

BIDJOVAGGEN'IN KUPARIESIINTYMÄ
POHJOIS-NORJASSA

Geologinen raportti

Ulkomaisen yritystoiminnan toimeksiannosta suoritti allekirjoittanut yhdessä DI Kalle Vaaajoensuun ja tekn. Raimo Frimodigin kanssa tutustumismatkan Pohjois-Norjassa sijaitsevalle Bidjovaggen'in kuparikaivokselle 19.-23.3.1979 välisenä aikana. Ryhmän tehtävänä oli suorittaa tilannearviointi kaivoksen nykyisestä tilasta, malmiesiintymästä (sen geologiasta ja malmiarviosta), sekä ottaa näytteitä rikastuskokeita varten eri malmityypeistä sekä jätealueelta.

Norjalaisten puolelta olivat paikalla DI Ulf Smith-Meyer, geologi Ivar Hultin ja geologi Svein Erik Bull. Kaksi ensiksimmäistä ovat A/S Sydvaranger'in miehiä. Sen sijaan Bull, joka on pitkään toiminut Bidjovaggen'in geologina, on nykyään toisen firman palveluksessa.

Kaivoksen historia

Ensimmäiset tiedot Bidjovaggen'in kupariesiintymästä saatiin saamelaisten toimesta, jotka ilmoittivat havainnoistaan konsuli Holmboelle Tromssaan. Vuonna 1951 Boliden otti yhteyttä Holmboeen ja ilmoitti olevansa kiinnostunut esiintymästä.

V. 1952 Boliden'in geologi Tegergren suoritti tarkastusmatkan alueelle, jonka jälkeen Boliden ehdotti laaja-alaisten malminetsintätöiden aloittamisesta alueella yhteistyössä konsuli Holmboen kanssa sekä toimiluvan hakemista Norjan valtiolta.

V. 1953 Bolidenin ja Holmboen kanssa tehtiin optio-sopimus. Sopimuksen kesto aika oli 50 vuotta ja se käsitti 700 km²:n suuruisen alueen.

V. 1955 Norjan valtio kuitenkin eväsi toimiluvan sillä perusteella, että alueelta on liian vähän geologista tietoa ja niinpä tulevat geologiset tutkimukset pitäisi tehdä valtion johdolla. Toimilupahakemuksen käsittelyn aikana Boliden ehti kuitenkin suorittaa alueella geologisia ja geofysikaalisia tutkimuksia. Konsuli Holmboen oikeudet Bidjovaggen'ssa otti valtio hoitaakseen v. 1955.

V. 1956 perustettiin Kautokeino Kobberfelter, Statens Undersøkelser (KKSU) vetämään Bidjovaggen'in geologisia tutkimuksia. KKSU:n johtajaksi tuli vuori-insinööri Karl Ingvaldsen. Varsinaisen Bidjovaggen'in esiintymän lisäksi tutkimuksia oli tarkoitus laajentaa ympäristöön.

V. 1959 kiinnitettiin Geofysisk Malmleting (GM) ja Statens Råstofflaboratorium (SR) alueelliseen tutkimustyöhön.

V. 1956-1959 Bidjovaggen'ssa suoritettiin geologisia, geokemiallisia ja geofysikaalisia maanpintatutkimuksia.

V. 1960-1962 täydennettiin tutkimuksia suurimman malmilinssin (C-malmi) osalta kairauksin ja maanalaisin tutkimuksin.

V. 1964 toteutettiin laaja kairausohjelma, joka päättyi v. 1965. Kaikkiaan kairattiin 32 500 m pääasiallisesti A-, B-, C- ja D-malmilinsseihin.

V. 1964 lopetettiin KKSU itsenäisenä yksikkönä ja NGU otti huostaan alueen prospektauksen.

V. 1968 A/S Eleikvassli Gruber otti hoitaakseen valtion oikeudet Bidjovaggen'ssa ja tällöin perustettiin A/S Bidjovagge Gruber.

V. 1970 alkoi tuotanto Bidjovaggen'ssa. Vuosilouhinnaksi oli suunniteltu 250 000 tonnia malmia C-malmilinssistä.

V. 1973 A/S Sydvaranger otti hoitaakseen A/S Bidjovagge Gruber'in ja 1974 toimeenpantiin laaja prospektausohjelma.

V. 1975 A/S Sydvaranger anoi ja sai viiden vuoden tuotantotauon. Tuotantokatkoksen aikana kaivosta on pidetty kuitenkin kuivana ja koneita ainakin yritetty pitää toimintakuntoisina seitsemän miehen voimalla.

Yleinen geologia

Bidjovaggen'in esiintymä sijaitsee Finnmark'ssa, 40 km Kautokeinosta luoteeseen. Korkeus merenpinnasta on 500-700 m. Se sijaitsee tunturissa, täysin puuttomalla alueella. Geologisesti esiintymä liittyy prekambriseen NS-suuntaiseen vihreäkivi-vyöhykkeeseen. Etelässä tämä vyöhyke ylittää Suomen puolelle kulkien käsivarren poikki (liite 1).

Pohjoisessa vyöhyke "sukeltaa" Kaledonidien alle. Kaledonidien kontaktiin on esiintymästä matkaa 5-10 km.

Malmiesiintymän geologia

Bidjovaggen'in alueella tunnetaan neljä erillistä kuparimalmilinssiä; A, B, C ja D. Näistä C-malmio on merkityksellisin ja sen varaan kaivoskin on aikoinaan perustettu. Kuparin lisäksi ekonomista merkitystä on malmissa (tai sen ulkopuolella) esiintyvällä kullalla.

Pohjois-etelä -suuntainen Bidjovaggen'in liuskevyöhyke muodostaa antikliinin, jossa kivilajien kerrosjärjestys on seuraava:

sedimenttinen vihreäkivi	nuorin
epämagneettinen diabaasi	
albiittifelsi-grafiittiliuske	malmivyöhyke
magneettinen diabaasi	
"seoskivi" (kalkkikivi-vihreäkivi-diabaasi)	vanhin

Kuparimalmilinssit liittyvät albiittifelsi-grafiittiliuskevyöhykkeeseen antikliinin kulminaatiokohtaan.

Malmioiden etäisyys toisistaan on 500-800 m.

C- ja D- sekä toisaalta D- ja A-malmioiden välissä esiintyy heikkoa kuparimineralisaatiota. Kuparimalmien varsinainen "rikastaja" on ollut poimutus. Rikkaimmat malminosat liittyvät poimujen harjoihin, jotka ovat samalla breksiavyöhykkeitä. Alueella tunnetaan kaksi eri-ikäistä ja -suuntaista poimutusvaihetta. Kuparimalmin isäntäkivi on grafiittiliuske tai albiittifelsi. Malmimineraaleina ovat

- kuparikiisu n. 5 %
- rikkikiisu n. 10 %
- magneettikiisu n. 5 %

Satunnaisesti tai aksessorisesti tavataan lukuisa joukko malmimineraaleja:

Markasiitti	Ilmeniitti
Sinkkivälke	Hematiitti
Lyijyhohde	Rutiili
Mackhinaviitti	Kulta
Pentlandiitti	Meloniitti
Urolariitti	Tellurovismutti
Faleriitti	Altaiitti
Magnetiitti	Molybdeenihohde

Grafiittiliuskeen ollessa malmin isäntäkivenä kuparipitoisuus vaihtelee suuresti. Se esiintyy tällöin yhdessä rikkikiisun ja magneettikiisun kanssa suonina ja rakotäytteinä. Albiittifelsissä kuparipitoisuus on homogeenisempi ja malmi on piroteluontoista.

