

GEOLOGINEN TUTKIMUSLAITOS

M 19/2633/-80/1/60Tervola

Mustamaa

Koskee 2631

Olli Äikäs

4.2.1980

Uraanin jakautuminen eräissä Tervolan Mustamaan uraani-fosfori-
esiintymän näytteissä

6 sivua
1 taulukko
8 kuvaa
1 liite

TALLENNETTU

16 09 2010

GIR

URAANIN JAKAUTUMINEN ERÄISSÄ TERVOLAN MUSTAMAAN
URAANI-FOSFORIESIINTYMÄN NÄYTTEISSÄ

Johdanto

Rautaruukki Oy:n Malminetsinnän pyynnöstä geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston uraaniryhmä teki Tervolan Mustamaan uraani-fosforiesiintymän (karttalehdet 2631 ja 2633) näytteistä alustavan alfa-radiografisen tutkimuksen uraanin jakautumisen selvittämiseksi myöhempää mineralogista tutkimusta varten. Rovaniemellä käydyin neuvottelun perusteella (Vartiainen 1979) työhön valittiin kiillotetut ohuthieet 989-5001, 5002, 5003, 5006, 5007, 5008, 5010 ja 5013. Rautaruukki Oy:n analyysitulokset näistä näytteistä olivat myös tutkijan käytössä.

Tutkimusmenetelmä

Hieistä tehtiin alfa-säteilykuvat (radiogrammit) Kodak CA 80 - 15 -selluloosanitraattikalvolle (Basham & Easterbrook 1977). Menetelmä perustuu säteilevän mineraalin lähettämien alfa-hiukkasten kalvoon jättämään jälkeen, joka saadaan näkyviin syövyttämällä kalvoa 2.5 N KOH-liuoksessa. Etsattua kalvoa ja hiettä mikroskoopissa tarkasteltaessa voidaan säteilyjälkien aiheuttajat paikantaa hieestä.

Tutkimuksessa käytettiin ylipitkää säteilytysaikaa heikkojenkin uraanipitoisuuksien saamiseksi esille. Säteilytysaika oli 33 - 35 vuorokautta, ja kalvojen etsausaika oli 5 - 14 tuntia. Saatujen kokemusten perusteella Mustamaan esiintymän näytteille tuntuisi sopivan 20 - 25 vuorokauden säteilytysaika ja noin 10 tunnin etsaus.

Hietutkimuksen tuloksia esittävässä liitteessä 1 käytetyt lyhenteet ovat "Mineraalinimisanaston" (Saltikoff 1976) mukaisia.

Näytteiden petrografinen kuvaus

Tutkitut hieet ovat enimmäkseen karbonaattikiviä ja/tai kloriittiliuskeita (liite 1). Kivien kemiallisen koostumuksen ja hieestä 5008 tehdyn Alizarin Red S-värjäyksen perusteella karbonaatti on dolomiittia. Kloriittiliuskeet ovat mineraalikoostumukseltaan vaihtelevia (kloriitti + kvartsi + biotiitti + serisiitti + apatiitti + magneettikiisu) ja tyypillisesti hienorakeisia. Biotiittiporfyroblastit, rutiilin runsaus ja mahdollisesti vulkaanisia hajarakeita edustavat kvartsisilmäkkeet ovat myös luonteenomaisia kloriittiliuskeille.

Apatiitti on hyvin hienorakeista, halkaisijaltaan aina alle 0.05 mm. Sitä esiintyy pirotteena kloriittiliuskeessa ja myös yksinomaan apatiitista koostuvissa fosforiittijuovissa ja -linsseissä. Nämä ohuet fosforiittijuovat sijaitsevat kivissä useimmiten kerrosrajoilla ja liittyvät monessa tapauksessa kloriittisaumoihin. Hieen 5013 toinen puoli on epäpuhdasta fosforiittia (apatiitti + kvartsi + serisiitti), jossa ilmeisesti on kaksi apatiittifaasia: pigmenttinen, mahdollisesti uraanipitoista opaakkiainesta sisältävä, ja "kirkas", luitromaisia rakenteita muodostava apatiitti (kuva 7).

