

14 A4/A3

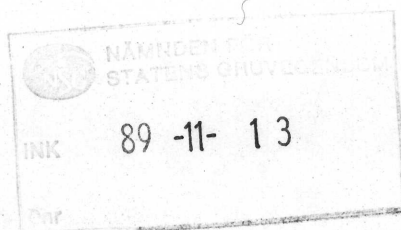
4 A1

Nsg 89092

Projekt Dalsland
Delrapport 3
1989-11-13

PROJEKT DALSLAND
En prospekteringsstudie
Delrapport tre
- Förhandskopia -





Projekt Dalsland
Delrapport 3
1989-11-13

PROJEKT DALSLAND
En prospekteringsstudie
Delrapport tre
- Förhandskopia -

Göran Petersson
X Minerals AB
November 1989

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	SID
1 INLEDNING	1
2 MALMTYPER	1
3 GENETISKA SYNPUNKTER	2
4 REKOMMENDATIONER	8

LITTERATURFÖRTECKNING

1 INLEDNING

På uppdrag av Nämnden för statens gruvegendom har X Minerals AB låtit överföra äldre, flyggeofysiskt material över centrala delarna av Dalslandsgruppens bergarter till digitaliserade grå-tonskartor. Baserat på dessa samt en SPOT-satellitbild över området har X Minerals tolkat områdets tektoniska strukturer och även geologiska utveckling. I den tektonisk-geologiska miljön har sedan områdets malmer behandlats, framför allt ur genetisk synvinkel. Som ett resultat av studierna framföres vissa rekommendationer.

Den första dokumentationen om malmförekomster i Dalsland daterar sig till 1593, då förekomst av koppar nämns i ett brev från hertig Karl. Malmbrytning har sedan dess pågått, men framför allt under tre olika perioder; under större delen av 1700-talet, under slutet av 1800-talet samt under 1900-talets början fram till ungefär 1920. Bland malmerna märks koppar-silverförande kvartsgångar, stratiforma kopparmalmer, breccie- och mylonitzonbundna järn-manganmineraliseringar samt stratiforma uranmineraliseringar.

Under slutet av 1960-talet och början av 1970-talet bedrev SGU uranprospektering i Dalsland. Vidare har NSG/SGAB prospekterat efter silverförande kvartsgångar och stratiforma kopparmalmer under senare delen av 1970-talet och början av 1980-talet.

Genom de olika prospekteringskampanjerna har flyggeofysiska mätningar, regionala och detaljerade geokemiska undersökningar samt geologiska karteringar utförts. Vissa resultat av dessa geo-arbeten har tillställts X Minerals AB.

2 MALMTYPER

I varierande grad men i ringa omfattning har tre olika malmtyper varit föremål för gruvbrytning i Dalsland. Typerna är:

- A: Kvartsgångar med koppar-och silverförande mineral.
- B: Järn-och manganmineraliseringar i breccie-och mylonitzoner.
- C: Stratiforma, silverförande kopparmineraliseringar i sedimentbergarter.

Till sistnämnda grupp kan även räknas stratiforma uranmineraliseringar. Dessa har dock aldrig varit föremål för gruvbrytning. De är dessutom utredda och behandlade av SGU och medtages inte för närmare granskning här.

A: Gångarna har utförligt beskrivits av A. Johansson (1985). De uppträder inom Amålskomplexets suprakrustalbergarter (1800 Ma) och även inom Dalslandsgruppens sedimentära bergarter (1030-1080 Ma). Gångarna är följaktligen yngre än dessa bergarter.

Bestämningar av bildningstemperaturen genom mätningar gjorda på inneslutningar i kvarts visar temperaturer i intervallet 190-330°C (A. Johansson).

Som gångartsmineral dominerar kvarts. I speciellt Dalsland uppträder också kalцит. Bland övriga mineral förekommer ankerit,

siderit, flusspat och baryt.

Malmmineralogiskt domineras gångarna av pyrit, kopparkis och blyglans. Även bornit, covellin, kopparglans, fahlerz och proustit-pyrargyrit förekommer. Parentetiskt kan nämnas att Dalslandsgångarna, med närvaro av kalcit, ofta för silver, medan Värmlandsgångarna, som är kvartsdominerade, sporadiskt för guld.

B: Områdets järn-och manganmalmsfyndigheter uppträder företrädesvis i nord-sydliga breccie-och mylonitzoner. Framför allt gäller detta området mellan Väneren och Dalslandsgruppens östliga delar. Malmmineralogiskt uppträder bl a hausmanit, manganit, rodonit, manganspat, mangangranat, järnglans och järnkisel.

Gångmineralen utgörs främst av kvarts, kalkspat, klorit, tungspat och något flusspat. Malmbredden varierar mellan några dm och upp till 2,5 m, medan längden kan gå upp till ett par km. Manganhalten når sällan över 25%.

Breccie-och mylonitzonerna genomsätter, som i fallet med koppar-silvergångarna, både Åmålskomplexets och Dalslandsgruppens bergarter.

De järn-manganmineraliserade zonerna löper i huvudsak parallellt med mylonitzonen medan de koppar-blyförande kvartsgångarna har sin huvudsakliga utbredning i NNW- eller WNW-liga riktningar.

C: De stratiforma kopparmineraliseringarna har undersökts av NSG. Arbetena bedrevs under senare delen av 1970-talet och början av 1980-talet.

Mineraliseringarna uppträder mycket regelbundet i övergångszonen mellan underliggande röd sandsten och överliggande lerskiffer. Lerskifferns nedre delar är då grafitförande. Denna s k Dingelviksnivån beskrivs mera ingående av P. Hammergren i rapporten PRAP 89508.

Förutom i denna nivå uppträder kopparmineraliseringar även i en väsentligt högre stratigrafisk nivå, den s k Stora Strand-nivån. Mineraliseringen är också här knuten till en skiktad mosten, men omgiven av kalklerskiffer, som anses tillhöra den övre lerskifferformationen.