Malmin kultapitoisuudesta ja sen esiintymisestä ei saatu tarkkaa kuvaa. V. 1965 tehdyn malmiarvion mukaan (kaikki Cu-malmi 3,6 milj. t, Cu 1,8 %) Au-pitoisuus oli 0,35 g/t. Käydyissä keskusteluissa ilmeni kuitenkin, että esim. C-malmin Au-pitoisuus olisi n. 0,8 g/t. C-malmissa, joka jakaantuu kahteen osaan, E-malmioon ja W-malmioon, on jälkimmäinen malmio Au-rikkaampi kuin E-malmio. Lisäksi kävi ilmi, että merkittäviä Au-pitoisuuksia esiintyy myös Cu-malmin ulkopuolella. Esim. C-malmin pohjoispäässä (ulkopuolella kuparimalmin) on kairareikä, jossa 25 m:n matkalla on n. 6 g/t kultaa. Tässä reiässä isäntäkivi on albiittiliuske (albiittifelsi), jossa on vähän rikkikiisupiroetta, mutta kuparia ei juuri lainkaan. Eri Cu-malmilinsien Au-pitoisuuksissa on myös vaihteluja. Siten esim. D-malmio on Au-rikkaampi kuin C-malmio. D-malmion yhdessä reiässä on mm. 16 m:n matkalla Cu 1,28 % ja Au 2,9 g/t.

Kulta esiintyy kvartsi-karbonaattijuonten yhteydessä, mutta myös massamaisessa albiittifelsissä.

Mineralogisesti kulta esiintyy kuparimalmissa kuparikiisun ja rikkikiisun yhteydessä. Noin 50 % kullasta on sulkeumina rikkikiisussa. Kultahippujen koko on pienempi kuin 30 μ (?). Pieni osa kullasta voi esiintyä myös submikroskooppisessa muodossa rikkikiisussa.

Neljästä erillisestä Cu-malmiosta (A, B, C ja D) on C-malmio merkityksellisin ja parhaiten tutkittu. Maanpäällisten kaireusten lisäksi malmiota on kairattu myös maan alta. Leikkausvälit ovat 20 m, paikoin 10 m. Malmin asento on lähes pystysuora. Akselikaade on n. 30° etelään. Louhintaa vaikeuttavana tekijänä on malmin hajaneisuus. C-malmi jaetaan kahteen pääyksikköön, E-malmioon ja W-malmioon, joiden välimatka vaihtelee 10:stä useaan kymmeneen metriin. Lisäksi on useita erillisiä pieniä malmilinssejä, joista suurin on C-malmin eteläpäässä, W- ja E-malmien välissä oleva S-malmi. Kaiken kaikkiaan malmirajojen yhdistäminen reiästä toiseen tai leikkauksesta toiseen tuottaa vaikeuksia. C-malmion rikkain (Cu 2-3 %) osa muodostaa putkimaisen kappaleen akselikaateen suunnassa.

Lisäksi on huomattavaa, että malmilla ei ole teräviä geologisia rajoja, vaan ne ovat analyttisiä. Siten raakku ei ole täysin tyhjää kiveä. Mikä sen pitoisuus tulisi olemaan, siitä ei ole tietoa. Liitteet 2-12 kuvaavat tarkemmin esiintymän geologiaa.

Malmiarvio

(26.10.1977 Svedrup)

Käytettävissä olevat malmiarviot ovat geologisia in situ-arvioita. Arviot on tehty pystysuorin pituusleikkauksin kolmiomenetelmää käyttäen. Yksittäinen lohko muodostuu siten kolmiosta, jonka kärjissä on kairareikä. Bidjovaggen'in tyyppisen hajanaisen malmiesiintymän ollessa kyseessä olisi louhintateknillinen malmiarvio ehdottomasti suoritettava. Liitteessä 13 on yksityiskohtainen arvio Bidjovaggen'in malmeista. Yhteenvedona saadaan:

C-malmi	1,5 Mt	Cu 1,98 %	(cut off 1 %)
B-malmi	0,25 Mt	Cu 1,83 %	(cut off ?)
A-malmi	0,23 Mt	Cu 2,0 %	"
D-malmi	2,0 Mt	Cu 0,8 %	"
Alue C-D	1,2 Mt	Cu 0,50 %	"
Yht.	5,18 Mt	Cu 1,19 %	

Metallisisällöt

C-malmi	29 700 tn Cu
B-malmi	4 575 "
A-malmi	4 600 "
D-malmi	16 000 "
Alue C-D	6 720 "
yht.	61 595 tn Cu

Kalliomekaniikka

Syväkairauksissa sydänhukka on ollut alle 5 % ja se on pääosiltaan tapahtunut breksiavyöhykkeissä. Maanpinnalla breksiavyöhykkeet ovat rapautuneet 6-7 m:n syvyyteen (rapakallio). Louhinnallisesti Bidjovaggen'in malmissa on kaksi selvästi toisistaan poikkeavaa tapausta. Albiittifelsipohjainen malmi on kovaa ja ehjää kiveä ja lienee helposti louhitavissa. Sen sijaan malmin esiintyessä grafiittiliuskeessa on ongelmat ilmeisiä. Grafiittiliuske-malmissa on lisäksi malmin suuntaisia leikkauksivyöhykkeitä (kts. liite 6). Kaivoksessa on perää ajettaessa huomattu selvä ero siinä, kulkeeko perä kerroksellisuutta vastaan kohtisuoraan vai sitä pitkin. Edellisessä tapauksessa katto kestää, mutta jälkimmäisessä tapauksessa ei.

Maanalaiset tilat kaivoksessa olivat suhteellisen kuivia. Niissä maanalaisissa tiloissa, joissa pääsimme käymään, pulttausta eikä reppausta oltu suoritettu juuri lainkaan.

Näytteenotto

Näytteitä rikastuskokeita varten otettiin seuraavasti:

1. Maan alta a) grafiittiliuskemalmia
b) albiittifelsimalmia
2. Kairasydämistä saatiin pieni erä (muutamia kiloja) Au-malmia, joka on ulkopuolelta kuparimalmin. Kultamalmin isäntäkivi on albiittifelsi.
3. Jätealue
Jätealueella oli lunta n. 1 m ja se oli lisäksi umpijäässä. Tarvittavien välineiden puuttuessa saatiin näytteitä vain pintakerroksesta, joten näytteet eivät ole edustavia. Näytteitä otettiin kahdelta linjalta n. 1 m:n välein 50 kpl (kts. liite 14).

Vertailu Bidjovagge-Pahtavuoma

Verrattaessa Bidjovaggen'ia ja Pahtavuomaa toisiinsa voidaan todeta seuraavaa:

- molemmat esiintymät liittyvät prekambriseen vihreäkivivyöhykkeeseen (green stone belt).
- vihreäkivien lisäksi myös muu geologinen miljöö on samanlainen; grafiittipitoiset liuskeet, karbonaattikivet sekä natriumrikkaiden kivien runsas esiintyminen (albiittiliuskeet, albiittifelsit). Molemmat alueet ovat joutuneet useamman kuin yhden poimutusfaasin kohteeksi. Poimutus on ollut isokliinista.
- niin Bidjovaggen'issa kuin myös Pahtavuomassa on useita erillisiä malmilinssejä. Malmin esiintymistapa on molemmissa samanlainen; grafiittiliuskeissa suonina ja raontäytteinä epätasaisesti jakaantuneena, albiittikivissä pirotteena. Molemmissa esiintymissä päähyötymineraali on kupari-kiisu. Bidjovaggen'issa ekonomista merkitystä on myös kullalla, kun taas Pahtavuomassa kullan tilalla on hopea. Rikkikiisu on yleinen Bidjovaggen'issa, mutta Pahtavuomasta se puuttuu. Toisaalta Pahtavuomassa tavataan arseenikiisua ja pikivälkettä mutta ei Bidjovaggen'issa. Esiintymien in situ malmiarviot ovat:

Bidjovaggen 3,98 Mt Cu 1,37 %, metallisisältö 54 000 t Cu.

Pahtavuoma 4,40 Mt Cu 1,04 %, metallisisältö 45 000 t Cu.

Jatkotoimenpiteet

1. Malmiarvion tarkastaminen. Louhintateknillisen malmiarvion tekeminen (KTR, Eero Rauhamäki).
2. Kullan esiintymisen tutkiminen
 - a) jättealueelta edustavat näytteet
 - b) kuparimalmien kultapitoisuus
 - c) kuparimalmien ulkopuolisten kultapitoisuuksien selvittäminen. Onko erillisiä kulta-malmeja?

