



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

BÆRBAR MASKIN

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
6857				

Kommer fra arkiv Grong Gruber AS	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Grong Gruber a.s.	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
-------------------------------------	--------------------	------------------------------------	---------------	---------------------

Tittel En malmgeologisk undersøkelse av området ved Hersjø Gruber i Ålen

Forfatter Bakke, Stig	Dato 07.11 1975	År	Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Sydvaranger A/S
--------------------------	--------------------	----	---

Kommune Holtålen	Fylke Sør-Trøndelag	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 1620 2 1720 3	1: 250 000 kartblad Røros Sveg
---------------------	------------------------	--------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Fagområde Geologi Malmberegnung	Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Hersjøfeltet Hersjø Rørosfeltet Kongens
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Cu, Zn	

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Diplomoppgave ved NTH 1975

Gjennomgang av feltes historie og geologi.

Gjør en malmberegnung hvor spesielt A, B og C-malmen blir vurdert. Får henholdsvis 3,8, 1,8 og 0,5 mill tonn og hvor A-malmen har 1,96% Cu og 1,60% Zn.

Foreslår videre undersøkelser, bl. annet undersøkelsesstoll fra Kjurrudalen for å treffe A-malmen og for å gi mulighet til diamantboring vidre mot dypt.

Hovedoppgave i
Malmgeologi

Stig Bakke.

Jan Dipley 2002 3c
75 225-87

En malmgeologisk undersøkelse av området ved
Hersjø Gruber i Ålen.

Jeg erklærer på ære og samvittighet at alt arbeidet i forbindelse med denne hovedoppgaven er utført selvstendig og i samsvar med høgskolens eksamensreglement.

Trondheim 7/11-75

Stig Bakke

INNHOLD.

ARBEIDETS PLAN	s. 4
INNLEDNING	s. 5
OMRÅDETS GEOLOGI	s. 10
Den geologiske kartleggingen	s. 10
Geologisk kart og profil	s. 11
De forskjellige bergartene	s. 12
Stratigrafi, tektonikk	s. 21
SULFIDFOREKOMSTENE	s. 23
Forekomstenes mineralogi	s. 24
MAIMBEREGNING	s. 46
Volumberegnning	s. 46
Tonnasje	s. 63
Gehalter	s. 64
ØKONOMISK VURDERING	s. 67
VIDERE UNDERSØKELSER	s. 70
UTLEDNING	s. 71
LITTERATURREFERANSER	s. 72

INNHOLD.

ARBEIDETS PLAN	s. 4
INNLEDNING	s. 5
OMRÅDETS GEOLOGI	s. 10
Den geologiske kartleggingen	s. 10
Geologisk kart og profil	s. 11
De forskjellige bergartene	s. 12
Stratigrafi, tektonikk	s. 21
SULFIDFOREKOMSTENE	s. 23
Forekomstenes mineralogi	s. 24
MAIMBEREGNING	s. 46
Volumberegning	s. 46
Tonnasje	s. 63
Gehalter	s. 64
ØKONOMISK VURDERING	s. 67
VIDERE UNDERSØKELSER	s. 70
UTLEDNING	s. 71
LITTERATURREFERANSER	s. 72

ARBEIDETS PLAN.

Før arbeidet tok til, hadde jeg skissert følgende opplegg. Feltarbeidet regnet jeg skulle vare i ca. 5 uker, karttegning og annet tegnearbeid ca. 2 uker, ordning av prøver og mikroskopering ca. 2 uker, mengdeberegning ca. 2 uker, ordning av data, redigering og skriving ca. 2 uker.

Feltarbeidet gikk etter planen. Været gjorde stort sett dette til en fornøyelse. En rekke forsinkelser førte imidlertid til at det videre opplegg og tids-skjema sprakk. Arbeidet ble svært usammenhengende, og en god del dødtid førte til at jeg måtte søke om å få utsatt innleveringsfristen. Summen av anvendt tid kan anslås til å stemme noenlunde overens med det opprinnelige opplegg.

INNLEDNING.

Det undersøkte området ligger i ca. 1000 m høyde i fjellet vest for Kjurudalen i Ålen kommune Sør-Trøndelag, ca. 1 km fra grensen mot Hedmark. Området er markert på fig. 1, som er et utsnitt av kartblad 1620 II, Dalsbygda. Retninger og avstander i luftlinje til Ålen sentrum, Røros by og oppredningsverket ved Kongens Grube er angitt. Geologisk sett ligger området i en ordovicisk grønnsteinsone, Hersjøformasjonen, som strekker seg kontinuerlig gjennom det østlige Trondhjemfeltet fra Vågåvatn i syd til Skjækerfjella i nord. Området omfatter også litt av Gulagruppens metasedimenter.

Området går under navnet Harsjø- eller Hersjøfeltet etter Hersjøen (Hesjøen, Harsjøen) ca. 4 km mot nord. Hele fjellmassivet mellom Kjurudalen, Elgsjøen og Øyungen heter på eldre kart Hersjøfjellet. For å unngå forveksling med Harsjøfeltet øst for Røros, blir feltet nå kalt Hersjø vest.

Sulfidforekomster i området var kjent så tidlig som i 1670. Røros Kobberverk drev det som nå kalles B-malmen i tidsrommet 1670 - 1693. Lav kobbergehalt førte til at driften hele tiden gikk med tap. Etter 1693 ble rettighetene til gruben overdratt til Henning Jürgens som satte igang drift igjen. Han klarte heller ikke å få driften til å bli lønnsom, og han lot gruben gå over til vitriolbruk og senere, da dette også gikk med tap, til brunrødt-kokeri. Dette gikk også dårlig og bedriften ble innstilt. Rester etter denne driften, tre sjakter (fig. 2) og rustrøde hauger av veltegods, kan man i dag se ved B-malmen.

Kilde?

Etter en forbedring av skeideprosessen i begynnelsen av 1800-tallet, såkalt kjerneskeiding, ble de noe fattigere forekomstene tatt i betrakning igjen.

Fig. 1.
M: 1:50000



Fig. 2.
Sjakt
B-malmen
(Tabbe)

Røros Kobberverk hadde i mellomtiden fått tilbake rettighetene til Hersjøfeltet og nye undersøkelser ble foretatt. I 1829 fant Ingebrekt Larsen Ryen et skjerp som så meget lovende ut, syd for gamlegruva. I 1830 ble drift satt i gang på det som nå kalles E-malmen. Smie og bergstue ble oppført på fjellet, man satset stort. Etter å ha drevet en 13 m dyp sjakt (fig. 3), var imidlertid kisgangen skrumpet inn til noen få cm, og arbeidet ble innstilt. I dag minner sjakter, hustufter, veltegods og en liten demning om den kortvarige driften i nygruva.



Fig. 3.
Sjakt
E-malmen
(—u—)

Etter 1870, da svovelkis ble et salgbart produkt, ble Hersjøfeltet vurdert på nytt. I 1873 og i 1881 ble feltet befart, men drivverdige forekomster ble ikke funnet.

I 1914 ble feltet pånytt undersøkt, denne gang av A. Kvalheim. I rapporten sin beskriver han to "arbeidspunkter" på E-malmen, to på C-malmen (fig. 4) og tre på B-malmen. Kvalheims konklusjon var at forekomstene ikke var drivverdige, men at de muligens kunne vise seg å være framtidige "ekstraksjonsmalmer", spesielt hvis det ble etablert et "ekstraksjonsverk" i rimelig nærhet.

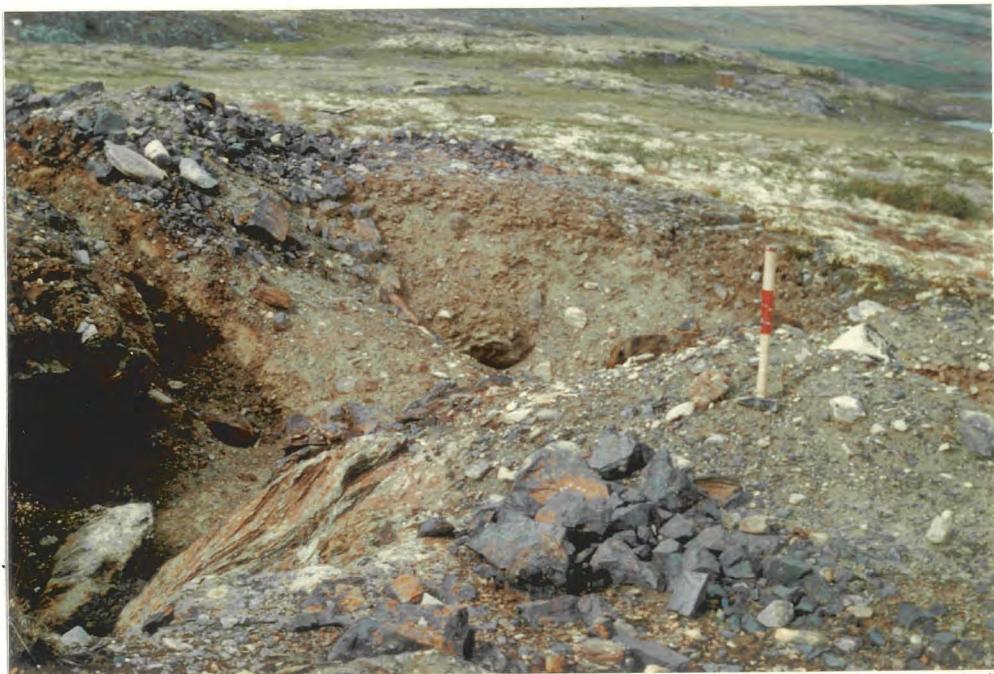


Fig. 4.
Skjerp
C-malmen

I 1948 ble Hersjøfeltet igjen undersøkt i forbindelse med et større prosjekt Geofysisk Malmlething utførte for Røros Kobberverk. P. Singsås og H. Brækken utførte elektromagnetiske bakkemålinger rundt de kjente forekomstene. A-malmen ble påvist, B-malmen ble ansett for å være mest lovende. Det ble også påvist at forekomstene måtte ha en betydelig dragning i felt mot syd. Th. Vogt var samme år i feltet og skisserte

et geologisk blotningskart i målestokk ca. 1 : 15000.

Undersøkelsene av feltet fortsatte sommeren 1970. Til og med høsten 1975 er følgende utført: Diamantboring, 58 hull på tilsammen 8818 m, EM bakkemålinger, EM helikoptermålinger, magnetometermålinger, geofysiske målinger i borhull (magnetiske, PP og SP), SP bakke-målinger og dessuten bergmekaniske undersøkelser av A-malmen med heng og ligg.

OMRÅDETS GEOLOGI.

Den geologiske kartleggingen.

Kartleggingen ble utført i august-september-75 i for det meste pent vær. Området er nøyaktig $1,59 \text{ km}^2$ stort og ligger mellom 985 og 1100 m over havet, dvs. godt over tregrensen. Terrenget er ganske flatt med en del langsgående rygger i nord-sydig retning, og er svært lett å gå i. Overdekningen er nokså tynn, men svært jevn. Området må sies å være dårlig blottet til



Fig. 5.

å ligge så høyt til fjells (fig. 5). Isretningen har vært nordlig. Dette har medført at nordhelningene er NV svært dårlig blottet, mens sydhelningene er noe bedre.

*- vel frisant
jalle fall i videne samman-
heng.*

Geologisk kart og profil.

Foruten kartlegging i dagen danner beskrivelser av diamantborkjerner grunnlag for det geologiske kartet, kart I. 16 av borkjernene har jeg beskrevet. Beskrivelser av resten av borkjernematerialet fra feltet har jeg fått låne av A/S Sydvaranger. Disse beskrivelsene er utført av forskjellige folk, bl.a. Sydvarangers geologer A. Skordal og G. A. Johannesen og Kobberverkets geolog Ø. Pettersen. Av de forskjellige beskrivelsene kommer det tydelig fram at det finnes ulike oppfatninger om amfibolittiske bergarter.

Strøkretningene har jeg også tildels kunnet kontrollere. EM- og SP-anomaliene (kart II) angir strøkretningene direkte, forutsatt konforme sulfidforekomster. Horizontalprojeksjoner av avviksmålte diamantborhull gir også informasjon om strøket (kart II). Som et forsøk detaljmålte jeg endel profiler med et GM 59 B magnetometer, i håp om at bergartene hadde forskjellig magnetisk susceptibilitet. I såfall ville et anomalikart direkte vise lithologien under overdekning. Det viste seg imidlertid at de magnetiske anomaliene ikke kunne refereres til bestemte bergarter eller horisonter, bortsett fra sulfidforekomstene som fører magnetitt.

Profil 2600 N' er tegnet på grunnlag av geologisk kart og kjernebeskrivelser fra borhullene 244, 313, 311 og 243. BH 313 som ligger et stykke nord for profilinjen, er tatt med for å fylle ut mellomrommet mellom BH 244 og 311, og for å vise at man ved avvikskontrollert boring har spart inn ca. 230 bormeter i forhold til BH 244. De deler av borhullene som ligger et stykke unna profilet, er tenkt prosjert i strøkretningen inn på dette, idet det er tatt hensyn til at sulfidforekomstene, og sannsynligvis også de andre bergartene, har en dragning i felt på rundt 20° mot syd.

De forskjellige bergartene.

Som tidligere nevnt består det kartlagte området av bergarter fra Hersjøformasjonen og Gulagruppen (formasjonsnavn etter Rui, 1972). Bergartene i Hersjøformasjonen, en sannsynlig ekvivalent til Størengruppen, representerer en submarin^{basaltisk} vulkanittserie, nå metamorfisert til amfibolittiske bergarter. Av typiske bergarter kan nevnes lys og mørk grønnstein, grønnskifer, putelava, agglomerat, kis, porfyr, gabbro, kvartskeratofyr og blåkvarts. Disse går tildels over i hverandre, en mengde overgangsformer finnes. Gulagruppens metasedimenter ligger (tektonisk?) over Hersjøformasjonen, og består av grå lagdelte sedimentbergarter, tynne grønnskiferlag og en konglomerathorisont tilsvarende Gudå konglomerat fra Meråkerfeltet (Wolff et al. 1967).

Jeg tok i alt 75 prøver av feltets bergarter, hvorav 17 fra dagen og 58 fra borkjerner. Av 27 av prøvene fikk jeg laget tynnslip ved Geologisk Institutt NTH. Mikroskopering av disse danner sammen med feltobservasjoner og stuffbeskrivelser, grunnlaget for følgende beskrivelse av de utskilte bergartene:

Mørk grønnstein.

Dette er den vanligste bergarten i feltet. Målt etter forbruk av fargeblyanter dekker den ca. 26 % av arealet. Bergarten er en mørk finkornet svakt foliert grønnstein. En del variasjoner finnes: Agglomerat-lignende grønnstein med lyse kvarts/feltspat-linser, en mer skifrig tuffittisk type med kalkspatlinser og -årer og en massiv variant som danner overgang til finkornet metagabbro. Årer, linser og lag av kvarts, kalkspat, kloritt og biotitt er vanlig. Sonevis hyppige kalkspatstikk vitner om en del tektonisering. Ellers er det observert epidotlinser og granatførende soner.

Jeg fikk laget tynnslip av tre prøver av bergarten, nemlig BH 244, 657,1m, BH 241, 95,5m, og BH 241,

219,7m. Slipene viste 40-60% mørk grønn hornblende som 0,05mm nåler og noen få mm-lange fenokrystaller, 10-30% feltspat, ca. 10% epidot og noe kloritt, kalkspat, leucoxen og ertsmineraler. Prøven fra BH 241, 219,7m er rik på kalkspat (20%) og kloritt (30%).

Kvartsførende mørk grønnstein.

Denne bergarten dekker ca. 2% av feltets areal, mektighet ligger rundt 10m. Bergarten er en mellomting mellom mørk grønnstein og kvartskeratofyr. Den er hardere og tydelig mer kvartsrik enn mørk grønnstein og mye mørkere enn kvartskeratofyr. Den inneholder mye mer mørk hornblende enn lys grønnstein. Bergarten forekommer bare sammen mørk grønnstein, og har ingen skarp grense til denne.

Mørk grønnskifer.

Denne bergarten dekker ca. 5% av feltets areal, mektighet er opp til 30m. Den forekommer i mørk grønnstein, spesielt rundt kisforekomstene og ved grensen til Gulaskifrene. Bergarten er utpreget skifrig og lagdelt med vekslende lag og linser rike på kloritt/hornblende eller kvarts/feltspat. Nær kisforekomstene blir bergarten rik på kloritt.

Det ble laget tynnslip av tre prøver av bergarten, BH 238, 203,4m, BH238, 213,2m og BH246, 20,0m. De to første består av 30-60% kloritt, 5-10% hornblende, 30-35% kvarts/feltspat og noe kalkspat, leucoxen og ertsmineraler. Kornstørrelsen er vesentlig ca. 0,1mm, hornblendenålene er ofte over 1mm lange. BH 246, 20,0m er en klorittskifer fra like under A-malmen med ca. 90% kloritt, 5% kvarts/feltspat og 5% magnetitt. Dette slipet viser forøvrig tydelig to akseplanfoliasjoner.

Lys delvis porfyrisk grønnstein.

Denne bergarten dekker ca. 15% av feltets areal, mektighet varierer mellom 2 og 100m. Bergarten er tydelig lysere og mer foliert og kloritrik enn mørk grønnstein, og den er lysere og mer skifrig enn porfyr. Fenokrystallene utgjør 0-40% av bergarten. De er 2-5mm lange og linseformede og inneholder en del kalkspat, særlig ved spissene. Lys porfyrisk grønnstein kan derfor skilles fra porfyr også ved at fenokrystallene bruser i saltsyre.

Sonen med lys porfyrisk grønnstein i sydøst har stor fenokrystalltetthet på 30-40%. I sonen vest for A-, B-, C- og F-malmen varierer bergarten mer. Øverst er den porfyrisk med 20-30% fenokrystaller og endel kalkspatstriper. Grensen mot heng er nokså skarp. Inne i bergarten er det en 10m mektig sone med en lys (tuffittisk ?) muskovitt/biotittskifer men noen linser av lyst materiale. Innenfor denne sonen er det et par $\frac{1}{2}$ -m-tykke agglomerathorisonter med 2cm store boller av kvartsittlignende materiale flytende i en kloritrik strøm. De to sistnevnte bergartene er bare observert i borkjerner (BH 244, 312 og 313) og er ikke skilt fra "lys delvis porfyrisk grønnstein" på kart eller profil. Ned mot henggrensen blir denne grønnsteinen gradvis fattigere på fenokrystaller og dessuten mørkere på den måten at tynne mørke grønnsteinsoner stadig blir hyppigere til den lyse grønnsteinen forsvinner helt.

