



# PROSPEKTERING

GAMLE RINGERIKS VEI 14, POSTB. 83 - 1321 STABEKK

PROSPEKTERING

ARKIV - EKSEMPLAR

TELF: (02) 53 08 34

TELEX 72 987 aspro n

|                                                                                                                                |            |                                   |      |               |   |               |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------|------|---------------|---|---------------|-----|
| Dato                                                                                                                           | 07.01.1987 | Rapport nr.                       | 1724 | Antall sider: | 6 | Konfidensielt | ./. |
|                                                                                                                                |            |                                   |      | Antall bilag: | 9 |               |     |
| Rapport vedr.:<br><br>Kvalsund Cu- (Ag, Au)- forekomst. Resultater av diamantboring 1986 og forslag til mineraliseringsmodell. |            |                                   |      |               |   |               |     |
| Prosjekt                                                                                                                       |            | Oppdragsgiver                     |      |               |   |               |     |
| Kvalsund                                                                                                                       |            | A/S Sydvaranger<br>Finnmark Fylke |      |               |   |               |     |
| Forfatter                                                                                                                      |            | Prosjektleder                     |      |               |   |               |     |
| M.C. Andersen                                                                                                                  |            | B. Røsholt                        |      |               |   |               |     |
| Land/fylke                                                                                                                     |            | Kommune                           |      |               |   |               |     |
| Norge - Finnmark                                                                                                               |            | Kvalsund                          |      |               |   |               |     |
| Kartbladnavn 1:250 000.                                                                                                        |            | Kartblad 1:50 000                 |      |               |   |               |     |
|                                                                                                                                |            | 1935 I, Repparfjorden             |      |               |   |               |     |

## Sammendrag:

Kvalsund Cu- (Ag, Au)- forekomst er undersøkt med diamantboring (2 hull på totalt 496,4 m) på større dybde enn tidligere. Resultatene viser en økning i mektighet fra gjennomsnittlig 3.0 m i utgående til 4.0 m (sann mektighet) på 250 m dyp. Gehaltene er uforandret 1.6 - 1.7% Cu.

Mineraliseringen tolkes som "sediment-hosted Cu-deposit" av kobberbeltetype, avsatt i et tektonisk kontrollert innsynkningsbasseng. Dette åpner muligheten for et meget stort potensiale, og videre undersøkelser anbefales.

|           |                                                        |                                                             |
|-----------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Emneord   | Geologi                                                | Dia.boring                                                  |
|           | Basemetall                                             |                                                             |
|           | Edelmetall                                             |                                                             |
| Fordeling | <input checked="" type="checkbox"/> 1 Bergmesterembete | <input checked="" type="checkbox"/> 1 Industridepartementet |
|           | <input checked="" type="checkbox"/> 3 ASPRO            | <input checked="" type="checkbox"/> 1 A/S Sydvaranger       |
|           | <input checked="" type="checkbox"/> 1 Finnmark Fylke   | <input type="checkbox"/>                                    |

# INNHold:

|                                                    | Side |
|----------------------------------------------------|------|
| Innledning . . . . .                               | 1    |
| Årets undersøkelser . . . . .                      | 1    |
| Geologisk tolkning av forekomsten . . . . .        | 2    |
| Konklusjon og forslag til videre undersøkelser . . | 4    |
| Anvendt litteratur . . . . .                       | 6    |

## FIGUR- OG BILAGSOVERSIKT:

- Fig. 01. Lokalisering av forekomsten
- Tab. 01. Analysedata for borhullsskjæringer 1985 og 1986
- Bilag 01: Situasjonsplan Kvalsund 1986
  - " 02: Stratigrafisk lagsøyle, Saltvann og Nussir Groops
  - " 03: Profil D.b.h. 11-86
  - " 04: Profil D.b.h. 12-86
  - " 05: Analysedata D.b.h. 11 og 12 -86.
  - " 06: Forslag til mineraliseringsmodell
  - " 07: Oversiktskart med geol. profil
  - " 08: Kjernebeskrivelse D.b.h. 11 og 12 -86
  - " 09: Mikroskopi av utvalgte prøver

## VURDERING AV MINERALISERINGS-SPOTENSIALET I KVALSUND-FOREKOMSTEN, FINNMARK

## INNLEDNING

Forekomsten er kartlagt av K.S. Nilsen i 1979, og ytterligere undersøkt med prøvetaking, diamantboring og geofysikk i 1985 og 1986, se bilag 01.

Kvalsund-forekomsten er en Cu-dominert mineralisering med tilleggsv verdier i form av Ag og Au. Andre elementer forekommer kun i ubetydelige mengder. De viktigste Cu-mineraler er bornit, kobberglans, covellin og kobberkis, som alle forekommer i et velavgrenset stratigrafisk nivå omkring en dolomitisk kalksten øverst i Stangvatn Formasjonen (se bilag 02).

Mineraliseringen er av Nilsen (1986) tolket dannet i en tidevannssone i et tektonisk kontrollert innsynkningsbasseng, med hydrothermal tilførsel av metaller fra en dyptgående forkastningssone. Dette har vært utgangspunktet for en teori om at mineraliseringen kunne øke i gehalt og mektighet langs fallet (mot dypet).

## ANDRE UNDERSØKELSER

To dia. borhull (D.b.h. 11 og 12) på totalt 496.4 m ble påsatt for å oppnå skjæring ca. 250 m fra utgående (etter fallet). Disse borhull skulle vise en evt. økning i gehalt og/eller mektighet mot dypet. Hullplasseringen fremgår av bilag 01, og bilag 03 og 04 viser vertikalprofiler gjennom disse.

Mineraliseringen forløper Ø-V med steilt ( $60^{\circ}$  -  $70^{\circ}$ ) N-lig fall. Skjæringvinkelen mellom borhull og det mineraliserte nivå er henholdsvis ca.  $50^{\circ}$  og ca.  $70^{\circ}$ . Årets boringer bekrefter at mineraliseringen har et meget enkelt forløp, idet den ligger som en tilsynelatende sammenhengende plate med tilnærmet konstant fall. Det eneste forstyrrende element er N-S gående, steiltstående forkastninger med betydelig forskyvning, som det f.eks. er illustrert i bilag 04.

Analyseresultatene for D.b.h. 11 og 12 er presentert i bilag 05. Bortsett fra Cu, Ag og Au er Mo eneste element som viser verdier vesentlig over bakgrunnsnivå. Pb viser forhøyede verdier i den mineraliserte sone i forhold til den øvrige del av kjernene, men verdier på 5 - 44 ppm må allikevel betraktes som ubetydelige.

Gjennomsnittsverdier på Cu, Ag og Au for samtlige borhullsskjæringer i Kvalsund er oppført i tabell 1, og her sees at årets borerer hever seg noe over tidligere gjennomsnittsmektighet, men ikke med hensyn til gehalt.

| Dbh.     | Meter       |              |                |            | %    | ppm  |      |
|----------|-------------|--------------|----------------|------------|------|------|------|
|          | Seksjon     | Kjernelengde | Vertikal mekt. | Sann mekt. |      | Cu   | Ag   |
| A        | 15,0- 17,7  | 2,7          | 3,9            | 2,2        | 0,99 | 16,1 | 0,02 |
| B        | 26,0- 28,3  | 2,3          | 3,4            | 1,9        | 1,41 | 6,3  | 0,19 |
| C        | 19,2- 22,6  | 3,4          | 6,4            | 2,9        | 2,46 | 7,4  | 0,42 |
| D        | 68,0- 72,0  | 4,0          | 7,3            | 3,8        | 1,28 | 15,4 | 0,16 |
| E        | 54,5- 57,7  | 3,2          | 5,6            | 3,0        | 2,21 | 10,8 | 0,25 |
| G        | 17,6- 21,6  | 4,0          | 6,0            | 4,0        | 1,48 | 26,9 | 0,07 |
| 11       | 275,2-279,7 | 4,5          | 6,8            | 4,1        | 1,70 | 23,7 | 0,10 |
| 12       | 140,3-146,3 | 6,0          | 9,5            | 3,8        | 1,52 | 10,6 | 0,10 |
| Gj.snitt | ---         | 3,8          | 6,1            | 3,2        | 1,64 | 15,7 | 0,16 |

Tabell 1.

Mercury Analytical Ltd.

# GEOLOGISK TOLKNING AV FOREKOMSTEN

Det viktigste geologiske karaktertrekk ved Cu-forekomsten i Kvalsund, er dens stratigrafiske plassering øverst i en enorm ( > 2500 m mektig) sekvens av grovklastiske sedimenter. Sedimenter av denne type og mektighet (se bilag 02) er karakteristiske for et bestemt geologisk miljø - nemlig tektonisk kontrollerte innsynkningsbassenger, hvor sedimentasjonen hovedsaklig utgjøres av skredbreksjer. Disse sedimenteres fra bassengranden og ut mot den sentrale del. Dette medfører en facies-utvikling parallelt med bassengets lengdeutstrekning, hvor de mest grovklastiske (og mest permeable) sedimenter finnes langs bassengranden, og relativt mere finkornete sedimenter i bassengets sentrale del. Forutsetter man at et slikt basseng transgredes av  $Cl^-$  og/eller  $So_4^{--}$  -holdig sjøvann, vil det skje en gjennomtrengning av ion-holdig vann i den store og permeable sedimentlagpakke, og spesielt ved tilstedeværelsen av  $Cl^-$  vil mulig-

hetene for utlutning og transport av Cu være stor. Dette fordi en  $\text{Cl}^-$ -mettet oppløsning er i stand til å transportere opp til 7 x den Cu-mengde som en ikke  $\text{Cl}^-$ -holdig oppløsning (Gustavson & Williams, 1981). Videre vil transgresjon føre til lavere energi-forhold i den øverste del av lagpakken, og de grovklastiske sedimenter vil bli overleiret av leirskifer og siltsten med større og mindre innhold av organisk materiale samt evt.  $\text{FeS}_2$ . I tillegg vil denne type miljø ofte utvikle en karbonatplattform (evt. med sabkha-dannelse) som avslutning på sedimentasjonssekvensen. Under kompaksjon og diagenese vil det skje en utlutning av metaller fra sedimentene (i dette tilfelle Cu, Ag og Au + mindre mengder Mo), og den resulterende metallholdige hydrotermale oppløsning vil vandre opp gjennom de mest permeable partier - fortrinnsvis langs basseng-randen. De overleirede finkornete sedimenter samt karbonat vil virke som et impermeabelt lag, samtidig som karbonat og organisk og uorganisk  $\text{FeS}_2$  vil virke som felle for den Cu-holdige oppløsning, hvorved mineralisering dannes - se forøvrig bilag 06. Den her skisserte mineraliseringsmodell er identisk med den som antas å ha dannet f.eks. Kupferschieferen i Nord-Europa, og frem for alt det Sentral-Afrikanske Kobberbelte. Mineraliseringer av nevnte type utgjør ca. 30% av verdens Cu-reserver og er m.h.t. gehalt de klart rikeste.

Paragenesen  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  (Bornit),  $\text{Cu}_2\text{S}$  (Kobberglans),  $\text{CuS}$  (Covellin) og  $\text{CuFeS}_2$  (Kobberkis) er karakteristisk for sedimentære forekomster av "kobberbeltetype". I tillegg til disse finnes ofte varierende mengde  $\text{FeS}_2$ . I Kvalsund sees bornit ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), kobberkis ( $\text{CuFeS}_2$ ), digenit ( $\text{Cu}_9\text{S}_5$ ), covellin ( $\text{CuS}$ ) og kobberglans ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) - altså en stort sett identisk paragenese, men  $\text{FeS}_2$  er ikke tilstede i nevneverdig grad. Dette tyder på at den opprinnelig tilstedeværende S (i form av  $\text{FeS}_2$ ) er medgått til dannelsen av Cu-sulfider, og at det således er dette som har vært den begrensende faktor m.h.t. utbredelse og Cu-verdi av mineraliseringen, og ikke tilgjengelig mengde Cu i den mineraliserte oppløsning. Tilstedeværelse av hematit i store deler av sekvensen under det mineraliserte nivå viser at den Cu-holdige hydrotermale oppløsning har vært bufret mot  $\text{Fe}^{3+}$  - altså hatt høy oxygen fugasitet. Av denne grunn er det nødvendig med tilstedeværelsen av redusert S (f.eks. i form av  $\text{FeS}_2$ ) i vertsbergarten, for å felle  $\text{Cu}^{++}$  som Cu-sulfider.

Med utgangspunkt i S som den begrensende faktor, må evt. ytterligere undersøkelser konsentreres omkring områder som primært har vært relativt

S-rike eller med høyt innhold av organiske materiale. Dette er f.eks. reduserende euxiniske miljøer i lagune-facies, eller karbonat-sekvensen. Til identifikasjon av disse miljøer er kjennskap til palaeotopografien viktig, idet det fra øvrige mineraliseringer av samme type har vist seg at høydedrag i palaeolandskapet fører til konsentrasjon av Cu. Dette fordi vi her finner de mest grovklastiske (og mest permeable) sedimenter, og fordi vi også langs paleo-strandlinjen har store muligheter for sedimentasjon av organisk materiale/S-utfelling.

I et miljø som Kvalsund vil de største Cu-konsentrasjoner ventelig finnes langs basseng-randen, og videre arbeider må i større grad enn tidligere prioritere forståelse av det sedimentologiske miljø, og derigjennom, om mulig, etablering av en palaeotopografisk modell. Dette bør så føre til en betydelig mere sikker utvelgelse av prioriteringsområder.

Korrelasjonen mellom Cu og Au er ikke særlig god, hvis man ser på enkeltanalyser av borhulls-seksjoner og knakkprøver. For 45 enkeltanalyser (borhull 1985 og 1986 samt knakkprøver 1985) fåes en korrelasjonskoeffisient ( $r$ ) = 0.54 - altså ingen signifikant positiv korrelasjon. Hvis man imidlertid ser på hele borhulls-skjæringen (tab. 1), fåes for de 8 skjæringer en Cu/Au -korrelasjon på  $r = 0.86$ . Dette er tydelig positiv korrelasjon, hvilket også er typisk for forekomst-typen. Årsaken til at enkeltanalyser viser dårlig korrelasjon og hele skjæringer god korrelasjon, er sannsynligvis at svak remobilisering av Au og/eller Cu (under Kaledon?) har ført til stoff-transport ica. 0.5 m -skala, men ikke i så stor skala at elementet (ene) er ført ut av det mineraliserte nivå.