Tuomo Korkalo

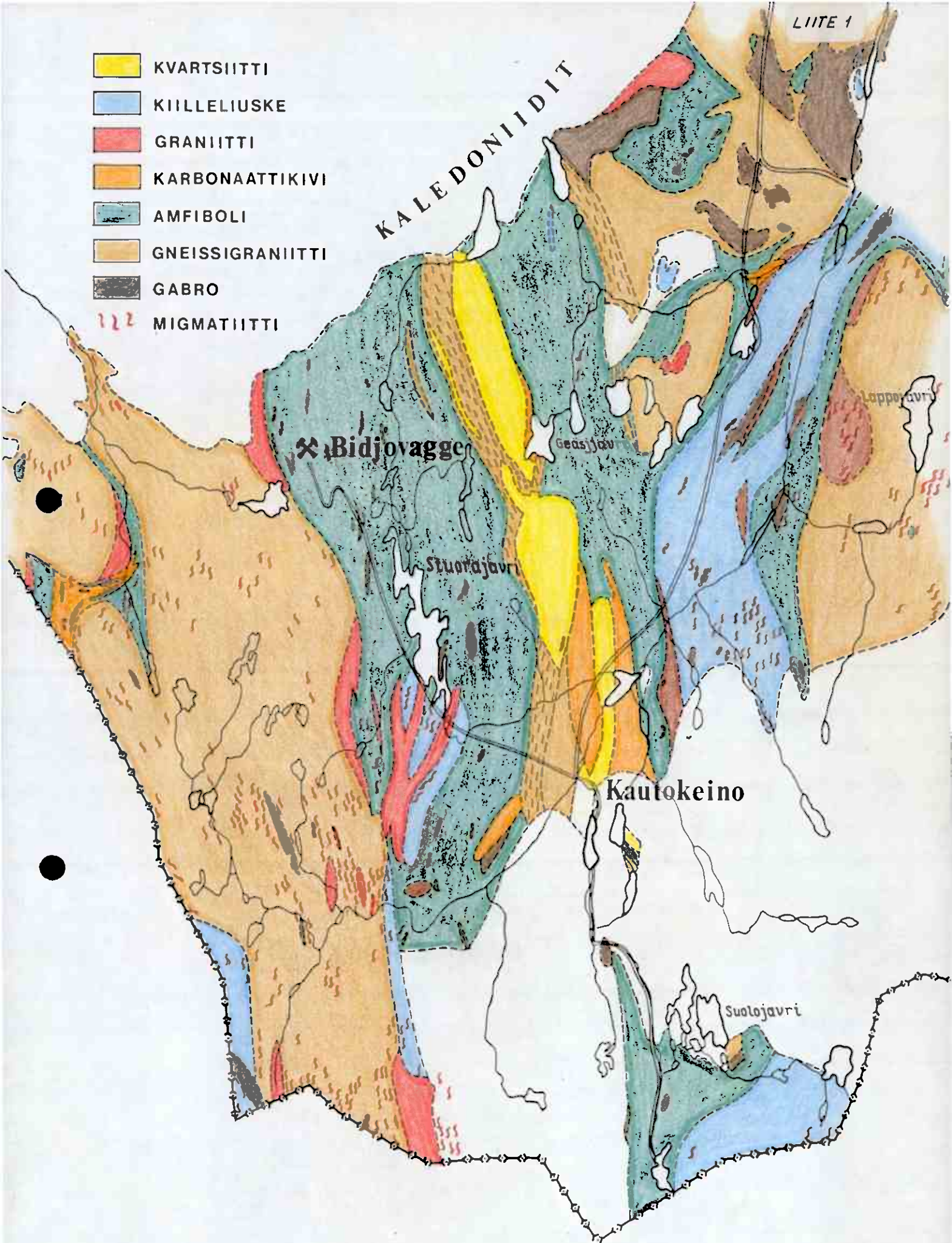
JAKELU

OKHI/H Wennervirta
KTR /K Vaajoensuu - E Rauhamäki
OKME/Roi - Olari

LIITTEET

14 kpl

- KVARTSIITTI
- KIILLELIUSKE
- GRANIITTI
- KARBONAATTIKIVI
- AMFIBOLI
- GNEISSIGRANIITTI
- GABRO
- 122 MIGMATIITTI



GEOLOGICAL MAP

N



200E

600E

800E

1000E

1200N

900

800N