Denna geologiska miljö beskrivs också i rapporten PRAP 89508. Mineraliseringarna kännetecknas av att de uppträder i gränsområdet mellan underliggande oxiderad miljö och överliggande, reducerad miljö, oftast med grafitinslag. Likheten med s k Red Bed-typ är påtaglig.

Under den borrhningskampanj som NSG genomförde beräknades c:a 70 miljoner ton mineralisering med 0,8-0,9 % koppar och 25-26 g silver per ton ha uppborrats.

Temperaturbestämningar på " Fluid inclusions " indikerar en bildningstemperatur på c:a 150°C.

3 GENETISKA SYNPUNKTER

De stratiforma kopparmineraliseringarnas klassifikation som Red

Bed-typ torde vara utom diskussion. Tidsrelaterad till senare Proterozoicum, som många av förekomsterna är, stratigrafiskt inplacerad vid en redox-yta vid övergång från hematitförande, röd sandsten till grafitförande, grå lerskiffer, den typiska zoneringskopparglans-bornit-kopparkis-pyrit från botten och uppåt samt inifrån och utåt och t ex att mineraliseringen är anlagd i en förkastningsreglerad sedimentbassäng.

Mekanismen för anläggningen av sedimentär kopparmalm av Red Bed-typ varierar något. Vissa forskare anför ett paleohydrologiskt koncept. T ex tolkar Walter S. White (1971) kopparförekomsten White Pine i norra Michigan som bildad genom att kopparförande vattenlösningar infiltrerat i Copper Harbor Conglomerate, pressats uppåt genom Nonesuch Shale och därvid fällts ut i den reducerande miljön. Som jämförelse menar White att skulle kopparmalmen bildats genom kompaktering av sedimenten måste en citat "avsevärd konvergens" i lösningsvägarna ha skett i riktning mot White Pine.

Liknande tankegångar framför även Craig M. Bethke (1986) i ett arbete om genesen av förekomster av Mississippi Valley-typ i Upper Mississippi Valley Mineral District. Han menar att dessa malmer bildats under en period av regionalt grundvattenflöde genom Illinois-bassängen, initierat av upplyftandet av den s k Pascolabågen. Han anser sig också kunna visa att modellen med grundvattenflöde orsakat av sedimentkompaktion genom bassängens insjunkning inte kan ha orsakat mineraliseringarna.

A. R. Renfro (1974) inför ett nytt koncept i genesdiskussionen, sabkha-processen. Det han beskriver som kustsabkhas utgöres av evaporiter i grunda och flacka kustområden, partiet närmast land. I det här läget möts terrestriskt vatten med högt Eh - lågt pH och havsvatten med lågt Eh - högt pH. Längre ut följer tidvattenzonen med slambottnar och lagunområden, som i sin tur täcks av mattor av blågröna alger. På landsidan överlagras sabkhaevaporiterna sterila, oxiderade ökensediment.

Vid ett regredierande hav kommer kustsabkhaevaporiterna att hamna över algmattan. Därigenom mättas algfasen med vätesulfid, som alstras av anaeroba bakterier. På landsidan täcks sabkhasedimenten av framryckande ökensediment. Terrestriskt vatten måste nu passera algmattan för att nå avdunstningsytan. Detta terrestriska vatten med högt Eh och lågt pH kan lätt mobilisera och transportera element som koppar och silver. Vid vattnets kontakt med det svavelväterika algsedimentet fälls metallinnehållet ut som sulfider. Beroende på metallernas olika löslighet vid närvaro av vätesulfid uppstår zonering. Se illustration på sidan 4.

Förekomster av den här typen underlagras av oxiderade, kontinentala bildningar och överlagras av t ex dolomit, gips och anhydrit.

Med sabkhateorin förklarar t ex F. M. Chartrand och A. C. Brown (1985) de utbredda och stratiforma kopparmineraliseringarna i Mackenzie Mountains Supergroup, Kanada. Liknande förklaring framför Ruelle (1982) i beskrivningen av Redstone Copperbelt, Kanada. Den primära kopparkällan anser han vara kopparförande basisk lava (Little Dal Formation).

I en publikation 1981 sammanfattar Lewis B. Gustafson and Neil Williams olika karakteristika beträffande sedimentanknutna, stra-