#### KONKLUSJON OG FORSLAG TIL VIDERE ARBEIDER

Mineraliseringspotensialet i Kvalsund er enormt, når man tar utgangspunkt i stort sett kontinuerlig mineralisering langs 9 km strøklengde. Bilag 07 viser det potensielt mineraliserte areal, samt profil gjennom området. Som gjennomsnitt kan potensielt mineralisert areal anslåes til  $(9 \times 2.5) \text{ km}^2$  - d.v.s.  $22.5 \times 10^6 \text{ m}^2$ . Ved anvendelse av gjennomsnittsdata for de 8 borhulls-skjæringer (tabell 1) på sann mektighet =  $3.2 \text{ m} \hat{a} 1.64\% \text{ Cu}$  og egenvekt på ca. 3.0, fåes et potensiale i størrelsesorden 200 mill. tonn  $\hat{a} 1.64\% \text{ Cu}$  eller 3.3 mill. tonn Cu-metall. Med dagens pris represen-

terer dette en total Cu-verdi i størrelsesorden 30 milliarder NOK. I tillegg kommer edelmetallverdien som utgjør 20 - 25%. Dette er så desidert Norges største kjente Cu-potensiale. I forhold til en total metallverdi i størrelsesorden 40 milliarder NOK, er det interessant å notere seg at omkostningene hittil på prospektering på dette objekt utgjør bare 1.0 million NOK! Som totalbetraktning er forekomsten dog neppe drivverdig med dagens Cu-priser, men forekomster med et potensiale som Kvalsund skal uansett sees i et langsiktig perspektiv, og man kan da spørre om det ikke er rimelig at offentlige myndigheter går inn med midler til en grundig kartlegging av råstoff-reserver - i hvert fall når det der er tale om dimensjoner som i Kvalsund.

Selv om forekomsten som helhet neppe er drivverdig i dag, er det store muligheter for at deler av den kan danne basis for lønnsom drift også med dagens metallpriser. I denne sammenheng er det interessant at mineraliseringens Cu-rike paragenese vil gi et høyverdig Cu-konsentrat, d.v.s.  $\geq 37\%$  Cu.

Videre arbeider på objektet bør omfatte dia. boring med henblikk på en avklaring av de palaeotopografiske og sedimentologiske forhold, samt konsentreres på et tilsvarende eller større dyp enn årets boring. Dette fordi årets resultater viser gjennomsnittsmektigheter i størrelsesorden 4.0, mot tidligere 3.0.

De foreliggende resultater gir ikke grunnlag for å foretrekke f.eks. mineraliseringens Ø-lige del fremfor den V-lige, men topografiske forhold medfører at hull-lengdene ved boring vil bli kortere i øst enn i vest, og det bør derfor satses på dette området i første omgang.

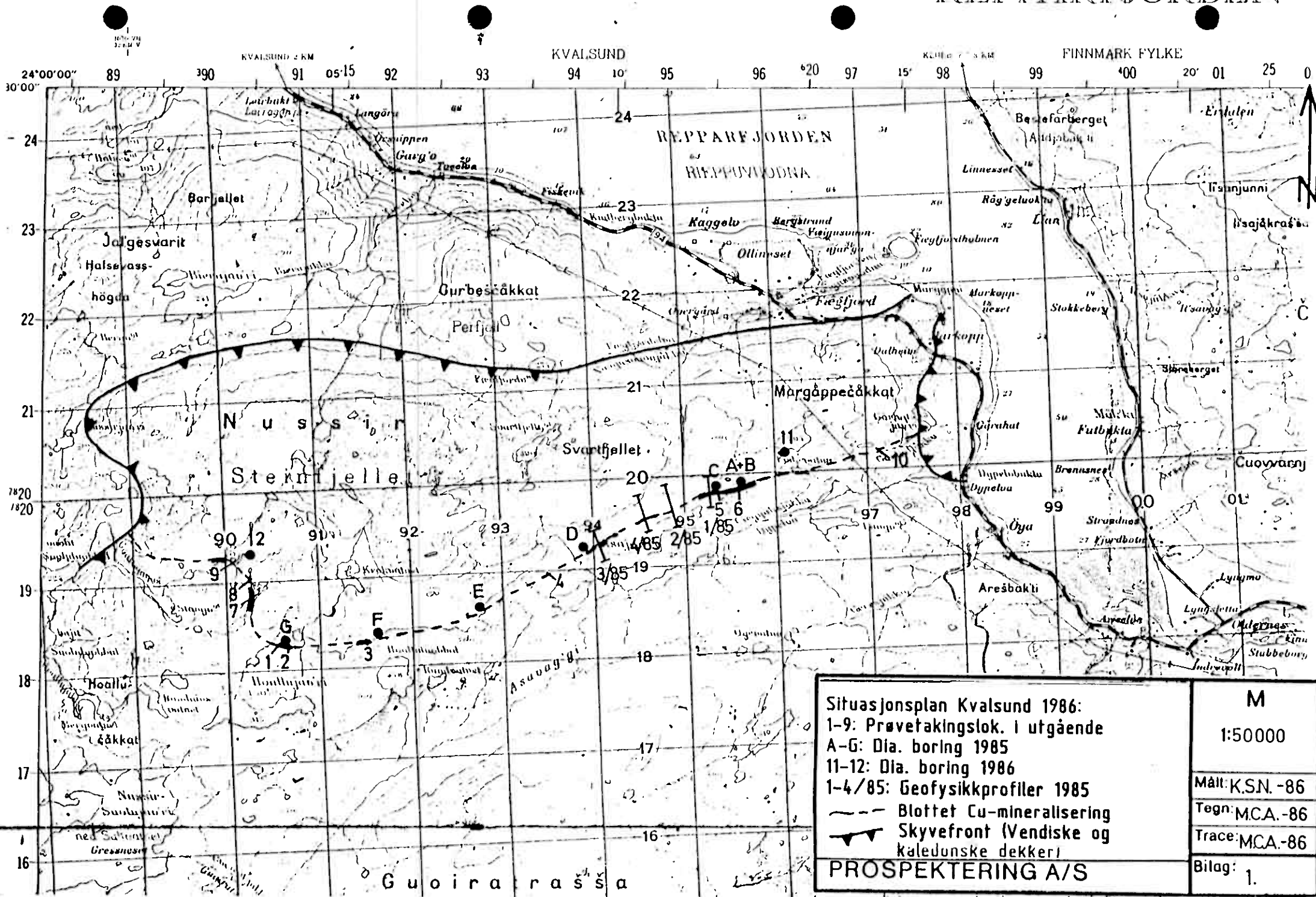
Stabekk, 07.01.1987

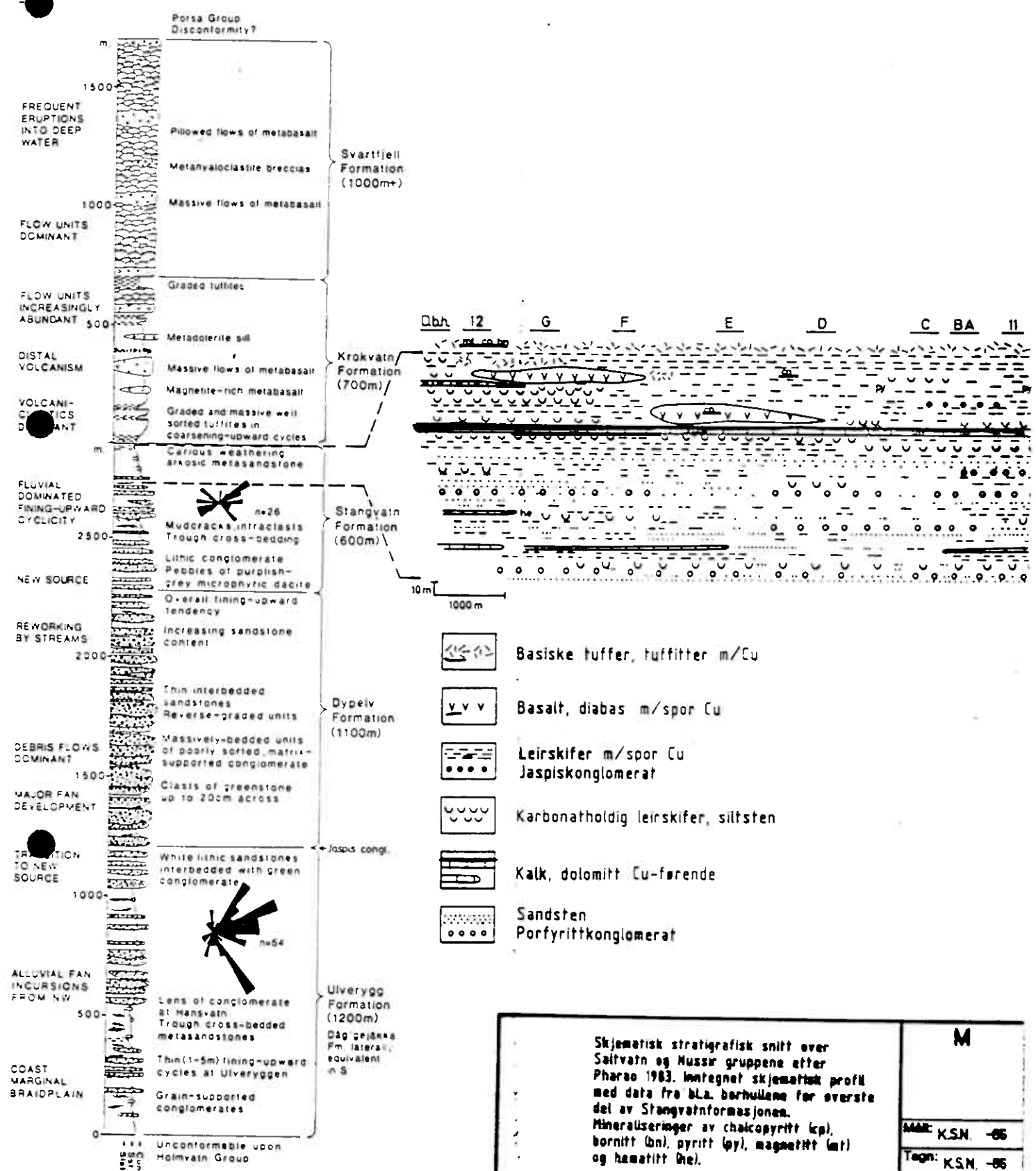
For Morten C. Andersen

*Bernt Røsholt*  
Bernt Røsholt

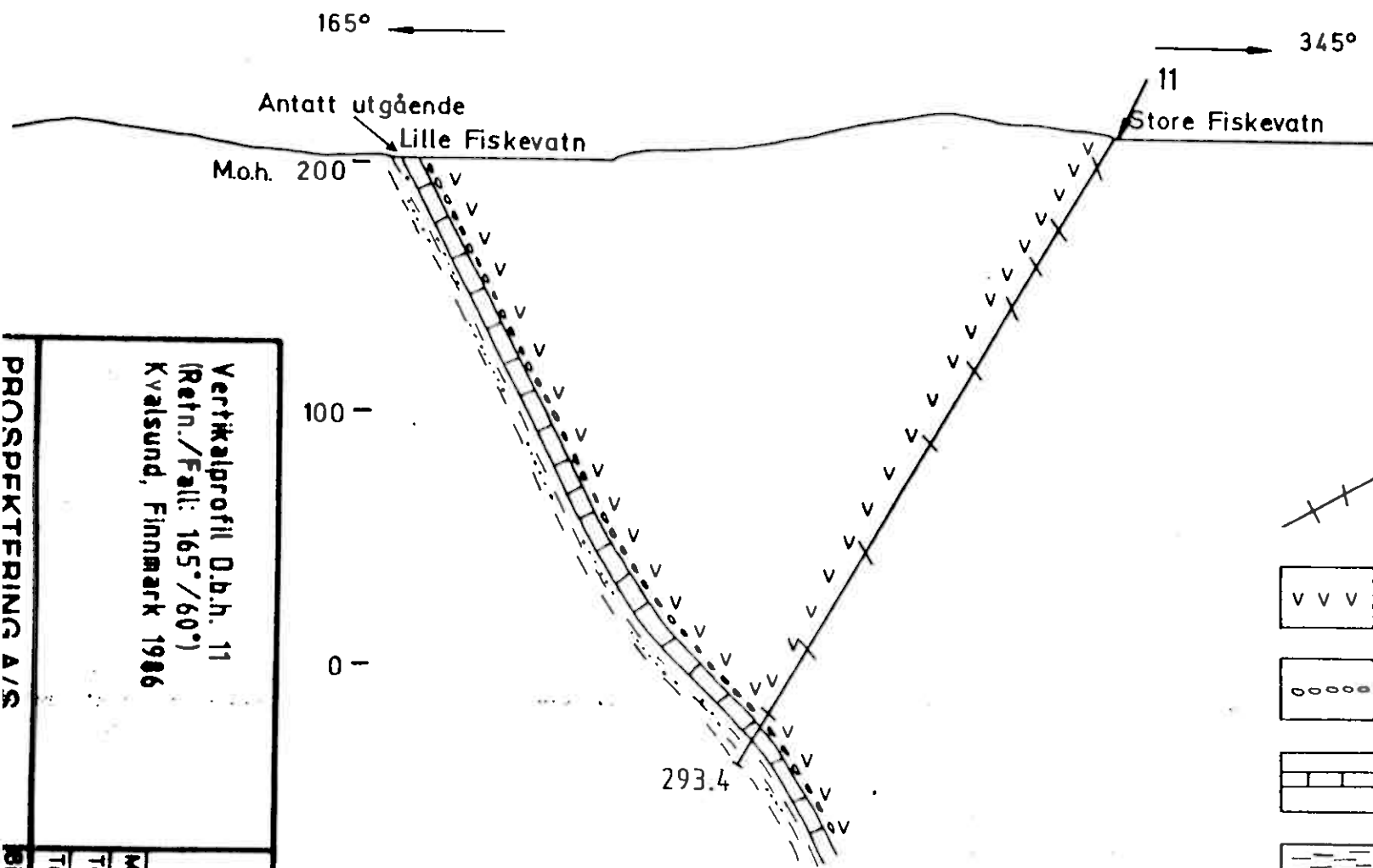
ANVENDT LITTERATUR

- Gustavsen, L.B. & Williams, N. (1981): Sediment - Hosted Stratiform deposits of Copper, Lead and Zinc. Econ. Geol. 75th. Anniversary volume, 1981, pp. 139-178.
- Nilsen, K.S. (1986): Diamantboringer og oppfølging av den Cu-Ag-Au-mineraliserte dolomitten i Kvalsund ved Repparfjord, sommeren 1985. ASPRO-rapp. 1681.
- Pharaoh, T., Ramsay, D. & Jansen, Ø. (1983): Stratigraphy and structure of the northern part of the Repparfjord-Kongsfjord Window, Finnmark, Northern Norway. Norges geol.unders. 377, 1-45.