400N

200

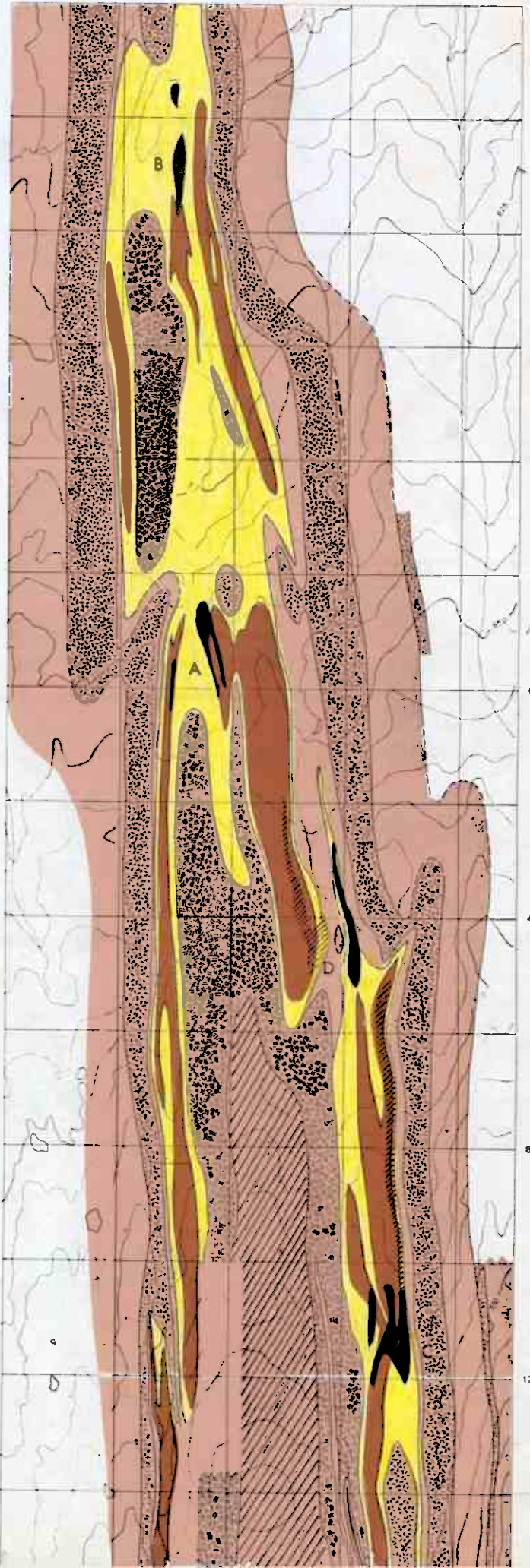
100

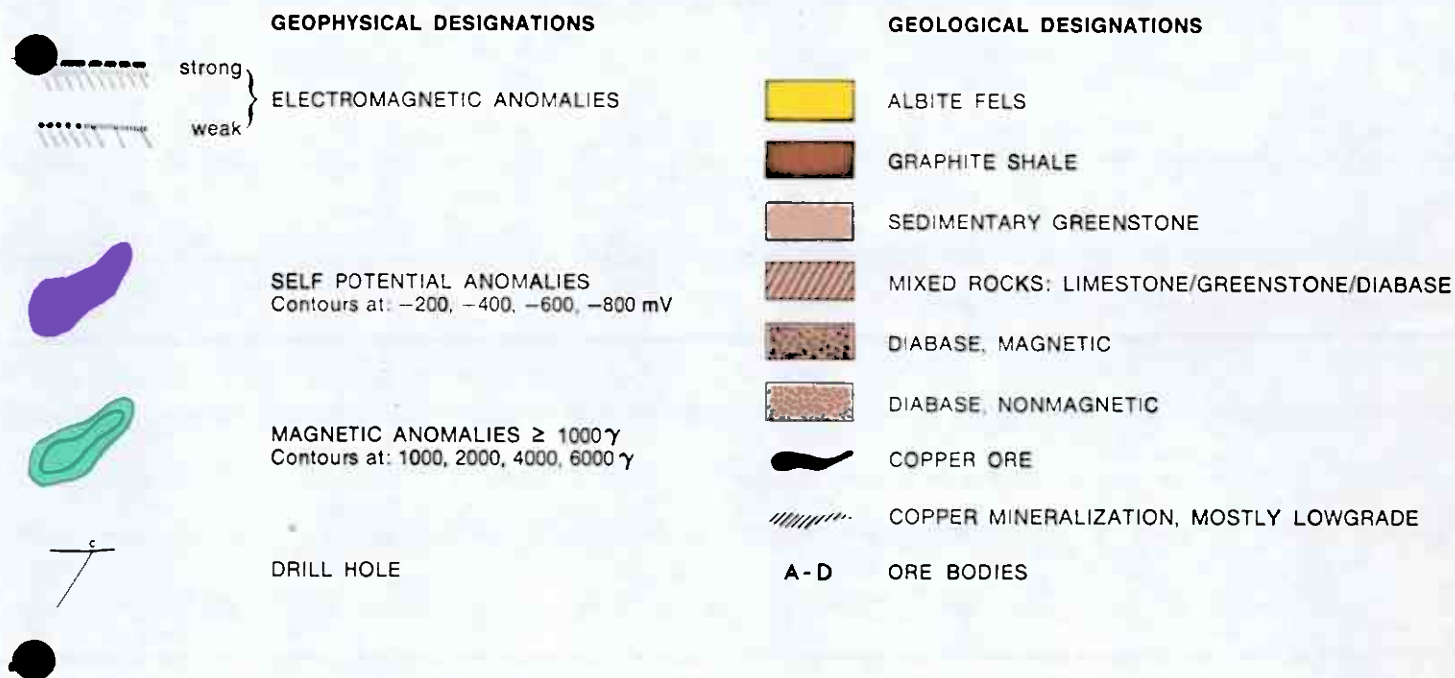
0

400S

800S

1200S



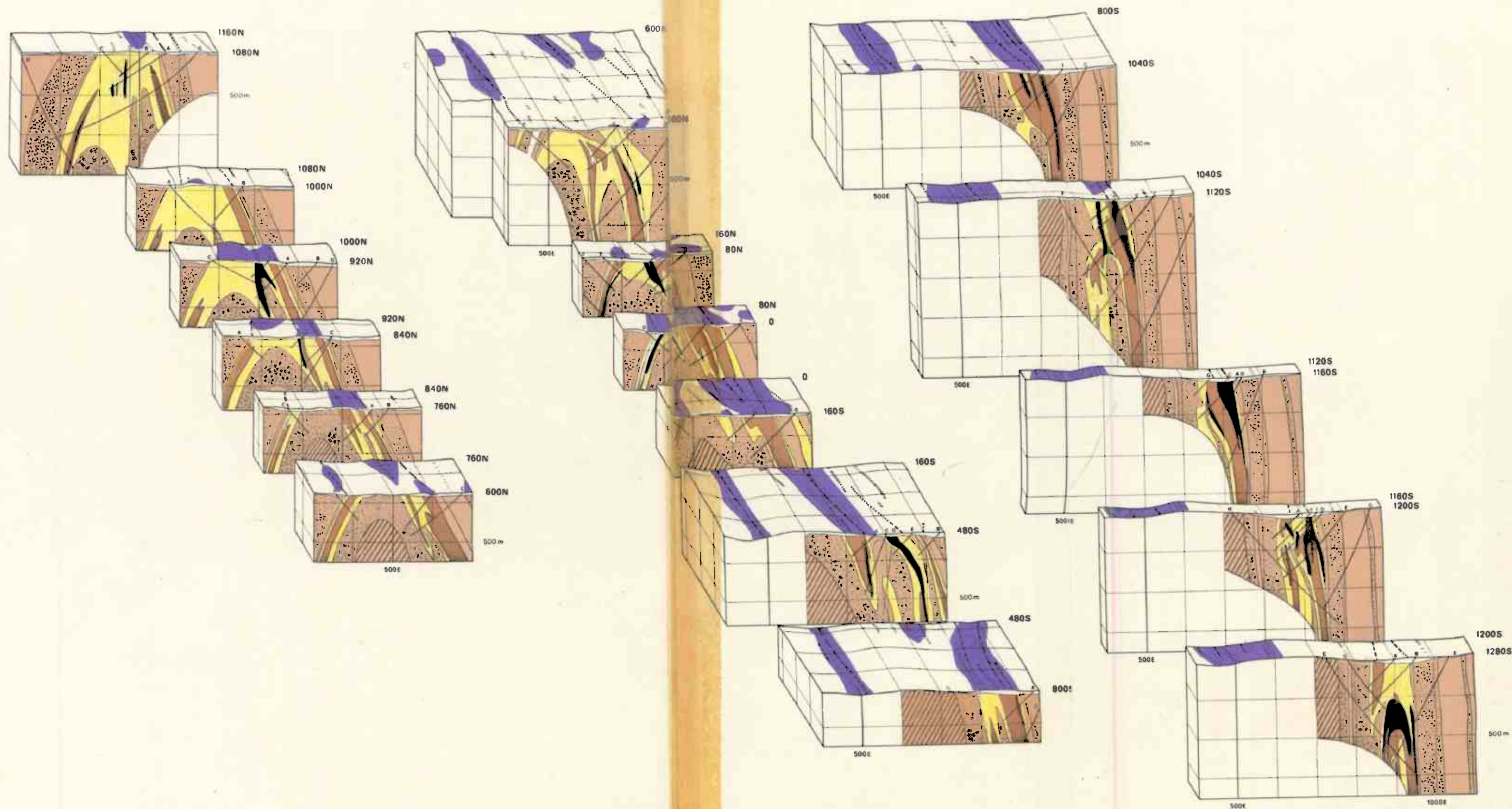


THE BIDJOVAGGE AREA

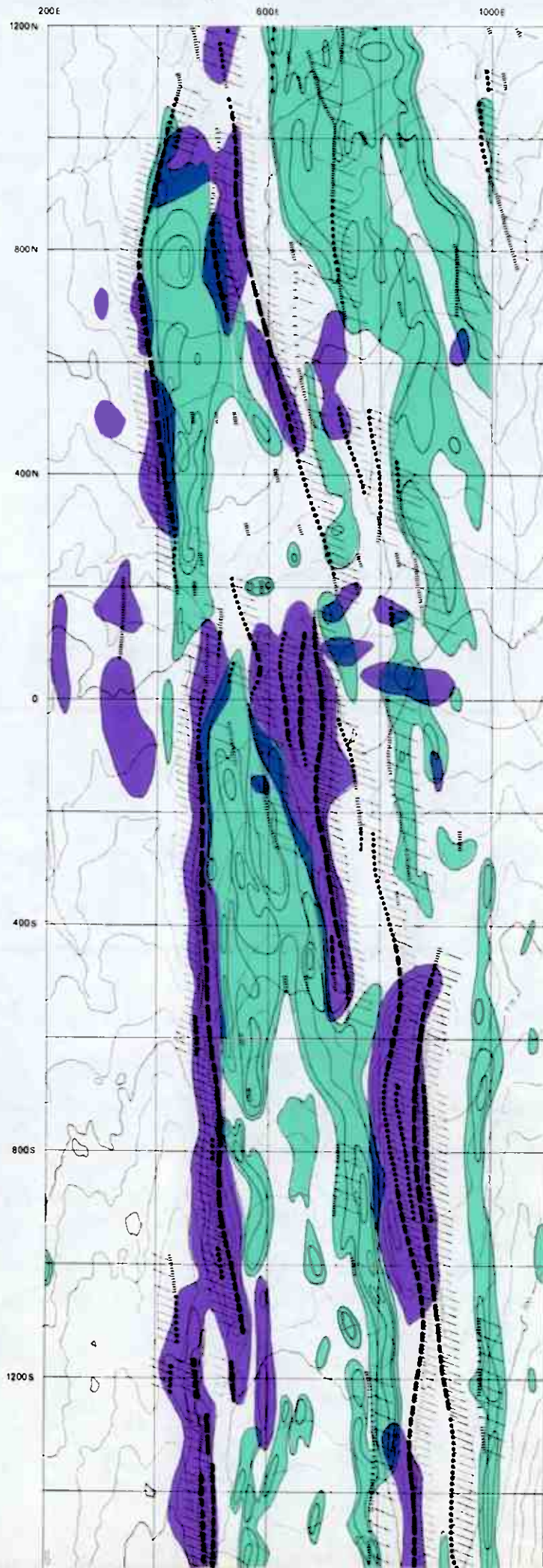
FINNMARK - NORWAY

BY CARL O. MATHIESEN

BLOCK DIAGRAMS



GEOPHYSICAL MAP



800 0

900 0

970 0

1050 S

