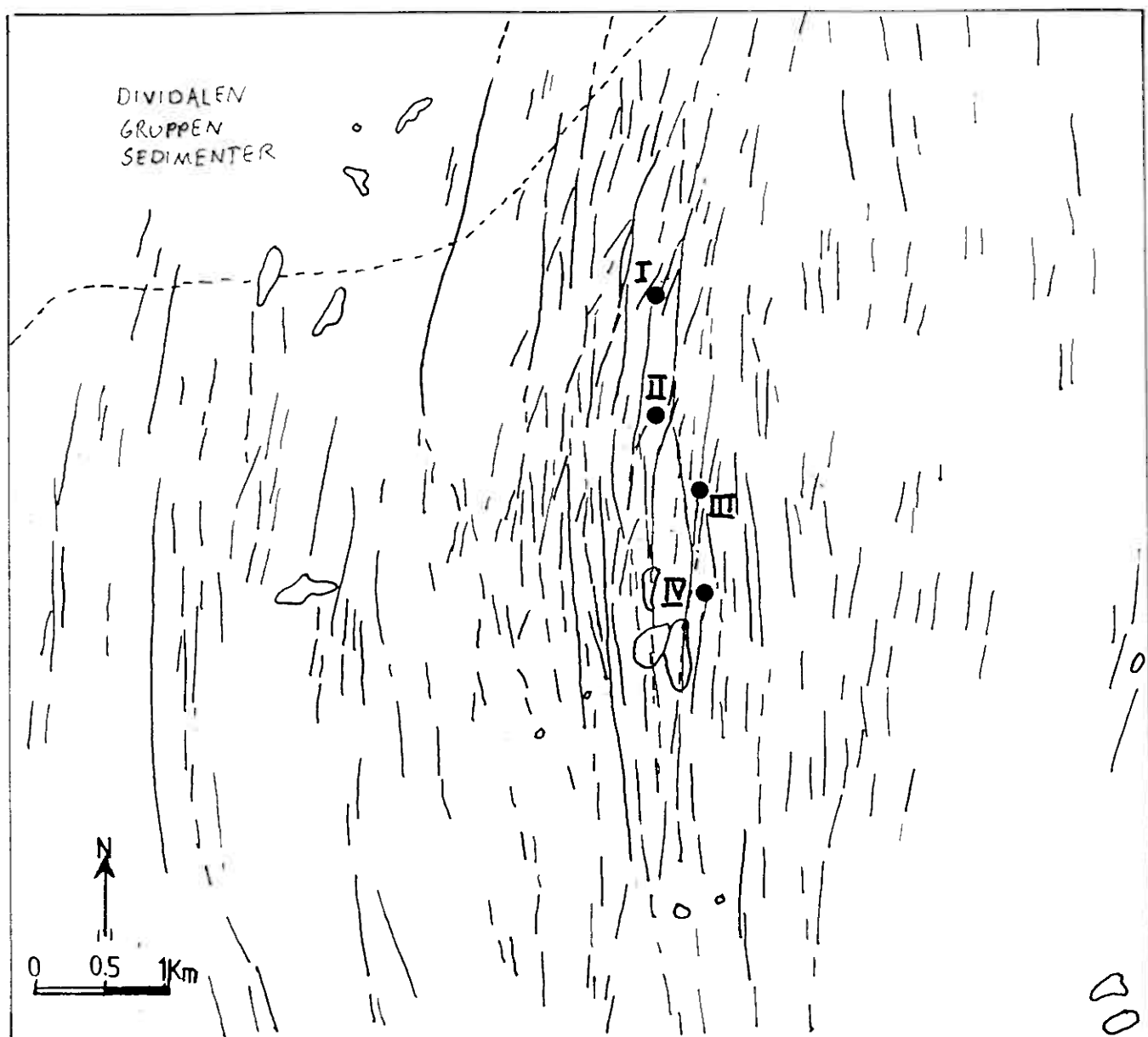


Fig. 4 System 2. Strukturelt subsett fra figur 2 representert ved regionale nord til nordnordøst løpende lineære strukturer i Bidjovagge.