Uraanin jakautuminen alfa-säteilykuvien perusteella

Rautaruukki Oy:n analyysien perusteella toriumin osuus näytteissä on merkityksetön (taulukko 1), joten alfa-säteilykuvat osoittavat suoraan uraanin jakautumisen hieissä. Tutkituista kalvoista viidessä havaittiin alfa-hiukkasten jättämiä jälkiä, joiden aiheuttajat voidaan luokitella seuraavasti:

- I Suurehkot (\emptyset yleensä yli 0.1 mm) puoliopaakit rakeet, joiden alfa-jälkikuva osoittaa tasaista uraanipitoisuutta (kuvat 1 - 3). Rutiilin läsnäolosta päätellen mineraali on mahdollisesti jokin U-Ti-oksidi (branneriitti ?; davidiitti ?, ks. Vartiainen 1979). Mineraali sisältää (radiogeenista ?) lyijyhohdetta sulkeumina (kuva 2).
- II Pistemäiset alfa-jälkikuviot (kuva 4) aiheutuvat pienistä opaakeista mineraaleista tai mineraalikaasoista. Näiden rakeiden läpimitta on luokkaa 0.01 mm.
- III Useassa hieessä fosforiitti on aiheuttanut huntumaisen, tasaisen alfa-jälkikuvion (kuvat 5 ja 6). Joissakin fosforiittiosueissa on mukana ryhmään II luettavaa opaakkipölyä (kuva 7). Toisaalta osa fosforiittilinsseistä ja -juovista ei ollut synnyttänyt alfa-jälkiä.
- IV Hieessä 989-5003 olivat kvartsin ja magneetti-kiisun raoissa sijaitsevat opaakit ainekset aiheuttaneet selväpiirteisiä alfa-jälkikuvioita (kuva 8), mikä osoittaa kivessä tapahtuneen sekundääristä uraanimineralisaatiota.

Tutkituissa hieissä (taulukko 1) voitaneen pääasiallisena uraanin esiintymistapana pitää hienonhienoa pirotetta, josta suurin osa on ryhmän II "opaakkipölyssä" ja osa fosforiitissa, mahdollisesti apatiittiin sisältyvänä. Ryhmän I U-Ti (?) -oksidimineraaliin sisältyvän uraanin merkitys lienee vähäisempi näiden mineraalien pienen määrän takia.

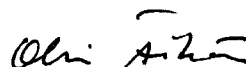
Tarvittavat jatkotutkimukset

Edellä esitetyn uraanin esiintymistapaa koskevan tuloksen varmistamiseksi olisi alfa-radiografisia tutkimuksia tehtävä lisää suuremmasta näytemäärästä. Samassa yhteydessä voisi hyvällä onnella löytyä niin suuria ryhmän II uraanimineraleja, että edes niiden kvalitatiivinen tutkiminen mikroanalyysaattorilla kävisi päinsä. Ryhmän I oksidin määrittäminen ei tuottane vaikeuksia; molemmissa ryhmissä voi sitä paitsi olla kyseessä sama mineraali.

Esiintymän hyväksikäytön kannalta tuntuisi hyödyllisimmältä tehdä suoraan rikastuskokeita kokonaisliuotuksen pohjalta. Työssä voisi käyttää toisaalta Rautaruukki Oy:n ja toisaalta Kemira Oy:n asiantuntemusta fosforimalmien suhteen. Uraanifosforiesiintymien rikastamisesta on jo tekeillä liuotustutkimuksia, joissa prosessin apuna käytetään bakteeritoimintaa (Soljanto ym. 1979).