1080

1100 S

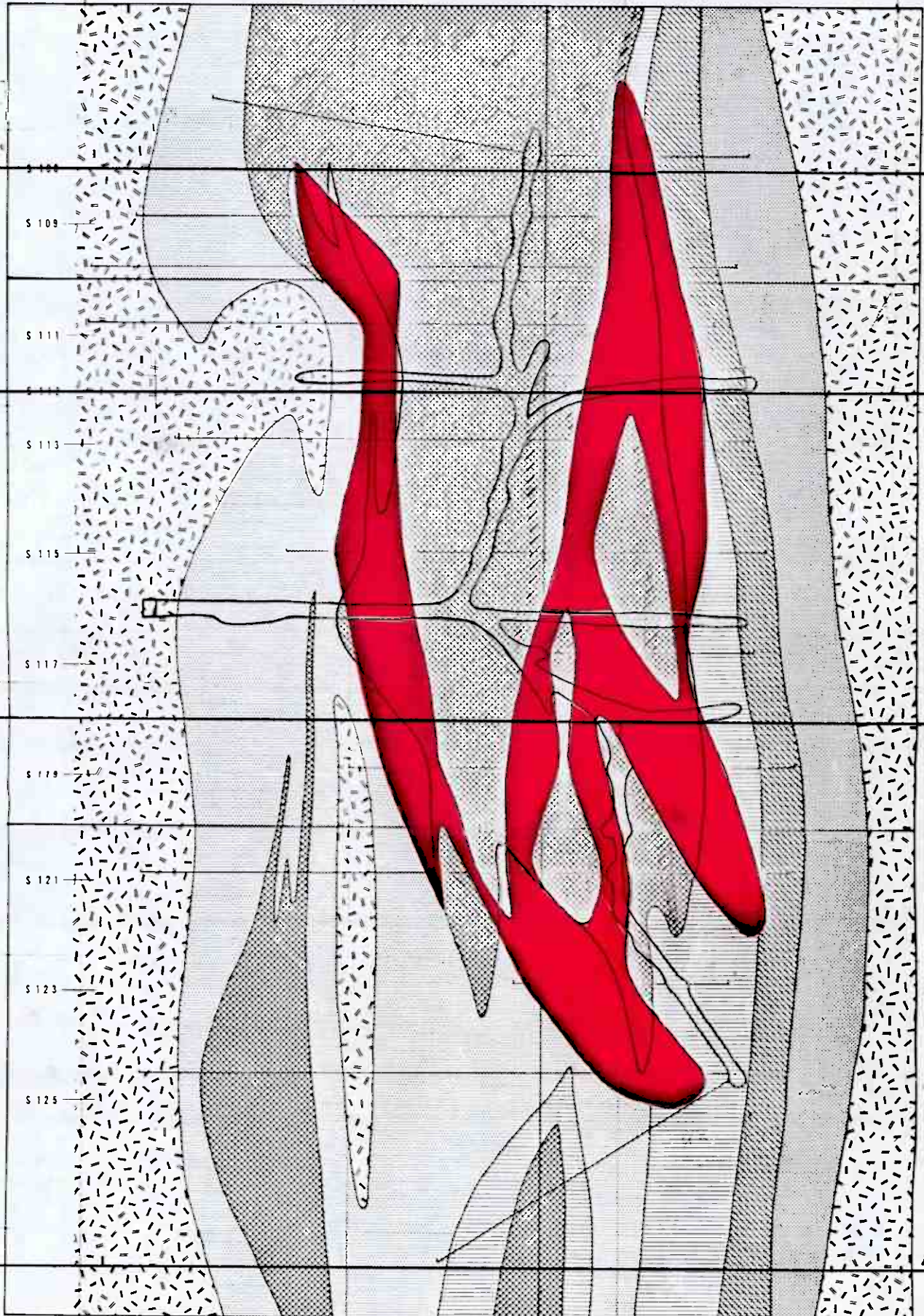
1120

1180

1200 S

1280

1290 S



BIDJOVAGGEFÄLTET

FOREKOMST C

NIVÅ 600 m.o.h.

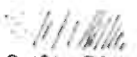
M 1:1000

0 10 20 30 40 50 m

Räsönen
Malmsonen

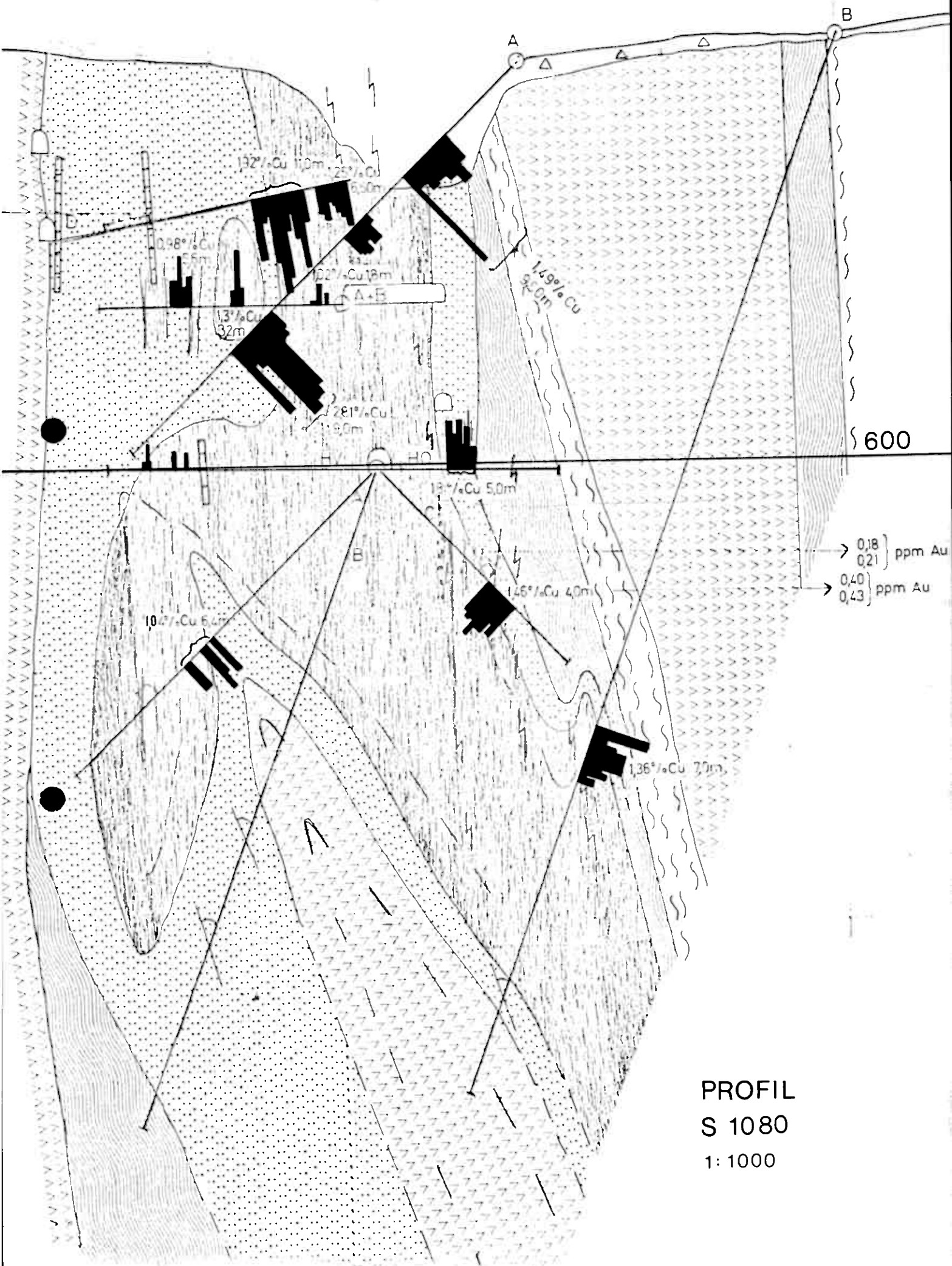
Fels
Gråfittiskifer
Grönsten
Lys gråfittisk grönsten
Skarn