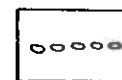
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Skjematisk stratigrafisk snitt over Seltvatn og Mussir gruppene etter Pharo 1963. Inntegnet skjematisk profil med data fra bl.a. borchullene for øverste del av Stangvatnformasjonen. Mineraliseringer av chalcopyritt (cp), bornitt (bn), pyritt (py), magnetitt (mt) og hematitt (he). | <b>M</b>          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          | MME: K.S.N. -86   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tegn: K.S.N. -86  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Trace: M.C.A. -86 |
| <b>PROSPEKTERING A/S</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 | Bilag: 2.         |



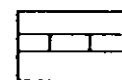
Skiffrighet i d.b.h.



Vulkansk serie (tuff og basalt)



Konglomerat

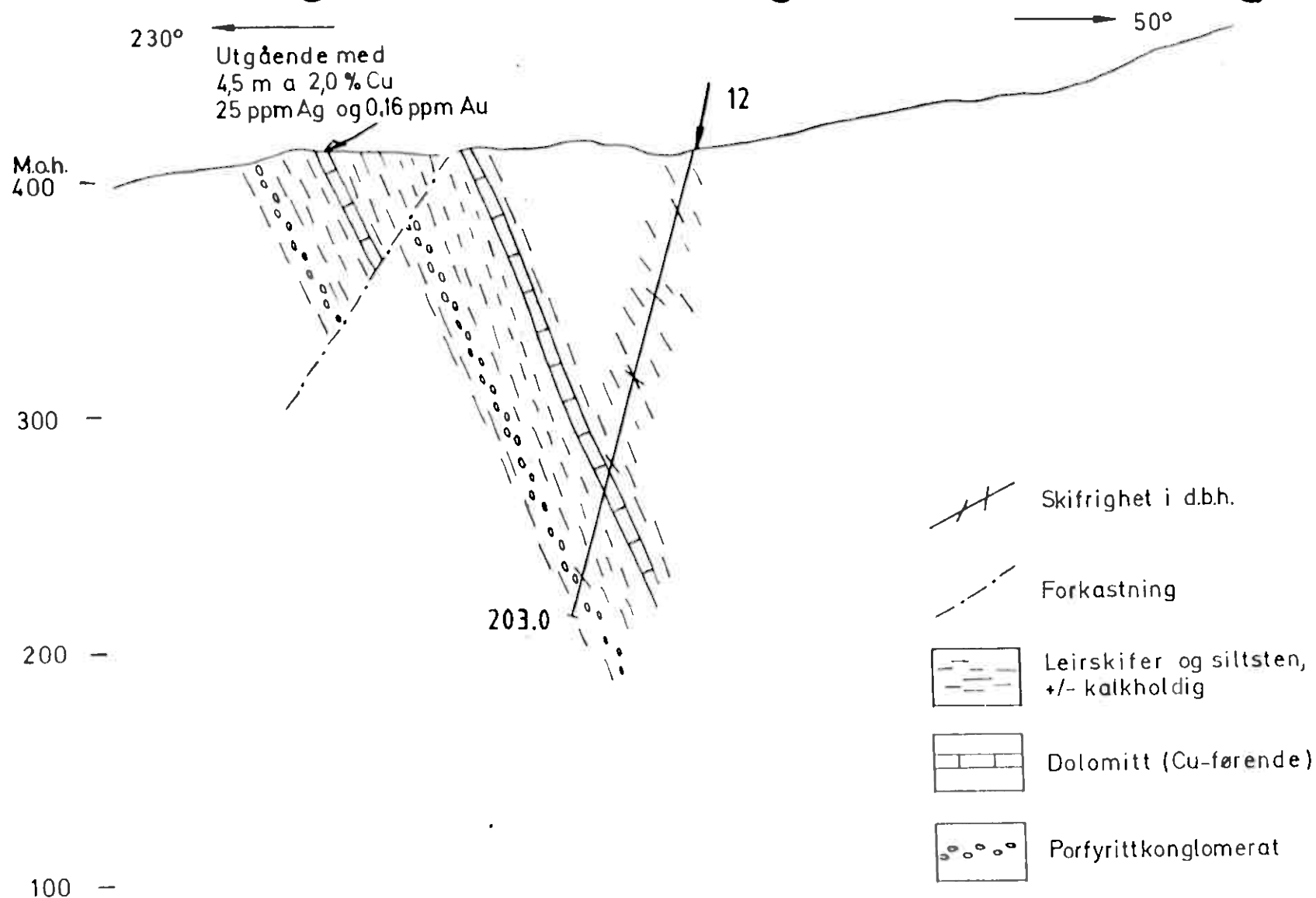


Dolomitt og  
kalkholdig skifer (Cu-førendende)



Leirskifer med sandstenslag  
og porfyrittkonglomerat

|                                                                                                                 |                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>PROSPEKTERING A/S</p> <p>Vertikalprofil D.b.h. 11<br/>(Retn./Fall: 165°/60°)<br/>Kvalsund, Finnmark 1986</p> | <p>M</p> <p>1:2500</p> <p>Malt: K.S.N.-86</p> <p>Tegn: M.C.A.-86</p> <p>Trace: —  —</p> <p>Bilag: 3</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Vertikalprofil D.b.h. 12  
(Retn./fall 230°/75°  
Kvalsund, Finnmark 1986

M  
1:2500

Malt: KSN -86

Tegn: MCA -86

Trace: MCA -86

PROSPEKTERING A/S

Bilag: 4

## Mercury Analytical Ltd.

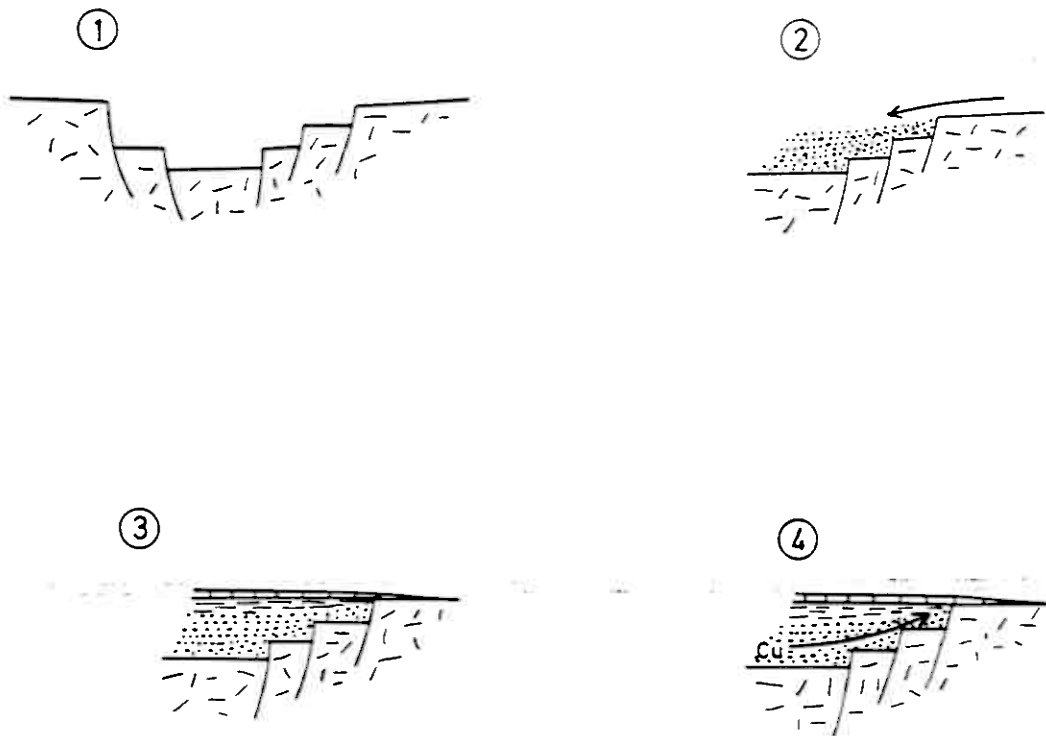
|           | Meter<br>kjernelgd. | %    | ppm |     |      |      |     |     |     |     |      |      |       |    |   |
|-----------|---------------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|----|---|
|           |                     | Cu   | Pb  | Zn  | Mn   | Ba   | Mo  | Co  | Cr  | Ni  | P    | Ag   | Au    | Sn | W |
| D.b.h. 11 | 19,5-20,0           | 0,03 | <1  | 157 | 893  | 298  | 17  | 47  | 105 | 63  | 2350 | <0,1 | <0,02 | 6  | 6 |
|           | 42,5-43,0           | 0,05 | "   | 124 | 947  | 314  | <1  | 34  | 62  | 27  | 2800 | "    | "     | 5  | 2 |
|           | 112,4-113,0         | 0,08 | "   | 56  | 1206 | 195  | 19  | 177 | 353 | 187 | 500  | "    | "     | 3  | 1 |
|           | 117,3-117,8         | 0,01 | "   | 73  | 640  | 439  | 6   | 36  | 22  | 25  | 700  | "    | "     | 3  | 2 |
|           | 197,4-197,9         | 0,23 | "   | 71  | 529  | 484  | 13  | 43  | 678 | 181 | 800  | "    | 0,02  | 1  | 7 |
|           | 238,7-240,0         | 0,03 | "   | 18  | 32   | 525  | 20  | 46  | 168 | 76  | 1500 | "    | <0,02 | 7  | 6 |
|           | 241,5-242,3         | 0,04 | "   | 29  | 46   | 520  | 8   | 47  | 108 | 67  | 1275 | "    | "     | 4  | 7 |
|           | 270,0-270,7         | 0,01 | "   | 42  | 159  | 908  | 18  | 26  | 163 | 100 | 700  | "    | "     | 5  | 1 |
|           | 274,5-275,2         | 0,03 | "   | 25  | 1092 | 2301 | 7   | 14  | 130 | 44  | 900  | "    | "     | 1  | 2 |
|           | 275,2-276,2         | 1,06 | "   | 20  | 2945 | 570  | 33  | 5   | 78  | 20  | 325  | 18,4 | 0,02  | 5  | 1 |
|           | 276,2-277,0         | 1,87 | "   | 15  | 4151 | 429  | 18  | 7   | 96  | 22  | 225  | 29,3 | 0,09  | 6  | 1 |
|           | 277,0-278,0         | 3,27 | 8   | 17  | 766  | 898  | 31  | 9   | 105 | 65  | 450  | 51,3 | 0,26  | 5  | 1 |
|           | 278,0-278,7         | 1,51 | 5   | 28  | 725  | 703  | 19  | 121 | 116 | 238 | 600  | <0,1 | 0,14  | 5  | 1 |
|           | 278,7-279,7         | 0,75 | 9   | 58  | 1353 | 737  | 16  | 13  | 124 | 41  | 500  | 13,5 | 0,02  | 4  | 4 |
|           | 279,7-281,1         | 0,00 | 3   | 13  | 702  | 907  | 16  | 4   | 125 | 47  | 550  | <0,1 | <0,02 | 1  | 1 |
| D.b.h. 12 | 140,0-140,3         | 0,05 | 15  | 37  | 7290 | 154  | 45  | 17  | 39  | 13  | 150  | 0,7  | <0,02 | 1  | 1 |
|           | 140,3-141,3         | 1,51 | 38  | 44  | 4378 | 177  | 57  | 19  | 49  | 14  | 160  | 23,3 | 0,11  | 5  | 1 |
|           | 141,3-142,3         | 0,73 | 17  | 34  | 6085 | 130  | 59  | 17  | 67  | 34  | 180  | 11,8 | 0,16  | 1  | 1 |
|           | 142,3-143,3         | 1,01 | 2   | 36  | 4987 | 309  | 86  | 16  | 89  | 52  | 200  | 14,5 | 0,11  | 4  | 1 |
|           | 143,3-144,3         | 1,71 | 44  | 45  | 3512 | 386  | 64  | 17  | 169 | 56  | 450  | 3,8  | 0,08  | 5  | 1 |
|           | 144,3-145,3         | 2,88 | 12  | 36  | 50   | 436  | 27  | 53  | 156 | 118 | 1100 | <0,1 | 0,02  | 2  | 3 |
|           | 145,3-146,3         | 1,30 | 8   | 34  | 271  | 329  | <1  | 48  | 108 | 120 | 525  | "    | 0,10  | 1  | 1 |
|           | 146,3-147,0         | 0,21 | 5   | 41  | 750  | 449  | 9   | 18  | 132 | 39  | 600  | "    | <0,02 | 1  | 2 |
|           | 147,0-148,0         | 0,31 | 5   | 57  | 768  | 432  | <1  | 42  | 146 | 85  | 750  | "    | 0,05  | 5  | 1 |
|           | 148,0-149,0         | 0,09 | 9   | 70  | 591  | 353  | 11  | 26  | 107 | 39  | 600  | "    | <0,02 | 4  | 1 |
|           | 150,0-151,0         | 0,15 | 2   | 73  | 565  | 402  | 1   | 31  | 125 | 47  | 600  | "    | "     | 1  | 1 |
|           | 159,5-160,0         | 0,95 | 41  | 78  | 368  | 378  | 728 | 15  | 175 | 25  | 700  | "    | 0,08  | 4  | 1 |
|           | 167,7-168,0         | 0,18 | 8   | 68  | 591  | 580  | 3   | 14  | 111 | 100 | 700  | "    | <0,02 | 4  | 2 |
|           | 172,0-172,6         | 0,05 | 21  | 54  | 1017 | 612  | 13  | 9   | 120 | 32  | 1175 | "    | "     | 4  | 1 |
|           | 180,0-180,9         | 0,03 | 37  | 88  | 502  | 388  | 9   | 10  | 97  | 22  | 500  | "    | "     | 6  | 1 |