Tervolan Mustamaan esiintymästä tekeillä olevassa pro gradu-työssä (M. Yrjölä) ja esiintymän jatkotutkimuksissa yleensä olisi kiinnitettävä huomiota mm. seuraaviin seikkoihin: 1) esiintymän kenttäkuvaus ja stratigrafian selvitys malmin aiheen jatkeiden löytämisen kannalta; mahdollisten uraaniköyhien fosforiittien olemassaolo, 2) kivien yksityiskohtainen petrografinen kuvaus (ks. Trueman 1971; Laajoki & Saikkonen 1977) ja siihen liitetty alfa-radiografinen ja mikroanalyttinen uraanimineraleiden määrittäminen, 3) rikkiisotooppimäärittäysten teko esiintymästä ja tulosten vertaaminen Vihannin uraani-fosforiesiintymään (Rehtijärvi ym. 1979), 4) olemassaolevan geokemiallisen aineiston tarkastelu ja 5) alueella esiintyvien kloriittiliuskeiden uraanikriittisyyden huomioonottaminen riippumatta apatiitin läsnäolosta (vrt. Pine Creek- ja Athabasca-alueiden U-malmit; esim. Hegge 1977).

Kuopiossa 4.2.1980



Olli Aikäs

Kirjallisuusluettelo

- Basham, I.R., & Easterbrook, G.D., 1977, Alpha-particle autoradiography of geological specimens by use of cellulose nitrate detectors: Trans. Inst. Min. Met. London, 86, Section B 96-98.
- Hegge, M.R., 1977, Geologic setting and relevant exploration features of the Jabiluka uranium deposits: CIM Bull. 70, no. 788, 50-61.
- Laajoki, K. & Saikkonen, R., 1977, On the geology and geochemistry of the Precambrian iron formations in Väyrylänkylä, South Puolanka area, Finland: Geol. Surv. Finland Bull. 292.
- Rehtijärvi, P., Äikäs O., & Mäkelä, M., 1979, A middle Precambrian uranium- and apatite-bearing horizon associated with the Vihanti zinc ore deposit, western Finland: Econ. Geol. 74, 1102-1117.
- Saltikoff, B., 1976, Mineraalinimisanasto: Geologinen tutkimuslaitos, tutkimusraportti 11.
- Soljanto, P., Rehtijärvi, P., & Tuovinen, O.H., 1979, Uraanin erotus kvartsiiteista ja fosfaattisista metasedimenteistä bakteeriliuotuksen avulla: Helsingin yliopiston mikrobiologian laitoksen julkaisu 18.
- Trueman, N.A., 1971, A petrological study of some sedimentary phosphorite deposits: Amdel Bull. 11.
- Vartiainen, H., 1979, Neuvottelu koskien Tervolan Mustamaan U-P-malmitutkimuksia: Rautaruukki Oy, neuvottelumuistio 11.12.1979.

Taulukko 1. Tutkittujen näytteiden P₂O₅-, U- ja Th-pitoisuudet ja MgO/CaO-, CaO/P₂O₅-ja P₂O₅/U-suhteet Rautaruukki Oy:n analyysien mukaan sekä hieistä määritetyt alfa-jälkien aiheuttajat ja kivilajit (pääkivilajien merkit on tummennettu).

Näyte	P ₂ O ₅ %	U %	Th %	α- säteilyjälkien aiheuttajat x)	KIVILAJIT					MgO/ CaO	CaO/ P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ / U
					DO	KLORL	(APAT)FY	FOSF	CHEPT			
989 - 5006	14.3	0.095	0.000	II, I; III ?	+		+	+		0.3	1.6	150
989 - 5013	10.9	0.077	0.000	I, III, II	+			+		0.4	2.5	142
989 - 5003	8.4	0.039	0.000	III, IV	+	+		+		0.5	2.0	215
989 - 5010	2.9	0.030	0.000	II, III		+				1.6	1.6	97
989 - 5007	2.0	0.016	0.001	II, I	+	+		+	+	0.6	13.0	125
989 - 5002	1.2	0.016	0.002	-		+				3.0	2.5	75
989 - 5001	0.9	0.015	0.000	II ?		+				1.9	4.5	60
989 - 5008	1.2	0.004	0.000	-	+	+		+	+	0.6	19.1	300

x)