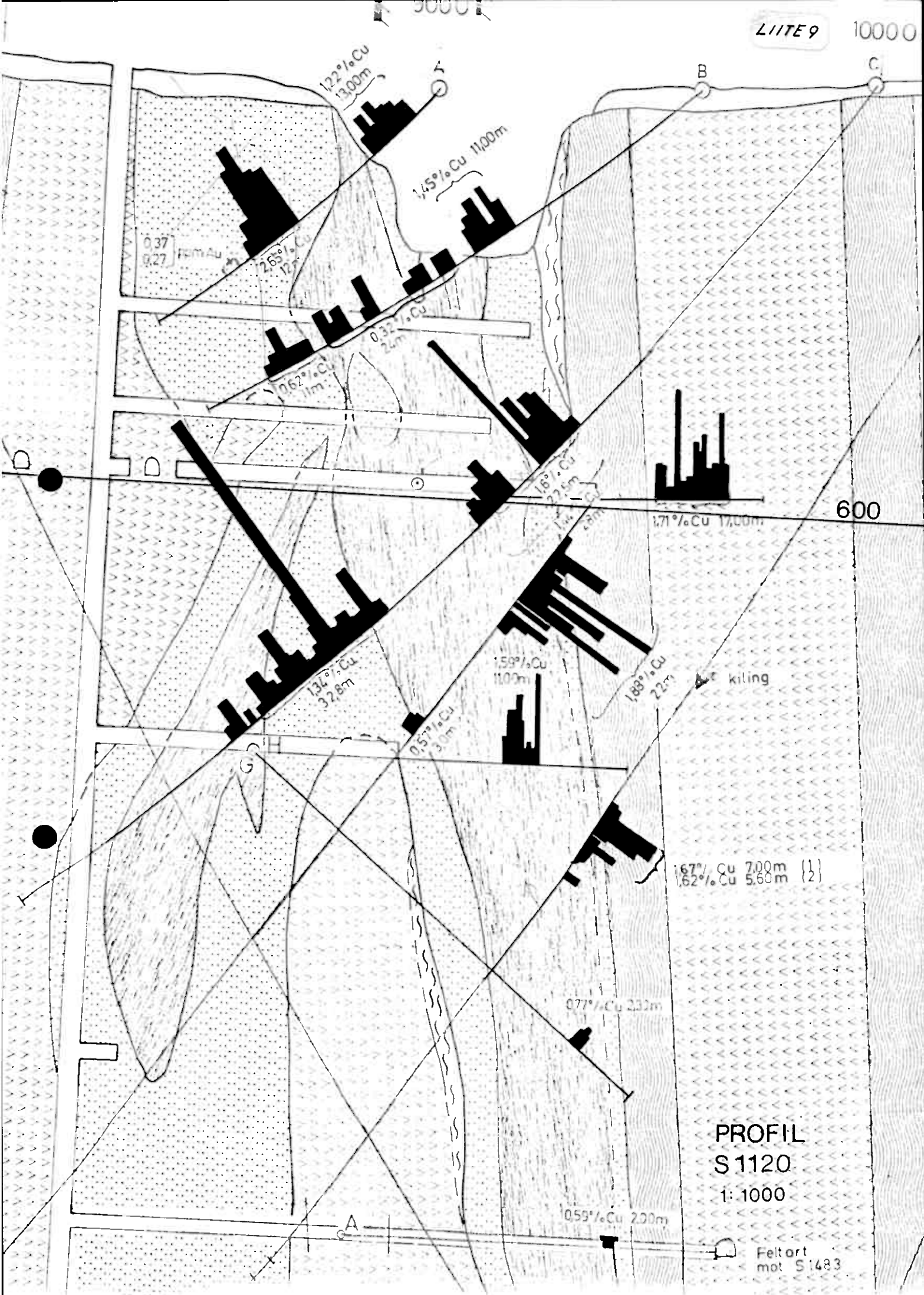
Legend Liitteisiin 8-12

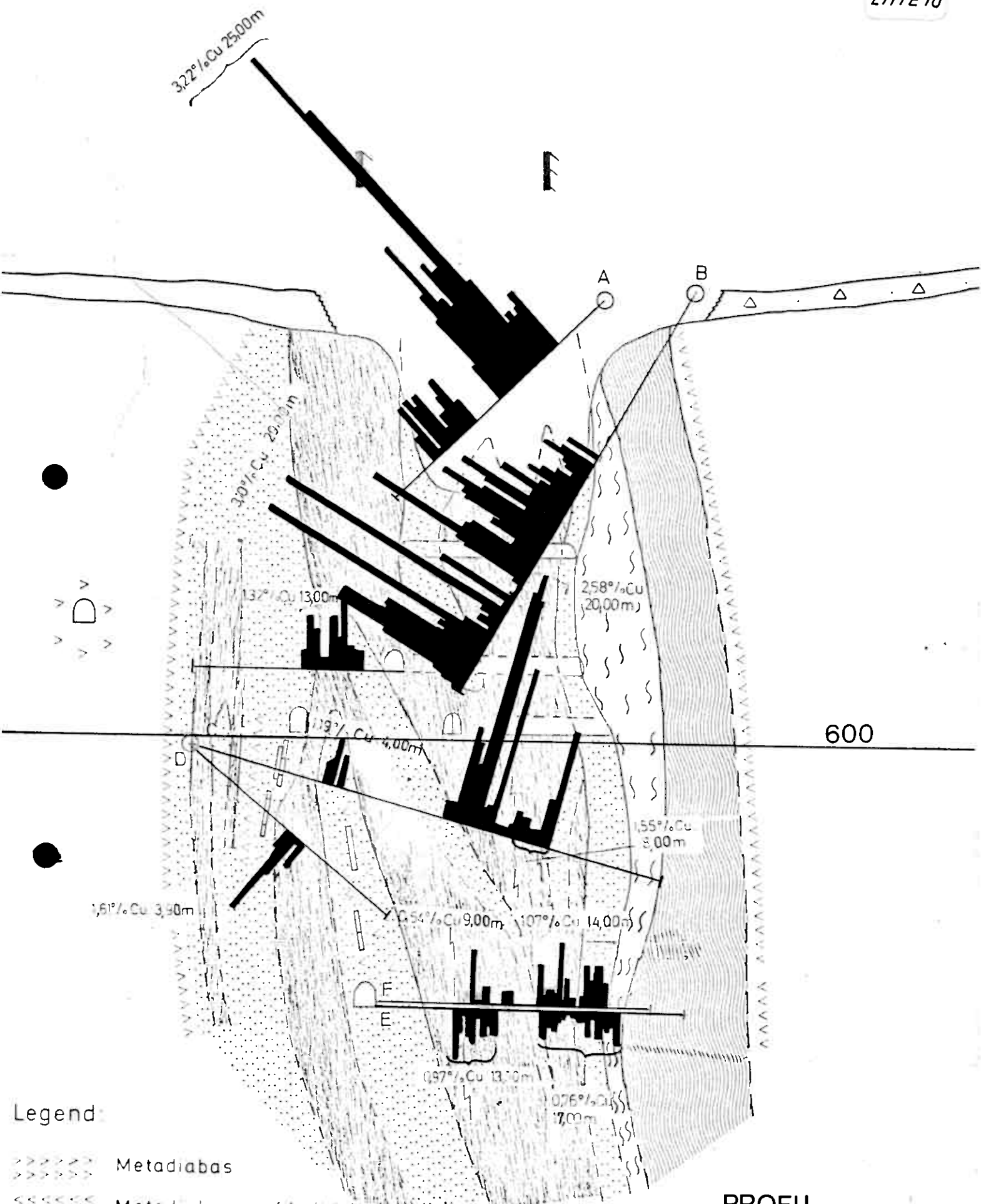
>>>>>>	Metadiabas
<<<<<<	Metadiabas, amfibolitisk
	Sedimentær grønnstein
	Albittfels
	Svartskifer
	Karbonatbergarter
	Albittskifer
SSSSS	Skarnmineralisering
ooo	Amfibolaggregat
Ao—	Borhull
 0 1% 15%	Mineraliseringsgrad
	Fjell i dagen
	Cu-gehalt (1mm = 0,2%)
	Pb-gehalt (1mm = 0,2%)
	Bevegelsesoner (råtasoner)