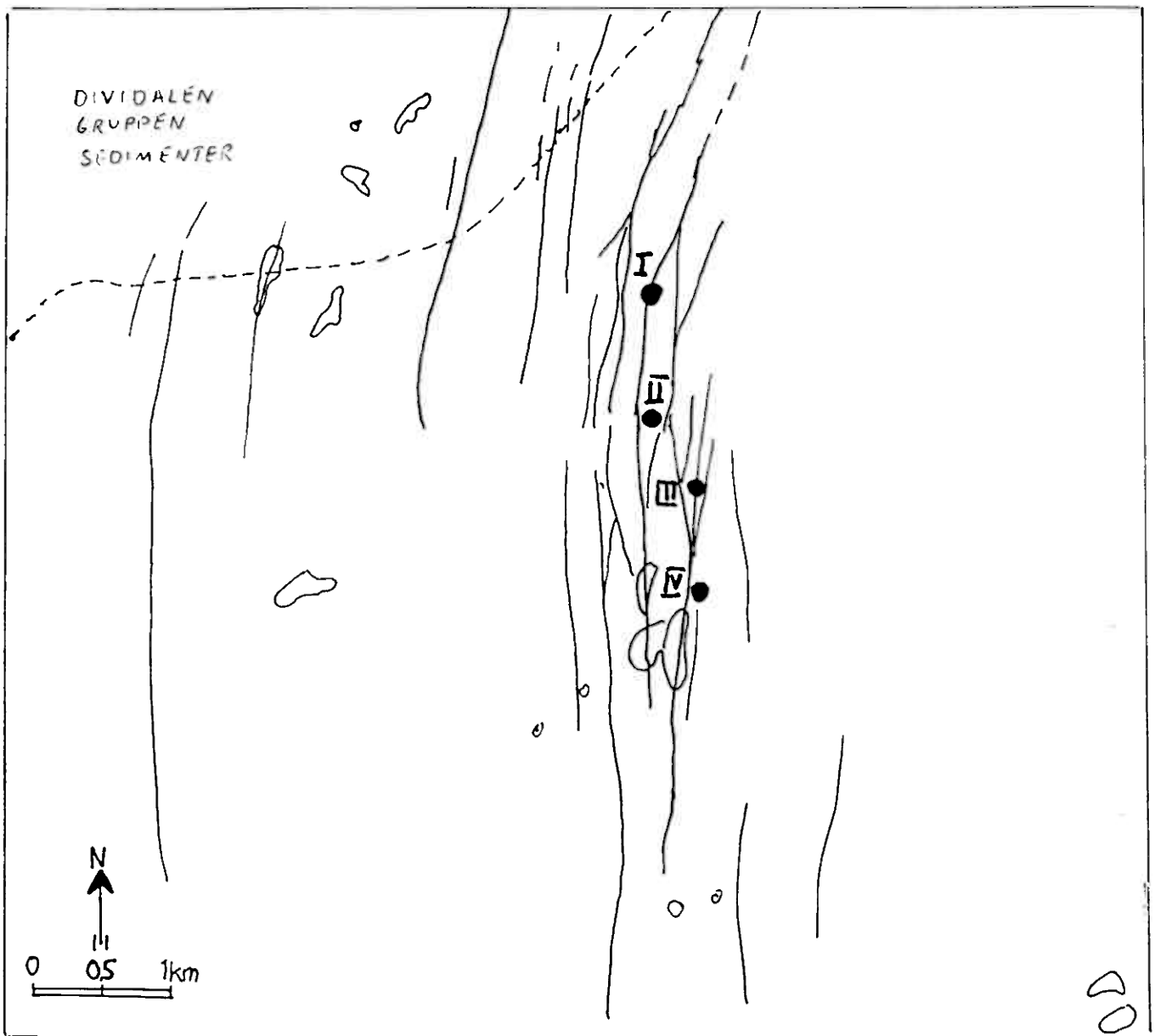


Fig. 5 Strukturer i system 2 som synes å ha vært aktive gjennom flere perioder fra Prekambrisk til og med Kaledonsk tid.