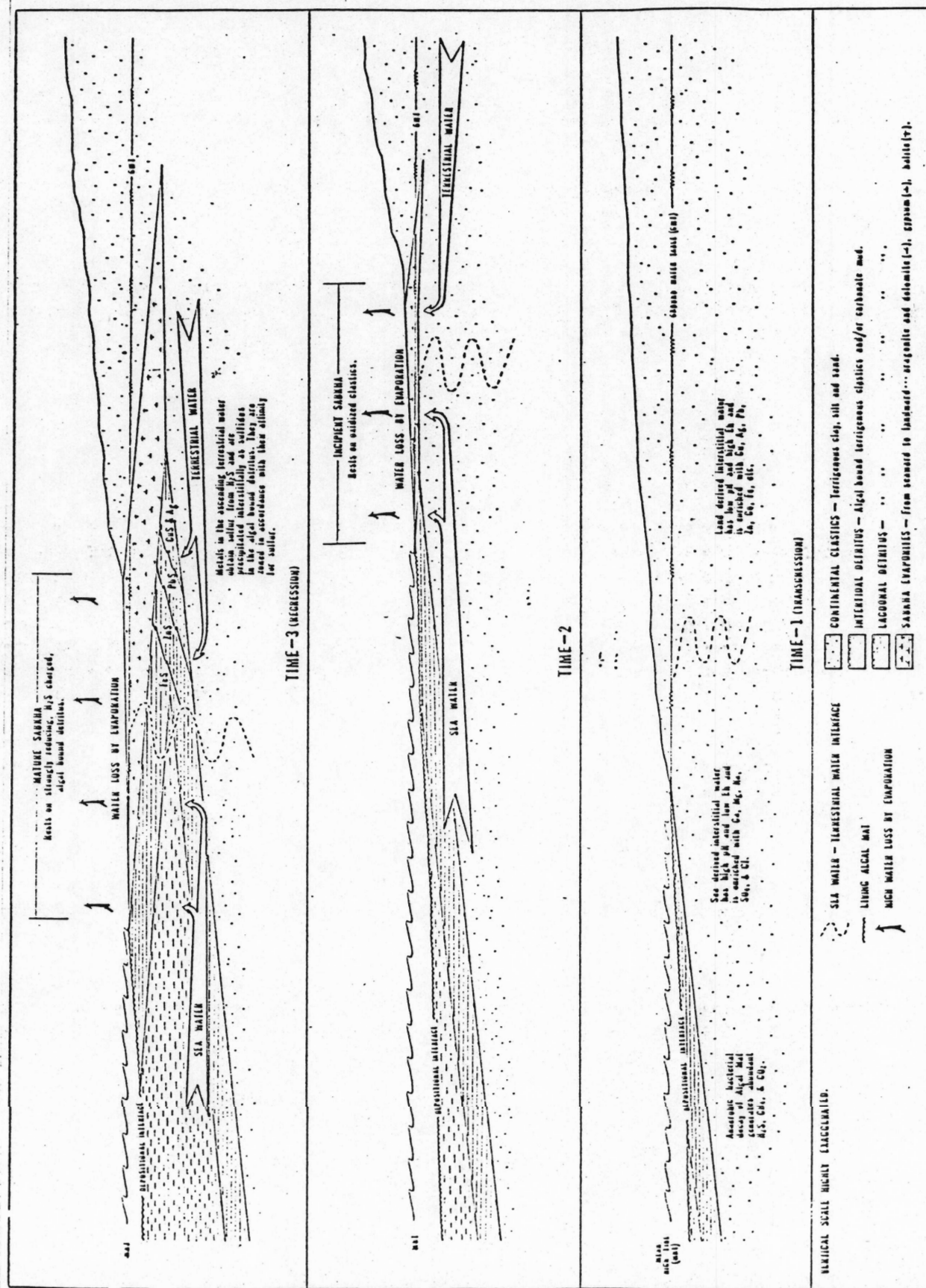


FIG. 6. Sequential cross sections illustrating the evolution of a hypothetical, sabkha-type stratiform metalliferous deposit.

Ur A.R. Renfro (1974)

tiforma koppar-, bly- och zinkförekometer. De flesta kriterierna återfinns i börja av detta kapitel. Författarna påpekar också att även om de flesta förekomsterna av koppar saknar nära association med vulkanism, så uppträder de dock i bassänger med någon samtida vulkanism eller med signifikant mängd vulkaniska bergarter i underlaget. Deras slutkommentar är att de flesta av den här typen av koppar-, bly- och zinkmalmer bildats i en tidigt diagenetisk fas av "brines" från sedimentbassängen.

Författarna anser att kopparalmerna bildats genom kalla, sulfatrika "brines" som utvecklats under ett tidigt stadium av bassängutvecklingen och vandrat uppåt till reducerade depositions lägen.

Den uppfattning som Gustafson och Williams företräder tycks vid den litteraturgenomgång som gjorts här vara den mest företrädda. Ett exempel på detta lämnar t ex S. Flint (1986) i beskrivningen av kopparförekomsten San Bartolo i Chile.

Förutom de syn- respektive diagenetiska uppfattningarna kopplas också vissa kopparförekomster till tidig riftutveckling inom intracratoniska bassänger. Denna uppfattning förespråkas t ex av F. J. Sawkins (1984) och A. H. G. Mitchell och M. S. Garson (1981).

Sawkins argument för att riftmiljöer har stor betydelse går i stort ut på följande: riftbasalter är naturligt kopparrika, Eh-gränserna är skarpa i riftsediment, tensionsförkastning har skett under riftbildningen och värme flödet är högt i riftmiljö. Han menar också att i alla större malmsammanhang finns basaltisk magmatism närvarande i eller nära den bassäng där stratiform kopparmalm uppträder. Han exemplifierar med Zambias kopparbälte och Kupferschiefer i Tyskland/Polen.

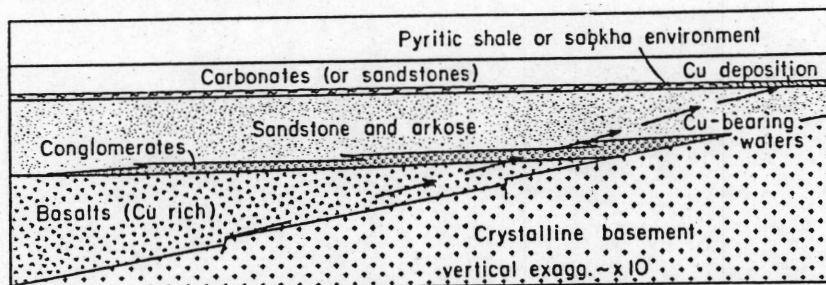


Fig. 7.12. Conceptual model linking copper-rich rift basalts and the formation of stratiform copper deposits. The basalt source-rocks may lie below the host rocks of the copper ones (White Pine) or could be exposed nearby (Zambian copper belt)

Table 7.2. Copper in Hotspot and Rift-Related Basalts

Locality	Average Cu content in basalts (ppm)	References
Kilauea, Hawaii	207	Prinz (1967)
Kap Stosch, Greenland	197	Noe-Nygaard and Pedersen (1974)
Faeroes Islands	>200	Bollingberg et al. (1975)
Columbia River		
(1) Picture Gorge	160	McDougall (1976)
(2) Grande Ronde and Imnaha Valley	57	
Dolerite sills, Tasmania	Up to 160	McDougall and Lovering (1963)
Keweenaw, Michigan	126	Cornwall and Rose (1957)
Coppermine River, N.W.T.	126 (excluding Cu-rich flow tops)	Baragar
Parana traps, Brazil	149	Ruegg (1976)

Modified slightly from Sawkins (1976b)

P. Hammergren (PRAP 89508, 1989) har tidigare förespråkat riftrelaterad kopparmineralisering i Dalsland. I viss mån ansluter vi till ett sådant synsätt. Inplaceringen av den s k Grenvillianfronten längs Protoginzonen syns vara allmänt accepterad, även om Protoginzonen uppges vara väsentligt äldre, men reaktiverad bl a under Grenvilliantid. Vi uppfattar däremot att sedimentationen i Dalslandbassängen skett relativt lugnt och under succesiv nedsänkning. Detta indikeras av den jämna utbredningen av de olika sedimentlagren. Allteftersom nedsänkningen har pågått har basisk lava inträngt i sedimentbotten och troligen styrts av den centralt uppkomna förkastningen.