9000

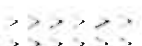
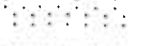
LIITE 8 10000



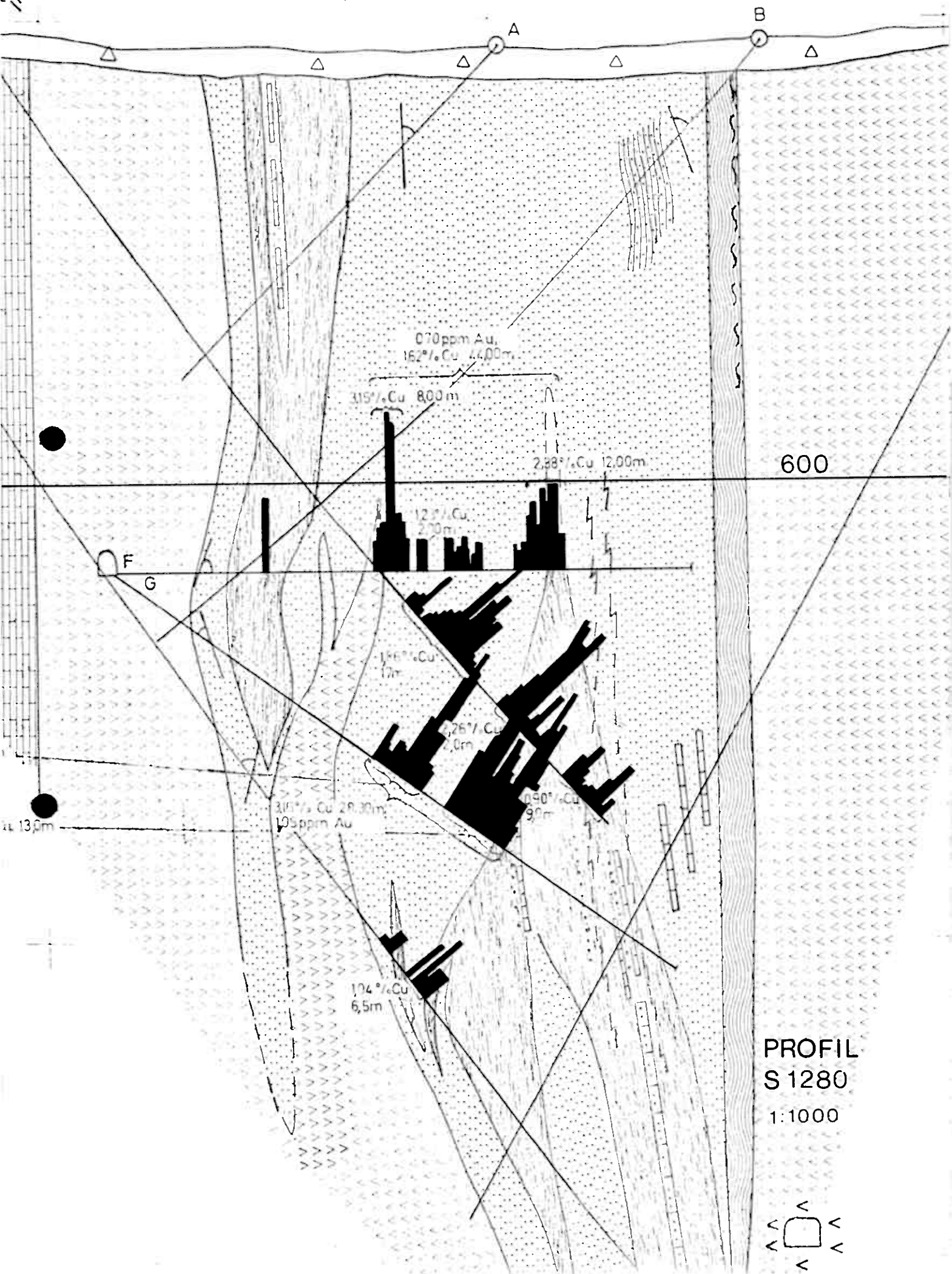




Legend:

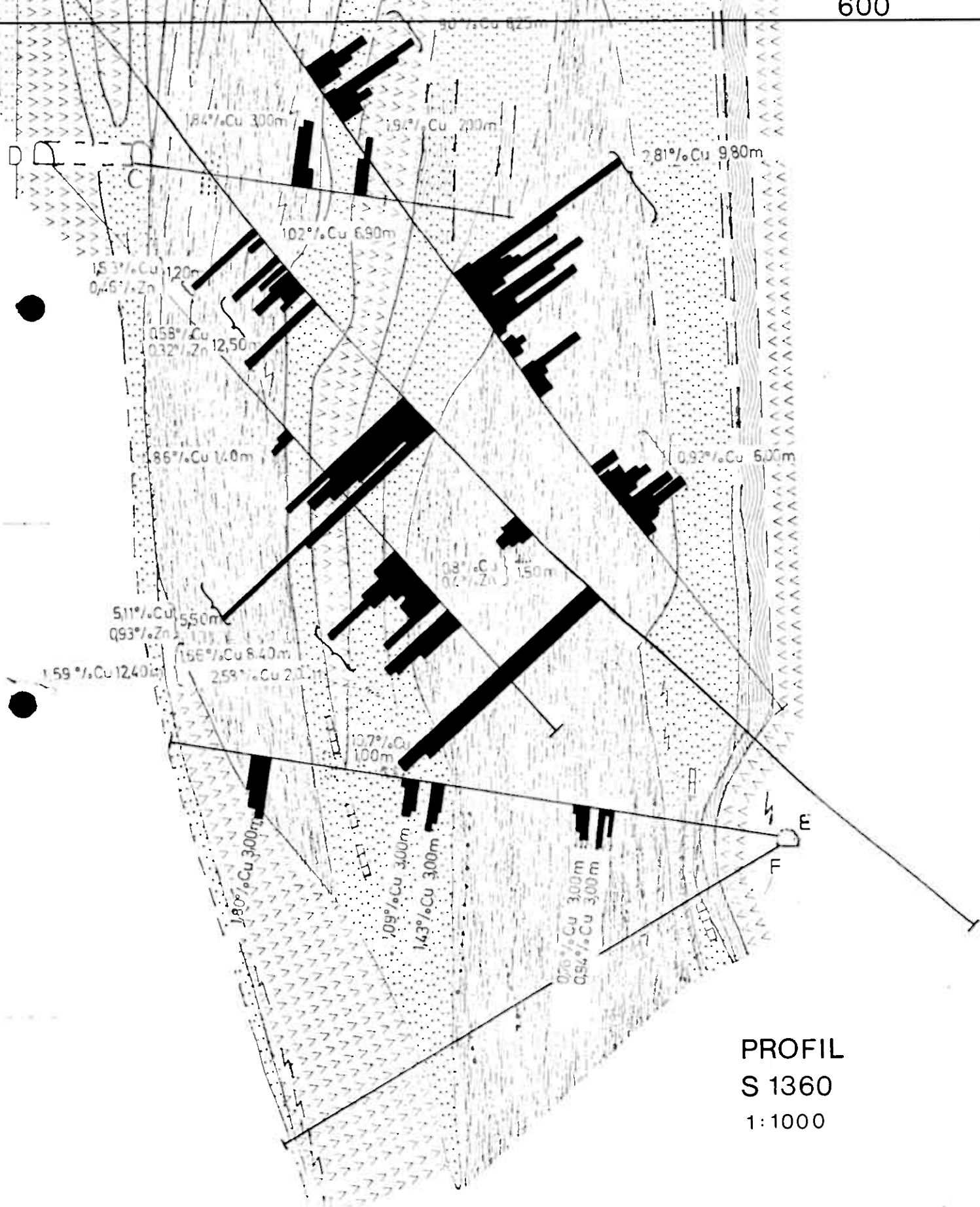
-  Metadiabas
-  Metadiabas, amfibolitisk
-  Sedimentær grönstein
-  Albittfels
-  Svartsiefer