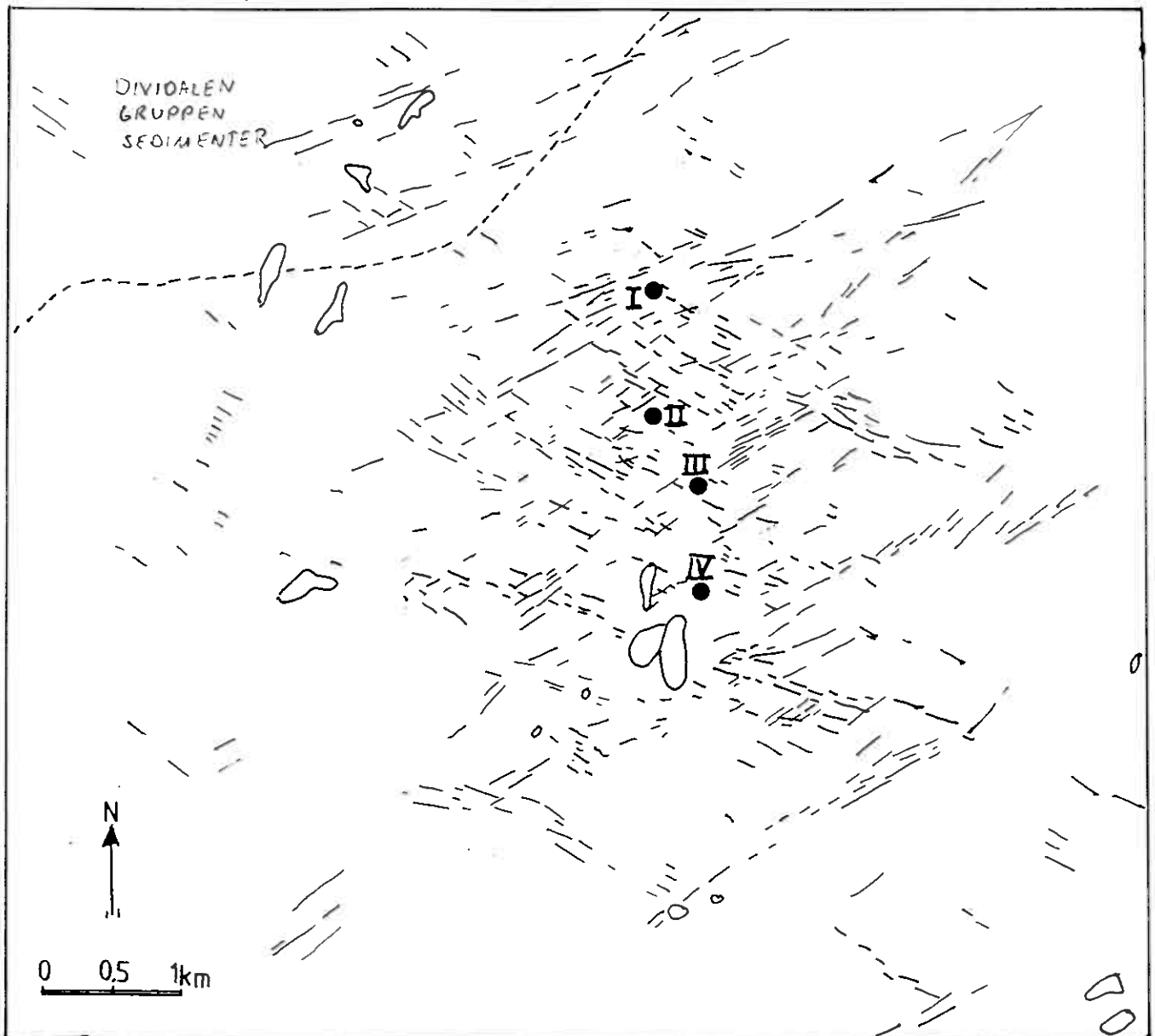


Fig. 6 System 3. Subsett fra figur 2 bestående av "konjugerte" NØ og NV løpende bruddsystemer.

2.2 Lokal tolkning (bruddgeometri i Bidjovagge).

Det er antydnet av den regionale tolkningen presentert ovenfor at enkelte strukturer, f.eks. den som skjærer gjennom Bidjovagge forekomstene har vært aktive gjennom flere perioder. Dette nødvendiggjør mer detaljerte studier for å se på forholdet mellom sprekker, forkastninger og skjærsoner med mål å kunne fastslå bevegelses og deformasjonsmønsteret. Da bilder med bedre oppløsning mangler, er en mer detaljert tolkning utført ved å benytte største mulige forstørrelse på interpretoskopet. Dette er ingen fullgod løsning, men gir en viss indikasjon på forholdet mellom strukturene.