När bassängen varit som djupast har introduktionen av basaltisk grönsten skett samt avsättning av de båda skifferformationerna. Bassängen har därefter börjat fyllas ut av allt grövre material. Sedermera har dessa övergått i Kvartsit- och Arkosformationerna.

I sin publikation 1984 anger Sawkins bl a genomsnittliga kopparhalter i riftrelaterade basalter till >100 ppm (med ett undantag). Uppgifter i rapporten PRAP 89508 anger att den spilitiserade och epidotomvandlade grönstenen i Dalslandsgruppen endast håller c:a 30 ppm koppar. Genom de laknings- och omvandlingsprocesser som grönstenen varit utsatt för kan det därför vara rimligt att anta att minst 70 ppm lakats ut och förts bort.

I ett försök att mycket grovt beräkna den kopparmängd som härigenom kunnat "friställas" för malmbildning har den totala grönstensmängden uppskattats till c:a 5×10^{11} ton, vid 55° stupning och 500 meters mäktighet i öster och 400 meter i väster. Härvid har inte den östra synklinalens västra skänkel beaktats, däremot hela synklinalen öster om Ljungbergen. Med 70 ppm koppar/ton skulle detta ge c:a 3×10^7 ton. Genom den utförda uppbörningen påstås att storleksordningen 70 milj. ton mineralisering med c:a 0,8-0,9 % koppar påträffats. Detta är något mindre än 1/30-del av den "friställda" kopparmängden.

Parentetiskt kan nämnas att näst efter "porphyry copper"-typen är stratiforma, sedimentbundna kopparmalmer de viktigaste.

Vi vill också nämna en artikel av E Craig Jowett (1986). Han anser att konvektionsceller varit verksamma från Rotliegende upp genom Kupferschiefer, länkats av mot de mäktiga evaporiterna i Zechstein för sedan att böjas av nedåt mot Rotliegende och bassängens centrum. "Motorn" bakom konvektionscellen antas vara den samtida kontinentala riftbildningen som associeras med öppningen av Tethyshavet.

I en diskussion mella R. Unrug och H. Kucha i Economic Geology 1985:2 nämns mycket höga ädelmetallhalter, 3000 ppm guld och 340 ppm platina, i cm-mäktiga lager i botten på den grafitförande skiffern och alldeles över oxiderade Rotliegende. Om dessa sektioner inte testats i Dalsland bör detta ske.

Förutom den ovan behandlade Red Bed-typen förkommer det även förkastnings- och spricktektoniskt anlagda kvarts-koppar-silvergångar och mangan-järnmineraliseringar. För dessa båda mineraliseringstyper redovisas nedan endast en tentativ genetisk förklaring. En utförligare diskussion kommer i den slutliga rapporten när vissa fältarbeten och kompletterande litteraturstudier gjorts.

Enligt Johanssons undersökning tyder resultatet av svavelisotopbestämningarna på att gångarna i södra Värmland erhållit sitt svavel från magmatisk källa, medan det lättare, blybundna svavlet i Dalsland har sedimentärt ursprung.

Närvaro av koldioxid i vissa inneslutningar i gångarna i södra Värmland ses som ett tecken på antingen metamorfa eller magmatiska lösningar varit verksamma. Bly-åldersbestämningar ger en ålder av gångmineraliseringarna på c:a 1000 Ma.

Genetiskt relaterar han gångarnas bildning till hydrotermal aktivitet i samband med den blockförkastning som ägt rum efter Dalslandsgruppens veckning och överskjutning. Framför allt binder han samman gångarnas bildningsfas med den Dalslandiska metamorfosen (c:a 1000 Ma) eller intrusionen av Bohus-Blomskogsgniten (890- 910 Ma).

Ursprunget till blymineraliseringen i gångarna härleder Johansson till Amålkomplexets bergarter eller till de sydvästsvenska gneiserna.

Hammergren, i sin ovan nämnda rapport, konstaterar dels att hematitbreccior uppträder längs den centrala, nord-sydliga förkastningen och dels att denna riktning är den äldsta. Den finns även representerad i öster av den c:a 20 km långa järn-manganbrecciezonen med bl a Kesebolfyndigheten. De NW-SE eller WNW-ESE uppträdande förkastningarna uppger han vara yngre.

Det är intressant att konstatera att den riktning som i stort sett är parallell med Protogin- och Mylonitzonerna kännetecknas av järn- och manganmineraliseringar medan tensionsriktningen och även P- och R-riktningarna är koppar-blymineraliserade med visst ädelmetallinnehåll.

Man kan uttrycka det som en proximal oxidfas och en distal sulfidfas.