I. opaakki mineraali (U- Ti-oksidi?)

II. hieno opaakkipirote, "pöly"

III. fosforiitti

IV. rakomineralisaatio

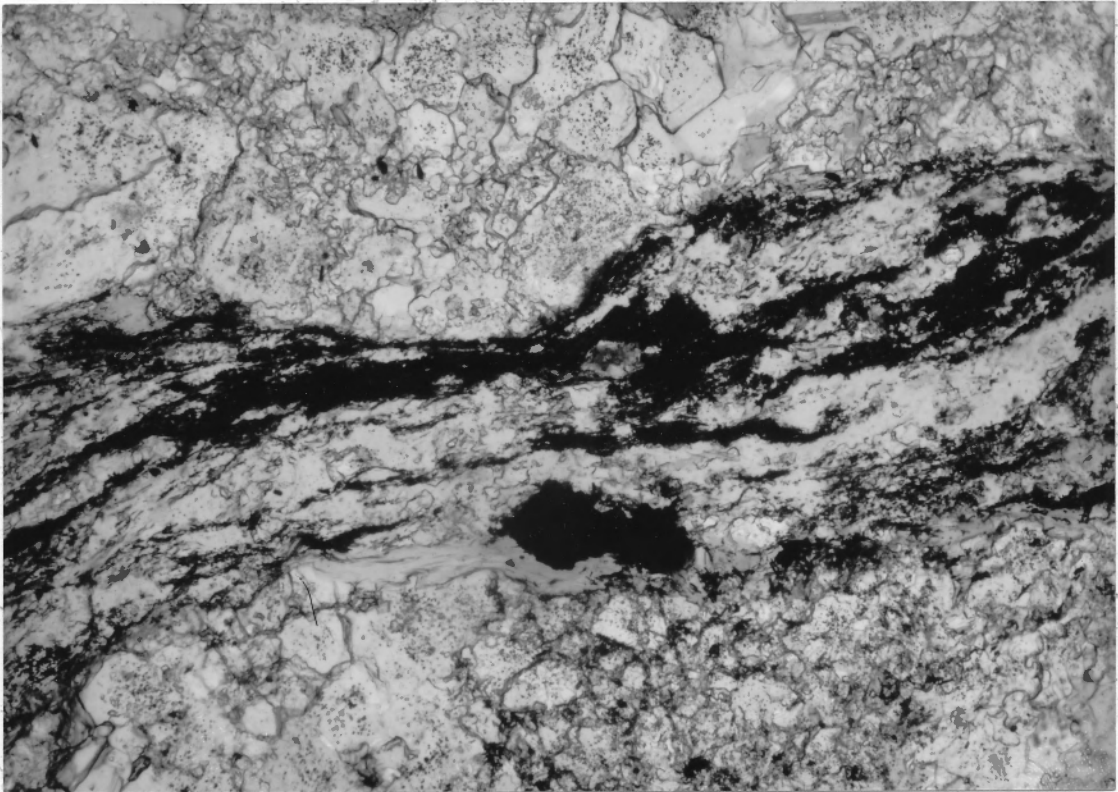
DO = dolomiitti

KLORL = kloriittiliuske

(APAT)FY = (apatiittipitoinen) fylliitti

FOSF = fosforiitti

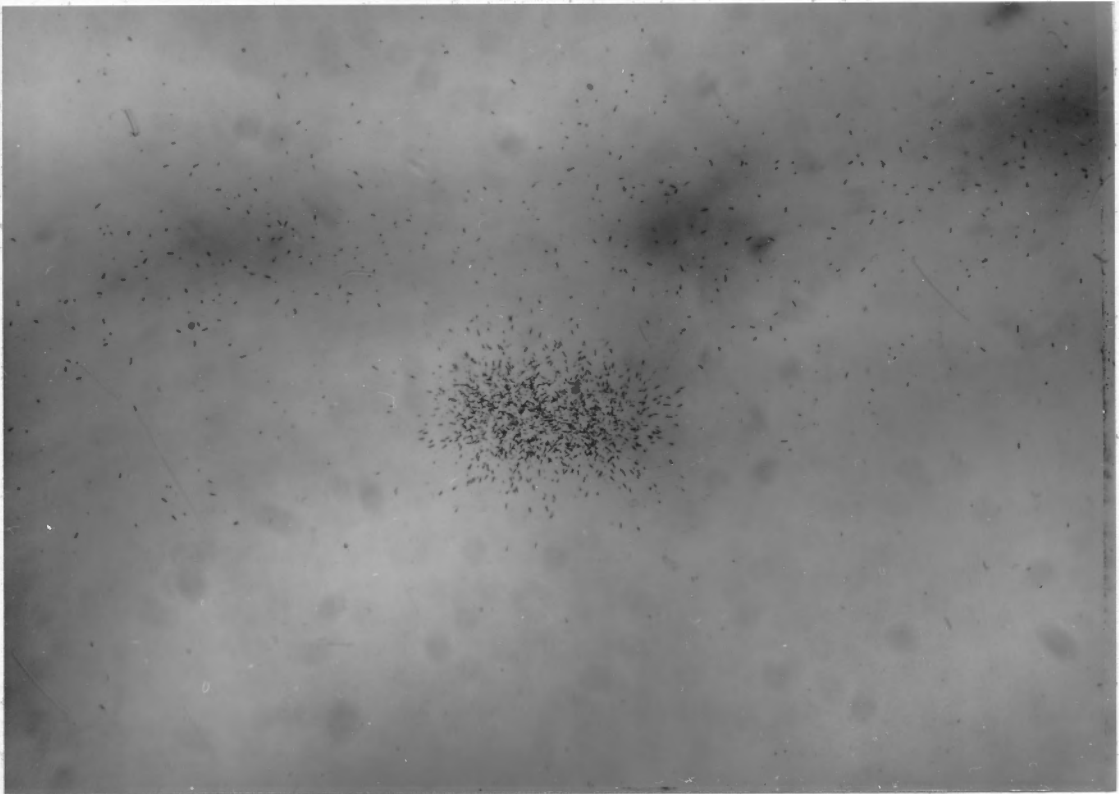
- Kuva 1. U—Ti (?) -oksidimineraali dolomiitissa sijaitsevan fosforiittiraidan kupeessa (A) sekä sen aiheuttama alfa-jälkikuvio (B). Opaakin mineraalin lisäksi uraania on hiukan myös fosforiittiraidassa. Hie 989-5013, läpivalaistus yhdellä nikolilla.
- Kuva 2. U—Ti (?) -oksidimineraali, jossa on sulkeumina lyijyhohdetta. Hie 989-5013, pintavalaistus yhdellä nikolilla, öljyimmersio.
- Kuva 3. Omamuotoinen U—Ti (?) -oksidimineraali (harmaa suorakaide) rutiilin (vaalean harmaat neulaset) ja magneettikiisun (valkea) yhteydessä. Hie 989-5013, pintavalaistus yhdellä nikolilla öljyimmersiossa.
- Kuva 4. Pistemäisen lähteen alfa-säteilykuva selluloosanitraattikalvossa (A) ja sen aiheuttaja (B). Uraanipitoinen rae on opaakin aineksen muodostaman kasan keskellä. Hie 989-5007, läpivalaistus yhdellä nikolilla.
- Kuva 5. Fosforiitin (oikealla) ja kloriittiliuskeen raja (A) sekä vastaava kohta alfa-säteilykuvasta (B). Fosforiitissa on tasainen "huntumainen" alfa-jälkijakautuma. Hie 989-5003, läpivalaistus yhdellä nikolilla.
- Kuva 6. A: Fosforiittijuovia (musta) dolomiitissa, läpivalaistus ristinikoleilla. Hie 989-5003.
B: Edellistä vastaava alfa-säteilykuva.
- Kuva 7. Fosforiitti (A) ja vastaavan kohdan alfa-säteilykuva (B). Hie 989-5013, läpivalaistus yhdellä nikolilla.
- Kuva 8. Sekundäärinen rakomineralisaatio. A: kuva hieestä, B: alfa-säteilykuva. Hie 989-5003, läpivalaistus yhdellä nikolilla.