Fig. 7 Det strukturelle mønster i umiddelbar nærhet til kobber gull mineraliseringene i Bidjovagge.

Det strukturelle bildet (Fig. 7) er dominert av system 2 lineære til kurvede strukturer. Ut fra topografisk uttrykk og strukturell utholdenhet kan noen strukturer plukkes ut som særlig viktige. Dette er strukturer som løper direkte gjennom forekomstene på Biddjovagge samt skjærer strukturer tilhørende system 3. Skjæring av system 3 indikerer reaktivering av system 2 strukturer etter dannelsen av system 3. De øvrige strukturene tilhørende system 2 blir skåret av system 3.

Den kurvede geometrien til strukturer tilhørende system 2 tyder på at strukturene opprinnelig ble dannet som sidelengsforkastninger eller skjærsoner.

Det strukturelle bildet tyder videre på at de enkelte forekomstene ligger ved knekkpunkter, eller ved forgreininger av hovedstrukturen. Disse forgreiningene eller del-segmenter har dominerende NNØ retning.

3. DISKUSJON

Flyfototolkningen viser at bruddmøsteret i og omkring Bidjovagge består av et sammensatt system av lineære og kurvede strukturer som kan inndeles i minst tre systemer ut fra retning og innbyrdes skjæringsforhold.

System 1 er det eldste strukturelle systemet og reflekterer folding og foliasjon av de Prekambriske bergartene. Det er rimelig å anta at foliasjonsplan og foldestrukturer som kan plukkes ut i målestokk 1 : 43 000 representerer steder hvor det er særlig store kompetansekontraster. Bidjovagges forekomster ligger ifølge det strukturelle mønsteret (Fig. 3) med unntak av forekomst II på østflanken av en foldestruktur, kartlagt som en antiklinal (Bjørlykke et al. 1987) noe som antyder at forekomstene ligger i det samme geologiske og strukturelle nivå. Forekomst II ligger nærmere senter av antiklinalen og derfor i et lavere nivå.

System 2 består av to "sett" N-S strykende strukturer (A, B), hvor sett B har vært aktive gjennom minst to perioder, sannsynligvis flere perioder. System 2 er utviklet semiparallelt med system 1 (det eldre strukturelle mønster). Dette tyder på at system 2 er strukturelt kontrollert av system 1. Siden N-S strukturer i det vesentlige er begrenset til det prekambriske basement samt skjærer system 3 strukturer er det antatt at den største bevegelse og deformasjon har foregått før avsetning av Dividalen sedimenter. Den undulerende geometrien (skjær-fisker) spesielt i forbindelse med strukturer gjennom Bidjovagge (Fig. 6) tyder på at dette i det vesentlige har vært en skjærdeformasjon i det duktile til semiduktile regime.

Sammenlikner man den observerte geometrien med observerte bruddsystemer andre steder (Tchalenko 1970) er en dekstral (høyrehånd) bevegelse indikert. En dekstral bevegelse vil føre til utvikling av NNØ til NØ extensions brudd som vil kunne

tillate hydrotermal fluid transport.

Det kan likevel ikke utelukkes andre bevegelser fordi det strukturelle bilde som er vist i figur 7 er kompleks og består av flere generasjoner strukturer. Det er også mulig at bedre oppløsning (større målestokk) vil gi tilleggsopplysninger som kan snu på resultatet. NB I regionale modeller er sinistral bevegelse antydnet som hovedbegjelse (Bjørlykke Pers. Komm.).

Sett B består av system 2 strukturer som er reaktivert og skjærer inn i dekkebergartene og skjærer system 3 strukturer. Få indiksjoner på bevegelse langs bruddsystemer som skjærer dekkene indikerer at dette systemet er dannet som ekstensjonssprekker eller som hybride ekstensjonssprekker med en mindre skjærkomponent. Det interessante med denne observasjonen er ikke at man har en mulig kaledonsk brudd dannelse, men at enkelte strukturer er reaktivert. Det at en struktur er reaktivert flere ganger tyder på at dette er en struktur som representerer en større svakhetsone.

Den gode korrelasjonen mellom mineralforekomstene og knekkpunkter eller sekundær brudd i skjærsonen indikerer at forekomstene kan ha blitt remobilisert som følge av fluidtilførsel under bevegelse langs skjærsonen.