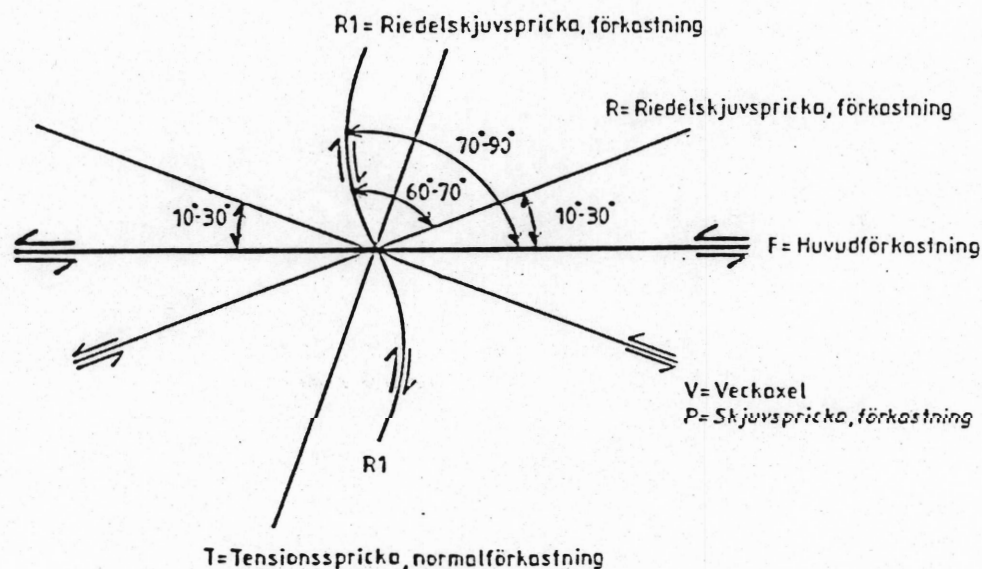


Fig 1. Teoretisk-praktisk uppsprickningsmodell för en sinistral strike-slip förkastning, simple shear deformation.

Genom de prospekteringsarbeten som utförts av NSG kunde bl a konstateras sulfidmineraliseringar i Åmålskomplexets suprakrustala delar. Dessa kan mycket väl mostvara den metallkälla som åberopas.

I den kommande rapporten kommer de sprick- och breccierelaterade mineraliseringarna att behandlas mera utförligt. I det sammanhanget skall också speciellt intresse riktas mot en rund struktur i områdets nordöstra del. Denna strukturen tycks överskära Dalslandsgruppens bergarter och samtidigt vara associerad med uran.

Visst intresse skall också ägnas åt diskordansassocierade malmer, välkända och stora som t ex i Athabasca Basin i Kanada, Alligator River och Rocky Downs i Australien. De kännetecknas av uran tillsammans med bl a svavel, arsenik, selen, järn, koppar, bly, kobolt samt silver och guld. Malmerna är ofta utbildade som breccior och överlagras diskordant av tjocka sediment. I Alligator River-området uppträder uranet under diskordansytan i underlaget.

4 REKOMMENDATIONER

I samband med den slutliga rapporten kommer rekommendationer att diskuteras närmare. Vissa påpekanden skall dock göras redan här.

A: Red bed-typen av kopparmineralisering anses belagd. Med tanke på att endast c:a 1/30-del av "friställd" mängd koppar påvisats genom borrhning återstår en väsentlig mängd att påträffa. Mineraliseringen uppträder regelbundet längs redox-ytan mellan undre sandsten och överliggande, grafitförande skiffer. Som framhållits i tidigare rapporter anser även vi att prospekteringsområdet skall sökas inne i Dalslandsbassängens centrala, djupare del.

B: Spekulativt tycks det finnas möjlighet till en annan typ av mineralisering och med möjlighet till avsevärd volym. Vi tänker då på den typ som omnämnts i texten ovan beträffande bl a Athabasca Basin och Alligator River, uranbaserad mineralisering med inslag av t ex järn, arsenik, koppar, bly, guld och silver. Oftast är de av lägre Proterozoisk till Mellanproterozoisk ålder och överlagras diskordant av terrestrisk sandsten. Underlaget utgöres av granit och vulkaniska bergarter. Parallellitet kan dragas med Åmålskomplexet och diskordant överlagrande Dalslandsgruppens bergarter.

Genetiskt framförs bland annat att bildningen skett genom inflöde av metallhaltigt grundvatten in i bassängen. Malmerna sitter oftast under diskordansytan.

Vid jämförelse med Dalsland är förhållandet utan tvekan intressant. Vi uppfattar att det kan finnas ett genetiskt samband mellan en dold uran-koppar-guldmineralisering under Dalslandgruppen av ungefär Mellanproterozoisk ålder och järn-manganbreccior-na (även med uran och guld, Åsnebo) samt kvarts-koppar-bly-silvergångarna.

Breccie- och gångmineraliseringarna skulle kunna vara senare reaktiveringsprodukter på det sätt som A. Johansson framhåller.