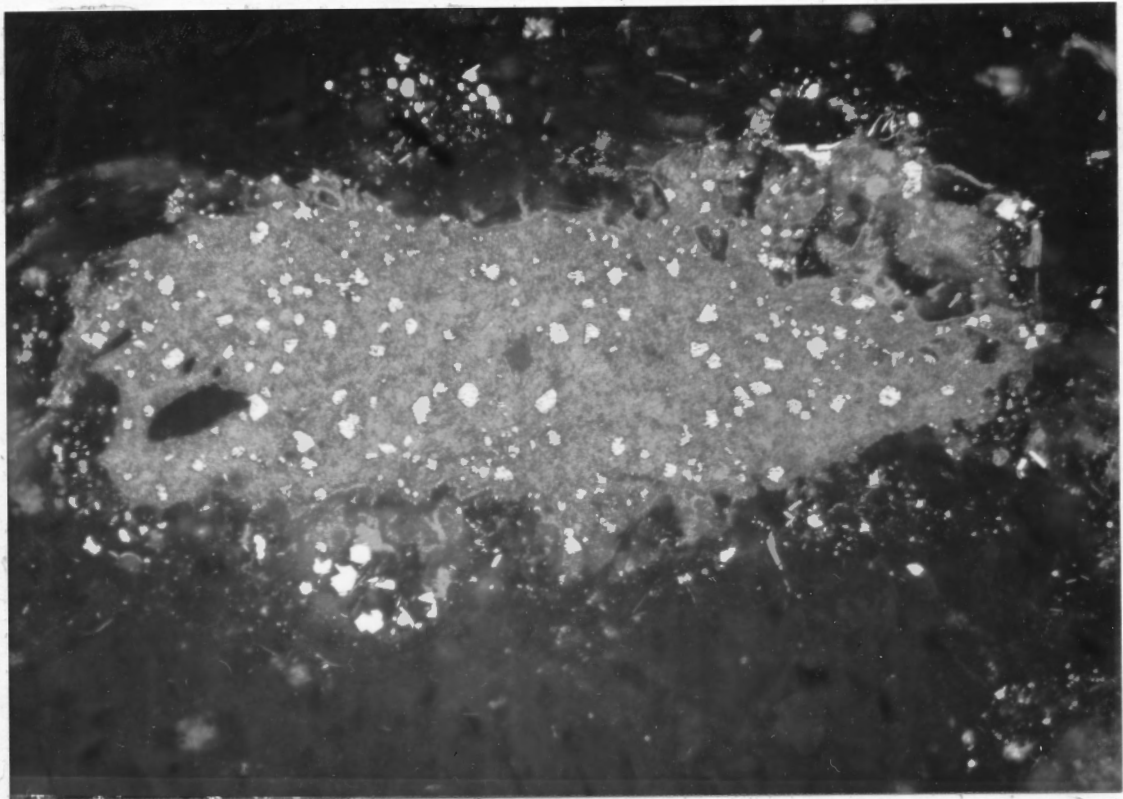
1 A



0,1 mm