System 3 representerer et mulig konjugert bruddsett som tilsynelatende er utviklet både innen Dividalens sedimenter (dekkene?) og basement. Dette tyder enten på at system 3 er yngre enn Dividalen autoktone sedimentpakke eller at det i to faser har vært en spenningstillstand som har favorisert dannelse av brudd med disse retninger. System 3 skjæres av system 2 (sett B) og predaterer derfor den siste bevegelsen på dette settet.

Den symmetriske utviklingen system 3 i basement med parallell og mulig samtidig utvikling av begge bruddsett, tyder på at system 3 er et konjugert bruddsett i den riktige meningen av ordet, dvs en dannelse av skjærsprekker gjennom en horisontalt rettet kompresjon.

Geometrien til system 3 indikerer enten en dannelse knyttet til N-S eller Ø-V kompresjon. Åpningsvinkelen mellom bruddsettene (mindre enn 90° Ø-V) antyder at en Ø-V kompresjon er det mest sannsynlig. Dette er også de bruddretningen som ville forventes ved dannelse av N-S orienterte sylindriske eller åpne folder. Hvis dannelsen av bruddsett 3 er knyttet til folding er dannelsen av sprekke eldre enn Dividalen gruppen sedimenter.

Observasjoner av skjæringsforhold med foliasjon/litologi (sinistral bevegelse) antyder på den annen side at det også har vært N-S (NØ) kompresjon.

Slike motsatte skjærbevegelser som observert her kan forklares ved en reaktivisering samtidig med system 2 (sett B), dvs sannsynligvis i kaledonsk tid.

Sammenliknes Bidjovagges mineraliseringer med bruddsystem 3 kan det sees at forekomstene ligger langs en "sentral akse" i dette

systemet. Det er også en positiv korrelasjon mellom skjæringspunkt for NØ og SØ strukturer og posisjon for forekomstene.

Denne mulige sammenhengen bør studeres nærmere for om mulig avkrefte eller støtte en slik sammenheng med mineraliseringer og foldings relaterte bruddstrukturer.

4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Følgende sammenheng mellom strukturer, geologi og mineraliseringer i Bidjovagge er antydnet fra flyfoto:

1. Prekambrisk Ø-V kompresjon med dannelse av en rekke N-S foliasjonsplan som gjenspeiler en rekke parallelle anti- og synklinaler. Foliasjonsplan og lithologiske grenser med gode kompetanse kontraster er mulig å se på flyfoto tolkning.
2. Utvikling av N-S skjærsoner med karakteristisk undulerende "fiske" geometri. Det strukturelle mønsteret tyder på at strukturene (ihvertfall den gjennom Bidjovagge) er duktile til semiduktile skjærsoner. Fra geometrien er en dekstral bevegelses fase antydnet. Den kompliserte komplekse geometrien gjør at motsatte skjærbevegelser ikke utelukkes uten mer detaljerte studier i felt..
3. Dannelse av konjugert NØ og NV bruddsett. Orientering i forhold til N-S åpne folder antyder at dannelse er knyttet til folding som følge av Ø-V kompresjon. Systemet predaterer Dividalen gruppen sedimenter.
4. Reaktivering av N-S løpende strukturer. Skjæring med system 3 samt skjæring av Dividalen sedimenter indikerer en mulig kaledonsk alder, fordi de yngste sedimentene i Dividalen gruppen er antydnet å ha ordovisisk alder. Det er også observert at strukturer med samme retning skjærer dekkene lenger nord.
5. Utvikling av Ø-V brudd innen Dividalen gruppen sedimenter samt observasjoner av sinistral bevegelse på NØ løpende strukturer i system 3 antyder en reaktivering av dette systemet i kaledonsk tid, sannsynligvis samtidig med reaktivering av N-S strukturer.

Bidjovagges kobber-gull mineraliseringer følgende korrelasjon med de strukturelle systemer.

- A. Korrelasjon med det eksisterende litostrukturelle mønster. Dette forklares med at forekomstene er bundet til bestemte strata eller litologiske enheter.

- B. Det er en distinkt korrelasjon mellom N-S løpende skjærsoner og de enkelte forekomster. Spesielt er det god korrelasjon med strukturer som har vært aktive gjennom flere faser. Ved detaljstudier av sonen (maksimal forstørrelse) er det antydnet en korrelasjon med NNØ løpende segmenter innen skjærsonen.
- C. Korrelasjon med system 3 er mer vag, men en viss korrelasjon finnes mellom skjæringspunkt mellom de to bruddsett og forekomstene.