Analyseresultater, Kvalsund, Finnmark 1986

PROSPEKTERING A/S

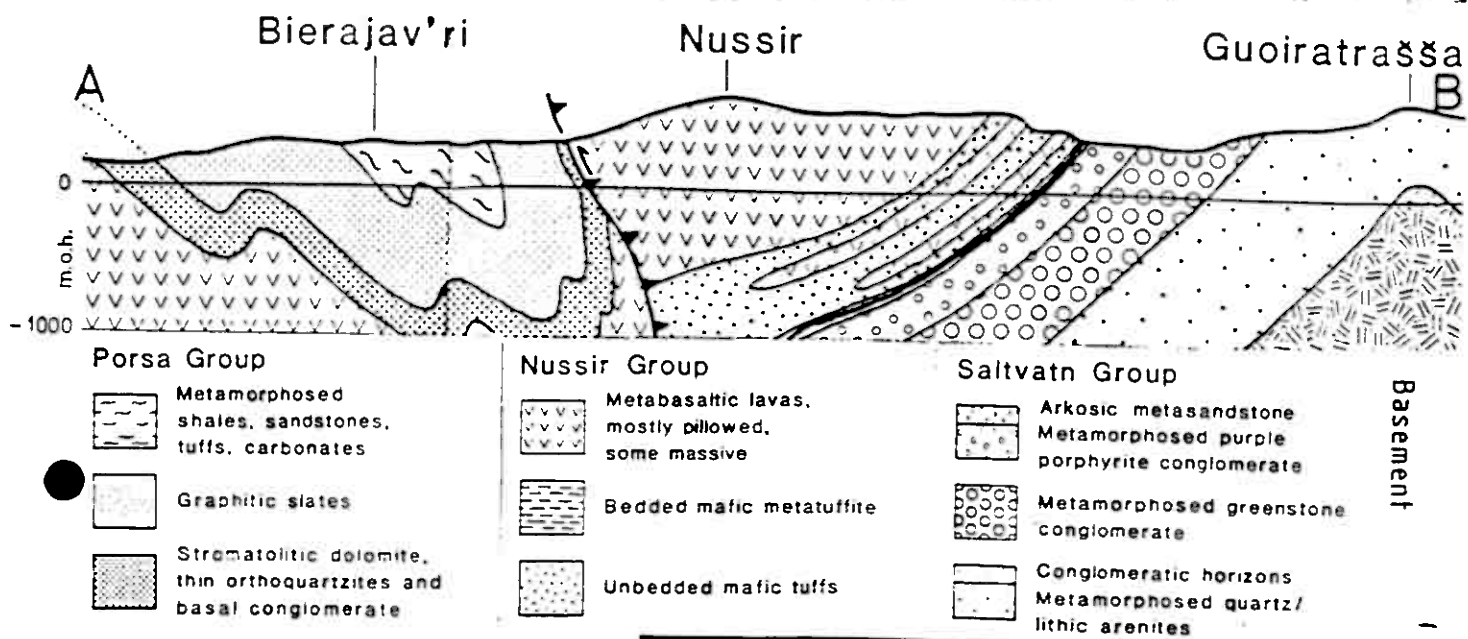
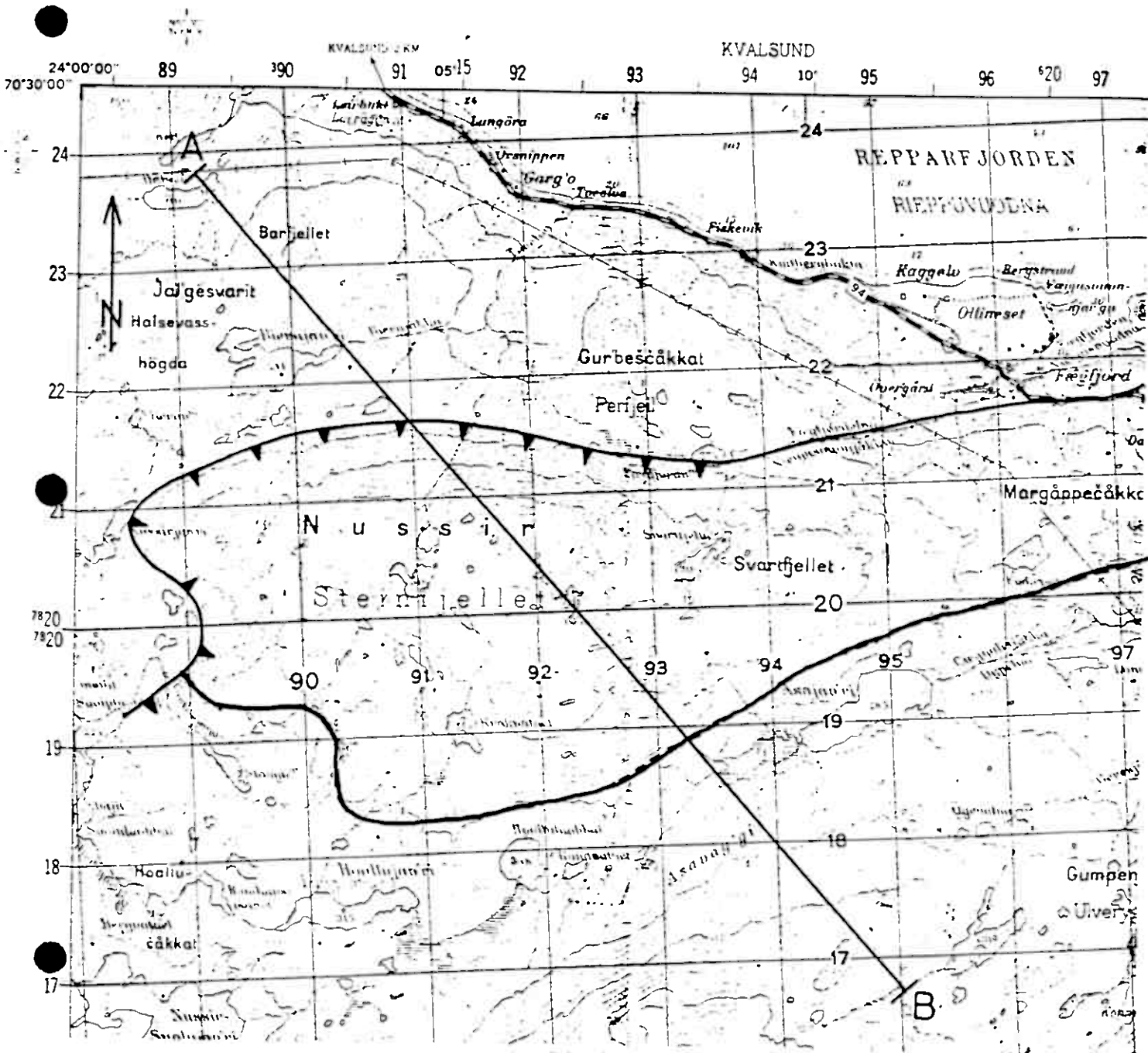
Bilag: 5.

# Forslag til mineraliseringsmodell.



- ① Tektonisk kontrolleret indsynkning
- ② Erosion og sedimentation af grovklastisk materiale, dels fra bassinranden og dels fra baglandet.
- ③ Transgression og dannelse af finklastiske sedimenter samt carbonat-"platform". Evt. red-bed og sabkha-dannelse.
- ④ Kompaktion, diagenese og utlutning af Cu fra sedimenter v.h.a.  $\text{Cl}^-$  og  $\text{SO}_4^{2-}$ -holdigt vand. Udfældning ved kontakt med organisk materiale eller inorganisk  $\text{FeS}_2$ , fortrinsvis langs bassinranden.

|                                                                                              |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Generaliseret mineraliseringsforløb ved dannelse af "sediment-hosted" red-bed Cu-forekomster | M<br>-----           |
|                                                                                              | Målt: -----          |
|                                                                                              | Tegn: M.C.A.         |
|                                                                                              | Trace: M.C. Andersen |
| PROSPEKTERING A/S                                                                            | Bilag: 4             |





## Kjerneobservasjoner.

Borhull nr. 11  
Koordinator: Y UTM 960.8 202.1  
Plasert i høyde ca. 210 m.  
• i retning N 165 Ø  
• med helning 60° S  
Borhullets lengde 293.4

Profil Fiskevatn

X

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet                          | Bergart-<br>prøve |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|
| 0- 12.2     | Jord                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12.2              | ~ 50°<br><br>v. 15 m                 | 19.5-20.0         |
| - 12.8      | Blokk (kalkholdig sandsten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                                      |                   |
| - 53.9      | <p><u>Basalt.</u> Grønn-grågrønn, fin-middelskornet homogen. Uregelmessige gulgrønne epidotbånd og slirer 1/2-2 cm brede, stedvis med kloritt, <u>kvarts og karbonat</u>, danner mindre strukturer, f.eks. flytestruktur og putelåva ved f.eks. 25.0 og 27.0 m. Enkelte kvartsårer med kloritt 1-8 cm brede. Grovkornete epidot-kvartsslirer med vekst av kloritt og gråsvart amfibol. Noe amfibol i tynne årer sammen med kloritt : Enkelte soner 1-2 dm med blek grønn basalt, antatt hydrotermalt omvandlet, noe pyritt (py) og litt kobberkis (cp), bl.a. ved 42-43 m.</p> <p>Sprede små korn av cp, opptil 1 mm, spesielt ved tynne kloritt- eller epidotårer. Cp-innholdet avtar noe etter ca. 21 m, fremdeles enkelte cp-korn, etterhvert litt py.</p> <p>Lyse kalk-kvartsårer fører litt magnetitt (mt).</p> <p>Mot liggen (49-54 m) blir basalten noe lysere grå, enkelte mørke amfibolspetter, antatt fenokrystaller. Finkornete dmtykk bånd med en del py, litt cp. 53.7-53.9 m en del cp.</p> |                   |                                      |                   |
| - 73.4      | <p><u>Tuffer.</u> Vekslende 1-5 dm bånd av finkornet til grovkornet pyroklastmateriale.</p> <p>Finlaminert-båndet tuff dominerer, blek grønne finkornete og vekslende mørke grønne og grovere mer klorittrike bånd.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   | 80°<br>v. 54.5 m<br>55°<br>v. 59.5 m | -                 |

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet                      | Bergart-<br>prøve |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
|             | Bånd med pyroklastisk materiale av for-<br>skjellig størrelse opptil 1 cm brede og<br>4-5 cm lange, flammete til mer avrundet.                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   | 60°<br>v. 69.0 m                 |                   |
|             | Enkelte lysere bånd med noe kalk og kvarts,<br>py-rikere bånd med spor cp. Lys grønn ho-<br>mogen kalkholdig skifer (noe tuffittisk<br>materiale) ved 55.5-57.3 m.                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                  |                   |
| - 91.3      | Tuffitt. Middels-finkornet homogen grønn-<br>grågrønn skifer. Soner med lys grønne po-<br>rose kalkholdige bånd. Enkelte soner med<br>pyroklastar, mer rundete fragmenter domi-<br>nerer.                                                                                                                                                                                                             |                   | 50°<br>v. 75 m<br>55°<br>v. 82 m |                   |
|             | Lyse kalk-kvartsårer med noe py.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                  |                   |
| - 98.5      | Tuffer. Grågrønn med lysere grønne pyro-<br>klastiske fragmenter opptil 1-2 cm lange,<br>vekslende bånd. Finkornete homogene soner<br>og grovere bånd.                                                                                                                                                                                                                                                |                   | 55-70°                           |                   |
| - 107.8     | Agglomerat. 1-10 cm brede pyroklastar,<br>runde boller til avlange flammete fragmen-<br>ter, lys grønne til grønne og hvite kvarts-<br>rike i grønn-grågrønn finkornet homogen<br>(til svakt båndet) matrix. Lyse kalk-felt-<br>spatslirer og grønne-lysgrønne finlaminerte<br>uregelmessige bånd. Pyrittimpregnasjoner,<br>opptil 2 cm store krystaller.                                             |                   | 65°                              |                   |
| - 112.40    | Basalt. Finkornet grønn-blek grønn med<br>mørke amfibolpletter. Blek grønne lyse so-<br>ner (antatt hydrotermal omvandling) med en<br>del py, litt cp. Tynne kloritt-amfibolfylte<br>sprekker.                                                                                                                                                                                                        |                   |                                  |                   |
| - 112.45    | Chert. Lys finkornet kvarts og ildrød jas-<br>pis i klumper. Noe finkornet py.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                                  | 112.4-<br>113.0   |
| - 115.8     | Basaltbreksje. Små og store (opptil flere<br>dm) kantede fragmenter, grønne-grågrønne,<br>mest basaltisk materiale, ofte med lysere<br>rand. Blek grønn finkornet matrix, går noen<br>steder over i gjennomsettende ganger, tyn-<br>nere årer med forgreninger. Py-krystaller,<br>stedvis litt cp-impregnasjon, bl.a. 112.5-<br>112.8 m. Noen lyse kalk-feltspatbånd og<br>-slirer med litt py og cp. |                   |                                  |                   |

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet                              | Bergart-<br>prøve |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|-------------------|
| - 145.0     | Basalt. Fin-middelskornt, grønn, homogen. Tynnere blek grønne soner til ca. 25 m med noe py, spor cp. Stedvis noe breksjering (vulkansk breksje) ved bl.a. 119.5, 127.9 og 129.5 m. <u>Tynne årer og slirer med epidot eller kloritt, kalk og noe py.</u>                                                                                                                                                       |                   |                                          |                   |
| - 147.0     | Basalt breksje. Kantede fragmenter opptil 1-2 dm av basaltisk materiale i finkornt grønn matrix. Litt py.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   | 70°                                      |                   |
| - 166.5     | Basalt. Middelskornt, homogen. Dels noe breksjert og oppsprukket til ca. 151 m. Epidotrike årer og slirer. <u>Kryssende årer av kalk, kvarts-feltspat og noe py, litt cp.</u> Tynne klorittholdige sprekker med noen kalklinser fører magnetitt, noe cp, litt py (sterkt magnetiske). Spredte py-korn, stedvis lite cp og noe mt. Enkelte kvarts-kalkbånd 1-10 cm brede med kvartsfragmenter (chert) og noe py. |                   | 65°<br>v. 185 m                          |                   |
| - 177.0     | Tuff. Vekslede soner med fin laminasjon, mer massive homogene bånd og bånd med opp- til 1-2 cm store flammete pyroklaste. Enkelte kalk-kvartsholdige bånd, 1-20 cm brede, og soner med kantede fragmenter. Grovere bånd med små amfibolspetter, ellers nokså klorittrik, finkornt laminasjon. Stedvis en del py, litt mt.                                                                                       |                   | 50°<br>v. 168 m                          |                   |
| - 200.2     | Laminert tuff. Meget finkornt grågrønn tuff med tynne mørkere og lysere grønne striper (laminasjon) og 1/2-2 mm tynne mørk blålig grå mt-rike bånd, sterkt - meget sterkt magnetisk. Noen grovere klorittrike slirer. Tynne klorittårer med noe cp og py nokså vanlige, skjærer lagning (S <sub>0</sub> ) med liten vinkel, antatt parallell skiffrighet S <sub>1</sub> .                                       |                   | 40-45°<br>v. 178 m<br>60-65°<br>v. 189 m | 197.4-<br>197.9   |
| - 200.9     | Tuffit. Middelskornt grågrønn homogen - svak bånding. Klorittholdig, litt karbonat og innslag av små rundete pyroklaste. <u>Kalkrike årer med noe cp.</u>                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                                          |                   |
| - 202.9     | Laminert tuff. Finkornt, tynne bånd og striper med mørk blågrå magnetittrike lag og grønne (klorittholdige) lag. Sterkt magnetisk.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                          |                   |