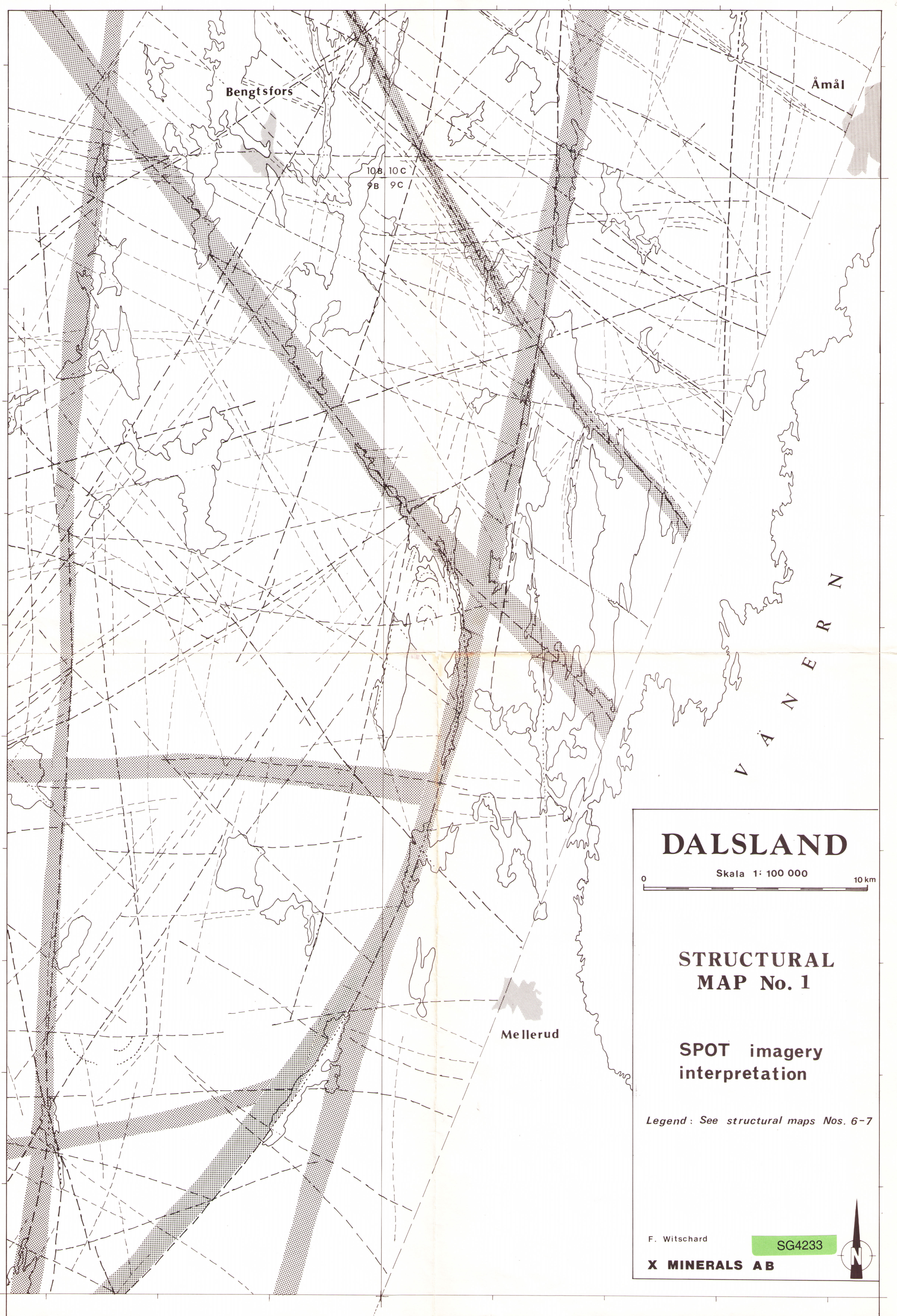
Det förtjänar att noteras att längs den östra, c:a 20 km långa, järn-manganbreccian på flera ställen uppvisar geokemiska uranomalier.

Mineraliseringen bör alltså sökas i diskordansytan eller därunder, dvs under Dalslandsgruppens bottenkonglomerat.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Bethke, C. M., 1986, *Econ. Geol.*, 81, 233-249. Hydrologic Constraints on the Genesis of the Upper Mississippi Valley Mineral District from Illinois Basin Brines.
- Chartrand, F. M., and Brown, A. C., 1985, *Econ. Geol.*, 80, 325-343. The Diagenetic Origin of Stratiform Copper Mineralization, Coates Lake, Redstone Copper Belt, N.W.T., Canada.
- Fan, P-F., 1984, *Econ. Geol.*, 79, 1785-1795. Geologic Setting of Selected Copper Deposits of China.
- Flint, S., 1986, *Econ. Geol.*, 81, 761-778. Sedimentary and Diagenetic Controls on Red-Bed Ore Genesis: The Middle Tertiary San Bartolo Copper Deposit, Antofagasta Province, Chile.
- Gaal, G. and Gorbatshev, R., 1987, *Precambrian Research*, 35, 15-52. An Outline of the Precambrian Evolution of the Baltic Shield.
- Gorbatshev, R., 1971, *SGU Ser. C* 650, Aspects and Problems of Precambrian Geology in Western Sweden.
- , 1979, *GFF* 101, 71-73. The Basement of the Åmål Supracrustals, South-Western Sweden.
- , 1980, *GFF* 102, 129-136. The Precambrian Development of Southern Sweden.
- Gustafson, L. B. and Williams, N., 1981, *Econ. Geol.*, 75, 139-178. Sediment-Hosted Stratiform Deposits of Copper, Lead and Zinc.
- Hammergren, P. och Thelander, T., 1985, Intern rapport PRAP 85510, Prospekteringsarbete inom östra Dalsland.
- Hammergren, P., 1989, Intern rapport PRAP 89508, En sedimentknuten, stratiform koppar-och silvermineralisering i Dalsland.
- Hayes, T. S., and Einaudi, M. T., 1986, *Econ. Geol.*, 81, 1899-1931. Genesis of the Spar Lake Strata-Bound Copper-Silver Deposit, Montana: Part I Controls Inherited from Sedimentation and Preore Diagenesis.
- Haynes, D. W., 1986, 81, 250-265. Stratiform Copper Deposits Hosted by Low-Energy Sediments:
- I: Timing of Sulfide Precipitation-An Hypothesis.
- , 1986, *Econ. Geol.*, 266-280. II Nature of Source Rocks and Composition of Metal-Transporting Water.
- and Bloom, M. S., 1987, *Econ. Geol.*, 82, 635-648. III Aspects of Metal Transport.
- and -----, 1987, *Econ. Geol.*, 82, 875-893. IV Aspects of Sulfide Precipitation.
- Hutchison, C. S., 1982, *Economic Deposits and their Tectonic-Setting*.
- Johansson, A., 1985, *SGU Ser C* 809, The Dalslandian Sulphide-Bearing Quartz Veins of Dalsland and Värmskog South-west Sweden.