PROFIL
S 1180
1:1000



PROFIL
S 1280
1:1000

600



PROFIL
S 1360
1:1000

DATE: JUNE 2-1975

RAPPORT NR:

KARTBLAD

Antall sider	10
— « — bilag	1

SAKSBEARBEIDER Thor L. Svendrup

RAPPORT VEDRØRENDE:

Bidjovagge pr. 16/10-77 samt nærliggende regioner.

RESYMÉ: Bidjovagge.

C-malmen: Ort er drevet frem til profil 1480 på nivå 432. Malmene er oppboret ned til dette nivå.
Malmbelegningene viser:

Cut off 0,5%	Tonn	Tonn	% Cu
Over nivå 600			
(Centralm + vestmalm)	515.000		1,68%
(frem til profil 1250)	133.000		1,55%
Under nivå 600			
Vestmalm	120.000		1,77%
(frem til profil 1200)			
Centralmalm			
(frem til profil 1200)			
og Hengmalm i hele	500.000		1,24%
leiriden frem til 1230			
Sum	1.268.000		1,5%
Under nivå 600			
fra profil 1230 → 1560	1.010.000		1,61%
Sum i alt cut off 0,5%	2.278.000		1,55%
Cut off 1 (tilsmalmet)	Sp.v. 2,8	Sp.v. 3,0	
Over nivå 600			
Centralm + vestmalm	515.000		1,68%
(frem til profil 1250)	133.000		1,55%
Under nivå 600			
Vestmalm (frem til			
profil 1250)	120.000		1,77%
Centralmalm frem til			
profil 1200 og			
Hengmalm frem til			
profil 1230	220.000		1,92%
Sum	988.000	1.058.500	1,73%
Under nivå 600 fra			
profil 1230 → 1560	558.000	597.800	2,28%
Sum i alt cut off 1%	1.546.000	1.656.300	1,93%

Tilleggsundersøkelsene under jord blir vesentlig gjort for å detaljere malmen. Beregningene bekrefter tidligere anslått tonnasje. Gehalten er svakt bedre.

B-malmen: ≈ 250.000 tonn 1,83% Cu

A-männen: ≈ 230.000 Mann 2,0 % Cu

Malen: ≈ 2 mill. tonn 0,8 % Cu

11.11	0-2: $\approx 1,2$ "	toan	0,564 Cu
-------	----------------------	------	----------

tiltalt mot nord anbefales ikke. Det er ikke registrert miller utenfor de kjente B-A-D-C forekomstene.

De regionale prospekteringsarbeider må fortsette.

FORDELING

OSLO:

[illegible]

KIRKENES:

ANDRE:

KOMMENTAR:



Road to Kautokeino

Profile nr. 1
Samples from
nr. 1 to 26

Tailing dam
East



Profile nr 2 samples from 27 to 50

BOLVAUG - KARTSKISS
1:1000 JAGANLEGG



Kuva 1.
Kautokeinin kirkonkylää



Kuva 2
Kautokeinin turistihotelli



Kuva 3
Kaivoksen rakennukset



Kuva 4
Rikastamo on rakennettu hyvin
lähelle avolouhosta (oik)



Kuva 5
Avolouhos C-malmissa. Huo-
maa seinämien jyrkkyys



Kuva 6
Avolouhos C-malmissa



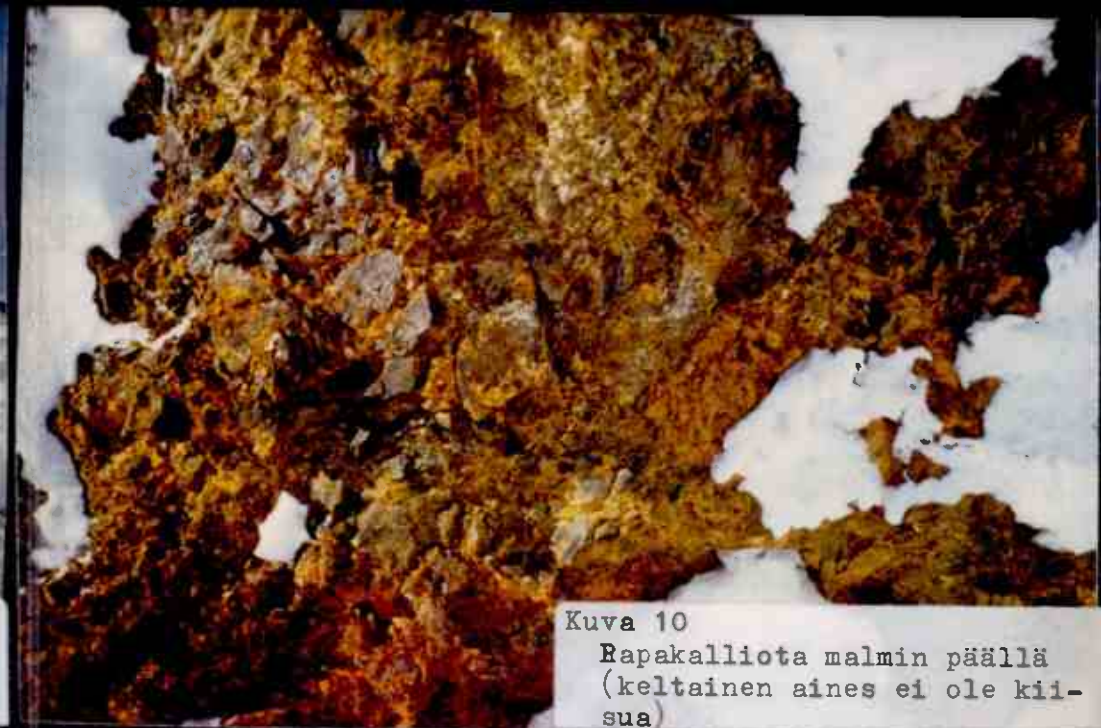
Kuva 7
Rikastamolla. Vas. Hultin,
Bull, Frimodig, Vaajoensuu
ja Smith-Meyer



Kuva 8
Näytteenotto jätealueella



Kuva 9
Jätealue



Kuva 10
Rapakalliota malmin päällä
(keltainen aines ei ole kii-
sua)



Kuva 11
Grafiittiliuskepoijaista ku-
parimalmia avolouhoksen sei-
nässä



Kuva 12
Grafiittiliuskepoijaista mal-
mia maan alla



Kuva 13
Maisemaa kaivoksesta pohjoiseen