Fire tynnslip av bergarten(e) er studert:

BH 244, 472,5m er en typisk lys porfyrisk grønnstein. Bergarten har fluidalstruktur, de linseformete fenokrystallene flyter i en strøm av 30% kloritt, 20% kvarts/ feltspat, 10% kalkspat, 10% epidot, 5% leucoxen og litt biotitt og ertsmineraler. De kalkspatholdige saussuritiserte feltspat fenokrystallene utgjør ca. 20% av bergarten.

BH 313, 240,0m er en hornblende- (20%) og epidotrik (25%)

variant. Resten av mineralene er vesentlig kloritt, kalkspat og feltspat.

BH 313, 319, 4m er en lys muskovitt/biotittskifer med fluidalstruktur og diffuse linseformete fenokrystaller. Mineralsammensetningen er 20% muskovitt, 20% biotitt, 20% kloritt, 22% kvarts/feltspat, 10% epidot, 5% ertsmineraler, 2% kalkspat og 1% leucoxen. Bergarten har antydning til lagdeling i form av mm-tykke lag rike på henholdsvis biotitt, kloritt, epidot og kvarts/feltspat. BH 244, 547, 3m er en prøve av agglomerat. Bollene består av 0,3mm lange uorienterte feltspatlister og noe biotitt, muskovitt og ertsmineraler. Matrix består av kloritt, biotitt, magnetitt, epidot, hornblende og litt kvarts/feltspat. De 0,2-4cm store bollene utgjør ca. 60% av bergarten.

Putelava.

Putelava er bare observert i sonen med lys porfyrisk grønnstein vest for A-malmen. Putelavaen fortsetter antagelig nord og syd for det som er markert på kartet, men blotningene er her så få og små at det ikke er mulig å se om det er putelava eller ikke. Putelavaen utgjør ca. 3% av feltets areal. Putene består altså av lys delvis porfyrisk grønnstein skilt fra hverandre av klorittisk materiale. Putene er vesentlig 30-60cm lange og 10-30cm høye. I borkjerner gjenkjennes putelavaen på kloritrike årer med varierende retning og avstand.

Jeg fant ikke ut noe entydig om hva som var opp eller ned i putelavaen på grunnlag av putene, putene viste begge veiene. G. A. Johannessen har imidlertid behandlet putenes opp/nedkriterier statistisk, og påvist at det meste av putene viser at opp er opp.

Kvartskeratofyr.

Bergarten dekker ca. 2% av feltets areal. Mektighet varierer mellom 0,1 og 1m, og er altså noe overdrevet på kart og profil. Bergarten forekommer bare i mørk grønnstein, den er hvit til grålig, hard, fin-kornet med antydning til foliasjon.

To tynnslip av bergarten er mikroskopert.

BH 244, 278,9m er en hvit kvartskeratofyr der enkelte hornblendenåler antyder en foliasjon. Mineralsammensetningen er 45% kvarts, 45% grumset feltspat, 5% hornblende, 3% kalkspat, 1% kloritt og 1% leucoxen. Kornstørrelsen er 0,2-0,5mm.

BH 244, 449,9m er en mer finkornet og massiv kvarts-keratofyr med kornstørrelse 0,01-0,05mm. Det er vanskelig å skille mellom kvarts og feltspat i dette slippet. Mineralsammensetning: 95% kvarts/feltspat, 3% muskovitt, 1% kalkspat, 1% ertsmineraler og spor av biotitt.

Metagabbro.

Alle kornete massive gabbroide bergarter er tatt med under denne betegnelsen. Bergarten(e) dekker ca. 11% av feltets areal. Mektighet varierer fra 10cm til 100m. Som en generell regel kan en si at jo større mektigheten er, jo mer grovkornet er metagabroen, ~~og omvendt~~. De mest grovkornete variantene har størst preg av intrusive gabbrolegemer, mens de mest finkornete minner mer om diabas lagerganger. Metagabbro forekommer så å si bare i mørk grønnstein. Unntaket som bekrefter regelen finnes ved (521600x, 20680y). De mest grovkornete gabbrolegemene med kornstørrelser på 1-2cm ligger ved (521400x, 20500y) og (520400x, 21050y).

6 tynnslip av metagabbroprøver er studert.

BH 244, 690,4m og BH 313, 470,9m er forholdsvis middel-kornige metagabbroer. Mineralsammensetning: 3-5mm av lange hornblendekorn (50-60%), 0,5-4mm lange feltspatlister (10-30%), 0,1mm epidotkorn (10-20%) og noe

leucoxen, kalkspat og ertsmineraler.

BH 241, 176,7m og BH 244, 519,2m er prøver av finkornige gabbroer. Mineralsammensetningen er omtrent som for middelkornig gabbro. Kornstørrelse for hornblende og feltspat er ca. 0,5mm. Fig. 6 er et mikrofoto av finkornet gabbro, som viser grå hornblendekorn i en matrix av lys feltspat og mørk leucoxen og ertsmineraler.

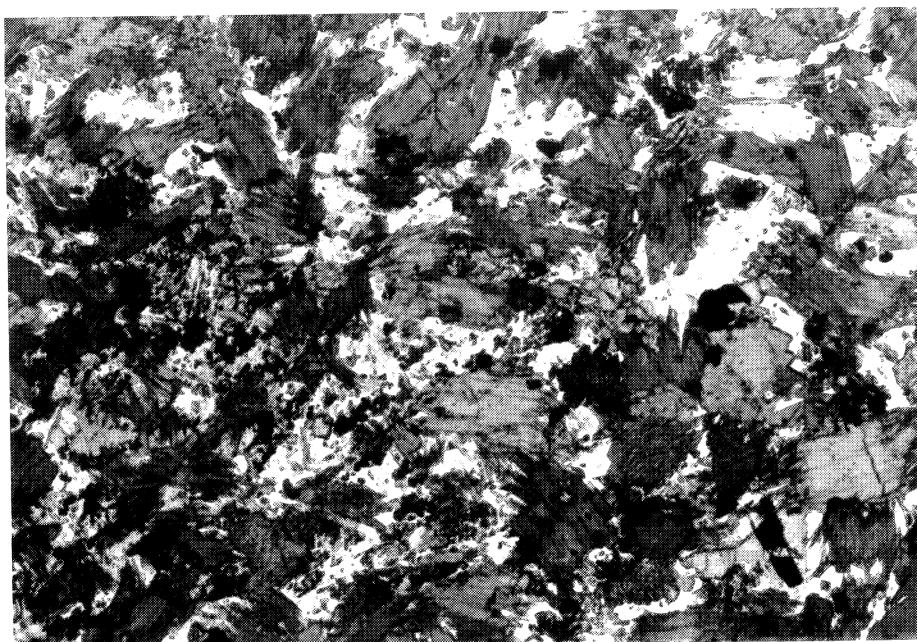


Fig. 6.
Mikrofoto
av finkornet
metagabbro
BH 241, 176,7m
planpolarisert
lys.

1mm.

BH 309, 285,9m er gabbroen like over C-malmen. Den er middelkornig og tydelig lysere enn de andre gabbroene, muligens mer diorittisk. Tynnslipet viser ca. 25% hornblende og ca. 30% epidot, feltspaten er saussuritisert. Prøve P5 er tatt i dagen ved (521100x, 20560y) fra en grovkornet gabbro. Slipet viser 40% cm-store hornblendekorn i en matrix av mm-store korn av feltspat, epidot, kloritt, leucoxen, biotitt og ertsmineraler.

Porfyrisk metagabbro.

Denne bergarten dekker ca. 5% av feltets areal. Bergarten har form som en linseformet intrusiv-gabbro. Størst mektighet er ca. 60m. Bergarten er en nokså finkornet og mørk metagabbro med varierende mengde (1-10%) feltspat fenokrystaller. Inne i bergarten finnes en del tynne soner av mørk grønnstein og grønnskifer, og dessuten noen kvartsitt- eller blåkvartssoner med 1-20cm tykke magnetkisårer med noe grafitt og pyritt. Selve gabbroen er sonevis impregnert av magnetkis. *Innslag*

Et tynnslip av bergarten er studert, P17 (521300x, 2C640y). Mineralsammensetningen er 60% 0,5mm store hornblendekorn, 30% 0,3mm lange feltspatlister i matrix og 3mm store subhedrale nokså friske feltspat fenokrystaller, 9% 0,1mm store epidotkorn og 1% små leucoxenkorn.

Porfyr.

Bergarten utgjør ca. 11% av feltets areal, mektighet varierer mellom 10cm og 16m med et gjennomsnitt på ca. 2m. Bergarten forekommer vesentlig i mørk grønnstein. Den har en finkornet massiv gabbroid matrix. Fenokrystallene varierer i hyppighet, form og størrelse. Kontrasten mellom matrix og fenokrystaller varierer også, dette har sammenheng med kornstørrelse i matrix. Fenokrystallene representerer i varierende grad en foliasjon. *Det er
selv følt
grat
fenokrys*

6 tynnslip av prøver av bergarten er studert. BH 238, 18,5m, BH 308, 70,25m og BH 313, 240,7m er vanlige porfyrer med 20-30% fenokrystaller. Kornstørrelse i matrix er 0,2-0,5mm, fenokrystallene er 2-4mm store. Mineralsammensetning: 35-50% hornblende, 30-40% feltspat, 10% epidot, 5-10% leucoxen og noe kvarts, kalkspat, kloritt, biotitt og ertsmineraler. BH 241, 117,5m er en noe foliert diffus porfyr. Den

har 10% hornblende, 40% feltspat, 20% kloritt og 20% epidot og representerer vel en overgangsform til lys porfyrisk grønnstein.

BH 238, 60,6m og BH 244, 467,3m (fig. 7) er porfyrer med parallelle utvalsede fenokrystaller. Fig. 7 er et mikrofoto som viser saussuritiserte grumsete fenokrys-taller i en gabbroid matrix av hornblende, feltspat, epidot og leucoxen.

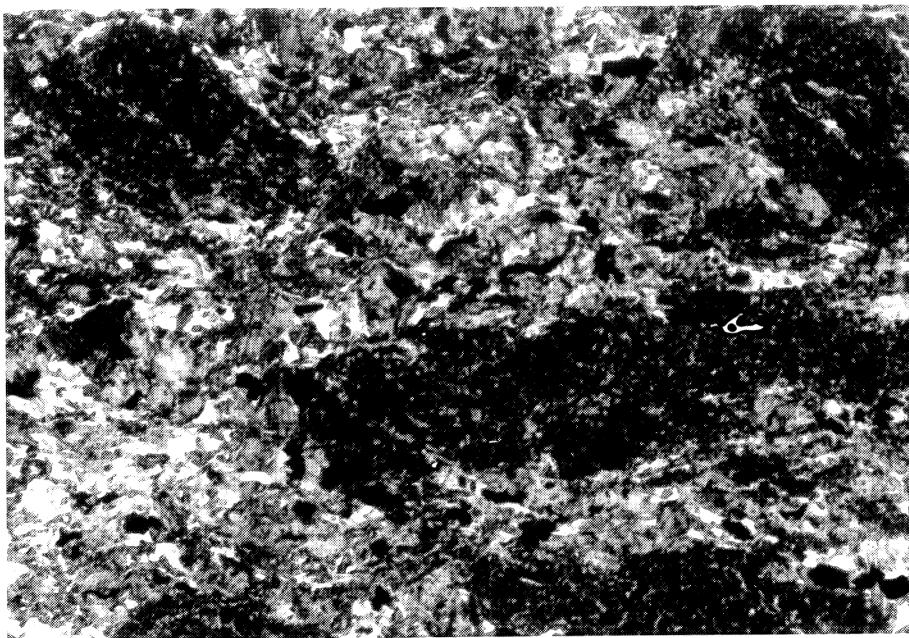


Fig. 7.
mikrofoto
av porfyr
BH 244, 467,3m
planpolarisert
lys.

1mm.

Blåkvarts.

Denne bergarten utgjør i underkant av 1% av feltets areal. Den forekommer som linser eller linseansamlinger, mektighet er 0,1-2m. Bergarten er massiv, finkornet, hard og blålig, den er ofte sterkt magnetisk. Som årer og linser i blåkvartsen forekommer ofte magnetkis, kalkspat og mikroklin.

Et tynnslip fra BH 244, 323,6m er studert. Det viser en kvartsrik bergart med soner med finkornete magnetittskyer. Kvartsens kornstørrelse er ca. 0,2mm. Mineralsammensetning: kvarts 85%, 10% magnetitt, 3% kalkspat og 2% epidot.

Sulfidforekomst.

Denne bergarten dekker ca. 2% av feltets areal. Mektighet varierer mellom 1cm og 15m. Bergarten er en typisk konform kisforekomst. Den forekommer vesentlig i mørk grønnstein, hvor den omgir seg med en halo av klorittisert grønnskifer. En detaljert mineralogisk beskrivelse følger senere.

Skifrige sedimentbergarter.

Disse dekker ca. 17% av feltets areal. Bergarten er i hovedsak lagdelt med vekslende mm- til cmtykke lyse og mørke lag. Krysslagnings (bl.a. BH244, 11,3m) viser at bergarten ikke er invertert. Ellers finner man grønne klorittiske soner av mulig vulkansk opprinnelse og soner med øyestruktur.

Et tynnslip fra BH 244, 8,1m viser at kornstørrelsen er 0,05-0,1mm. Mineralsammensetningen er 70% kvarts og muligens noe feldspat, 20% muskovitt, 5% biotitt, 4% kalkspat og 1% ertsmineraler.

Konglomerat.

Bergarten utgjør omlag 3% av arealet, mektigheten er ca. 9m. Bollene er 1-10cm store diskosformete av kvartsittisk materiale. Matrix har fluidalstruktur og er ganske rik på kloritt, biotitt og muskovitt.

Stratigrafi, tektonikk.

Rui (1972) hevder på grunnlag av geologien i Kjøliskarvene-Holtsjøen-området at hele den kambrosilurske lagrekken i Rørosfeltet er invertert. Som tidligere nevnt viser krysslagnings i gulaskifrene, og putelavaen at dette ikke er tilfelle i Hersjøfeltet. Fra syd i Kjurudalen kan K. Ellevold melde om gradert lagning i Kjurudalsformasjonen, som også viser at opp er opp. Dette viser at Rui's påstand fra 1972 begynner å bli moden for revisjon.

Hvis det viser seg at det er riktig at Rørosfeltet ikke er invertert, må enten Gulagruppen være yngre enn Hersjøformasjonen, eller så må det befinner seg et skyveplan mellom dem. Det siste kan vise seg å være tilfelle idet grensen vises som et betydelig søkk i terrenget, hvilket antyder en svakhetssone.

Bergartene er i kartets målestokk lite berørt av folding. Bortsett fra en tur opp Brattbekken, ca. 5 km nord for feltet, har jeg ikke lagt særlig vekt på å undersøke feltets tektonikk. Følgende kan likevel skisseres, idet det ikke er tatt hensyn til den regionale foldingen som har tippet bergartene til nåværende fall.

Den primære skifrigheten, S_0 , er svakt foldet i en tidlig foldefase, F_1 . Dette er rolige makroskopiske folder som går fram av det geologiske kart. Tilhørende akseplanskifrighet, S_1 , har retning ca. øst-vest, antagelig med et fall mot syd tilsvarende A-, B- og C-malmenes dragning i felt. En antagelig senere foldefase, F_2 , med bølgelengde 2-4m og amplitude $\frac{1}{2}$ -1m er vist på fig. 8. S_2 har retning ca. nord-nordvest med et fall på $40-50^\circ$ mot øst-nordøst. Det er rimelig å anta at kisforekomstene har blitt noe deformert under denne foldefasen. Flyfoto og kart viser at S_2 dominerer feltets topografi. Forholdet mellom S_0 , S_1 og S_2 vises på fig. 9.



Fig. 8.
 F_2 -foldet
(520 850x,
20 720y)



Fig. 9.
Fra Bratt-
bekken, sett
mot syd.

Borkjernene viser en del leirslepper, noe som antyder forkastninger. Slike er imidlertid ikke observert i dagen.

Metamorfosen i området går opp i lavere til midtre subfacies av amfibolittfacies, angitt av mineraler som sterkt pleokroittisk hornblende, granat, epidot, biotitt og kloritt.

*vel i de typiske leir-sjall-fall
i de underste nivåene.*

SULFIDFOREKOMSTENE.

Storparten av feltets sulfidforekomster ligger konformt i mørk grønnstein omgitt med en halo av kloritt-isert grønnskifer. De største har form som linjaler som strekker seg ned i dypet. Strøklengder er fra 100 til 160m, påvist akselengde går opp i 600m, største påviste mektighet er nær 15m. Forekomstene har dragning i felt på 12-20° mot syd. Fallet ser ut til å øke noe nedover fra ca. 35° i dagen til ca. 60° mot dypet. Fallet varierer nokså mye lokalt, antagelig pga. F_2 -folder, og er nokså vanskelig å anslå som middelverdi. Profil 2600 N' antyder et fall på rundt 55° som middelverdi i dypet. BH 244 har stabilisert seg på en bane tilsvarende 50° fall.

Som tidligere antydet er de største kisforekomstene kalt A-, B-, C-, D-, E- og F-malmen, hvorav henholdsvis A, B og C er de økonomisk mest interessante. Forekomstenes verdifulle bestanddeler er Cu i koppekkis og Zn i sinkblende. Andre mulige nyttbare bestanddeler er svovelkis som S-råstoff og magnetitt som Fe-råstoff, dette er ikke aktuelt i dag.

Om dannelsesmåte kan kort nevnes av kisforekomstene er typiske Oftedalske syngenетiske exhalativ-sedimentære, idet de ligger i en submarin basaltisk vulkanittserie. Tektoniske/metamorfe prosesser ser imidlertid ut til å ha vært med på å bestemme forekomstenes form, idet malmaksene ser ut til å falle sammen med F_1 -foldenes akseretning, dessuten er forekomstene deformert av F_2 -folder.

Foruten de største kisforekomstene er det i feltet en del smale lange soner med massiv eller impregnert magnetkis med grafitt og pyritt. Spesielt kan nevnes slike soner i porfyrisk metagabbro (kart I), påvist ved SP-målinger (kart II), da disse viser seg å ha spor av Ni.

Forekomstenes mineralogi.