- Jowett, E. C., 1986, Econ. Geol., 81, 1823-1837. Genesis of Kupfer-schiefer Cu-Ag Deposit by Convective Flow of Rotliegende Brines during Triassic Rifting.
- Mitchell, A. H. G., and Garson, M. S., 1981. Mineral Deposits and Global Tectonic Settings.
- Mossman, D. J. and Brown, M. J., 1986, Econ. Geol., 81, 2016-2021. Stratiform Barite in Sabkha Sediments, Walton-Cheverie, Nova Scotia.
- Palmason, G., Edit., 1982, Geodynamic Series Volume 8, Continental and Oceanic Rifts.
- Park and Mac Diarmid, 1975, Ore Deposits.
- Renfro, A. R., 1974, Econ. Geol., 69, 33-45. Genesis of Evaporite-Associated Stratiform Metalliferous Deposits- A Sabkha Process.
- Ruelle, 1982, in Precambrian Sulphide Deposits, 701-736, Redstone Cu Belt N.W.T., Canada.
- Sawkins, F. J., 1984, Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics.
- Thelander, T. et al, 1983, Intern rapport PRAP 83556, Geologiska arbeten i Dalslandgruppen 1983, Delrapport II.
- Unrug, R. och Kucha, H., 1985, Econ. Geol. 80, 518-520. Under "Discussions ".
- Walker, T. R., 1967, Geol. Soc. Am. Bull., 78, 353-368. Formation of Red Beds in Modern and Ancient Deserts.
- and Honea, R. M., 1969, Geol. Soc. Am. Bull., 80, 535-544. Iron Content of Modern Deposits in the Sonora Desert: A Contribution to the Origin of Red Beds.
- White, W. S., 1971, Econ. Geol., 66, 1-13. A Paleohydrologic Model for Mineralization of the White Pine Copper Deposit, Northern Michigan.