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet     | Bergart-<br>prøve |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| - 205.1     | <u>Tuffer.</u> Vekslede 1/2-5 dm soner med fine til grove pyroklaste opptil 1-2 cm, homogene grønne dels kalkholdige skifer og laminerte magnetittholdige bånd.                                                                                                                                                                                                                  |                   |                 |                   |
| - 206.3     | <u>Magnetittrik tuff.</u> (Båndet jernformasjon). Svartgrå middels-finkornet homogen - svakt båndet. Enkelte små pyroklaste og kloritt-holdig materiale i matrix av svart finkornet magnetitt, noe kloritt, kvarts. Litt py                                                                                                                                                      |                   | 70°             |                   |
| - 217.5     | <u>Agglomerat/tuff.</u> Vekslede lag med pyroklastisk materiale og finkornete tuffbånd. Lag med flammete og lag med rundete fragmenter 1-5 cm, finkornete grå-mørk og lysere grønn, rødbrune til nesten hvit (chert). Noen finlaminerte magnetittholdige tuffbånd. Gradvis overgang mot mer finkornete.                                                                          |                   | 65°<br>v. 215 m |                   |
| - 225.7     | <u>Tuffer.</u> Grønne, fin-middelskornete homogene bånd vekslede med finkornete grå-grønne lag med pyroklaste opptil 1/2 cm.                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                 |                   |
| - 229.3     | <u>Laminert tuff.</u> Grønn-mørk grønn med mørk grå magnetittholdige lag.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                 |                   |
| - 239.3     | <u>Tuffer.</u> Grønn - grågrønn fin-middelskornet kloritt-holdige bånd vekslede med pyroklastiske lag. 234.8-235.1 grågrønn kalkholdig skifer. Fra 234.4 m enkelte cp-korn som impregnasjon og i forbindelse med noen py-holdige sprekkesoner.                                                                                                                                   |                   | 70°             | 238.7-<br>239.9   |
| - 243.6     | <u>Magnetittrik tuff.</u> Mørk grå-grå middelskornet med grønne pyroklaste 1-2 mm, magnetittrik, noe kloritt, kvarts, amfibol. Tynne svarte bånd anrikt på magnetitt. Meget sterkt magnetisk. Enkelte grågrønne finkornete tuffittiske bånd. Enkelte cp-korn, bornitt (bn) observert ved 240.4-242.5. Primære strukturer som slumping og kryss-skikt observert f.eks. ved 242 m. |                   | 75°<br>v. 243 m | 241.5-<br>242.3   |
| - 245.0     | <u>Tuffitt.</u> Grønn homogen middelskornet, klorittrik, dels kalkholdig. Enkelte cm-store pyroklaste.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 245.0-246.0       |                 |                   |
| - 246.0     | Rassone, kjernetap.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                 |                   |
| - 248.4     | <u>Laminert tuff.</u> 1-20 cm grønne klorittrike bånd og mørke magnetitt-holdige tynne bånd. Tynne magnetittrike, noe grovere bånd.                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                 |                   |

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet        | Bergart-<br>prøve                                     |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| - 256.2     | <u>Tuffitt.</u> Grønn, dels kalkholdig skifer.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                    |                                                       |
| - 262.4     | <u>Tuffer.</u> Vekslede grønne klorittrike bånd, middelskornt pyroklastholdige lag og lag med finkornete magnetittholdige striper.                                                                                                                                                                                                         |                   |                    |                                                       |
| - 266.2     | <u>Magnetittrik tuff.</u> Mørk grå middels-finkornet med finkornete grønne bånd. Magnetittrike bånd (opptil anslagsvis 20-25 % mt). Litt py, spor cp på tynne sprekker.                                                                                                                                                                    |                   |                    |                                                       |
| - 273.1     | <u>Tuffitt.</u> Finkornet grå-grønnlig skifer. Grå leirskifer med grønne klorittholdige bånd og noen magnetittholdige tuffer (bl.a. 270.5-271.8 m). Lysere kalkholdige bånd med hvite karbonat-spetter, spesielt mot liggen. Spor cp og py på sprekker.                                                                                    |                   | 70-80°<br>v. 273 m | 270-<br>270.7                                         |
| - 275.2     | <u>Konglomerat.</u> Grå leirskifer, dels noe kalkholdig og noen klorittholdige lag med rundete - avlange boller - fragmenter 1/2-2 cm med lys kvartskalk, hvit finkornet kalk, rødlig kvarts (chert), grå skifer og grønne klorittholdige slirer. Spor cp i matrix.                                                                        |                   | 75°                | 274.5-<br>275.2                                       |
| - 278.0     | <u>Dolomitt.</u> Lys grålig kalkrike skiferbånd, blek grønne kalkholdige skiferbånd, lys grønnlig - gulbrunlige massive dolomittlag 0.2-3 dm, og tynne finkornete kvartslag (chert).                                                                                                                                                       |                   | 65-85°             | 275.2-<br>276.2<br>276.2-<br>277.0<br>277.0-<br>278.0 |
|             | <u>Bornitt</u> som finkornet impregnasjon, dels anriket i mm-tynne lag (fortrinnsvis assosiert med facieoverganger, f.eks. på grensen dolomitt/skiferholdige lag) og på enkelte tynne sprekker (med finkornet kvarts). Litt cp mot liggen. Relativt rik impregnasjon 277.1-277.8. Mm-tynne sprekker med belegg og små krystaller av rutil. |                   |                    |                                                       |
| - 281.5     | <u>Kalkholdig skifer.</u> Finkornet, homogen grønnlig grå skifer, mer og mindre kalkholdige soner, noen grå leirskiferbånd. Til 279 m impregnasjon av noe cp og litt bn, dels på tynne kalkårer. Til 280 m finkornet impregnasjon av py og litt cp. Til 281 m tynne sprekker og noe impregnasjon av py.                                    |                   | 75°                | 278.0-<br>278.7<br>278.7-<br>279.7<br>279.7-<br>281.1 |

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet                                  | Bergart<br>prøve |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|------------------|
| - 293.4     | <p>Leirskifer med sandstenslag og porfyr-<br/>ittkonglomeratlag. Grå mørk grå leirskifer med<br/>1-5 dm brede lag av lys grå sandsten, noe<br/>grønnlig grå kalkholdig siltsten/skifer og<br/>karakteristiske rødfilette porfyr-<br/>ittboller, dels noe fragmenterte i rødlig<br/>sandsten eller grå siltsten.<br/>Til 287 m har de kalkholdige lagene tynne<br/>sprekker med litt py.</p> |                   | <p>75°<br/>v. 285 m<br/>80°<br/>v. 292 m</p> |                  |



## Kjerneobservasjoner.

Borhull nr. 12 Profil Nussir SV  
 Koordinator: Y UTM 902.9 193.2 X  
 Plassert i høyde ca. 405 m.  
 • i retning N 150 Ø  
 • med helning 75° SV  
 Borhullets lengde 203.0

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet                                                                                                                                                                             | Bergart-<br>prøve |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 0- 1.0      | Blokk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.0               |                                                                                                                                                                                         |                   |
| - 71.5      | <p><u>Kalkholdig skifer.</u> Finkornet blek grå-grågrønnlig - beige-grå. Består av finkornet kvarts, feltspat og glimmer i kalkmatrix. Lysere kalkrikere soner og mørkere leir-skiferholdige soner, bl.a. ved 36-39 m og 25-29 m. Noen siltrikere soner (mergel). Lokalt tynnere grønnlige bånd med mulig innslag av tuffittisk materiale (kloritt).</p> <p>Akseplanskiffrighet (<math>S_1</math>) er oftest godt utviklet, penetrerer lagningen (<math>S_0</math>), hvis retning varierer en del p.g.a. småfolding (skjærfolder med relativt liten amplitude). Akseplanskiffrigheten favoriserer vekst av glimmer (kloritt, litt biotitt) langs tynne sprekker, f.eks. ved 39-44 m.</p> |                   | $S_0$ 45° v. 4 m<br>$S_1$ 15° v. 8 m<br>$S_1$ 10° v. 18 m<br>$S_0$ 40° v. 24 m<br>$S_0$ 60° v. 39 m<br>$S_0$ 35° v. 52 m<br>$S_0$ 60° v. 53 m<br>$S_1$ 20° v. 54 m<br>$S_0$ 70° v. 65 m |                   |
| - 94.0      | <p><u>Kalkholdig siltsten (mergel).</u> Middelskornet blek grå, homogen, massiv, oftest ingen markert lagning (<math>S_0</math>). Stedvis noen mer finkornete skifer soner og mørkere leir-skiferholdige lag, enkelte lyse mer kalkrike bånd og kvarts-feltspatholdige lag.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   | $S_0$ 60-80° v. 75 m<br>$S_1$ 10-20° v. 85 m                                                                                                                                            |                   |
| - 101.6     | <p><u>Leirskifer med tuffitt.</u> Grå fin-middelskornet leirskifer med rødbrunlig fargetone og grønngulgrå klorittholdige bånd med enkelte gulgrønnlige epidotrike 1-3 cm lange ellipseformede linser som dels går over i uregelmessige skarpt avgrensede slirer og bånd (antatt lapilli?). Noen grovere kalkholdige lag.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   | $S_0$ 40-65°<br>$S_1$ 20-25°                                                                                                                                                            |                   |
| - 132.0     | <p><u>Leirskifer.</u> Grå-mørkere grå fin-middelskornet, rik på hvite kalkslirer og spetter, 2-10 cm lange og 1/2-1 cm brede. Enkelte mer kalkholdige, tynnere kalkrike og grovere siltlag.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   | $S_1$ 20° v. 110 m<br>$S_0$ 35-60° v. 119 m<br>$S_0$ 40-75° v. 128 m                                                                                                                    |                   |

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kjerne-<br>mangel | Skiffrighet                                                                                                  | Bergart-<br>prøve                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -140.3      | Kalkholdig skifer. Grå-grønnlig finkornet med mørkere leirholdige og lysere mer kalkrike soner. Cm-tynne rene hvite kalkbånd, og 2-10 cm lag rike på hvite kalkspetter i skifer-matrix. Tynne kalkholdige sprekker med spor kobberkis (cp).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   | S <sub>1</sub> 20-25° v.<br>S <sub>0</sub> 50-70° v.                                                         | 138 m<br>139 m<br>140.0-<br>140.3                                                                    |
| -145.3      | Dolomitt med kalkholdig skifer. Båndet, cm-dm lag av dolomitt og lys grå-grå kalkskiferholdige bånd. Tynne lys grå kvartsbånd (chert). Hvit, grågrønnlig, grå til brunlig dolomitt, ofte vesentlig oppsprukket eller noe breksjert. Sprekker med kalk eller kvarts, finkornet glimmer, stedvis epidot (sterk grønn) eller ankeritt (fiolettrød). Enkelte lyse lag med blålig grå spetter (muligens anhadritt?).<br><br>Mineralisering av bornitt (bn) og/eller kobberkis (cp), vesentlig på sprekker, enkelte rikt mineraliserte cm-brede sprekker, noe svakere impregnasjon i kalkholdige skifersoner. 140-142 m vesentlig bn, 142-143.5 m både bn og cp, 143.5-146 vesentlig cp. |                   | S <sub>0</sub> 50° v.                                                                                        | 141 m<br>140.3-<br>141.3<br>141.3-<br>142.3<br>142.3-<br>143.3<br>143.3-<br>144.3<br>144.3-<br>145.3 |
| -150.7      | Dolomitt. Mer homogen finkornet dolomitt med enkelte kalkbånd, tynne chertlag og lokalt tynne kalkrike skifersoner. Grågrønnlig til brunlig dolomitt, stedvis røde slirer, grovere lag med hvite kalkspetter. Noe cp på tynne sprekker, spesielt mot hengen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   | S <sub>0</sub> 45-50° v.                                                                                     | 146 m<br>145.3-<br>146.3<br>146.3-<br>147.0<br>147.0-<br>148.0<br>148.0-<br>149.0<br>150.0-<br>151.0 |
| -154.3      | Kalkholdig skifer. Grå-blek beige-grå med finkornete kalkrike, dolomitt- og kvartsbånd. Spor cp på tynne sprekker.<br><br>Leirskifer. Homogen mørk grå-grå, fin-middelskornet. Enkelte lysere noe grovere kalkholdige bånd. Noen soner bl.a. ved 173.9-174.8 med uregelmessige lys grå og mørke slirer, 1-10 cm lange, av uvisst opprinnelse. Enkelte tynne finkornete kalk- eller kvartsrike bånd. 1-5 mm brede kalkårer er stedvis ganske vanlige.                                                                                                                                                                                                                               |                   | S <sub>0</sub> 50° v. 154m<br><br>S <sub>0</sub> 55° v.<br>S <sub>0</sub> 30° v.<br>S <sub>1</sub> 15-20° v. | 172 m<br>175 m<br>180 m<br>159.5-<br>160.0<br>167.7-<br>168.0<br>172.0-<br>172.6<br>180.0-<br>180.9  |

| Boret meter | Bergart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kjerne-<br>mangel          | Skiffrighet                                                       | Bergart-<br>prøve                |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|             | Gjennomsettende sprekker og årer med kalk, eventuelt noe kvarts kan inneholde <u>cp</u> og noen steder noe <u>py</u> , bl.a. ved 165-170.5 m og 177-182 m, kan også forekomme som disseminasjon i forbindelse med sprekkesonene.                                                                                                                                                                                                                 |                            |                                                                   |                                  |
|             | Ved 159.6 og 172.2 m 1-5 cm finkornete kvartsårer med dels rik mineralisering av <u>cp</u> finkornet <u>molybdenglans</u> og noe <u>py</u> , noe disseminasjon i forbindelse med assosierte tynne sprekker.                                                                                                                                                                                                                                      |                            |                                                                   |                                  |
| --187.7     | Kalkholdig skifer. Blek beige-grå-grønnlig grå, finkornet, homogen. Lag med hvite og rødbrune karbonatpetter. Tynne kalkårer vanlige.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            | S <sub>0</sub> 40°                                                | v. 184 m                         |
| -194.8      | Porfyrittkonglomerat. Vekslede lag med mindre og større kgl. boller eller fragmenter, grålig leirskifer, kalkholdig skifer og siltsten og sandsten. Raske facievekslinger, tendens til noe gradert lagning. Karakteristiske rød fiolette porfyrittboller (Stangvann-konglomerat) av dacittisk sammensetning, 0.1-2 cm store, skarpkantede fragmenter, oppbrutte boller til rundete boller. Sprekkesone med tynne hvit-rødlige karbonatfyllinger. | 188.6-189.5<br>190.0-190.8 | S <sub>0</sub> 50°<br>S <sub>0</sub> 55°                          | v. 189 m<br>v. 195 m             |
| -203.0      | Leirskifer. Grå, mørk grå, noe siltholdig materiale.<br>Småforkastninger observert, bl.a. ved 196.5 m retning tilnærmet normalt på lagningen S <sub>0</sub> , forskyvning ca. 5 cm.                                                                                                                                                                                                                                                              |                            | S <sub>0</sub> 50-55°<br>S <sub>1</sub> 15°<br>S <sub>0</sub> 60° | v. 195 m<br>v. 200 m<br>v. 200 m |
|             | SLUTT.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                                                                   |                                  |

Apendiks - Bilag 9.