Den mineralogiske beskrivelsen av kisforekomstene er først og fremst basert på undersøkelse av borkjerneprøver og polerslip av noen av disse. Det ble tatt 90 malmprøver. 46 av disse er det laget polerslip av, hvorav 22 er laget ved NGU og 24 ved Geologisk Institutt NTH. Som en viss støtte til den mineralogiske undersøkelsen er brukt borkjernebeskrivelser, kjemiske analyser og feltobservasjoner.

I beskrivelsen er det som illustrasjoner brukt en del mikrofotografier av polerslip, da disse forteller mye mer enn ord. Tallmaterialet fra mikroskopundersøkelsene av polerslipene, kornstørrelser og gehalter, er for oversiktens skyld samlet i tabeller, tabell 1, 2 og 3. I det følgende er hovedvekten lagt på å beskrive A-, B- og C-malmen. For helhetens skyld nevnes de andre forekomstene kort.

A-malmen.

Dette er den største og rikeste av forekomstene. Den er vesentlig en svovelkismalm med kobberkis, sinkblende, magnetkis og nokså mye magnetitt. Den kan være både massiv og lagdelt. Kornstørrelsen ser ut til å minke noe mot liggen. Årer og lag av kompakt magnetkis og magnetitt finnes også, disse forekommer ned mot liggen. Magnetitt ser ut til å være noe anriket mot feltliggen (nord), fig. 10. Sjeldne mineraler i A-malmen er hematitt og covellin.

Svovelkis, py, forekommer vesentlig som sub- og euhedrale korn. Kornstørrelse varierer mellom 0,01 og 5mm. Svovelkiskornene er svært ofte noe oppknust, sprekene er av og til fylt med kobberkis og magnetkis. Som inneslutninger i svovelkiskorn er observert sinkblende, kobberkis, magnetkis og magnetitt, foruten gangarts-

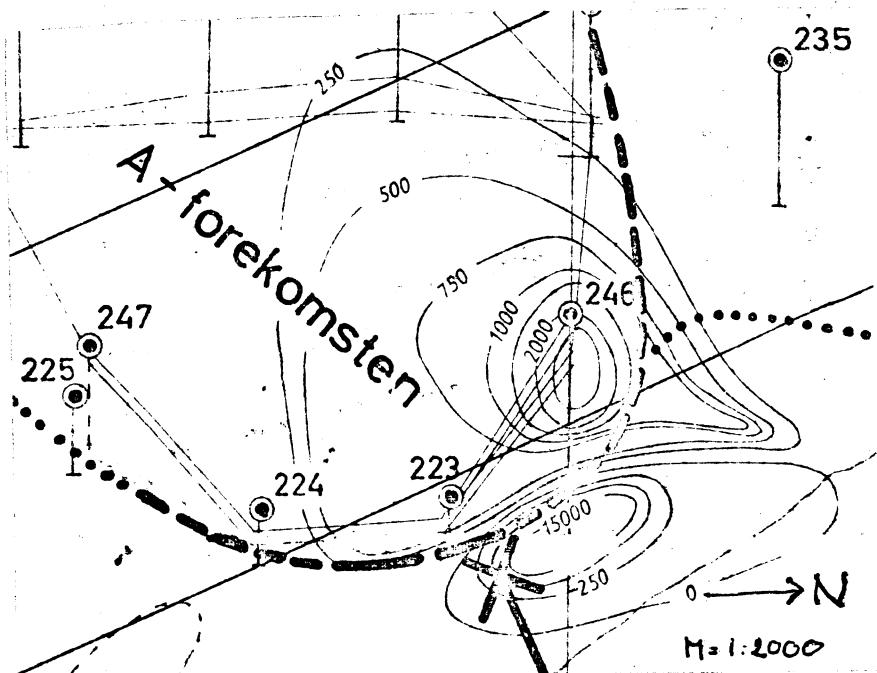


Fig. 10.
Magnetisk
anomalikart
som viser
anrikning av
magnetitt
mot nord.

mineraler. Inneslutningene er ikke særlig hyppige, og når de forekommer er de som oftest forholdsvis store. I BH 312 finnes en variant av malmen med linseformete bruddstykker av massiv svovelkismalm flytende i en strøm av kobberkis, magnetkis, gangartsmineraler og/eller magnetitt, sannsynligvis en breksje. I massiv svovelkismalm kan en finne mm-tykke oppknuste svovelkisbreksjer. Lagvise forandringer i kornstørrelsene kan representere en viss foliasjon.

Magnetiskkornene er alltid anhedrale. De forekommer som fyllinger imellom svovelkiskrystaller, som årer i malm og sidestein, som enkeltkorn i kobberkis- eller sinkblendematrix og som matrix i kompakt magnetkis. Magnetkis viser noen ganger myrmekittiske sammenvoksninger med sinkblende. Ved kryssete nicols viser magnetkisen flammelignende lameller som noen ganger definerer en foliasjon, andre ganger 2-3 forskjellige foliasjonsretninger. Magnetkis, po, og kobberkis, cpy, opptrer gjerne sammen.

Magnetitt, mt, forekommer som sub- til euhedrale korn, kornstørrelse varierer mellom 0,01 og 1mm. I ligg-klorittskiferen forekommer cm-store euhedrale magnetitt-

krystaller. Magnetitt forekommer ellers i form av massiv finkornet magnetittalm og massive årer. Sammen med svovelkis er magnetitten ofte koncentrert i striper og lag. Store magnetittkorn kan ha inneslutninger, særlig av kobberkis.

Sinkblende, sl, er alltid anhedral. Den er svært ofte koncentrert i cm- til dm-tykke striper og lag med over 50% sinkblende. Sinkblenden kan av og til ha små dråpeformete inneslutninger av kobberkis, disse definerer av og til 2-3 krystallografiske retninger. Sinkblenden har lite og brunlige interne reflekser, noe som antyder lite Fe-innhold.

Kobberkis, cpy, er også alltid anhedral. Den forekommer som fylling mellom svovelkiskorn, som årer i malm og sidestein, som sprekkefyllinger i knuste svovelkiskorn og breksjer og som matrix og kompakt kobberkis. Ved kryssete nicols viser kobberkisen uorienterte tvillinglameller.

Hematitt, hem, forekommer som subhedrale 0,1mm lange parallelle korn, alltid i gråberg; sidestein og gangartssoner.

To korn av covellin, cv, er observert. Begge lå i kobberkismatrix og var anhedral.

Gangartsminalene er hornblende, kalkspat, kvarts, feltspat, biotitt, kloritt og epidot. I massiv, halv-kompakt svovelkismalm dominerer kalkspat og kvarts som gangartsminaler (fig. 12).

Tabell 1 viser de numeriske data fra mikroskopering av polerslip fra A-malmen.

TABELL 1.

A-malmen.

Gj.sn. kornst. i 1/10mm/gehalt i %.

BH	dyp	Py	po	mt	sl	cpy	hem	cv	gangart
312	455,5m	4/75	2/½	2/2	3/3	2/½	1/1		/18
312	456,3m	4/70	2/1	1/1	2/2	2/2			/24
312	457,4m	3/50	2/1	1/25		2/1			/23
312	458,2m	3/40	3/5	1/10	1/25	m/5			/15
312	459,1m	5/60	1/1	1/10		1/1			/28
312	460,0m	2/20	m/10	2/10	3/2	m/40	0,5/0		/18
312	460,6m	2/25	2/2	1/16	3/2	m/40	1/0		/15
312	461,1m	2/90	½/½			½/1			/8½
312	463,5m	2/75	1/1	1/10		1/4			/10
312	464,7m	2/30	m/5	1/5	3/10	m/40			/10
312	465,4m	2/30	m/3	1/5	5/15	m/30			/17
312	465,8m	2/20	m/5	m&l/20	5/2	m/30			/23
312	466,6m	½/35	2/10	½/20	1/2	1/20			/13
312	466,7m	6/70	2/2	m&l/10	1/1	1/10			/7
312	467,1m	5/64	4/5	1/10	2/1	2/15			/5
312	467,9m	½/60	2/5	1/10	2/1	2/19			/5
312	468,5m		4/3	1/60	2/1	m&½/26			/10
312	469,4m	20/5	1/85	1/2		1/5			/3
312	469,5m		1/80	1/2		2/15			/3
312	469,8m	Mt-breksje (468,5m)	fylt med po (469,5m)	eg cpy.					
312	470,4m		3/10	1/15		2/2	1/5		/68
232	99,5m	5/5	2/3	10/4	1/1	5/25	1/4		/58
232	102,8m	7/40	1/1	3/8	3/1	1/25			/25
246	29,4m		½/½	½/75		0,2/½	1/1		/23
313	486,1m	2/90	2/½	1/½	1/½	1/½			/8
314	314,9m	3/4	2/8	2/5	5/8	1/35			/40
314	318,0m	½/500	2/2	0,2/33		0,2/5			/10

m=matrix uten synlige korngrenser.

Gehalter er visuelt anslått og bare omtrentlige.

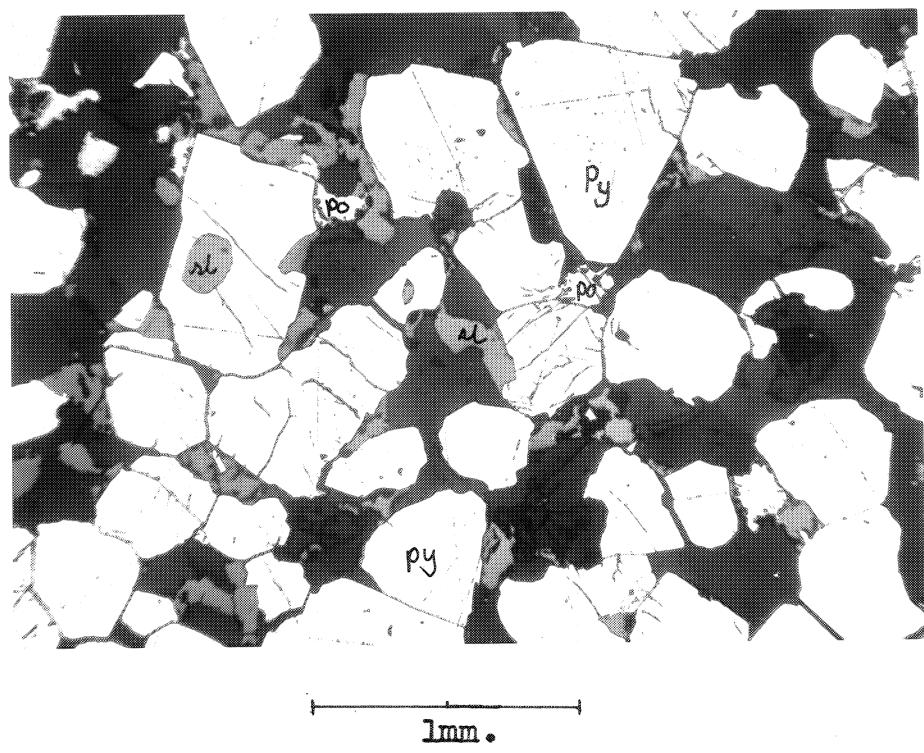


Fig. 11. BH 312, 455,5m. Massiv halvkompakt svovelkismalm med litt sinkblende og magnetkis.

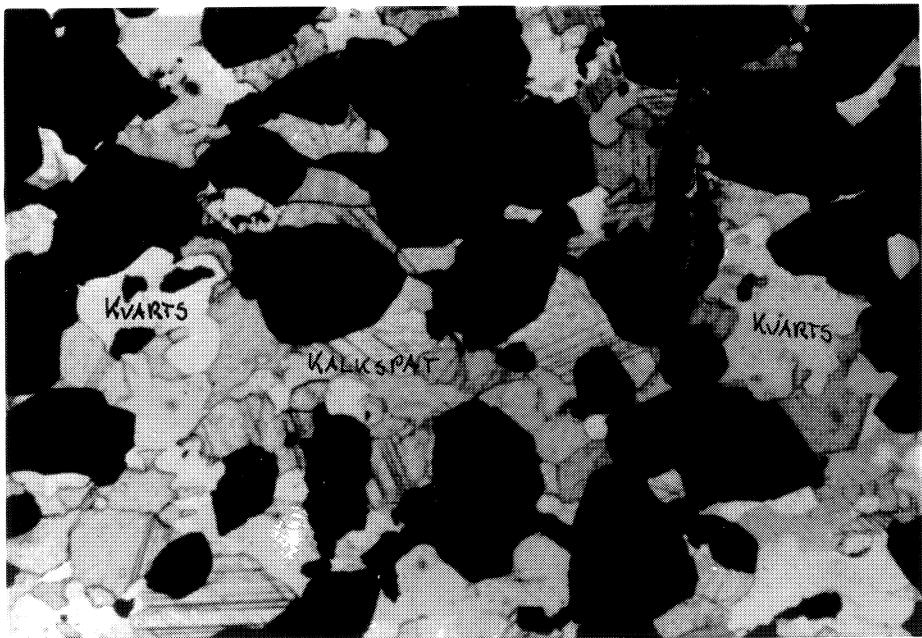
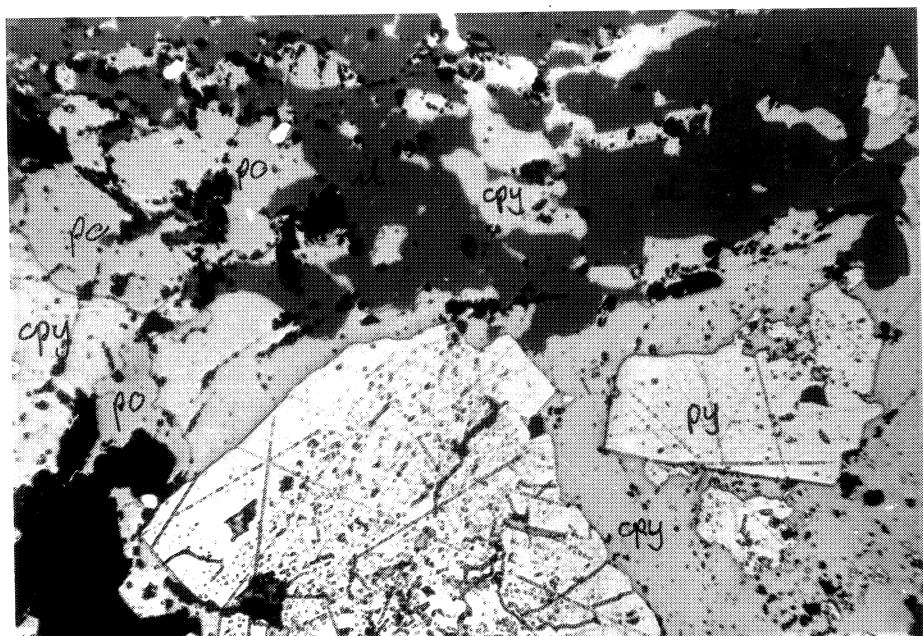
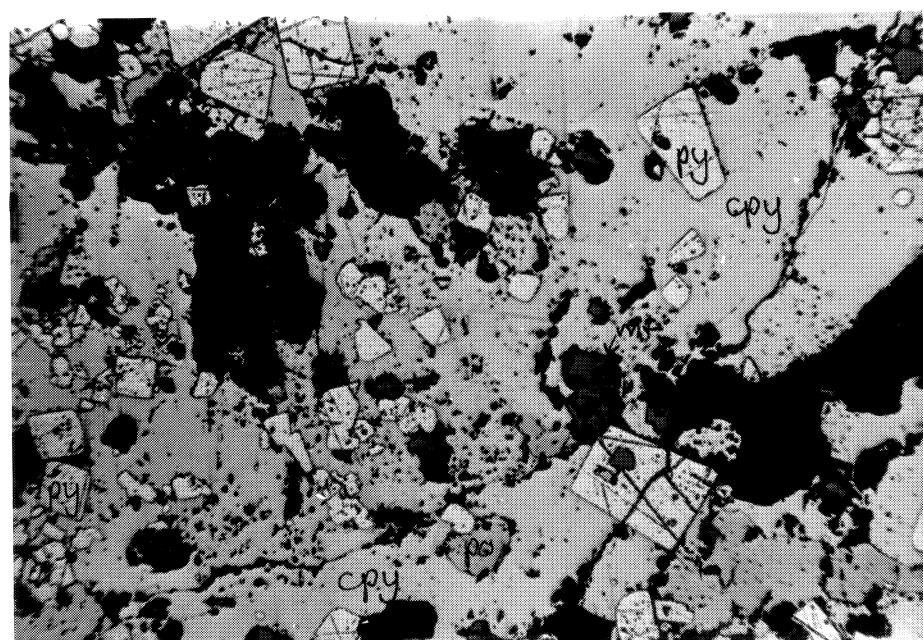


Fig. 12. BH 312, 455,5m. Tynnslip. Gangartsmineraler i massiv halvkompakt svovelkismalm.



1mm.

Fig. 13. BH 312, 460,0m. Py-porfyrblaster med inneslutninger av cpy i cpy/sl matrix.



1mm.

Fig. 14. BH 312, 460,0m. Py, mt og po i cpy-matrix.

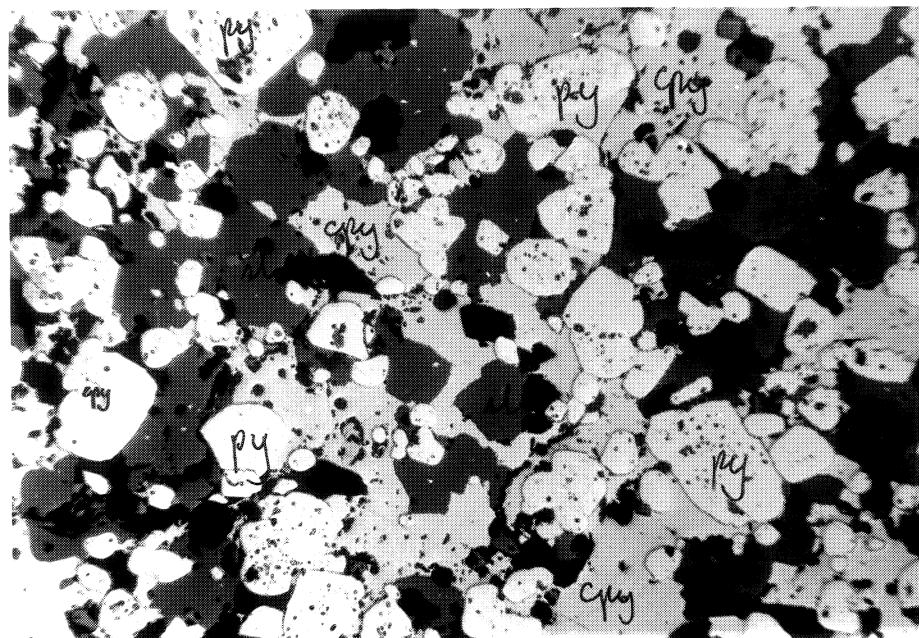


Fig. 15. BH 312, 465,4m. Runde py-porfyrablaster i matrix av cpy og sl.