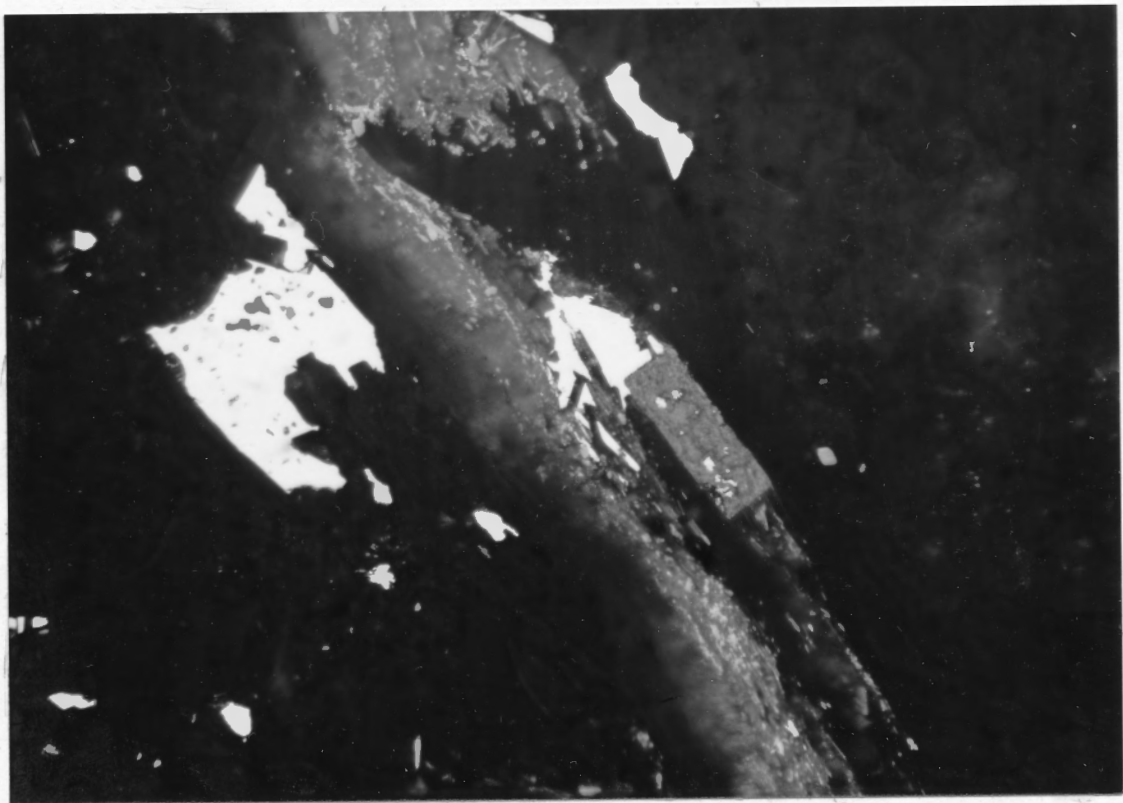


1 B

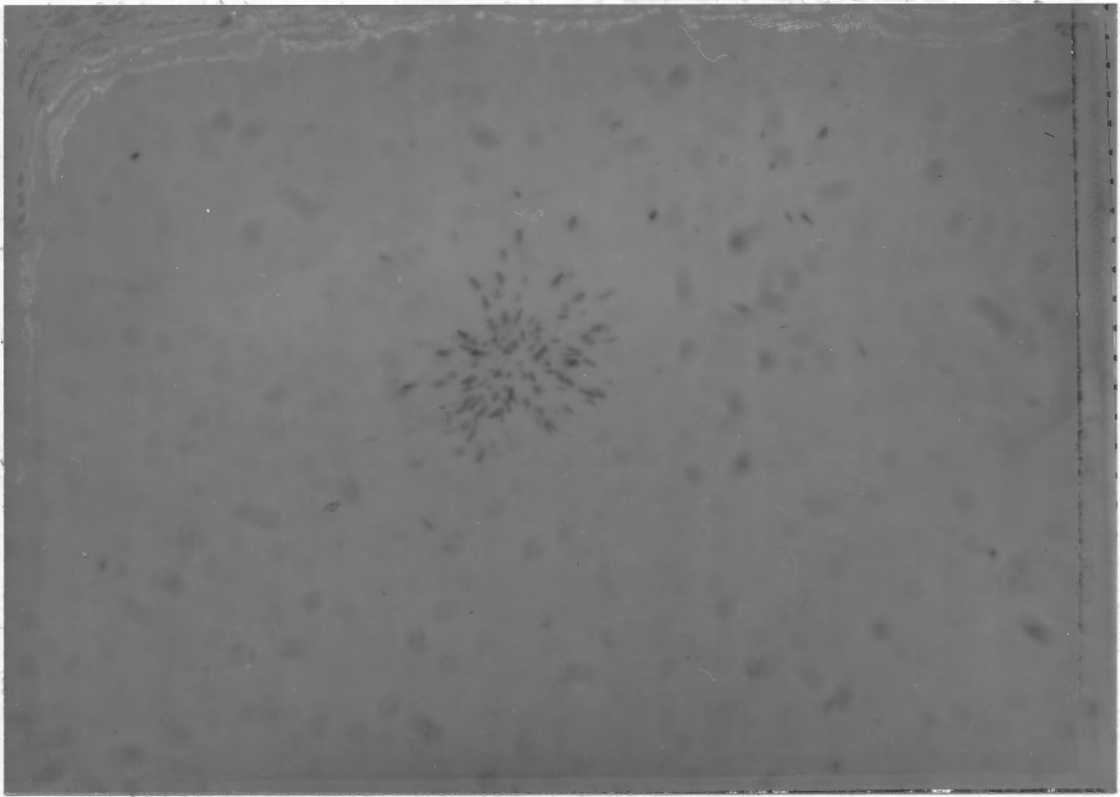