MINERALOGI AV DEN KOBBERFØRENDE KALK-DOLOMITT OG SKIFER.  
SAMMENDRAG AV 12 MIKROSKOPERTE TYNNSLIP OG POLERSLIP.

Den mineraliserte sonen består av to hovedbergarter: Kalk - (dolomitt), og kalkholdig skifer. Den vesentligste forskjellen er forholdet mellom innholdet av karbonat og glimmer.

Dolomitten består av:

Karbonat (40-60%) i uregelmessige korn ca. 0.1 - 0.3 mm i finkornet matrix. Antatt minst to generasjoner av karbonat. En del korn har antydning til sonering og noe gråbrunlig fargetone (dolomitt).

Kvarts (10-20%) i klastiske korn, som regel dårlig rundete 0.05 - 0.5 mm, noe sonering (påvekst) kan forekomme.

Plagioklas (5-20%) i klastiske korn, ofte ufriske og nedbrutte.

K-feltspat (2-12%) klastiske korn, noe friskere enn plagioklas.

Lys glimmer (1-5%) tabulære korn, 0.1 - 0.01 mm. Flere typer observert, mest fargeløse, også noen med svak gulbrunlig og grønnlig fargetone. Sannsynligvis muskovitt (illitt, glauconitt og gips-anhydritt er ikke sikkert identifisert).

Biotitt (1-2%) finkornet 0.01 - 0.02 mm bestanddel av matrix, uregelmessige korn, pleokroisme til brunlig olivgrønn.

Turmalin (1-2%) enkelte korn i matrix og langs sprekkesoner 0.1 - 0.5 mm. Sonerte krystaller med forskjellig farge forekommer. Sterk pleokroisme rosa - mørkolivgrønn, blågrønne og gulbrune varianter.

Orthitt og rutil opptrer sporadisk, meget små korn 0.1 - 0.05 mm.

Kalkholdig skifer har i store trekk samme mineralogi som dolomitten, men matrix består av finkornet biotitt, mens innholdet av karbonat varierer mye (1-30%). Innholdet av klastiske kvarts- og feltspatkorn er noe høyere, og finkornet kvarts kan inngå i matrix. Innholdet av karbonat og glimmer kan variere mye i bånd i mm - dm skala.

Det kan skilles mellom fire hovedtyper av mineralisering og parageneser:

- A. Jevnt fordelt i matrix i dolomitt og kalkrik skifer. Uregelmessige korn av bornitt, kobberkis og digenitt, 0.01 - 0.5 mm, vanligste kornstørrelse rundt 0.1 mm, opptil 1 mm korn i spesielle bånd. Bornitt er vanligst, kobberkis er relativt sjelden i øst, og blir mer vanlig i vest og syd (ved borhull G). Bornitt er ofte sammenvokst med eller har lameller av digenitt eller av kobberkis. Covellin er dannet sekundært etter bornitt-digenitt. Små korn 0.01 - 0.05 mm av hematitt og rutil i varierende mengde. Små korn av pyritt er observert på hengsiden av sonen.
- B. Anrikt i glimmerrike bånd i kalkholdig skifer. Tynne mm-bånd med finkornet biotitt, kvarts-feltspat (klastiske korn og fragmenter) og Cu-sulfider. Skarpe eller overgangsmessige grenser kan også lokalt kutte gjennom lag og forgrene seg (muligens "load cast" strukturer eller "avløpskanaler" for vannet som er presset ut av sedimentene). Bornitt er aller vanligst, 0.05 - 1 mm korn, digenitt assosiert med kobberglans eller bornitt. Kobberkis kan forekomme sammen med bornitt, mer sjeldent som rene korn. I et slip er det observert et sonert bornittkorn (0.6 mm) med kobberkiskjerne med cubanitt-lameller. Rundt bornittkornet er en rand av digenitt. I ytterkanten av kornet finnes kobberglans. Langs sprekkesoner er bornitt og digenitt omdannet til covellin og malakitt.
- C. Kvartsårer. Tynne  $\frac{1}{2}$  - 2 mm brede årer med stor vinkel til lagningen, assosiert med en grovere og mørkere biotitt, turmalin langs kanten og varierende innhold av sulfider. Kobberkis ser ut til å være mest dominerende, mindre mengder bornitt. Der hvor årene lokalt vider seg ut eller krysser hverandre, kan kobberkis-bornitt forekomme i opptil flere cm lange korn og korngrupper. Covellin og digenitt er assosiert med bornitt.

- D. Kalkårer. Tynne årer og slirer, som regel lite utholdende, butter lagning med moderat-liten vinkel. Inneholder varierende mengde sulfider og oksyder, og grønn kloritt. En del årer har ubetydelig mineralisering. Rutil og spesielt hematitt er stedvis ganske vanlig. Bornitt og kobberkis forekommer i varierende mengde, ofte intimt blandet, kornstørrelser 0.1 - 10 mm, stedvis en del digenitt og covellin. Korn av magnetitt er observert. Hematitt kan forekomme som påvekst (rand rundt) sulfidene og magnetitt. Cupritt er observert et par steder, et sted i tabulære korn 0.5 - 1 mm som omslutter resten av bornitt og covellin.

Oppdrag:

STATENS MALMUNDERSØKELSER

GM Rapport nr. 204 G

Prøvetaking og Geokjemiske undersøkelser

BORRAS KOPPER-KOBOLTSKJERP / ALTA

1. 5. oktober 1957

## INNLEDNING.

Tidligere på sommeren ble Borras Kopper-koboltforekomst ved Skogvann, Alna kommune, befart av Sæviold, i sin rapport, GM Rapport nr. 204 F, anbefaler han å undersøke den mulighet å lokalisere de mineraliserte deler i terrenget ved hjelp av geokjemisk overveikering. Han mener at borras-området er et svært egnet for detaljarbeider. Vokas påpeker i "Notat til Direktøren for NGU" av 5. mars 1957, NGU Bergarkiv rapport nr. 2954, at de to dolomitdrag som Borras skjerp, henholdsvis Raipas grube er tilknyttet danner skjerpene av en antikkinal med aksretning N 10° V og svak stupning mot syd. Se Pl. i nr. 2. Han berører at de to "malmerende" dolomitdrag har en lignende karakter som de to dolomitdragene i Skogvannsområdet. Det er derfor et slikt undersøkelse. Første fase i et geokjemisk arbeidsprogram burde følge Vokas baseres på bakkesedimentmetoden.

Ved feltarbeidens avslutning oppholdt Tapten og Staw seg noen dager i Borras-feltet med det formål å samle materiale for en vurdering av malmen, samt geokjemisk undersøkelse. Programmet av overbehandling ble gjort i samarbeid med det geokjemiske laboratoriet. Der ble samlet prøver av malmen som er undersøkt over malmen. Der ble også foretatt geokjemiske analyser i feltet.

Arbeidet ble avsluttet den 3. oktober av tungt snøfall.

## PROSJEKTAVG. MINERALGEOLOGISKE UNDERSØKELSER.

### STRUKTURGEOLOGI.

Geokjemisk tiltak til malmen er unntatt i den korte stollen som er drevet inn. På dette stedet finnes en stor del ganske mange bergartstykker som inneholder malmineraler. Disse ble knust og skadet, og en ca. 50 kg prøve samlet sammen til mineralogisk overbehandling. Denne prøve representerer på ingen måte forekomsten av malmineraler.

En annen sulfidstykker, to kopper- og en amfibol- og dolomitprøve ble også tatt. Disse prøvene er ved Norges geologiske institutt med følgende resultater:



Oppdrag:

STATENS MALMUNDERSØKELSER

GM Rapport nr. 204 G

Prøvetaking og Geokjemiske undersøkelser

BORRAS KOPPER-KOBOLTSKJERP / ALTA

1. 5. oktober 1957

Spektrografiske analyser av malm- og bergartsprøver fra Borrås.

|    | Malm I               | Malm II              | Malm III             | Hematitt I           | Hematitt II          | Massiv dolomitt      |
|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Cu | 21,1%                | 23,8%                | 12,8%                | 0,1 <sup>x</sup> %   | 0,01 <sup>x</sup> %  | 0,1 <sup>x</sup> %   |
| Co | 1,8%                 | 2,2%                 | 4,0%                 | 0,1 <sup>x</sup> %   | 0,1 <sup>x</sup> %   | 0,1 %                |
| Ni | 6,3%                 | 0,3%                 | 0,6%                 | 0,1 <sup>x</sup> %   | 0,1 <sup>x</sup> %   | 0,1 %                |
| Cr | < 0,1 <sup>x</sup> % | < 0,1 <sup>x</sup> % | < 0,1 <sup>x</sup> % | < 0,1 %              | < 0,1 %              | < 0,1 %              |
| Ag | 250 <sup>E</sup> /t  | 230 <sup>E</sup> /t  | 150 <sup>E</sup> /t  | < 10 <sup>E</sup> /t | < 10 <sup>E</sup> /t | < 10 <sup>E</sup> /t |
| Pb | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               |
| Bi | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               | < 0,01               |
| Cd | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               |
| Mn | $\frac{x}{10}$ %     | $\frac{x}{10}$ %     | $\frac{x}{10}$ %     | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{1000}$ %   |
| As | < $\frac{x}{1000}$ % | < $\frac{x}{1000}$ % | < $\frac{x}{1000}$ % | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{1000}$ %   | < $\frac{x}{1000}$ % |
| Ti | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{100}$ %    | $\frac{x}{100}$ %    |
| V  | $\frac{x}{1000}$ %   | $\frac{x}{1000}$ %   | $\frac{x}{1000}$ %   | $\frac{x}{1000}$ %   | $\frac{x}{1000}$ %   | $\frac{x}{1000}$ %   |
| Sn | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               | < 0,05               |

En del av våre merke-følsonber spektroskopiske o. dr. ikke bestemte. Tallene merket x er grovt anslått, mens tall med < foran angir at en eventuell tilstedeværelse av dette metall ligger under apparaturens følsomhetsområde.

Dolomittprøven viser overhode ingen tegn til mineralisering. Dette bekrefter den antakelse at malmmineralene kun opptrer i definerte sørekker. Noe av det første en må gjøre ved en eventuell prospektering etter malmer av denne type må derfor være å få en klarhet over sprekksystemets geometri og lokalisere de partier av dolomittdraget i Raipas - Borråsantiklinalen hvor slike sprekker er særdeles fremtredende. En slik kartering bør innledes med fotogeologi. Hematitten opptrer også i sprekker. Analysene viser imidlertid at dette fyllmateriale ikke inneholder sulfidmineraler. Hematittmineraliseringen synes derfor å tilhøre en annen generasjon en sulfidmineraliseringen. Det vil være av stor betydning å avgjøre hvorvidt de to generasjoner er tilknyttet forskjellige sprekkeretninger, og så koncentrere sin interesse om de retninger som eventuelt kan avgjøres å være sulfidførende.

Betrakter en topografien på Pl. 1, vil en se at elven som løper ut av Skogvannet har et tydelig rettlinjet løp - N 41° V (400° sirkel). Denne retning synes å være fremtredende i området mellom den nordlige del av Tverrelvdalen og Transfordalen, og må representere en tektonisk orientering. Det er interessant å merke seg at retningen løper parallelt med det korte tverrsnittet i stollen, som må ha fulgt de sulfidførende sprekker. Se Pl. 3.

I Tverrelvdalområdet syd og øst for Rogaskog synes tendensen å svinge mot vest-nord-vest.

I området vest for Tverrelvdalen indikerer også topografien definerte tektoniske orienteringer som imidlertid her løper i nordøstlig retning. Ved Raipas gruve er retningen N 40° Ø. Denne korreponderer med Åsnes undergrunnskarteringer, NGU Arbeid 1954. Ved de 36 dalene som ligger 1 og 1½ km lenger mot sydøst har de topografiske depresjoner svingt over mot N 55° Ø, henholdsvis N 71° Ø. I den samme trakt finner en nok to retninger. Den ene løper N 12-14° V og faller således sammen med antiklinalens aksieretning. Den andre retningen står loddrätt på den første.

Det er interessant som denne orienteringen på Raipas sett i sammenheng med de tektoniske forhold en skulle vente seg i Raipas - Borrasantiklinalen, idet de topografiske depresjoner antas å reflektere tensjonssprekker.

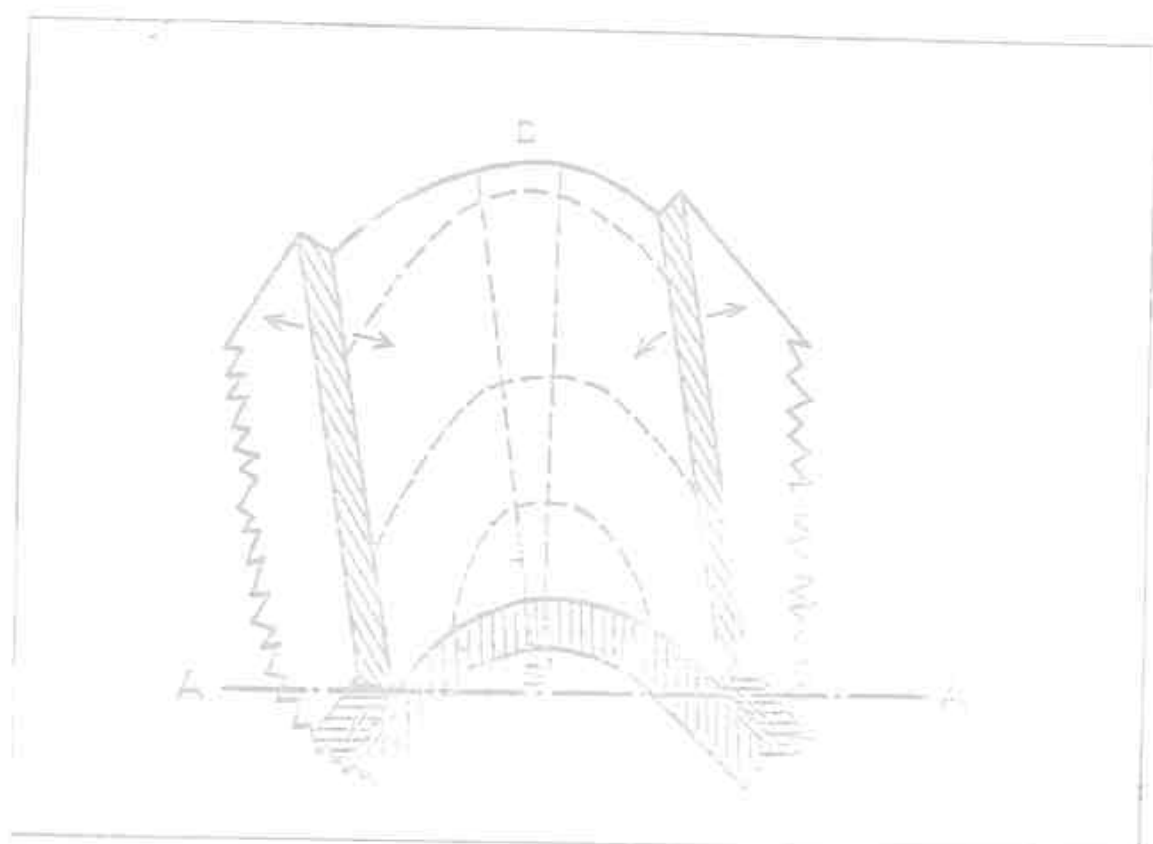


Fig. 1

Fig. 1 viser de tensjonssprekker som vil oppstå i en lagpakke som først omfoldes etter aksen B-B' og så løftes i B mens den holdes hengslet etter linjen A-A'. Pilene antyder strekkspenningene.