Fig. 16. BH 312, 466,7m. Knust py-malm injisert av cpy- og mt-årer.

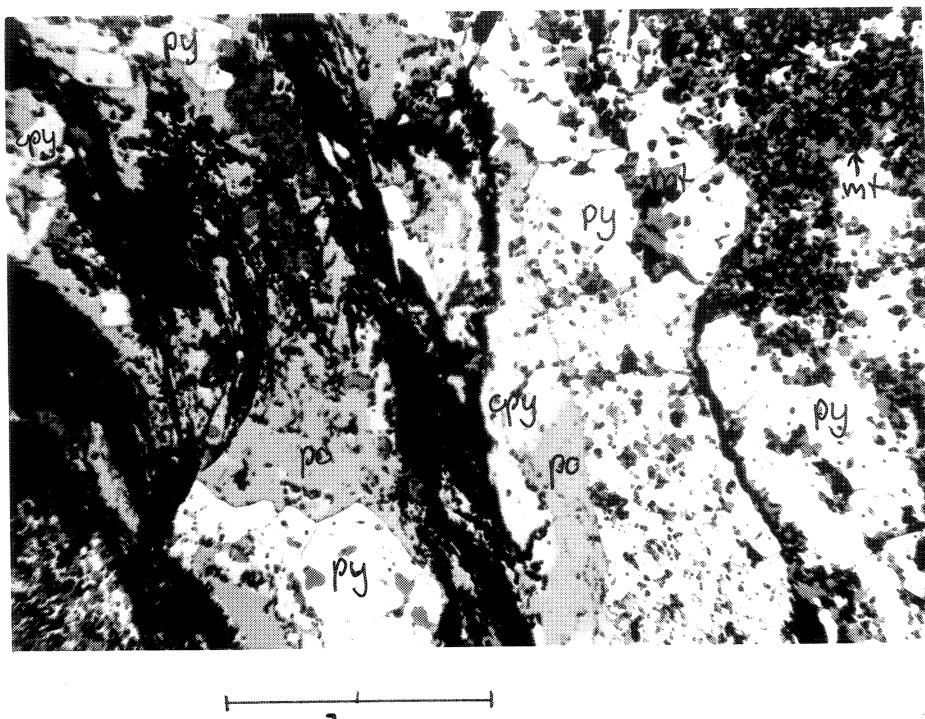


Fig. 17. BH 312, 467, lm. Knust py/mt-malm injisert av cpy, po og mt.

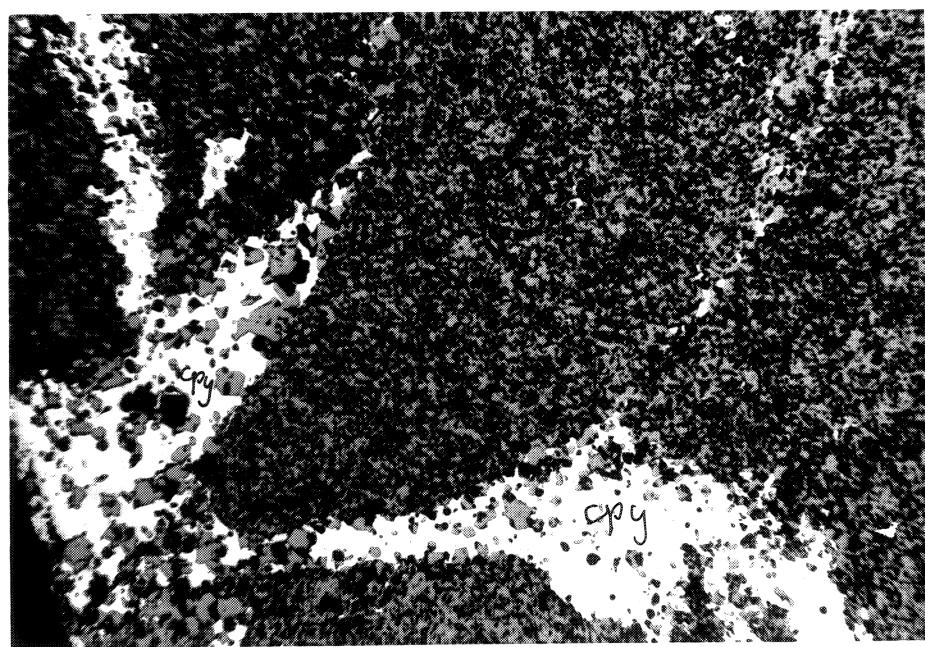
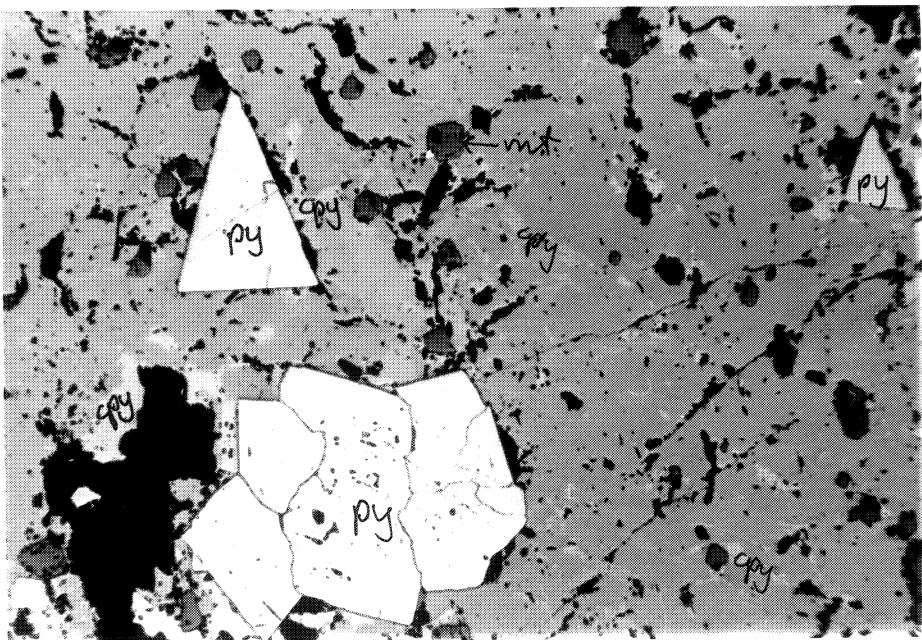


Fig. 18. BH 312, 468, 5m. Breksjert mt-malm fylt med cpy.



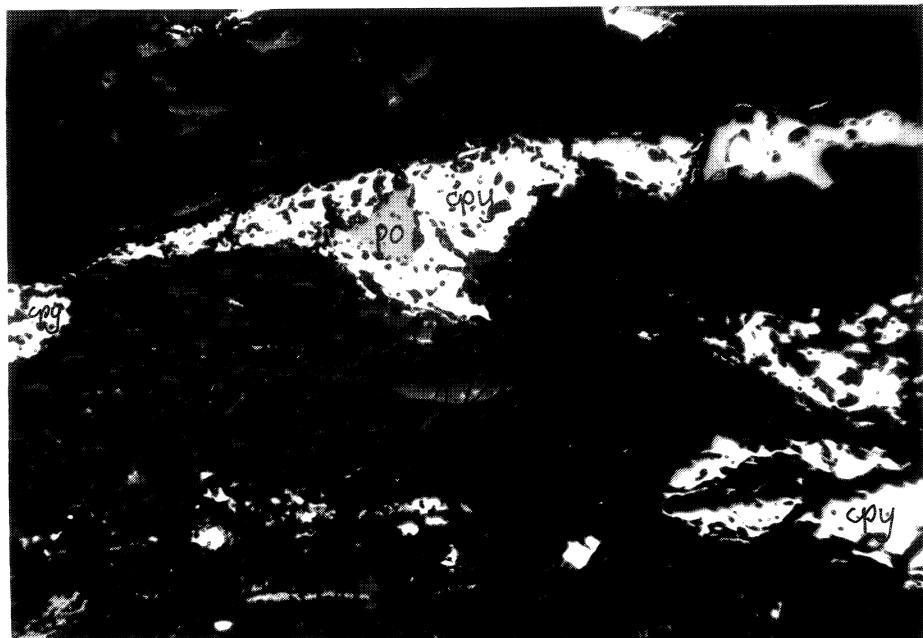
1mm.

Fig. 19. BH 312, 468,5m. Gangarts- og cpy-årer i breksjert og knust mt-malm.



1mm.

Fig. 20. BH 312, 469,4m. Massiv po-malm med cpy, py og mt.



1mm.

Fig. 21. BH 232, 99,5m. Grønnskifer med hem og cpy/po-årer.

B-malmen.

Denne er hovedsaklig en magnetkismalm med svovelkis porfyroblaster, kobberkis, sinkblende og magnetitt. Det forekommer dessuten en god del massiv halvkompakt svovelkismalm med magnetkis, kobberkis, sinkblende og magnetitt, dessuten er det observert litt blyglans. De to malmtypene kan veksle i dm-tykke lag. Generelt ser det ut som om svovelkistypen opptrer hyppigst mot heng og feltheng (syd). B-malmen er ellers oppblandet med cm- til m-tykke grønnskiferlag, disse er ofte impregnert av kobber- og magnetkis.

Svovelkis opptrer som sub- til euhedrale korn. De er svært ofte oppsprukket, dette gjelder særlig porfyroblaster i foldet og tektonisert magnetkismalm. Sprekkene er oftest fylt med kobberkis, men også av og til med magnetkis. Inneslutninger er ikke særlig hyplige, og når de finnes er de forholdsvis store. Som inneslutninger er sinkblende og magnetitt vanligst, kobber- og magnetkis er mer sjeldent. Kornstørrelse i svovelkistypen er vesentlig 0,05-1mm, i magnetkistypen fra 0,1 til 2mm.

Magnetkis forekommer som fylling mellom svovelkiskrystaller, som impregnasjon og årer i grønnskifer og som matrix, alltid som anhedrale korn. I magnetkistype malm kan den ofte være noe flekket og diffus, noe som kanskje skyldes slipprepareringen. Ved kryssete nicols viser magnetkisen ofte flammelameller, gjerne i 2-3 retninger.

Magnetitt forekommer som sub- til euhedrale korn spredt jevnt over hele B-malmen. Magnetittkrystallene kan være gjennomsatt av sprekker som er fylt med kobberkis. Inneslutninger, spesielt av svovelkis, magnetkis og gangartsmineraler, forekommer av og til.

Sinkblende forekommer sammen med kobberkis i magnetkis-type malm og mellom svovelkiskrystallene i svovelkistype malm, alltid anhedrale korn. Interne

reflekser er svake og brunlige, noe som antyder høyt Zn-innhold. Som en sjeldenhets har sinkblenden inneslutninger av kobberkis og svovelkis.

Kobberkis forekommer ofte konsentrert rundt store svovelkiskrystaller i magnetkis-type malm, som fylling mellom svovelkiskrystaller i svovelkis-type malm, som årer og impregnasjon i grønnskifer og som matrix i Cu-rike soner, alltid som anhedrale korn.

Blyglans, gn, er bare observert i ett polerslip. Blyglansen forekommer som anhedrale fyllinger mellom svovelkiskrystaller i svovelkis-type malm.

Gangartsmineralene er de samme som i A-malmen, men med betydelig mer grønnskifer-mineraler.

Kornstørrelser og gehalter for de undersøkte polerslipene fra B-malmen er listet opp i tabell 2.

TABELL 2.

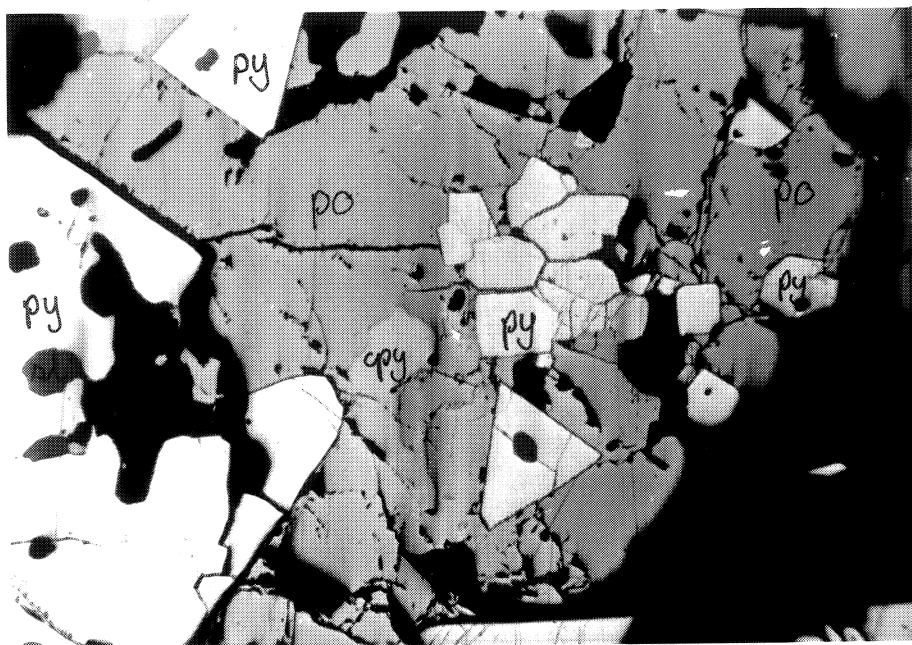
B-malmen.

Gj.sn. kornst. i 1/10mm/gehalt i %.

BH	dyp	Py	po	mt	sl	cpr	gn	gangart
213	20,0m	1/80	½/10	1/2	½/1	0,3/2		/5
213	22,0m	4/75			1/3		1/1	/21
213	24,1m	4/3	5/50	2/1	1/1	2/6		/39
216	30,4m		5/78	1/1	1/1	3/10		/10
216	42,8m	3/30	5/57	1/1	2/3	2/2		/7
216	43,5m	4/80	2/2		3/1	2/2		/15
227	101,6m	5/30	m/40	1/2	1/1	2/7		/20
228	100,1m		m/80	1/5		1/1		/14
228	114,0m	3/90	1/½		2/2	1/½		/7
228	114,2m	4/15	m/70	1/1	2/1	2/3		/10

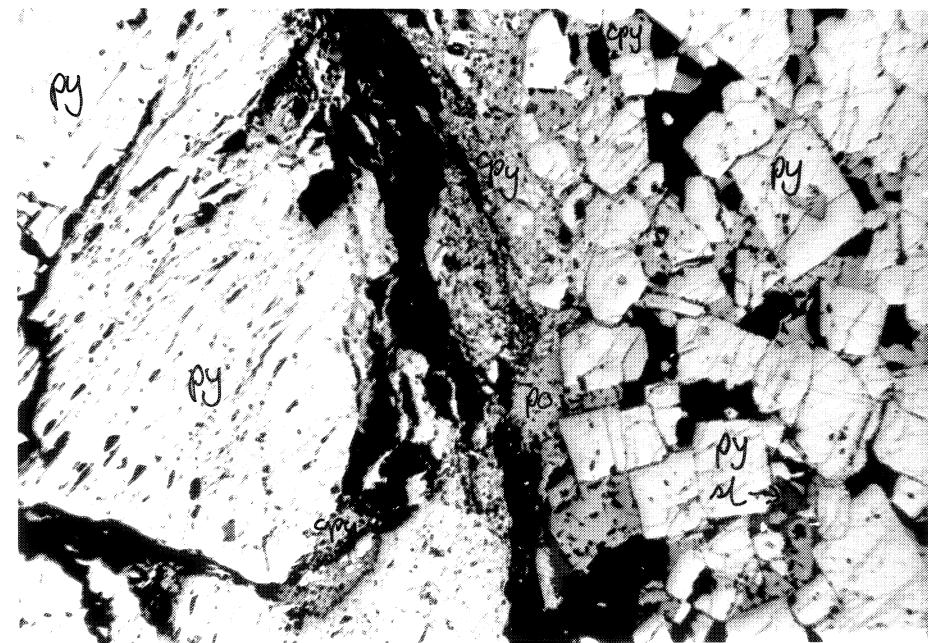
m = matrix med uklare korngrenser.

Gehalter er visuelt anslått og bare omtrentlige.



—
1mm.

Fig. 22. BH 216, 42,8m. Po-malm med py porfyroblaster og litt cpy, mt og sl.



—
1mm.

Fig. 23. BH 227, 101,6m. Tektonisert grense mellom grovkornig og middelkornig py-malm med cpy, po, litt mt og sl

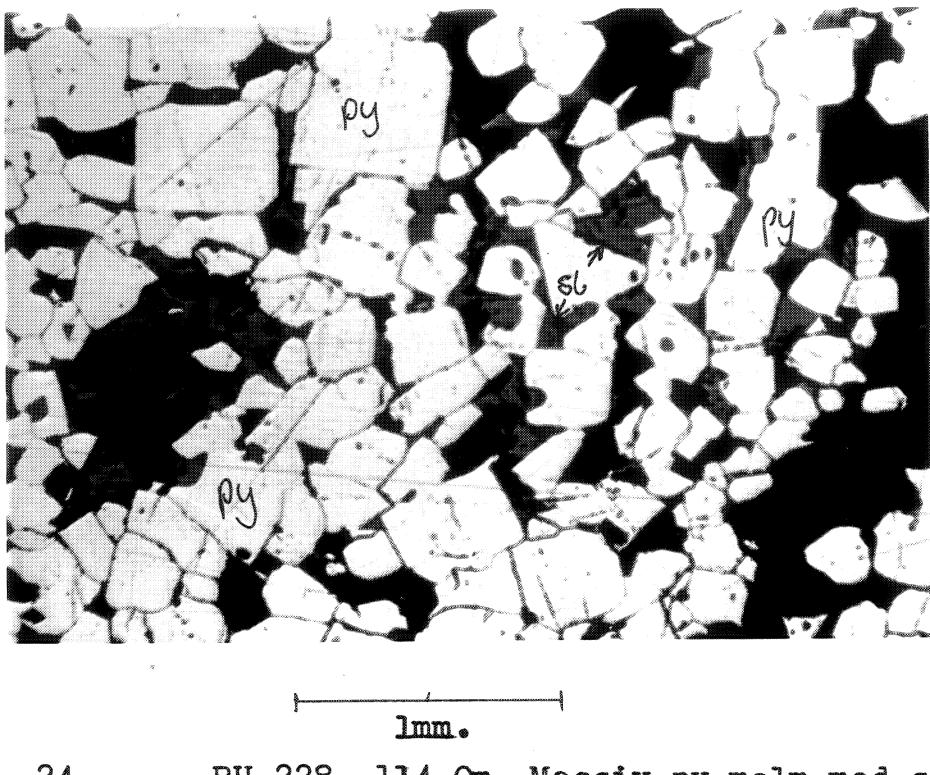


Fig. 24. BH 228, 114,0m. Massiv py-malm med sl.