DALSLAND

0 Skala 1: 100 000 10 km

STRUCTURAL MAP No. 1

SPOT imagery
interpretation

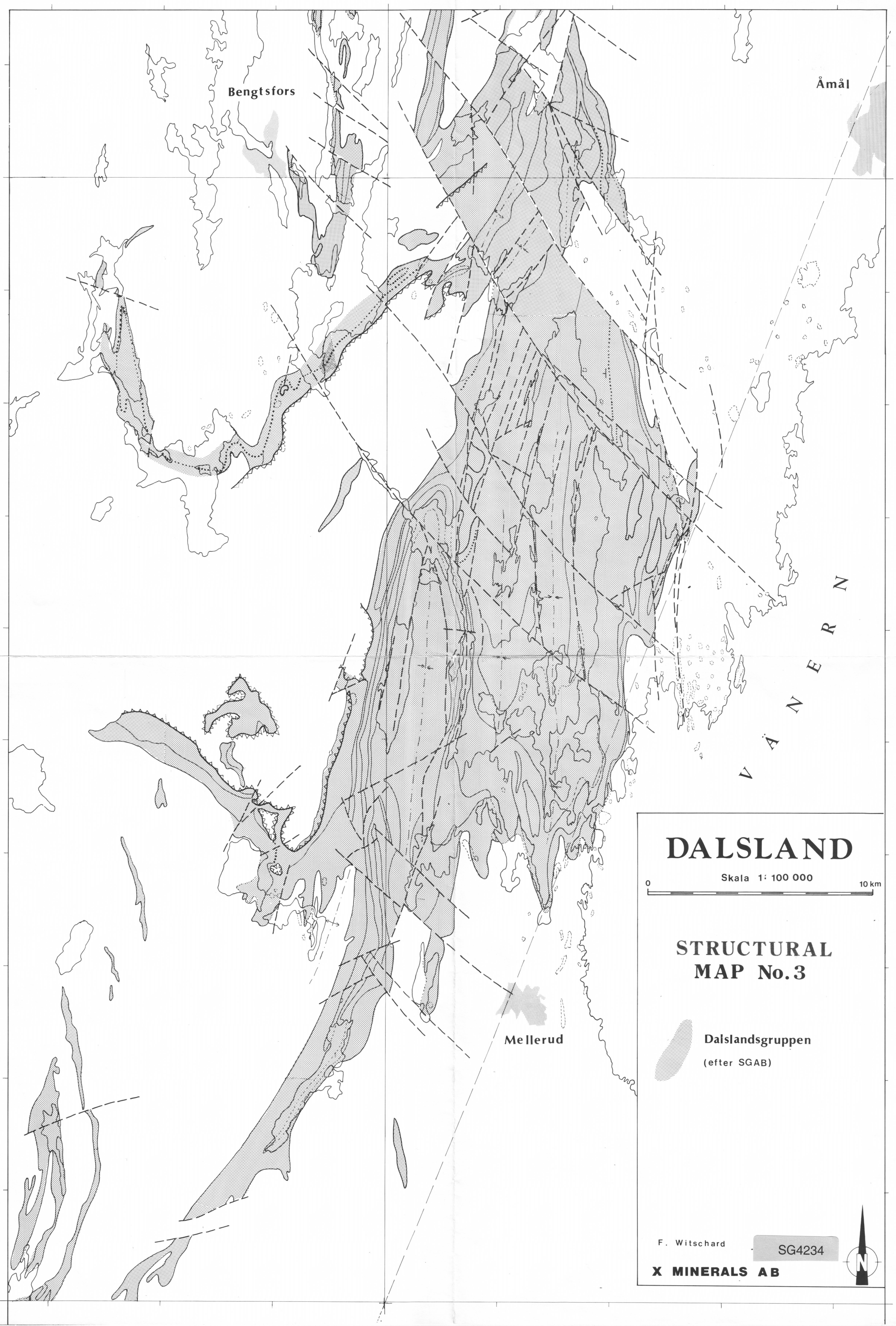
Legend: See structural maps Nos. 6-7

F. Witschard

SG4233

X MINERALS AB





DALSLAND

Skala 1: 100 000 0 10 km

STRUCTURAL MAP No.3

 **Dalslandsgruppen**
(after SGAB)

F. Witschard

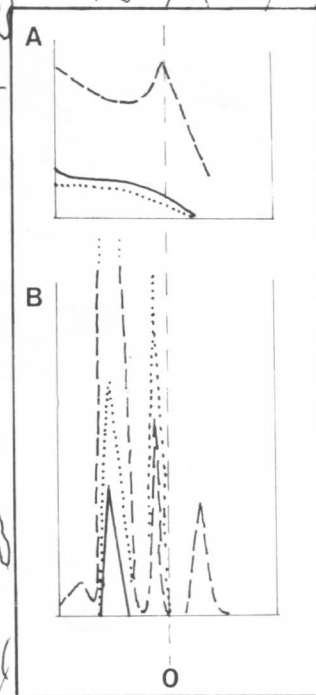
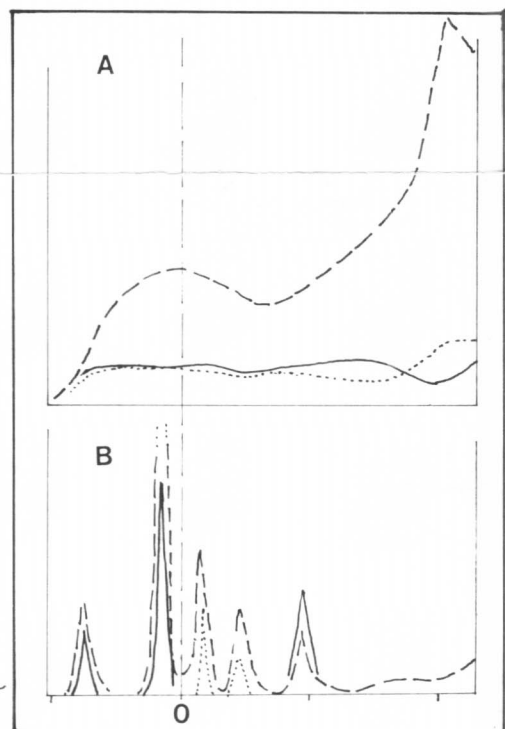
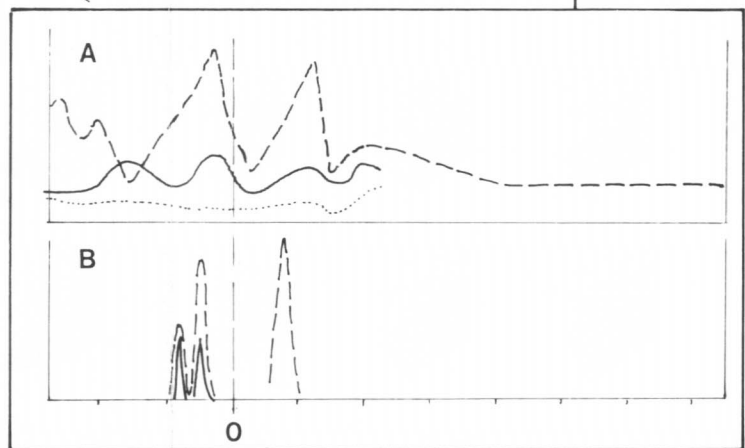
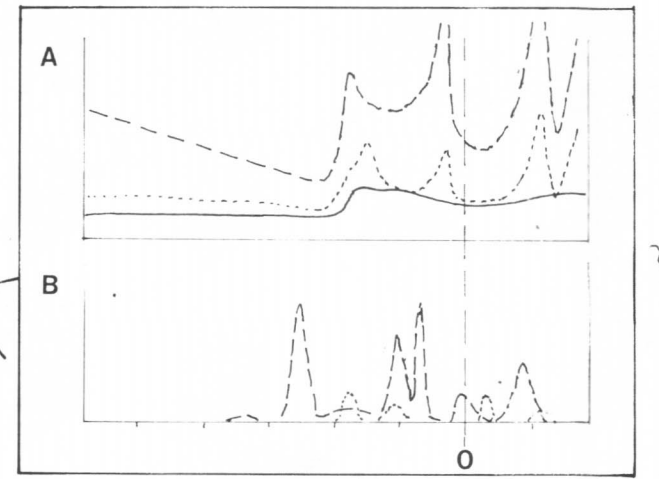
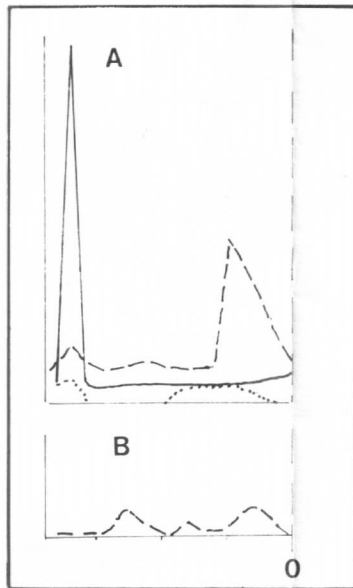
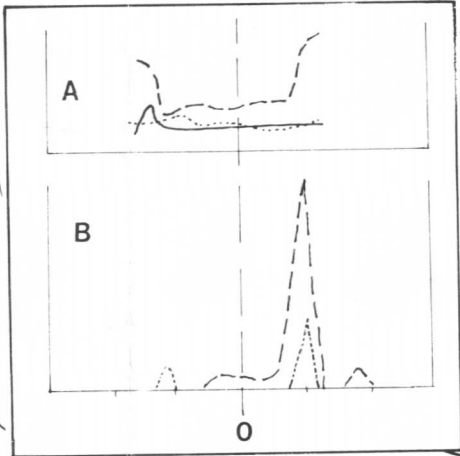
SG4234

X MINERALS AB



Bengtsfors

Åmål



DALSAND

Skala 1: 100 000

10 km

**STRUCTURAL
MAP No. 4'**

**geochemistry,
topographic
interpretation**

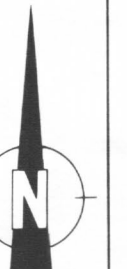
○ Geochemical profile locality

Mellerud

SG4235

X MINERALS AB

F. W.



Bengtsfors

A

Åmål

B

C

D

Mellerud

V
Å
N
E
R
N

DALSLAND

0 Skala 1: 100 000 10 km

MAP No. 6

programme for
geology geochemistry

AREA TYPE 1

AREA TYPE 2

lineament

arcuate structure

mineralization

SG4236

X MINERALS AB