Den mange tensjonsspreke som følger Skogvannetveien adretter delomludningen ankeret i den topografiske depresjon som er representert av Skogvannet. Tektoniske knutepunkter (kryssende strukturer) erkjennes som særdeles kritiske for hydrotermale malmavsætninger av den type som fører til sprekkfyllinger. Der hvor åpne tensjonssprekker krysser kjemisk reaktive bergarter, i første rekke kalk, vil malmfellingen aksellereres.

En grundig stereoskopisk kartlegging på flyfoto av alle lineasjoner i området burde kunne stadfeste om ovennevnte antakelser er riktige.

Vakas oppgir i NGU Årbok 1956 at Borrasmalmen inneholder følgende malm-mineraler:

bornitt:  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$

kopperkis:  $\text{CuFeS}_2$

neodigenitt:  $\text{Cu}_2\text{S}$

covalitt:  $\text{CuS}$

carrollitt:  $(\text{Co}_{2-x}\text{Ni}_x)_3\text{S}_4$

For Borrass et forholdet

$$x/y/z = \frac{2.6:15.98/0.2}{1}$$

Fra den næst beslektede Rappamoresområdet rapporterer den at malmenes kobolt og nikkel er opptatt i mineralet siegenitt  $(\text{Ni}_x\text{Co}_y)_3\text{S}_4$ .

Salv om det ikke lar seg gjøre å antyde noen gjennomsnittsgehalt for Borrass-førkomsten, vil en eller annen framstilling av malmenes verdi være ønskelig. Som bilag vedlegges derfor en kalkulasjon over metallverdien i et kjemisk rent malmkonsentrat.

Med det sparsomme opplysningsmateriale en har for hånden er det ikke mulig å foreta noen pålitelig beregning over de tallrike malmmineralenes gjensidige fordeling og dermed sikkert angi hvilket metallinnhold et konsentrat vil få. En må opas huske på at kalkulasjonene bygger på analyser av kun tre små og representative prøver, noe som de store variasjoner i tabell 1 klart demonstrerer. Videre er de spektrografiske bestemmelse av Co og Ni ikke utført absolutt kvantitativt. De tall som denne kalkulasjon bringer fram må derfor betraktes med stor reservasjon.

Beregningene forteller at metallverdien pr. 31. desember 1960 i det kjemisk rene malmkonsentrat som de tre analyseprøver representerer (3224 - 5642 kr./tonn) ligger vel i samme rekke som metallverdien av våre norske koppargruvers viktigste salgprodukt, kopperkis (1570 kr./tonn kjemisk rent konsentrat).

Denne opplysning demonstrerer med tydelighet at en i Borras står overfor en malmtipe som kan tåle stor gråberggullblanding ved en eventuell drift.

### GEOKJEMISKE UNDERSØKELSER.

Det ble lagt ut en basislinje parallelt med dolomittvegget, fra Skogvann, over stollen og vel 200 m videre sydover. Området mellom stollen og vannet er dekket av myr, og det ble ikke utført noen undersøkelser her. Syd for stollen ble det trukket 6 korte tverrprofiler. Stidningsnettet med innskissert topografi framgår av Pl. 2.

Flere steder langs det hoveddraget som dolomitten dannes under en mineraliseringsfurekner avvannet det har avsatt seg en lett grynfallende malakittform på fjellet omkring. Hver eneste slik lokalitet har vært skjerpet og sprengt. Disse skjerpene er avmerket på plansjene. Jorddekket over dolomitten er svært tynn, og til dels ligger mosen direkte på fjellet.

Først ble det gjort geokjemisk feltbestemmelse av sum tungmetaller i humusdekket etter Blooms metode. Årsaken er beskrevet i *Geochimical Geology*, vol. 50, 1956, s. 533-41. Nærværende resultater er basert på en volumetrisk utmåling av ca. 0,2 g humus og en dithionsoppløsning med 0,33% konsentrasjon. Det ble felt gjort 87 slike bestemmelse, og resultatet er forelagt i Pl. 3. Tallverdiene angir ml. dithionsoppløsning ved fargeomslag.

Dernest ble det undersøkt 120 humusprøver for laboratoriebehandling ved Statens råstofflaboratorium. I disse prøvene ble total Cu, Co og Ni bestemt spektrografisk.  $\text{HNO}_3$ -oppløselig koppar ble dessuten bestemt kolorimetrisk (U.S.G.S. Open file report, September 1953). Resultatet av disse bestemmelse foreligger som Pl. 4-7.

Det var også meningen å undersøke bekkesedimentene rundt Skogvann, men dette lot seg ikke gjennomføre p.g.a. tungt snøfall. En del prøver ble gjort noen ganske få analyser etter Blooms metode. Analyseringen ble foretatt på stedet. Det var de myraktige bekkesik som er stiplet inn på plansjene 3 - 7.

Det analysemateriale en fant i siket må karakteriseres som mose og humus eller enn bakkosedimenter. Ingen av analysene ga positiv reaksjon, selv ikke de som ble tatt like under tippen.

Såal en vurdere resultatene fra denne geokjemiske undersøkelse må en huske på at det undersøkte område er svært begrenset. Videre må en ta hensyn til de talrike sprengninger som er foretatt samt det forhold at humusdekket er svært tynn.

Resultatet kan altså å være positivt for så vidt som anomalene opptrer der hvor skjerpningen har påvist sulfidfylte sprekket. Det er også god korrepondanse mellom de anomalier som forekommer ved spektroskopisk totalbestemmelse og ved fentanalyse av Borras malm. Pl. 3, 4, 5, 6. Det er opprivende å se at kobolt og nikkel gjør seg så sterkt gjeldende i humuslaget. Av denne grunn vil nemlig de geokjemiske anomalier kunne fortelle om malmers innhold av verdifulle Co-Ni-mineraler eller s.

En må ta med reservasjon at undersøkelsen ikke har bevist hvor anvendelig humusmetoden vil være i områder med mektigere overdekning. En vet heller ikke i hvor høy grad den forstyrrende skjerpvirkning har ført til ekstra sterke anomalier og dermed hvor sikre opplysninger humusmetoden vil gi i mere jomfrulige egner.

En opplevelse oppstår gjerne ved utførelse av disse analysene. Pl. 3 og 4. Den negative dolomitedokumentanalysene må ikke tas til inntekt for en fordømmelse av denne metode siden analysemateriale stammer fra myrområder.

### KONKLUSJON OG OPPLEGG FOR VIDERE UNDERSØKELSER.

Malmmineralene i Borras består av kopper- og kobolt-nikkelsulfider som representerer en betydelig metallverdi. Sulfidene opptrer som fyllmateriale i en oppsprukket dolomitt. Sprekkesystemet er bestemt av lavmæssigheter som synes å stå i forbindelse med Raipas-Borras-antiklinalens tektoniske historie. De kjente malmer i distriktet, Raipas gruve og Borras skifer står i forbindelse med fremtredende topografisk depresjon som antas å

følge tensjonssprekker i berggrunnen. Malmene er lokalisert i knutepunktet mellom tensjonssprekkene og dolomitten.

Ut fra de erfaringer en har fra gruvedriften i Raipaa kan en neppe regne med større malmkonsentrasjoner i Borras. Malmens store metallverdi rettferdiggjør imidlertid en videre undersøkelse. Denne bør ikke bare omfatte Borrasforekomsten, men hele det område som underligges av Raipaa-Borrasantiklinalen.

En vil videre foreslå at undersøkelsene blir utført etter følgende arbeidsprogram:

Undersøkelsen innledes med fotogeologisk kartering. Flyfotoene underkastes stereoskopisk eksaminasjon, og resultatene tegnes inn på en kartmønsterskisse sammen etter "slotted templates-metoden". Topografisk bebyggelse og kyrke- mark avtegnes på dette kart. De fotogeologiske observasjoner følges opp geologisk i terrenget, og konsentrerer seg om strukturens utseende og særlig de de områder hvor tensjonssprekker er obser denne. I disse områder samles der inn humus- og jordprøver, og over hele området mellom Tverrelvdalen og Transfordalen bekkesedimenter for geokjemiske analyser. En samler også inn prøver av det faste fjell, fortrinnsvis av den underliggende grunnsten, for geokjemisk bestemmelse av en eventuell primær fordelingsgradient av elementene Cu, Co, Ni. En skal ikke se bort fra den mulighet at det kan forekomme sekundære mineralisering selv om malmen sannsynligvis er svært lite ledende. En sitter nemlig inne med den erfaring at pløtting av uøkonomiske ledere så som grafitlakifer, rustsoner, etc. kan bringe frem brecciesoner og brudd i lagfølgen.

En kan neppe komme forbi forholdsvis omfattende diamanthoringar i forbindelse med en prospektering i Raipaa-Borrasfeltet. Borprogrammet bør imidlertid ikke legges opp før resultatene fra ovennevnte geologisk-geokjemiske undersøkelser foreligger.

Trondheim, den 25. april 1961.

GEOFYSISK MALMLETING

Per-Fr. Trøften.

## BILAG.

### Kalkulasjon over metallverdien i et kjemisk rent sulfidkonsentrat

En har på det nåværende tidspunkt ingen mulighet for å beregne mengdeforholdet mellom koppermineralene. Idet jeg er klar over den grove tilnærmingen en gjør seg skyldig i, 'antas imidlertid' - for i det hele tatt å være i stand til å gjennomføre denne kalkulasjon - bornitt å være malmenes eneste koppersulfid. Dette valg tar en viss urettferdighet i og med at kopperkvikens lave kopperinnhold til en viss grad oppveies ved tilstedeværelsen av neodiganitt, chalcocitt og doveitt.

Vokes oppviser at bornittkarrollitens Co-Ni-forhold er 10 : 1. Analyseresultatene i tabell 1 oppgis imidlertid med innholdene fra 7,33 : 1 til 6 : 1. Forutsett at analysene er riktige, vil de derfor være en tilsvarende uroveik antas at mineralet segnitt oppgis sammen med bornitt.

I det etterfølgende opereres altså med følgende tre mineraler:

|                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| 1) Bornitt :   | 33,5 % Cu                          |
| 2) Carrollit : | 36,3 % Co<br>19,8 % Cu<br>3,1 % Ni |
| 3) Siegnitt :  | 20,6 % Co<br>37,1 % Cu             |

Koboltmineralenes metallinnhold er tatt fra Vokes.

Tar vi nå for oss prøve "Malm I" fra tabell I, ser vi at 100 g av denne prøve inneholder:

211 g Cu

18 g Co

3 g Ni

Kaller vi antall gram carrolitt i prøven x og siegnitt y, har vi:

$$(I) \quad 18 = \frac{20 \cdot 35,3}{100} = \frac{7,06}{100} \quad \text{eller} \quad 1800 = 7,06 x$$

$$(II) \quad 3 = \frac{20 \cdot 3,1}{100} = \frac{6,2}{100} \quad \text{eller} \quad 300 = 6,2 y$$

$$(I \div II) \quad \frac{1800 = 7,06 x}{300 = 6,2 y} = \frac{300 = 3,1 x}{1023} = \frac{5,7 \text{ g carrolitt}}{1023}$$

$$y = \frac{1800 = 7,06 x}{300 = 6,2 y} = \frac{5,7 \text{ g siegnitt}}{1023}$$

$$\text{I carrolitten inngår:} \quad \frac{47 \cdot 19,8}{100} = 9 \text{ g Cu}$$

$$\text{Rest i prøven:} \quad 211 - 91 = 202 \text{ g Cu}$$

$$\text{I resten tilsvarende:} \quad \frac{202 \cdot 1,3}{100} = 2,626 \text{ g boraitt}$$

$$\text{Sum sulfider:} \quad 47 + 5 + 319 = 371 \text{ g}$$

Et kjemisk ren sulfidkondensat har denne sammensetning:

12,7 % carrolitt

1,3 % siegnitt

86,0 % boraitt

Dette konsentrats metallinnhold er pr. tonn:

|                 |                                   |            |
|-----------------|-----------------------------------|------------|
| Fra carrollitt: | Co : $\frac{127 \cdot 36,3}{100}$ | = 46,1 kg  |
|                 | Cu : $\frac{127 \cdot 19,8}{100}$ | = 25,1 kg  |
|                 | Ni : $\frac{127 \cdot 3,1}{100}$  | = 3,9 kg   |
| Fra elegitt:    | Co : $\frac{13 \cdot 20,4}{100}$  | = 2,7 kg   |
|                 | Ni : $\frac{13 \cdot 31,2}{100}$  | = 4,1 kg   |
| Fra somikk:     | Co : $\frac{860 \cdot 41,2}{100}$ | = 354,4 kg |
| <u>Sum:</u>     | Co : 403,5 kg                     |            |
|                 | Cu : 569,5 kg                     |            |
|                 | Ni : 8,0 kg                       |            |

Metallpriser pr. 31. desember 1960 (fra Engineering and Mining Journal)

|                                        |               |
|----------------------------------------|---------------|
| Cu wire rods : 2 25' 5/8" diam per ton | = 23,60 kr/kg |
| Co, 97-99 % : \$ 1,50/lb               | = 23,60 kr/kg |
| Ni, cathodes : \$ 0,74/lb              | = 11,60 kr/kg |

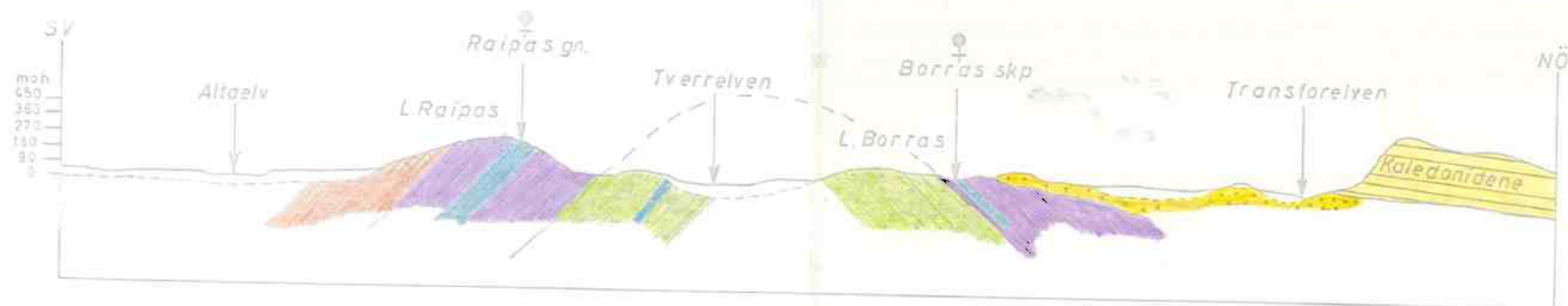
Dette gir følgende metallverdi for et kjemisk rent sulfidkonsentrat.

|     |               |                      |
|-----|---------------|----------------------|
| Co: | 403,5 · 23,60 | = 9523 kr.           |
| Cu: | 569,5 · 23,60 | = 13458 kr.          |
| Ni: | 8,0 · 11,60   | = 93 kr.             |
|     |               | <u>18074 kr/tonn</u> |

Prøve "Malm II" gir en metallverdi på : 3871 kr/tonn.