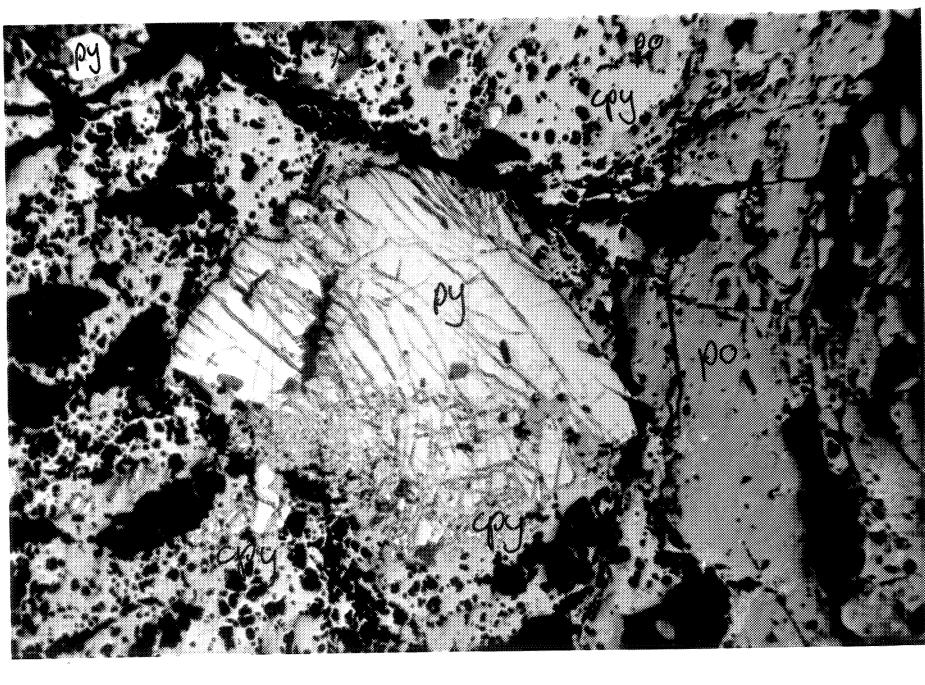


Fig. 25. BH 228, 114,2m. Knust og foldet py-krys-tall med cpy i sprekker. Litt mt og sl, alt i po-malm.

C-malmen.

Denne har en mineralogisk sammensetning svært lik B-malmens. Den er også for det meste en magnetkismalm med svovelkis porfyroblaster, kobberkis, sinkblende og magnetitt, og den består også av en svovelkistype malm med magnetkis, kobberkis, sinkblende og magnetitt. Hyppige grønnskiferlag er impregnert med kismineraler. C-malmen kan virke noe mer lagdelt og foliert enn B-malmen. Foliasjonen defineres av gangartsmineraler som hornblende og biotitt og av flamme-lameller i magnetkisen, synlig ved kryssete nicols. B- og C-malmen henger ikke sammen under vannet som skiller dem i dagen. BH 217, 218 og 219 antyder likevel en viss sammenheng, idet en svak sulfidimpregnasjon ligger omtrent i malmenes nivå, (kart 1&2).

Svovelkiskornene er sub- til euhedrale, ofte noe oppsprukket. Kornstørrelsen går opp i 4-5mm. En del inneslutninger forekommer, av kobberkis, magnetkis, magnetitt og sinkblende, foruten gangartsmineraler. Inneslutningene kan være elongerte parallelt svovelkiskrystallenes sidekanter, eller koncentrert i midten av krystallene.

Magnetkis opptrer på samme måten som i B-malmen. Flammelameller ved kryssete nicols representerer en dominerende foliasjon og 1-2 sekundære foliasjonsretninger. Den primære foliasjonen bøyer rundt hjørnene til svovelkiskrystallene.

Magnetitt forekommer som sub- til euhedrale korn spredt rundt i malmen, av og til koncentrert i stripelag, kan være noe oppsprukket. Magnetittkornene har som en sjeldenhets inneslutninger av kobberkis, magnetkis og gangartsmineraler.

Sinkblende opptrer som anhedrale korn spredt i malmen og av og til koncentrert i soner og lag. Sinkblende kan forresten være vanskelig å skille fra magnetkis i borkjerner, fordi det man der ser av sinkblende

den er dens brune "strek". De interne refleksene virker mer røde enn i A- og B-malmen, noe som antyder et høyere Fe-innhold.

Kobberkis forekommer som anhedral korn i magnetkismatrix og som fylling mellom svovelkiskorn i svovelkis-type malm, kan i rike partier selv danne matrix. Kobberkis finnes også som impregnasjon og årer i grønn-skifer.

Hematitt er observert i ett polerslip som subhedrale korn i gangartslag parallell foliasjonen.

Gangartsmineralene er som i B-malmen.

Kornstørrelser og gehalter for de undersøkte polerslipene fra C-malmen er stilt opp i tabell 3.

TABELL 3.

G-malmen.

Gj.sn. kornst. i 0,1mm/gehalt i %.

BH	dyp	Pv	po	mt	sl	cpr	hem	gangart
220	15,2m	10/10	4/60	1/7	3/10	2/5		/8
220	19,2m	8/17	3/55		½/1	2/8		/19
220	20,4m	20/30	10/10	2/1	5/4	m/40	1/2	/13
220	23,1m	20/60	5/10	2/1	2/2	3/15		/12
221	12,3m	3/30	3/40	1/3	2/2	2/20		/5
221	15,9m	2/60	2/5	1/1	2/4	1/20		/10
221	18,2m	3/75		1/1	2/4			/20
230	101,6m	4/30	4/45		5/5	1/1		/19
309	288,5m	2/40	3/35	1/1	3/3	2/6		/15

m = matrix med uklare korngrenser.

Gehalter er visuelt anslått og bare omtrentlige.

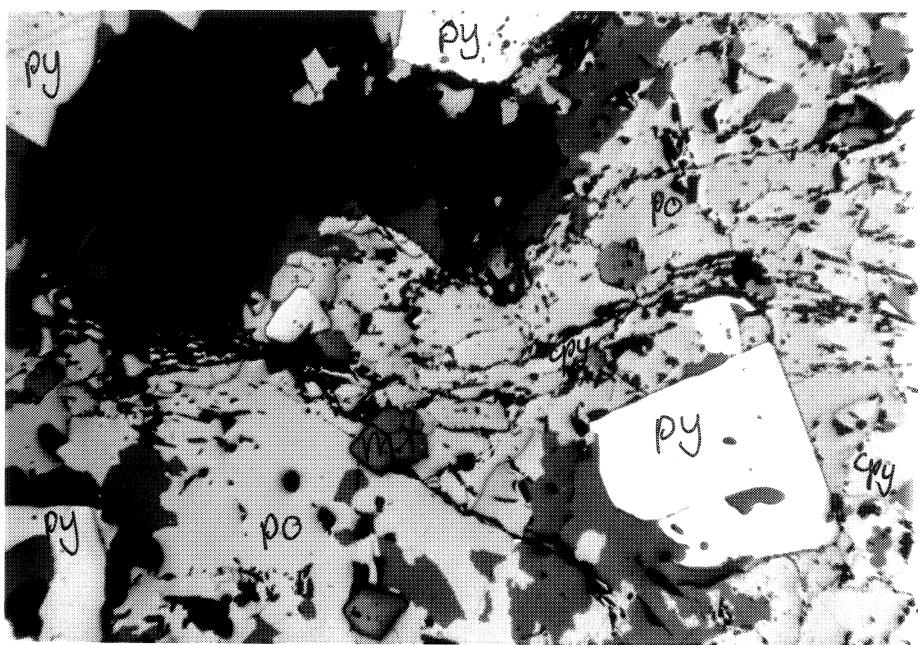


Fig. 26. BH 220, 15,25m. Foliert po-malm med py porfyroblaster, cpy, sl og mt.

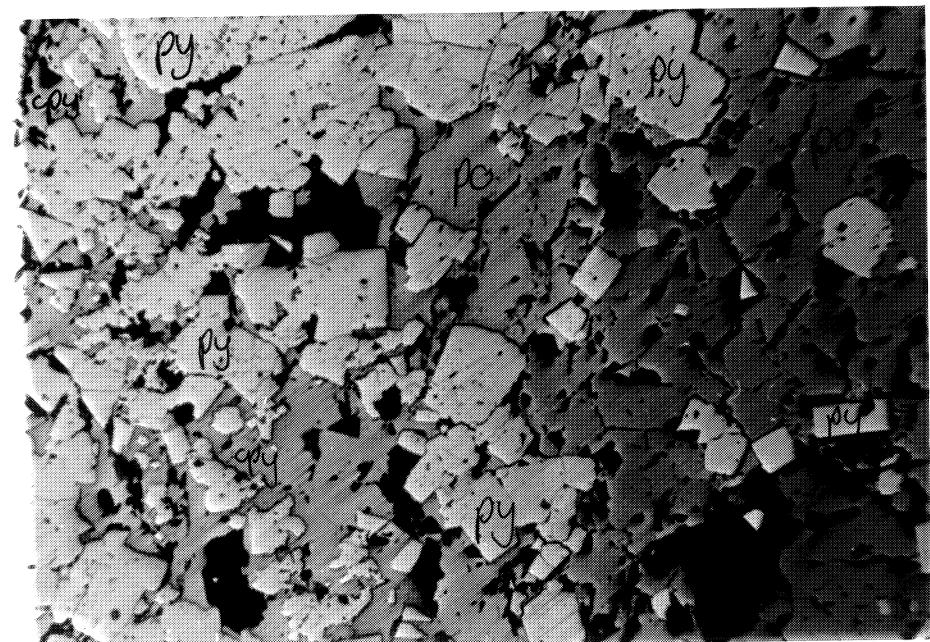
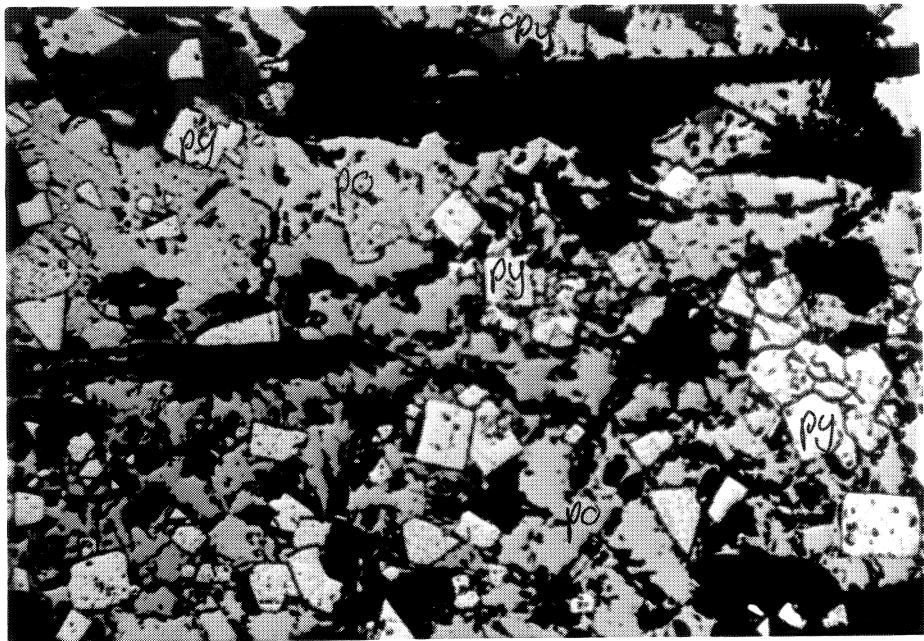


Fig. 27. BH 221, 12,3m. Po/cpy-malm med py porfyr-oblaster.



1mm.

Fig. 28. BH 309, 288,5m. Noe foliert po-malm med
py porfyroblaster og litt sl og cpy.

Sidesteinen.

Rundt A-, B- og C-malmen har det foregått en sidesteinsomvandling som er typisk for kisforekomster i grønnsteinsbergarter, nemlig klorittisering av den nærmeste grønnskiferen. Dette gjelder spesielt liggen hvor kloritt er det dominerende mineral. Hengen er ikke i den grad dominert av klorittisering. Her er det bare noen cm- til dm-tykke stripene med vesentlig kloritt. Hengen kan ellers virke noe kvartsrik.

Impregnasjonen i sidesteinen er for det meste ubetydelig. Liggen er impregnert av kobber- og magnetkis, ved A-malmen også magnetitt. Hengen er for det meste svakt impregnert av svovelkis.

De øvrige sulfidforekomstene.

D-malmen er undersøkt med to borhull, BH 304 og 305. BH 305 kunne oppvise 60cm malm med 3% Cu og 0,5% Zn. Forekomsten er avskrevet.

E-malmen er en fattig halvkompaakt svovelkismalm. Av tre borhull traff bare BH 301 malm av noen betydning, 24cm med 3% Cu og 0,5% Zn. E-malmen er også oppgitt.

F-malmen er noe mer interessant fordi den ligger midt mellom A- og B-malmen og dermed vil være svært lett tilgjengelig ved eventuell drift på de større forekomstene. F-malmen er oppboret med 6 borhull, BH 248, 249, 250, 251, 252, og 253. Av disse viser BH 248 og 249 mektigheter på 1-1,5m og gehalter 0,5-1% Cu og 0% Zn, og BH 252 og 253 mektigheter på ca 5m med 0,6-0,8% Cu og litt Zn. Noen borhull på B-malmen har dessuten sneiet bortom F-malmen. BH 226 viser ca. 2m med 0,2% Cu og 1% Zn. BH 245 har jeg ikke kjernebeskrivelse av, men det har sikkert vært bort i F-malmen siden BH 241 viser 2m med 0,5% Cu. BH 311 viser 2-3m malm hvorav 0,4m med 1,56% Cu og 3,70% Zn. F-malmen bør undersøkes ved eventuell drift på A- og B-malmen, da den muligens

BH 310 har 1m med 0,4% Cu.

kan gi et verdifullt tilskudd til de to malmene. Det er ingenting som tyder på at den kiler ut mot dypet, snarere tvert imot.

Ellers i Hersjøfeltet finnes det en god del langstrakte soner med kompakt magnetkis/grafitt og dessuten impregnasjonssoner med magnetkis og/eller svovelkis. Som tidligere nevnt er magnetkissonene i porfyrisk metagabbro spesielt interessante fordi de fører litt Ni. Pentlanditt er nokså vanlig i magnetkis i gabbroide bergarter. I Hersjøfeltet skal det visst være vanlig at Ni opptrer sammen med grafitt, så det er naturlig at magnetkis/grafitt-sonene i porfyrisk metagabbro har litt Ni. Dessverre er Ni-gehalten bare av akademisk interesse, BH 310 viser i underkant av 2m med 0,02-0,03% Ni. Et polerslip ble tidlig undersøkt fra denne sonen, men hverken Ni eller grafitt ble funnet. Slipet fra BH 310, 15,2m hadde 90% magnetkis med 1% små kobberkiskorn og 9% gangartsmineraler. Pentlanditt ble ikke funnet selv med største forstørrelse.

MAIMBEREGNING.

Volumberegnning.

Fremgangsmåten ved volumberegningene er forsøkt fremstilt oversiktlig ved hjelp av figurer og tabeller. En del forklaring må vel likevel til.

Prinsippet for beregningene er en blanding av å konstruere profiler over hele malmtverrsnittet, og å la hver malmskjæring representere malmen til halve avstanden til de nærmeste borhullene. For enkelthets skyld beregner jeg og konstruerer tenkte profillinjer gjennom tyngdepunktet av malmskjæringene rundt et nivå. (Det var vel meningen at malmskjæringene skulle gi gode profiler ved planleggingen av borprogrammet, men noe forskjellige borhullsavvik, bl. a. pga. bruk av forskjellig borutstyr, har ødelagt noe av opplegget.) Høyden over havet for slike profillinjer beregner jeg på grunnlag av koordinatberegninger av hullbaner, utført på grunnlag av avviksmålinger. En del single-shot-målinger var ikke koordinatberegnet, så en god del av arbeidet mitt gikk ut på dette. Høyde over havet for profilene på A-malmen er beregnet i tabell 4. Resultatene er brukt til å konstruere fig. 29 som er et lengdeprofil over A-malmens akse (kart II). Riktig avstand mellom profilene kan dermed måles på figuren.

Fig. 30 er et plan lagt i A-malmen etter malmaksen fra fig. 29. I dette planet er borhullenes malmskjæringer projisert i akseretningen inn på tverrprofilene. Jeg lar så en malmskjæring representere profilet til halvparten av avstandene til naboskjæringerne på profilet, i stedet for å konstruere mer eller mindre suspekte profiler. Ut til sidene er avstanden fra skjæringen til ytterkanten lik avstanden fra skjæringen til halvveis til naboskjæringen. Dette er en brukbar løsning for B- og C-malmen, noe mer tvilsom for A-malmen (BH 312).

De interessante avstandene måles så på figuren.

Det profilet jeg kommer fram til lar jeg så representere malmen til halvparten av avstandene til naboprofilene. Ned mot dypet benytter jeg samme metode som ved endene av profilene. De interessante avstandene måles også her. Malmskjæringenes maktighet beregnes så, idet jeg tar hensyn til skifrigheten i skjæringene. Volumet av hver malmblokk beregnes så og summeres, tabell 6 for A-malmen

For A-malmen synes det å være en bedre løsning å la de ytterste malmblokkene på hvert profil kile ut til EM-anomalien på kart II, projisert ned på fig. 30. Når dette skrives har jeg imidlertid hverken regne-maskin eller tid til omregningen.