Siden det er antydnet at både reaktivering (system 2 og 3) og samt dannelsen (system 3 innen Dividalen sedimenter) kan det fra flyfotostudier ikke avgjøres om kaledonsk reaktivering har hatt noen betydning for avsetning og posisjon av minereal/malm forekomster.

NB! Det må understrekes at konklusjonene ovenfor er trukket kun på grunnlag av flyfoto. For å kunne foreta en eksakt inndeling i systemer/deformasjonsfaser/deformasjonsstyper er det behov for feltkontroll og mer inngående strukturelle studier. For et mer detaljert studie vil det være en stor fordel om man også hadde tilgjengelig flyfoto med høyere oppløsning samt geofysiske data av forskjellig type. Det siste ville muliggjøre en multidata integrert analyse.

5. REFERANSER

- Bjørlykke, A., Hagen, R., Söderholm, K., 1987: Bidjovagge Copper-Gold deposit in Finnmark, Northern Norway. *Economic Geology*, 82, 2059-2075.
- Pharoe, T.C., Pearce, J.A., 1984: Geochemical evidence for the tectonic setting of early Proterozoic metavolcanic sequences in Lapland: *Precambrian Research*, 25, 283-308.
- Guha, J., Archambault, G., 1983: A correlation between the evolution of mineralizing fluids and the Geochemical development of a shear zone as illustrated by the Henderson mine, Quebec.
- Hedenquist, J.W., & Henley, R.W., 1985: Hydrothermal eruptions in the Waiotapu geothermal system, New Zealand: origin, breccia deposits and effects on precious metal mineralization, *Econ. Geol.*
- McLaughlin, R.S., Sorg, D.H., Morton, J.L., Theodore, T.G., Meyer, C.E., Delevaux, M.H., 1985: Paragenesis and tectonic significance of base and precious metal occurrences along the San Andreas fault at the Point Delaga, California, *Econ. Geol.*, 8, 344-359.

- Nelson, C.E., & Giles, D.L., 1985: Hydrothermal eruption mechanism and hot spring gold deposits. *Econ. Geol.* 80, 1633-1639.
- Newhouse, W.H., 1942: Ore deposits as related to structural features. Princeton, Princeton Univ. Press, 280 p.
- Sillitoe, R.H., 1985: Ore-related breccias in volcanoplutonic arcs. *Econ. Geol.*, 80, 1467-1514.
- Steven, T.A., & Lipman, P.W., 1976: Calderas of the San Juan volcanic field. Southwestern Colorado, *Geol. Surv. Prof. paper* 958, 35 p.
- Tchalenko, J.S., 1970: Similarities between shear zones of different magnitudes. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 81, 1625-1640.
- Torske, 1978:
- Van Alstine, R.E., 1976: Continental rifts and lineaments associated with major fluorspar districts. *Econ. Geol.*, 71, 6.
- Øhlander, B., & Nisca, D.H., 1985: Tectonic control of Precambrian molybdenite mineralization in northern Sweden. *Econ. Geol.*, 80, 505-512.

- Nelson, C.E., & Giles, D.L., 1985: Hydrothermal eruption mechanism and hot spring gold deposits. *Econ. Geol.* 80, 1633-1639.
- Newhouse, W.H., 1942: Ore deposits as related to structural features. Princeton, Princeton Univ. Press, 280 p.
- Sillitoe, R.H., 1985: Ore-related breccias in volcanoplutonic arcs. *Econ. Geol.*, 80, 1467-1514.
- Steven, T.A., & Lipman, P.W., 1976: Calderas of the San Juan volcanic field. *Southwestern Colorado, Geol. Surv. Prof. paper 958*, 35 p.
- Tchalenko, J.S., 1970: Similarities between shear zones of different magnitudes. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 81, 1625-1640.
- Torske, 1978:
- Van Alstine, R.E., 1976: Continental rifts and lineaments associated with major fluorspar districts. *Econ. Geol.*, 71, 6.
- Øhlander, B., & Nisca, D.H., 1985: Tectonic control of Precambrian molybdenite mineralization in northern Sweden. *Econ. Geol.*, 80, 505-512.