Prøve "Malm III" gir en metallverdi på : 5643 kr/tonn.

Til sammenlikning kan nevnes at metallverdien (kopper) for kjemisk rent  
kopperkiskonsentrat ligger på 1570 kr/tonn.

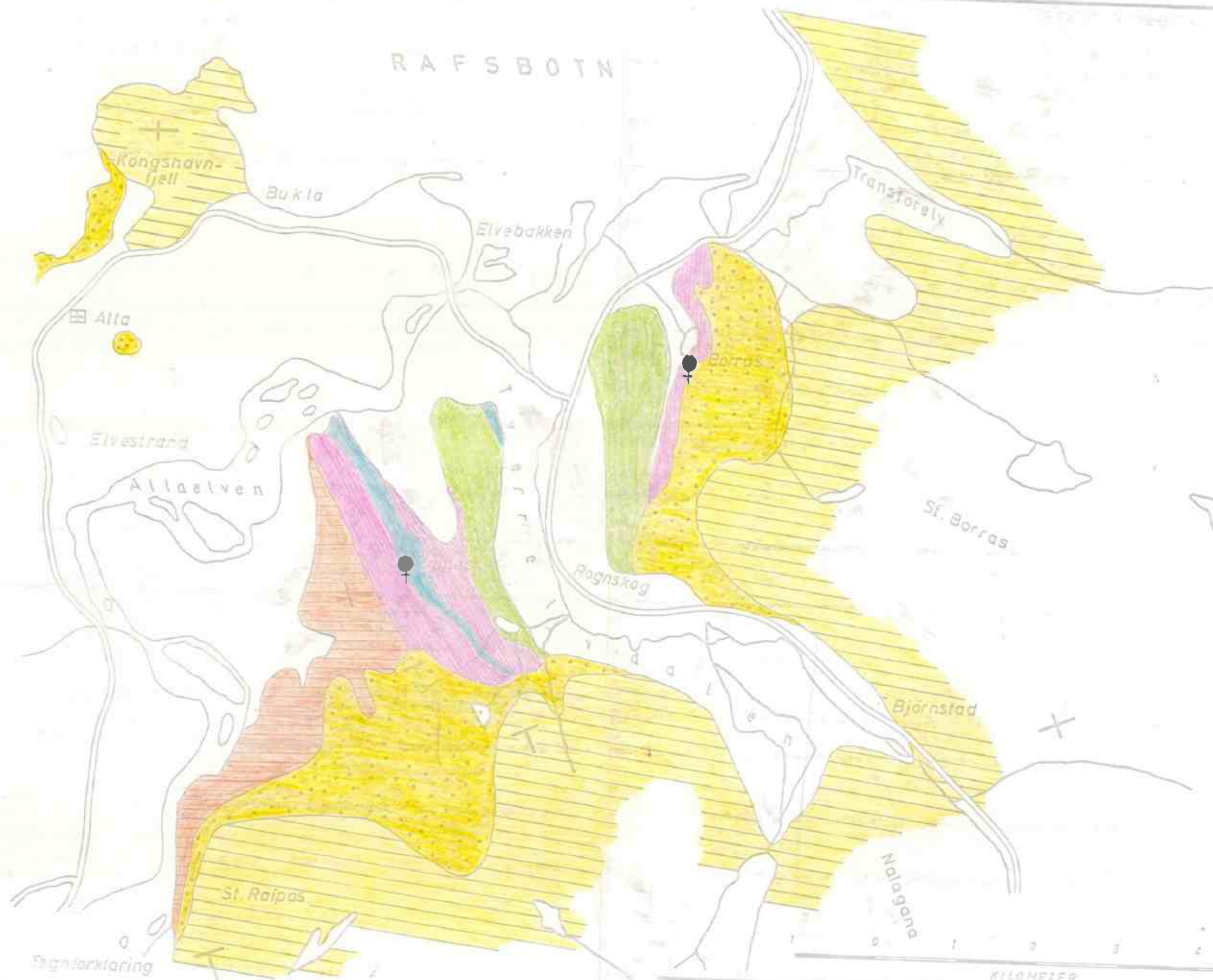


Tegnforklaring  
Geologi etter Høltedahl  
NGU nr 04

|                                                                                     |                     |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
|  | Bossekop avdelingen | } Raipas<br>formasjonen |
|  | Sandsten            |                         |
|  | Skifer med dolomitt |                         |
|  | Grønnsten           |                         |



|                                                        |             |      |         |
|--------------------------------------------------------|-------------|------|---------|
| GEOLOGISK PROFIL<br>TVERRELYDALEN<br>ALTA Hd. FINNMARK | MÅLESTOKK   |      |         |
|                                                        | TEGN        | REF  | F. 1162 |
|                                                        | HORIZONTAL  | TRAC | ADM 12  |
| GEOFYSISK MALMLETING<br>TRONDHEIM                      | 1:50000     | KFD  | P. 2.1  |
|                                                        | GM 204 G-02 |      |         |



Tegnforklaring  
Geologi etter Høltedam.  
NGU nr. 84

- |                                                                                                    |                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  overdekket     |  sandstein             |
|  kaledonidene   |  skifer m. lys dalomit |
|  Bosse avdeling |  grønnstein etc.       |

GEOLOGISK KARTSKISSE

BORRAS KOPPEL-KOBOLTSKIERP

ALTA Hd. FINNMARK

GEOLOGISK MALMLETING  
TRONDHEIM

MALESTORR

|      |     |         |
|------|-----|---------|
| TEG  | PRT | REV     |
| TRAC | ST  | MARS 22 |
| KPR  | PRT | MARS 22 |

GM 204 G-01

100 S 125 S 150 S 175 S 200 S 225 S 250 S 275 S 300 S 325 S 350 S 375 S 400 S

N



Tegnforklaring

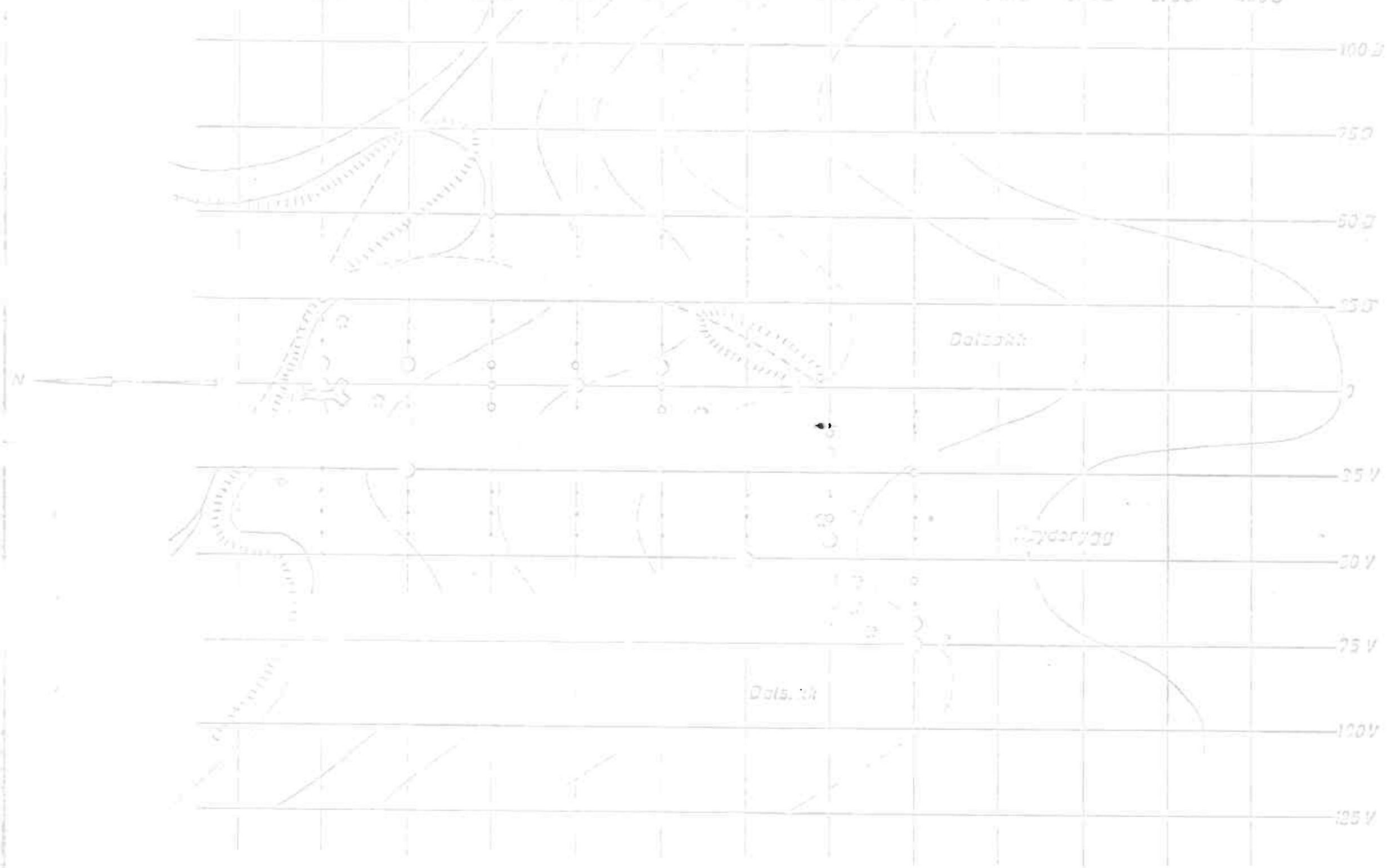
Målestokk



- Krøkkert høydekurve
- 0-1 M. dithizona
- Skjær
- 3-7

|                                                                                                                                                                       |                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>GEOKJEMISKE ANOMALIER, HUMUS<br/>         1:250 000<br/>         BORRAS<br/>         ALTA Hed-FINNMARK<br/>         GEOFYSISK MALETTING<br/>         TRONDHEIM</p> | <p>MÅLESTOKK: Prosent 1:250 000<br/>         1:250 000<br/>         1:250 000<br/>         1:250 000</p> |
| <p>3-7</p>                                                                                                                                                            | <p>3-7</p>                                                                                               |

1005 1055 1105 1155 1205 1255 1305 1355 1405 1455 1505 1555 1605 1655 1705 1755 1805 1855 1905 1955 2005 2055 2105 2155 2205 2255 2305 2355 2405 2455 2505 2555 2605 2655 2705 2755 2805 2855 2905 2955 3005 3055 3105 3155 3205 3255 3305 3355 3405 3455 3505 3555 3605 3655 3705 3755 3805 3855 3905 3955 4005



Tegnförklaring

Målestok



-  Kåre
-  Stoll
-  Skiera

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| GEOLOGISKE ANOMALIER. HUNUS | MALESTOKK |
| 1:100 000                   | Foliet    |
| DALS. M. - DALS. M.         | Foliet    |
| ALTA - NORD-FINNMARK        | Foliet    |
| GEOFYSISK KARTLÆTUNG        | Foliet    |
| TRONDHEIM                   | Foliet    |

GM 204 G-04

1205 1235 1265 1295 1325 1355 1385 1415 1445 1475 1505 1535 1565 1595 1625 1655 1685 1715 1745 1775 1805 1835 1865 1895 1925 1955 1985 2015 2045 2075 2105 2135 2165 2195 2225 2255 2285 2315 2345 2375 2405 2435 2465 2495 2525 2555 2585 2615 2645 2675 2705 2735 2765 2795 2825 2855 2885 2915 2945 2975 3005 3035 3065 3095 3125 3155 3185 3215 3245 3275 3305 3335 3365 3395 3425 3455 3485 3515 3545 3575 3605 3635 3665 3695 3725 3755 3785 3815 3845 3875 3905 3935 3965 3995 4025 4055 4085 4115 4145 4175 4205 4235 4265 4295 4325 4355 4385 4415 4445 4475 4505 4535 4565 4595 4625 4655 4685 4715 4745 4775 4805 4835 4865 4895 4925 4955 4985 5015 5045 5075 5105 5135 5165 5195 5225 5255 5285 5315 5345 5375 5405 5435 5465 5495 5525 5555 5585 5615 5645 5675 5705 5735 5765 5795 5825 5855 5885 5915 5945 5975 6005 6035 6065 6095 6125 6155 6185 6215 6245 6275 6305 6335 6365 6395 6425 6455 6485 6515 6545 6575 6605 6635 6665 6695 6725 6755 6785 6815 6845 6875 6905 6935 6965 6995 7025 7055 7085 7115 7145 7175 7205 7235 7265 7295 7325 7355 7385 7415 7445 7475 7505 7535 7565 7595 7625 7655 7685 7715 7745 7775 7805 7835 7865 7895 7925 7955 7985 8015 8045 8075 8105 8135 8165 8195 8225 8255 8285 8315 8345 8375 8405 8435 8465 8495 8525 8555 8585 8615 8645 8675 8705 8735 8765 8795 8825 8855 8885 8915 8945 8975 9005 9035 9065 9095 9125 9155 9185 9215 9245 9275 9305 9335 9365 9395 9425 9455 9485 9515 9545 9575 9605 9635 9665 9695 9725 9755 9785 9815 9845 9875 9905 9935 9965 9995



Tegningens

Målestokk



1:10000

0-100 p.m. Co

1:10000

1:10000

1:10000

1:10000

|                                                 |                    |
|-------------------------------------------------|--------------------|
| <p>GEOLOGISKE AVDELING, NORGES<br/>Total Co</p> | <p>1:10000</p>     |
| <p>ALTA HØ-FLINNMARK</p>                        | <p>GM 204 G-05</p> |
| <p>GEOLOGISKE AVDELING<br/>TRONDHEIM</p>        |                    |