Jeg kan bare påpeke at malmblokken representert av BH 312 ser ut til å ha blitt noe for stor, volumet av den er nesten 1/3 av hele A-malmen.

Et annet problem er at nettopp BH 312 har en ekstremt høy Cu-gehalt, dette blir diskutert senere.

TABELL 4.

Gjennomsnitlig høyde over havet for profiler. <u>A-malmen.</u>					
Profil	Malm- BH	H.o.h. på- skjæring	Vert. sett BH	H.o.h. malm- dyp	Gj.sn.
1A					
2A					
239	215,8m	1011,5m	157,1m	854,4m	
237	172,1m	1006,0m	168,0m	838,0m	
238	207,6m	997,9m	171,4m	<u>826,5m</u>	
3A					
314	315,9m	1017,5m	303,5m	714,0m	
242	382,6m	1018,1m	253,7m	764,4m	
240	380,4m	1024,4m	269,1m	755,3m	
315	253,0m	1000,1m	239,7m	<u>764,4m</u>	
4A					
244	720,7m	1086,1m	476,8m	609,3m	
313	487,2m	1040,9m	439,1m	601,8m	
312	462,7m	1034,1m	416,0m	<u>618,1m</u>	
5A					

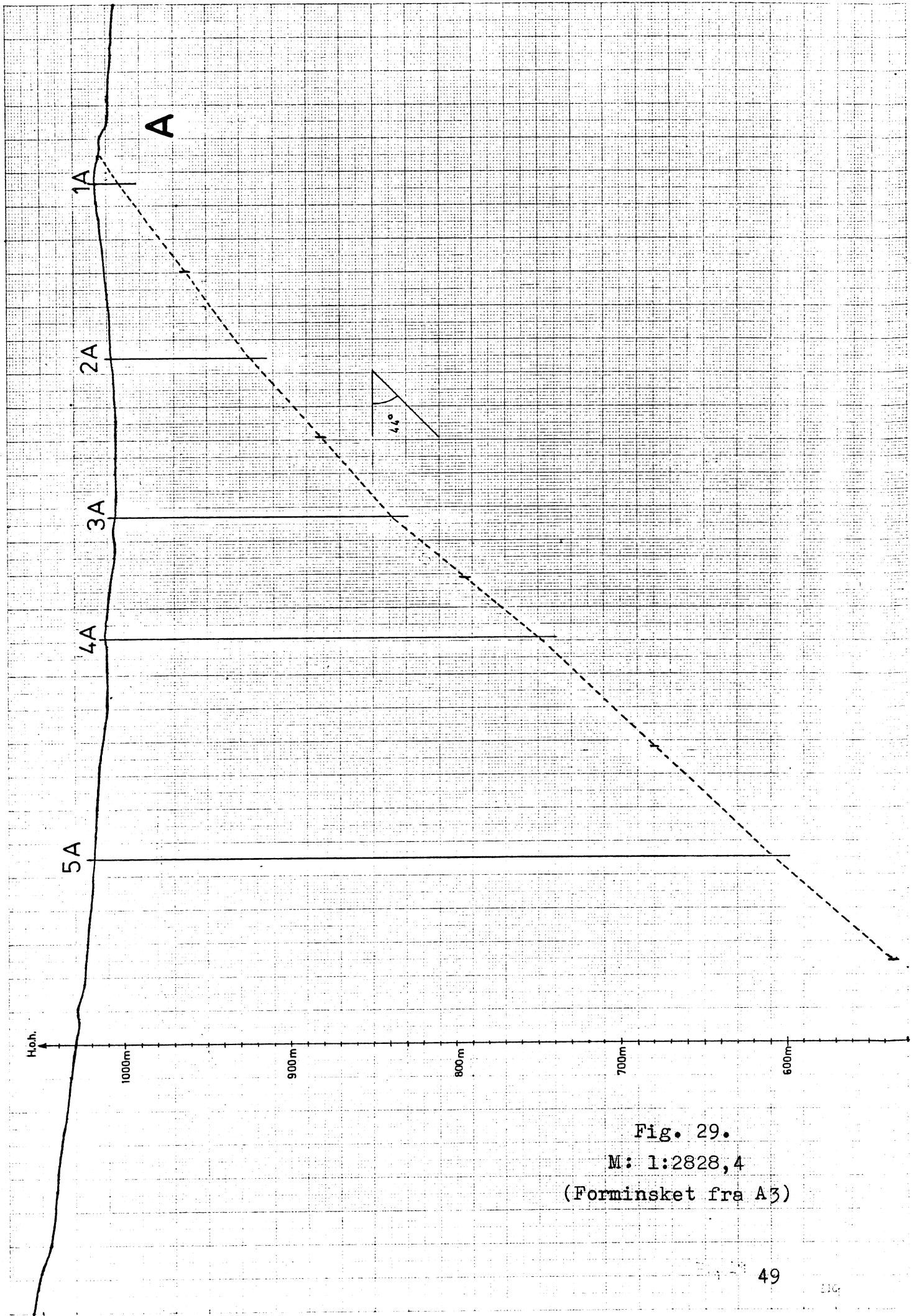


Fig. 29.

M: 1:2828,4
(Forminsket fra A3)

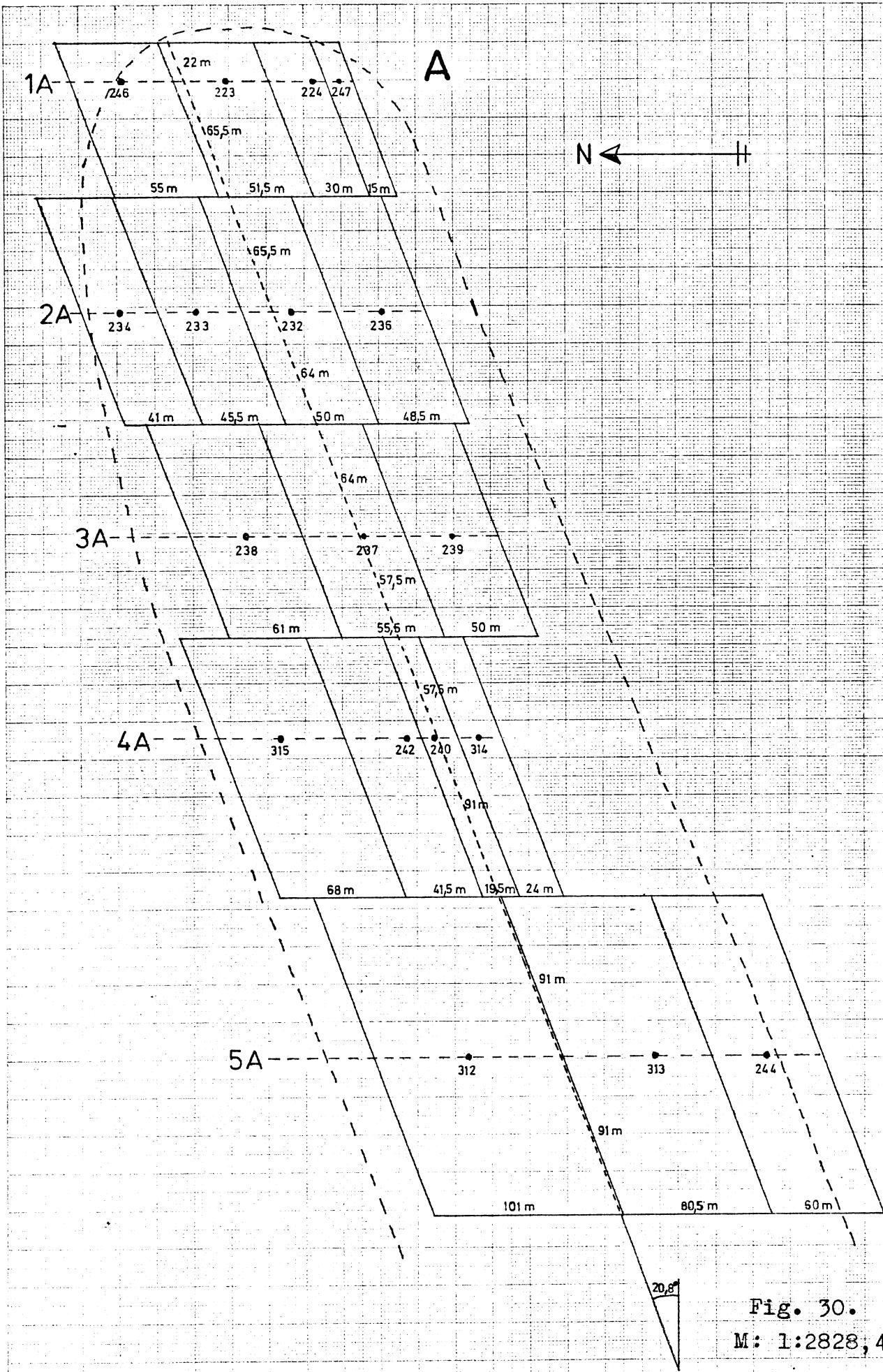


Fig. 30.
M: 1:2828, 4

TABELL 5.

Mektigheter og gehalter.

A-malmen.

Profil	BH	Malm-skjæring	Skiffrighet	Mektighet	Gehalter i %	
					Cu	Zn
1A	246	2,48m	90°	2,48m	0,54	1,63
	223	7,26m	90°	7,26m	0,79	3,90
	224	4,45m	82°	4,41m	0,45	3,13
	247	6,83m	64°	6,14m	0,16	3,53
2A	234	1,30m	75°	1,26m	0,11	1,04
	233	13,98m	90°	13,98m	1,08	3,28
	232	13,84m	80°	13,63m	0,79	2,33
	236	2,75m	80°	2,71m	0,32	2,08
3A	238	0,94m	90°	0,94m	0,19	0,30
	237	10,36m	69°	9,67m	2,27	0,50
	239	3,56m	90°	3,56m	0,36	3,31
4A	315	3,60m	90°	3,60m	0,45	0,20
	242	12,39m	85°	12,34m	1,29	0,67
	240	13,21m	90°	13,21m	1,07	0,92
	314	5,18m	80°	5,10m	1,74	0,30
5A	312	14,52m	90°	14,52m	4,16	1,26
	313	2,54m	85°	2,53m	0,38	1,62
	244	2,87m	90°	2,87m	0,08	1,63

TABELL 6.

Volumberegning.

A-malmen.

Profil	BH	Volum av malmblokk tilhørende BH	Sum for profil	Sum totalt
246		11157,1m ³		
223		30583,2m ³		
224		10821,8m ³		
247		<u>7533,5m³</u>		
1A			60095,6m ³	
234		6254,0m ³		
233		71111,2m ³		
232		82502,3m ³		
236		<u>15911,5m³</u>		
2A			175779,0m ³	
238		6512,8m ³		
237		60957,4m ³		
239		<u>20217,5m³</u>		
3A			87687,7m ³	
315		33983,5m ³		
242		71091,9m ³		
240		35759,8m ³		
314		<u>16991,8m³</u>		
4A			157827,0m ³	
312		249511,2m ³		
313		34651,2m ³		
244		<u>29297,8m³</u>		
5A			<u>313460,2m³</u>	
				<u>794849,5m³</u>

TABELL 7.

Gjennomsnitlig høyde over havet for profiler.

B-malmen.

Profil	Malm- BH skjæring	H.o.h. på- sett BH	Vert. dyp	Hoh. malm- skjæring	Gj.sn.
1B				Grafisk interpolert	
2B				Grafisk interpolert	
245		Ikke avviksmålt.			
241	281,4m	1023,5m	208,9m	814,6m	
243	287,3m	1027,6m	214,2m	<u>813,4m</u>	
3B					<u>814,0m</u>
311	376,3m	1028,7m	301,5m	<u>727,2m</u>	
4B					<u>727,2m</u>
310	375,0m	1029,8m	340,0m	<u>689,8m</u>	
5B					<u>689,8m</u>

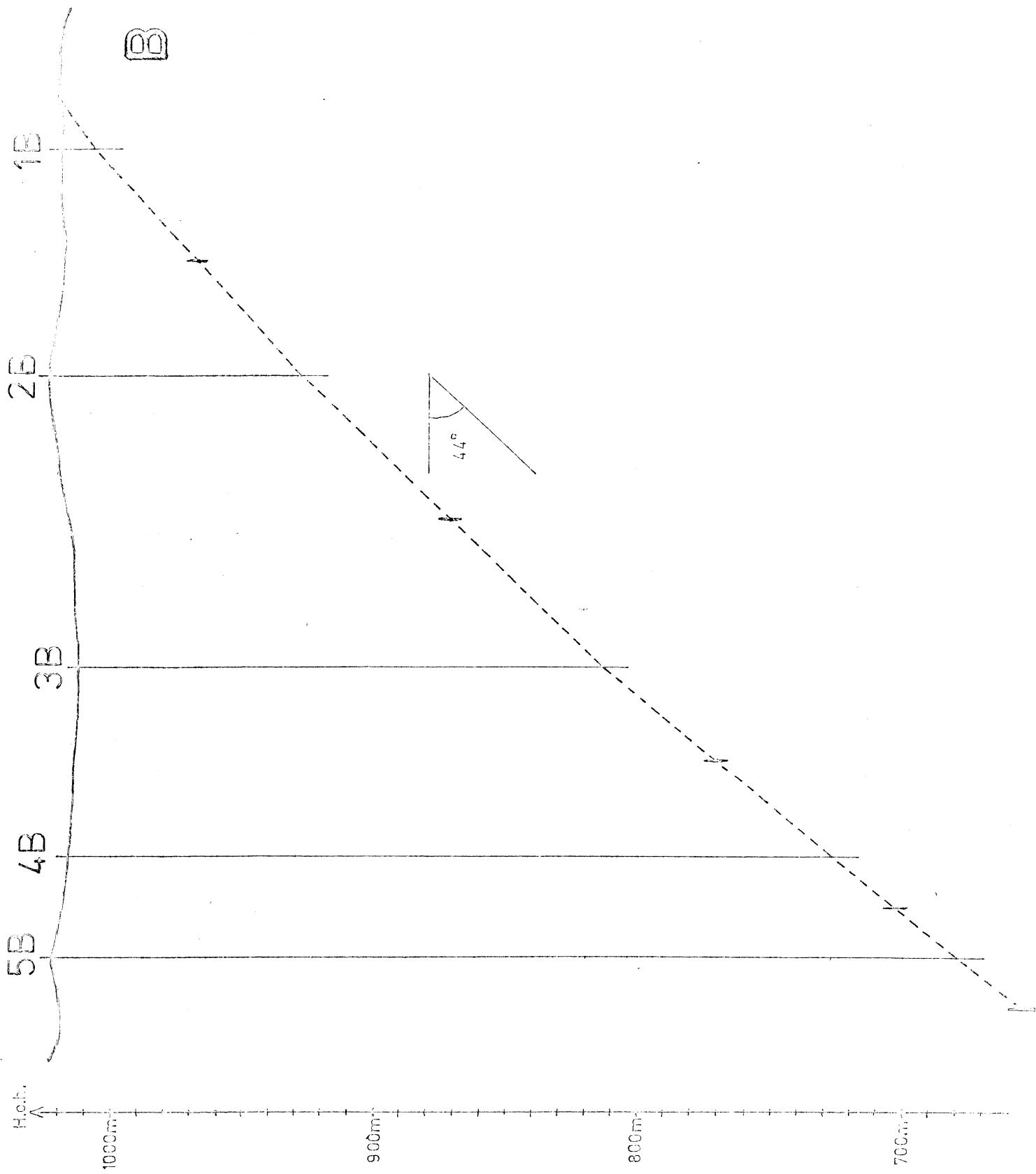
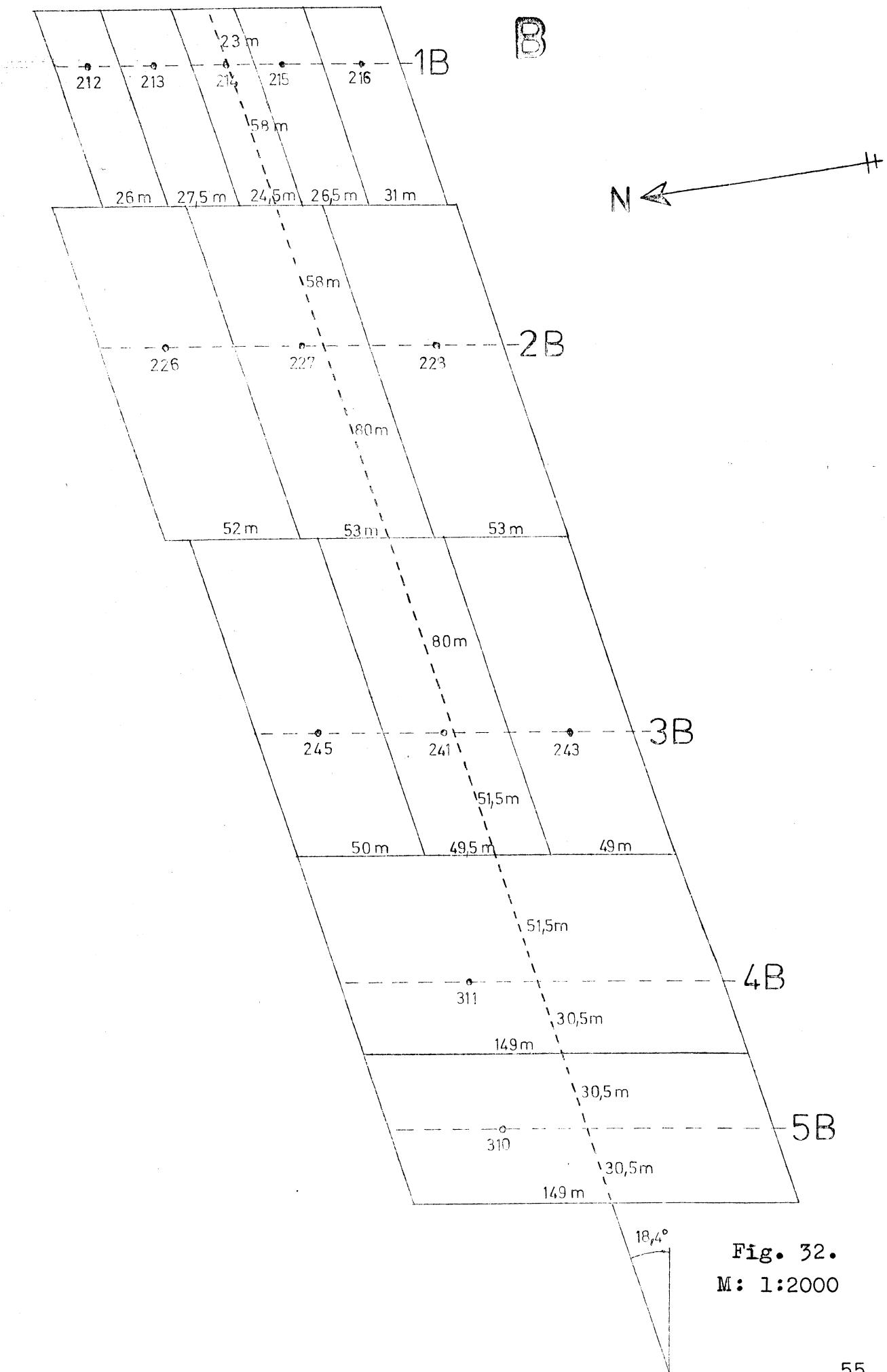


Fig. 31.
M: 1:2000



TABELL 8.

Mektigheter og gehalter.

B-malmen.

Profil	BH	Malm-skjæring	Skifrigheit	Mektighet	Gehalter i %	
					Cu	Zn
1B	212	2,66m	80°	2,62m	0,56	0,00
	213	5,51m	80°	5,43m	0,99	0,71
	214	4,00m	80°	3,94m	2,00	1,80
	215	6,70m	80°	6,60m	0,92	0,88
	216	7,57m	80°	7,45m	0,71	0,18
2B	226	9,81m	70°	9,22m	0,57	0,04
	227	2,31m	75°	2,23m	0,79	0,74
	228	5,66m	75°	5,47m	0,57	0,00
3B	245	6,21m	90°	6,21m	1,32	0,00
	241	3,78m	90°	3,78m	1,80	0,77
	243	7,88m	85°	7,85m	0,71	1,04
4B	311	5,39m	85°	5,37m	1,22	0,05
5B	310	8,06m	70°	7,57m	0,74	0,05

TABELL 9.

Volumberegning.

B-malmen.

<u>Profil</u>	<u>BH</u>	<u>Volum av malmblokk tilhørende BH</u>	<u>Sum for profil</u>	<u>Sum totalt</u>
	212	5235,6m ³		
	213	11477,0m ³		
	214	7419,2m ³		
	215	13442,6m ³		
	216	<u>17750,6m³</u>		
1B			55325,0m ³	
	226	62780,2m ³		
	227	15476,4m ³		
	228	<u>37962,2m³</u>		
2B			116218,8m ³	
	245	38743,3m ³		
	241	23347,1m ³		
	243	<u>47995,5m³</u>		
3B			110085,9m ³	
	311	<u>62256,4m³</u>		
4B			62256,4m ³	
	310	<u>65286,2m³</u>		
5B			<u>65286,2m³</u>	
				<u>409172,3m³</u>

TABELL 10.

Gjennomsnitlig høyde over havet for profiler.

C-malmen.

Profil	Malm- BH skjæring	Hoh. på- sett BH	Vert. dyp	Hoh. malm- skjæring.	G.j.sn.
1C				Grafisk interpolert	
	230	Ikke avviksmålt			
	231	Ikke avviksmålt			
	306	112,2m	1026,6m	110,2m	<u>916,4m</u>
2C					<u>916,4m</u>
	308	150,9m	1025,5m	138,8m	<u>886,7m</u>
3C					<u>886,7m</u>
	309	289,5m	1031,2m	250,5m	<u>780,7m</u>
4C					<u>780,7m</u>

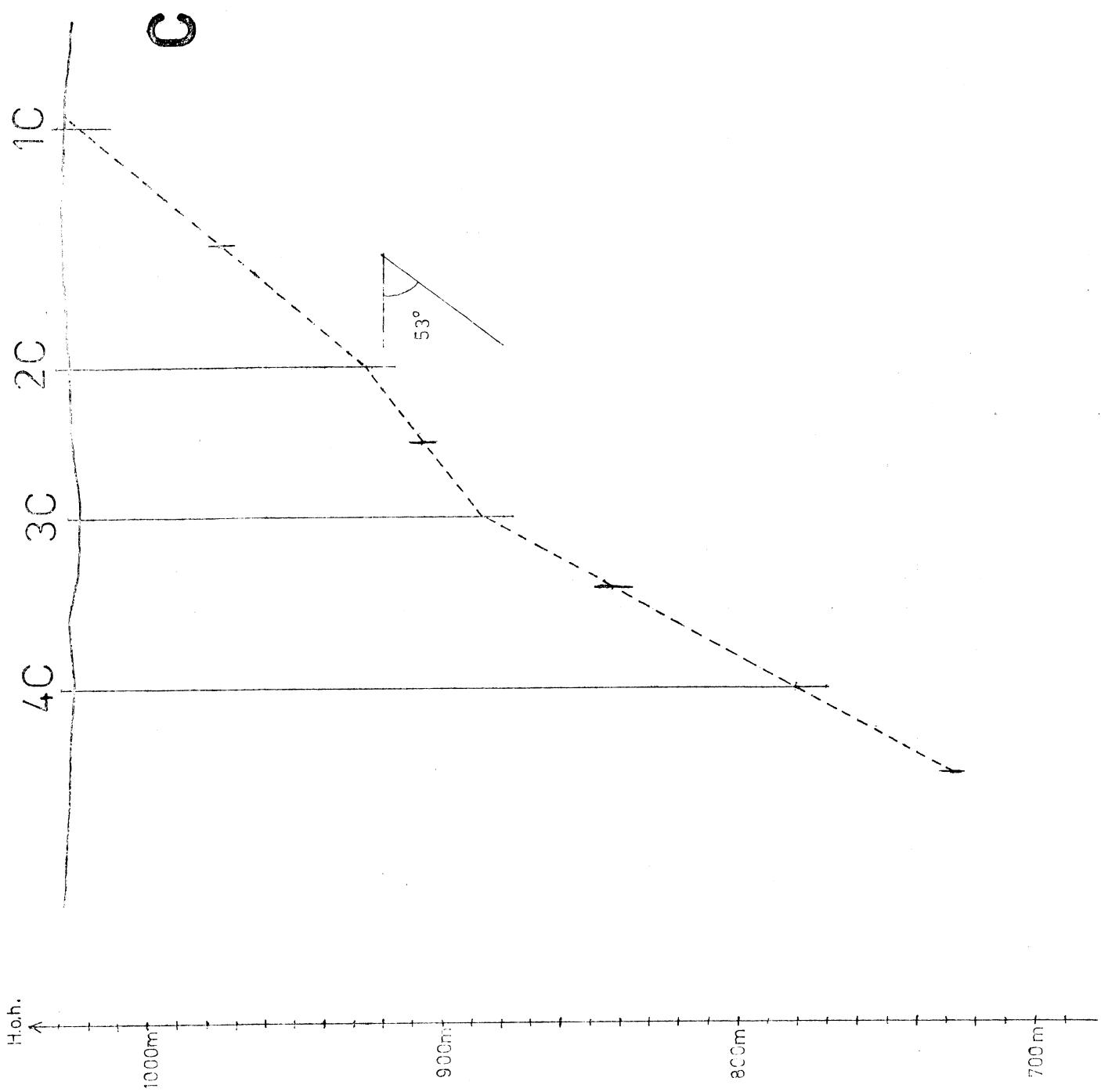


Fig. 33.
M: 1:2000

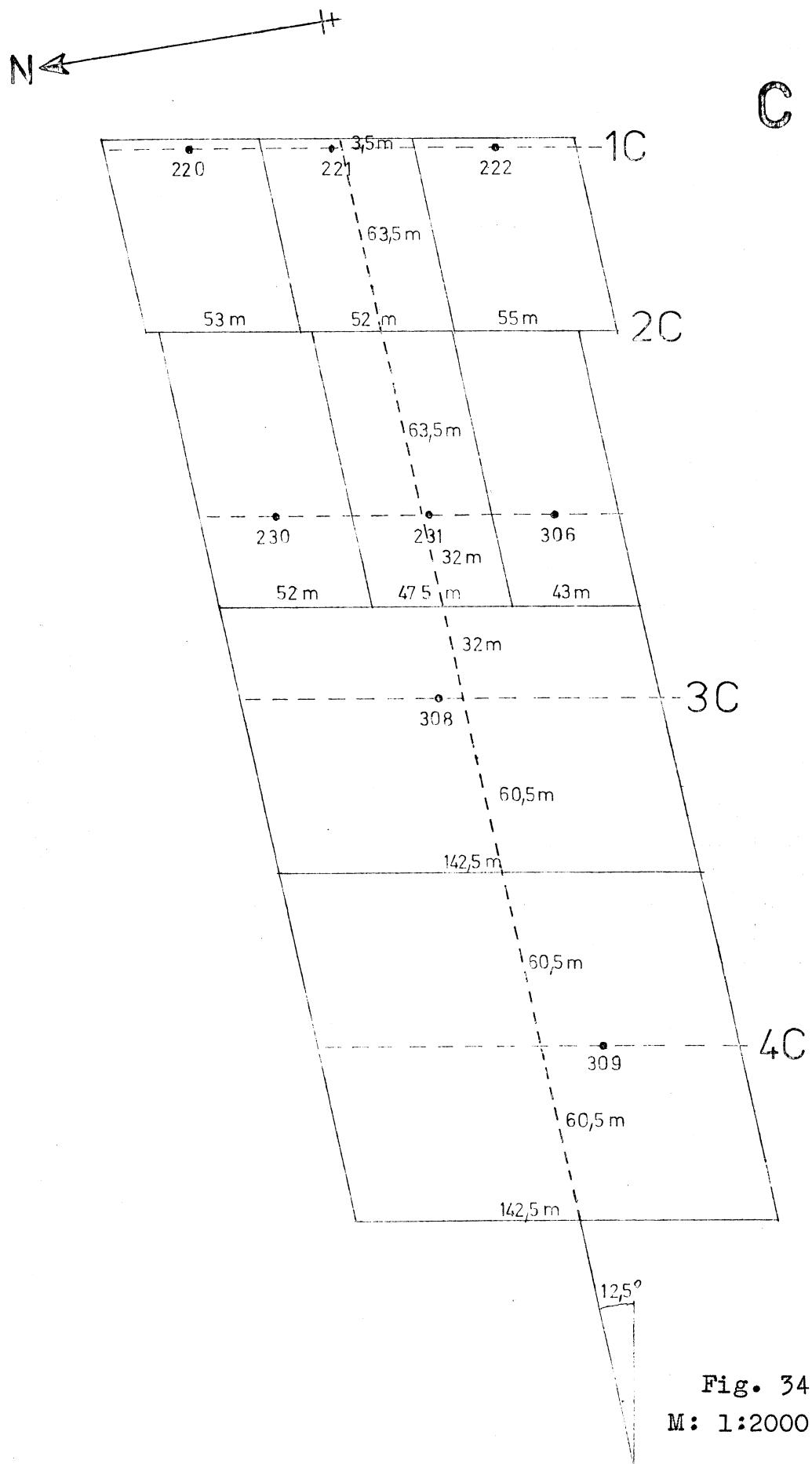


Fig. 34.
 M: 1:2000

TABELL 11.

Mektigheter og gehalter.

C-malmen.

Profil	BH	Malm-skjæring	Skifrighet	Mektighet	Gehalter i %	
					Cu	Zn
1C	220	5,33m	80°	5,25m	0,89	0,49
	221	7,62m	80°	7,50m	0,81	1,27
	222	1,88m	80°	1,85m	0,28	1,13
2C	230	2,03m	60°	1,76m	0,47	4,49
	231	4,98m	70°	4,68m	0,39	1,72
	306	1,70m	80°	1,67m	0,59	3,04
3C	308	2,58m	65°	2,34m	0,69	2,46
4C	309	0,43m	60°	0,37m	1,82	2,78

TABELL 12.

Volumberegnning.

C-malmen.

<u>Profil</u>	<u>BH</u>	<u>Volum av malmblokk tilhørende BH</u>	<u>Sum for profil</u>	<u>Sum totalt</u>
	220	18200,8m ³		
	221	25510,6m ³		
	222	<u>6655,7m³</u>		
1C			50367,1m ³	
	230	8533,0m ³		
	231	20726,4m ³		
	306	<u>6695,3m³</u>		
2C			35954,7m ³	
	308	<u>30113,0m³</u>		
3C			30113,0m ³	
	309	<u>6228,5m³</u>		
4C			<u>6228,5m³</u>	
				<u>122663,3m³</u>

Tonnasje.

Tonnasjen regnes ut ved å multiplisere volumet med malmenes tetthet. Tettheten er imidlertid ikke lett å estimere. Malmenes gjennomsnittlige mineral-sammensetninger må først bestemmes. Dette kan gjøres ved å regne ut gjennomsnittet av de kjemiske analysene for malmene og deretter foreta en normberegning. Dette viste seg å bli for omfattende for den tidsrammen som er satt for diplomarbeidet. Følgende overslag over gjennomsnittsgehalter er derfor basert på observasjoner av borkjerner og polerslip (tabell 1, 2 og 3), og på kjemiske analyser.

Malm	A	B	C	Tetthet
Svovelkis	57%	30%	35%	5,01t/m ³
Magnetkis	10%	40%	40%	4,60t/m ³
Magnetitt	15%	2%	2%	5,20t/m ³
Sinkblende	3%	1%	3%	4,09t/m ³
Kobberkis	5%	3%	2%	4,20t/m ³
Gangart	10%	24%	18%	ca. 3,10t/m ³

Mineraler som hematitt, covellin og blyglans opptrer i ubetydelige mengder.

Mineralenes tetthet er hentet fra Mason & Berry, 1968. Gangartsmineralenes gjennomsnitts-tetthet er estimert på grunnlag av omtrentlig mineralsammensetning. Utregnede tonnasjer:

Malm	A	B	C
Tetthet	4,79t/m ³	4,36t/m ³	4,46t/m ³
Tonnasje	<u>3.810000t</u>	<u>1.790000t</u>	<u>546000t</u>

Tetthet rikte seg mot høy, men det er en del feil i minnelesene.

Tallene for B- og C-malmen skulle være brukbare overslag over malmreservene. Jeg er noe mer skeptisk til A-malmens tonnasje, fordi BH 312, som tidligere nevnt, har blitt for dominerende under utregningene. Malmblokken representert av BH 312 blir på hele 1,2 mill. t. En viss reduksjon av dette vil være på sin plass. En reduksjon med 1/3 gir en tonnasje for A-malmen på 3,4 mill. t, noe som sannsynligvis er et riktigere overslag.

Gehalter.

Det synes ikke å være riktig å regne ut gjennomsnittsgehalter av Cu og Zn ved å veie gjennomsnittsgehaltene for borhullene (veid middel) mot mektighetene av malmskjæringene. ^{Aystandene mellom malmskjæringene varierer for mye.} Følgende gehalter er veide middelverdier veid etter volumet (eller vekten) av malmblokene de enkelte borhullene representerer. Alle utregninger er utført med elektronisk kalkulator, bare resultatene gjengis her.

Malm	A	B	C
Cu	1,96%	0,92%	0,71%
Zn	1,60%	0,30%	1,91%

Samme forhold som for tonnasjene gjelder her: B- og C-malmens Cu- og Zn-gehalter er gode estimater. A-malmens Cu-gehalt har sannsynligvis blitt noe for stor pga. BH 312's dominans under volumberegningen og pga. hullets ekstremt store Cu-gehalt. BH 312 har Cu-gehalt på 4,16% over 14,52m, 4,72% over 12,79m og 4m av malmskjæringen har 9,76% Cu. Dette skal være det rikeste borhullet i Røros Kobberverks historie. Det var da også fristende å legge stor vekt på dette borhullet.

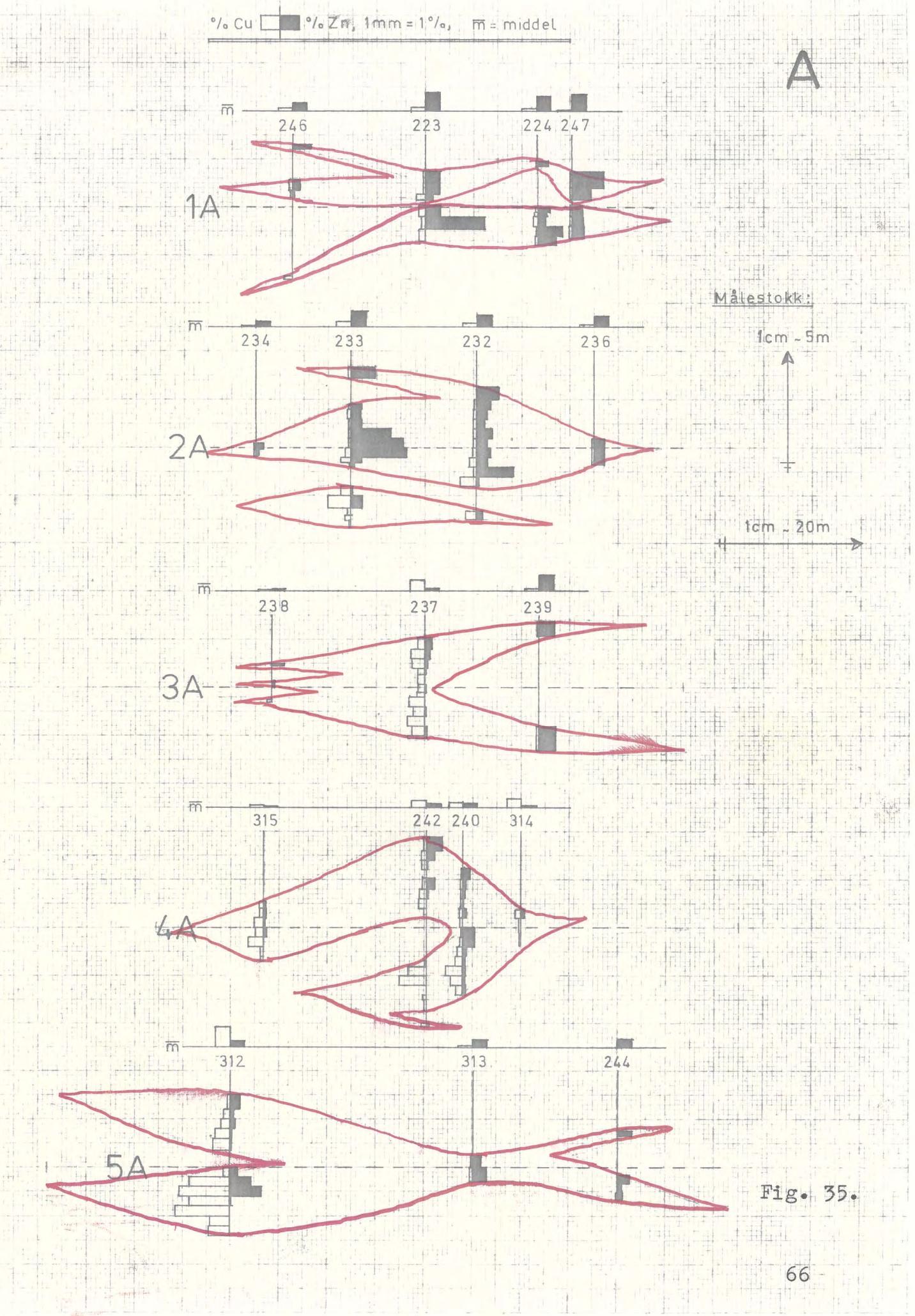
McKinstry (1955) uttrykker det slik: "It is only human to place great confidence in a rich intersection and discredit a lean one, but the geologist must guard against this type of wishful thinking."

Samme McKinstry diskuterer også problemene i forbindelse med ekstremt rike malmprøver. Han gir det råd å redusere gehalten til 1,5-2 ganger gjennomsnittsgehalten uten den rike prøven (malmskjæringen), og deretter regne ut gjennomsnittsgehalten. Dette kan være på sin plass for BH 312, fordi den mineralogiske undersøkelsen antyder at den høye Cu-gehalten er lokal og tektonisk betinget, men at den likevel ser ut til å ha en viss utstrekning, siden den tektoniske påkjenningen ser ut til å ha vært ganske dyptgripene. Sannsynligheten for å finne tilsvarende partier andre steder i malmen er tilstede.

En reduksjon av Cu-gehalten i BH 312 til to ganger det øvrige gjennomsnitt gir ca. 1,5% Cu for A-malmen. Gjennomsnittsgehalten av Zn blir ikke betydelig påvirket av BH 312, da gehalten her bare er litt lavere enn gjennomsnittet.

Cu- og Zn-gehalten varierer ellers ganske sterkt fra borhull til borhull og innen det enkelte borhull. For A-malmen er dette forsøkt illustrert i fig. 35. Med rødt er det dessuten antydet mulige profilformer med 4x overhøyde.

A-malmens høye magnetittgehalt ville gi over 500000 t ren magnetitt, hvorav ca. 400000 t forekommer som massiv magnetittmalm.



ØKONOMISK VURDERING.

Når forekomster skal vurderes økonomisk, er det verdifullt å kunne sammenligne med tilsvarende kjente forekomster, helst i drift eller utdrevet. Det er naturlig å sammenligne Hersjøfeltets malmer med malmene A/S Killingdal Grubeskaps driver på.

Gehalter.

Her har Killingdal et forsprang med 1,1-1,7% Cu og 7,0-3,5% Zn. Hersjøfeltets malmer er litt fattigere på Cu og betydelig fattigere på Zn.

Mengde.

Killingdalsmalmene er fulgt i en lengde av 2,9 km etter fallet. Gruvene har levert 2,56 mill t til utgangen av 1974. Malmenes strøklengde er 20 og 60 m, mektighetene er 2 og 3,5 m. Malmene i Hersjøfeltet er betydelig mektigere og har større strøklengde. A-malmen har 3,4 mill. t over en akselengde på 600 m, og det er ingen ting som tyder på at slutten nærmer seg. Det er ikke urimelig å anta at A-malmen kan være like lang som Killingdalsmalmene, med andre ord kan A-malmen ha bortimot 17 mill. t råmalm.

Større mektigheter og strøklengder favoriserer også Hersjøfeltets malmer, idet større og mer mekanisk utstyr kan brukes ved drift.

A-malmens tonnasje tilsvarer 5700 t malm pr. m avsenkning etter fallet og 7100 t malm pr. m vertikal avsenkning.

Form.

Forekomstenes form er enkel. De er linjalformet med svakt linseformet tverrsnitt, malmene fingrer ut i sidesteinen ved endene av tverrsnittene. Forekomstenes fall er på 40-50°, noe som favoriserer dem fremfor

Killingdalsmalmene som faller ca. 30°. Generelt er det jo rimeligere å drive på en steil forekomst enn en flat.

Mineralogi.

Den mineralogiske undersøkelsen viser at forekomstene er middelkornige og noe oppknuste. Boring og spregning vil antagelig ikke by på spesielle problemer. De verdifulle mineralene forekommer som forholdsvis store korn, inneslutninger er sjeldne og store, dvs. noen ekstrem finmaling ved eventuell oppredning er ikke nødvendig.

Sidestein.

Denne kan by på problemer. A-malmens heng og ligg er undersøkt av A. Myrvang med hensyn på eventuelle bergtekniske problemer. Han konkluderer med at malmen har brukbar fasthet, hengen har middels styrkeindeks, mens liggen er dårlig til meget dårlig. Dette vil komme til å skape problemer ved eventuell drift siden naturlig adkomstvei til malmen går gjennom liggen. B-malmens heng og ligg er begge middels til dårlig, noe som kan gi enda større problemer ved drift.

Beliggenhet.

Hersjøfeltets avstand i luftlinje til oppredningsverket ved Kongens Grube er bare 9km. Etter veien er avstanden imidlertid bortimot 60km. Dette problemet kan løses ved å bygge vei direkte over vidda fra Kongens. Dette blir vel neppe særlig populært blant hytte- og sætereiere i Hessdalen og Kjurudalen. En slik vei må i tilfelle bare kunne brukes av Røros Kobberverk.

Kraftforsyning.

Nærmeste kraftledning av betydning befinner seg ved Kongens. Kraftforsyningen kan løses i forbindelse

med en eventuell vei, noe som ikke vil bli mindre upopulært. Å la hytte- og sætereiere få benytte seg av kraftforsyningen vil kanskje blidgjøre dem.

Vannforsyning.

Dette er neppe noe stort problem. Gruvtjønnan like ved malmfeltet var fulle selv tørkesommeren-75.

Miljøvern.

Hensynet til natur og miljø er kanskje det største hinderet for gruvedrift. Adkomstvei og kraftledning over vidda er ingen heldig løsning fra et naturvernsynspunkt. Surt gruvevann fra eventuell drift skaper også problemer. Det blir like ille enten man sender det sydover eller nordover Kjurudalen. Nordover vil det sure vannet følge Hersja til Gaula, sydover følger det Hangåa og Vangrøfta til Glomma. En antagelig for dyr løsning vil være å føre gruvevannet i rør langs eventuell vei til Kongens og Orva som er forurensset fra før.

Konklusjon.

Finner man gunstige løsninger på de problemene som er nevnt ovenfor, skulle det være gode muligheter for å sette igang drift på forekomstene i Hersjøfeltet. Med dagens Cu-priser (6500kr/t november-75) er vel neppe noen kobbergruve i verden lønnsom. Ved normale priser skulle vel forekomstene i seg selv være drivverdige.

VIDERE UNDERSØKELSER.

Ved videre undersøkelser av Hersjøfeltets forekomster bør man bestemme seg for om man vil undersøke forløpet av forekomstene mot dypet, eller om man vil undersøke kjent malm mer i detalj. Det er ingenting som tyder på at man nærmer seg enden på forekomstene. Som tidligere antydet er det ikke usannsynlig at akse-lengdene kan gå opp i 2-3km.

Pga. forekomstenes steile fall begynner diamant-boring å nærme seg grensen for det økonomisk forsvarlige og teknisk mulige. Et borhull med samme avvik (samme utstyr) som BH 313 i (2600N', 1300V') er tegnet med rødt på profil 2600N'. Et slikt hull vil bli ca. 760m langt.

Det spørs om det ikke lønner seg å slå til med en undersøkelsesstoll fra Kjurudalen i stedet. En synk med fall 1:10 fra 820 moh i Kjurudalen vil treffe A-malmen i et nivå ca. 720 moh. Forlenger man denne synken eller stollen videre 2-300 inn i A-malmens heng, vil den danne et ypperlig utgangspunkt for diamant-boring med moderate hull-lengder på 2-300m. Fra en slik borplass vil det også være mulig, om enn noe vanskelig, å nå B- og C-malmen.

En slik stoll vil spare inn på de eventuelle framtidige oppfaringskostnadene, og man vil også kunne igangsette detaljert prøvetaking og prøvedrift med utgangspunkt i den.

UTLEDNING.

Jeg vil her få lov til å takke A/S Sydvaranger ved geolog Øyvind Gvein for opplegg og finansiering av en interessant hovedoppgave hvor man føler at man gjør noe nyttig. Gvein takkes dessuten for veiledning i form av velvalgte små hint og for byggmelsgrøt til frokost under store deler av feltarbeidet.

A/S Røros Kobberverk takkes for å ha stilt til rådighet borkjerner og analyser.

Gunnar A. Johannesen takkes for interessante "forelesninger" om geologi, petrografi og historie (bl.a.).

Slip-preparantene ved Geologisk Institutt og NGU takkes for samvittighetsfullt arbeid.

Christen W. Vik takkes for kort innføring i malmberegningsmetoder.

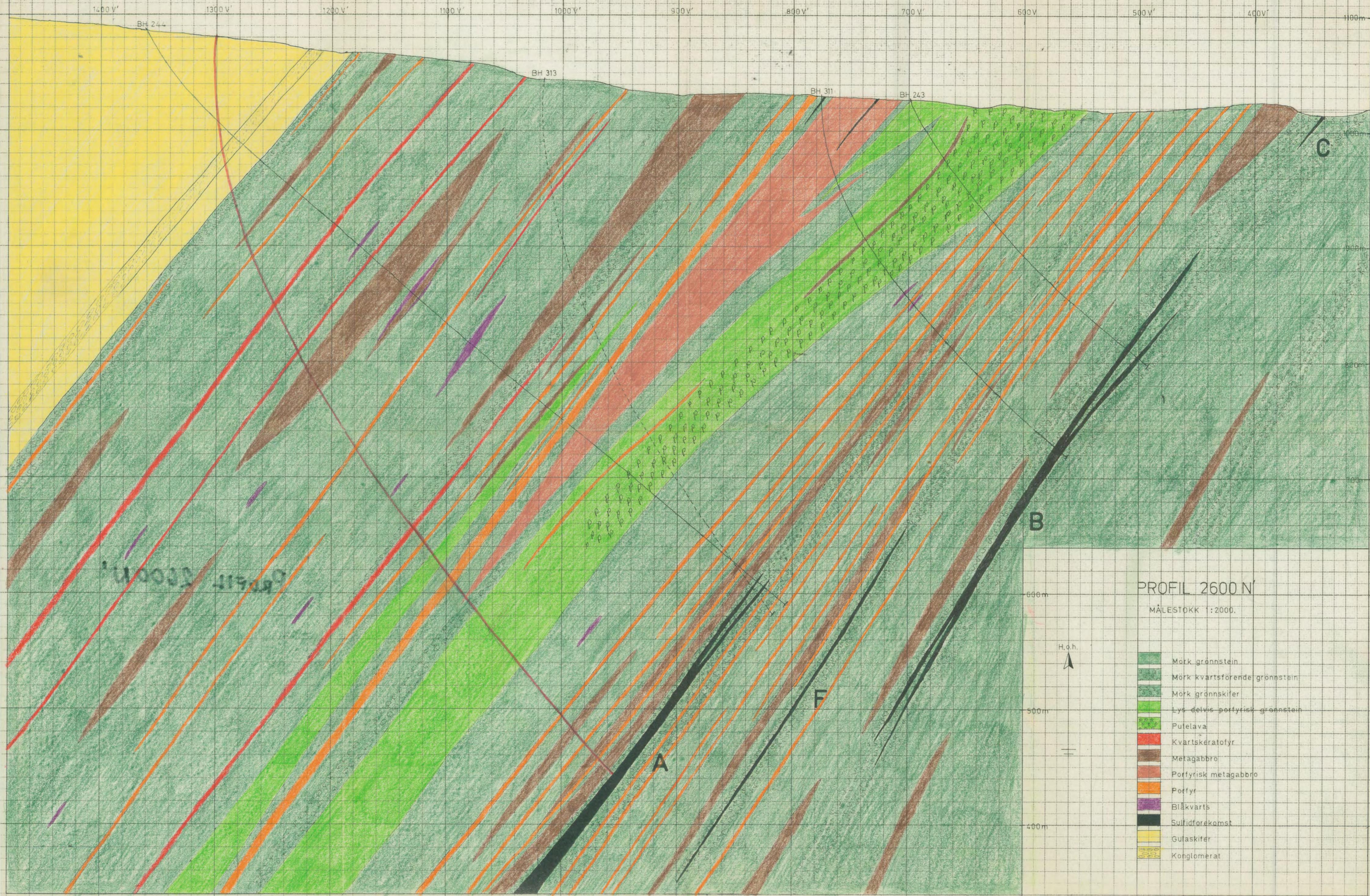
LITTERATURREFERANSER.

McKinstry, H. E. 1955: Mining Geology.

Rui, I. 1972: Geology of the Røros district, south-eastern Trondheim region, with a special study of the Kjøliskarvene-Holtsjøen area. NGT 52, p.1-21.

Wolff, F. C. et al. 1967: Studies in the Trondheim Region, Central Norwegian Caledonides II. NGU 245, p.1-146.

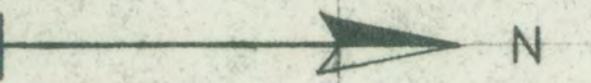
Dessuten de fleste kompendier og lærebøker som brukes på Berg C, NTH, og Bergarkivet, NGU.



HERSJÖ V.

Målestokk 1 : 2000. Ekvd.=1m.

Koordinatsystem: NGO.



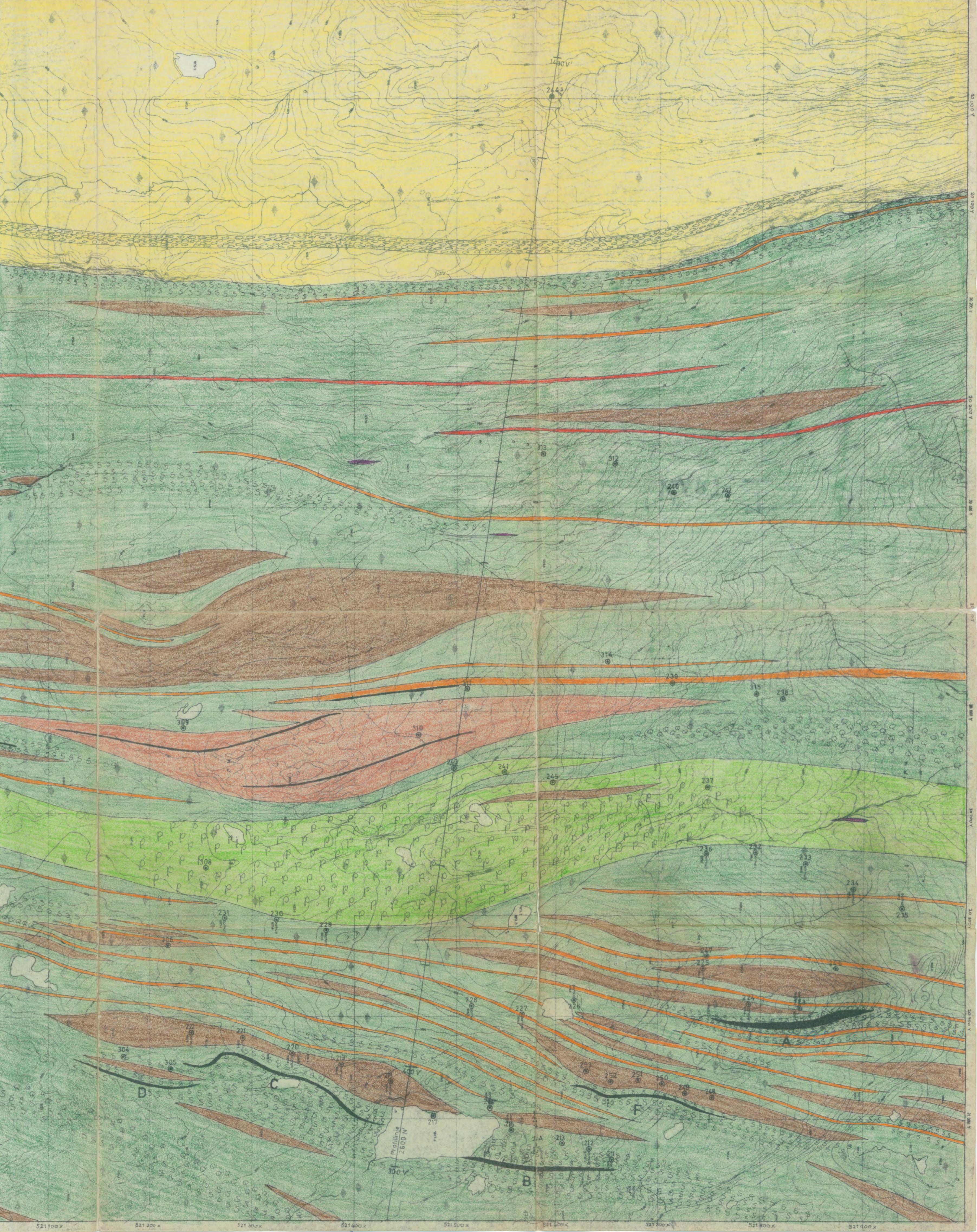
- Diamantborhull
- [Green square] Mörk grönstein
- [Yellow square] Kvartsförende mörk grönstein
- [Dark green square] Mörk grönnskifer
- [Light green square] Lys delvis porfyrisk grönstein
- [P pattern] Putelava
- [Red square] Kvartskeratofyr
- [Brown square] Metagäbbro
- [Orange square] Porfyrisk metagabbra
- [Orange square] Porfyr
- [Purple square] Blåkvarts
- [Black square] Sulfidforekomst
- [Yellow square] Skifriga sedimentbergarter
- [Dotted pattern] Konglomerat

Hersjöformasjonen

Gulagruppen

„Gudå konglomerat

Stig Bakke 1975.



Hersjö V.

Tegnforklaring

- meget sterk
- - - - - sterk
- svak
- - - - - meget svak
- EM-indikasjon
- SP-indikasjon
- diamantborhull med malmkjæring.

TRAC II