2

—|—|—| 0,1 mm

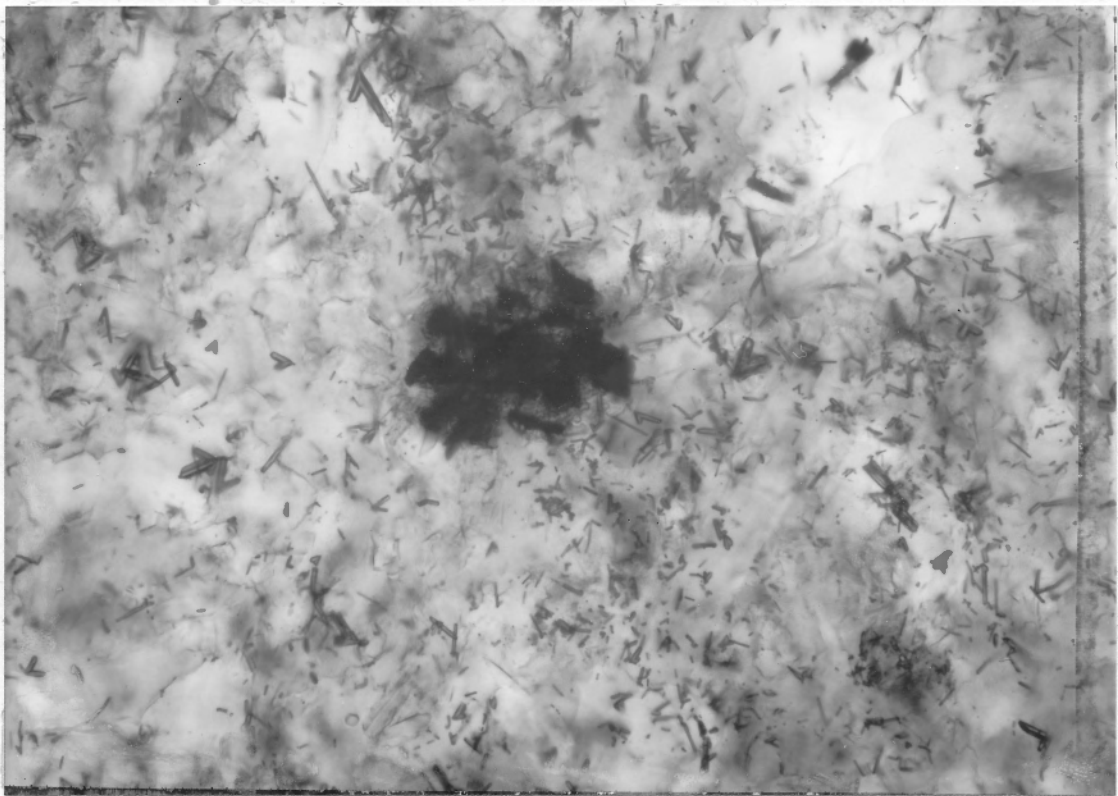


3

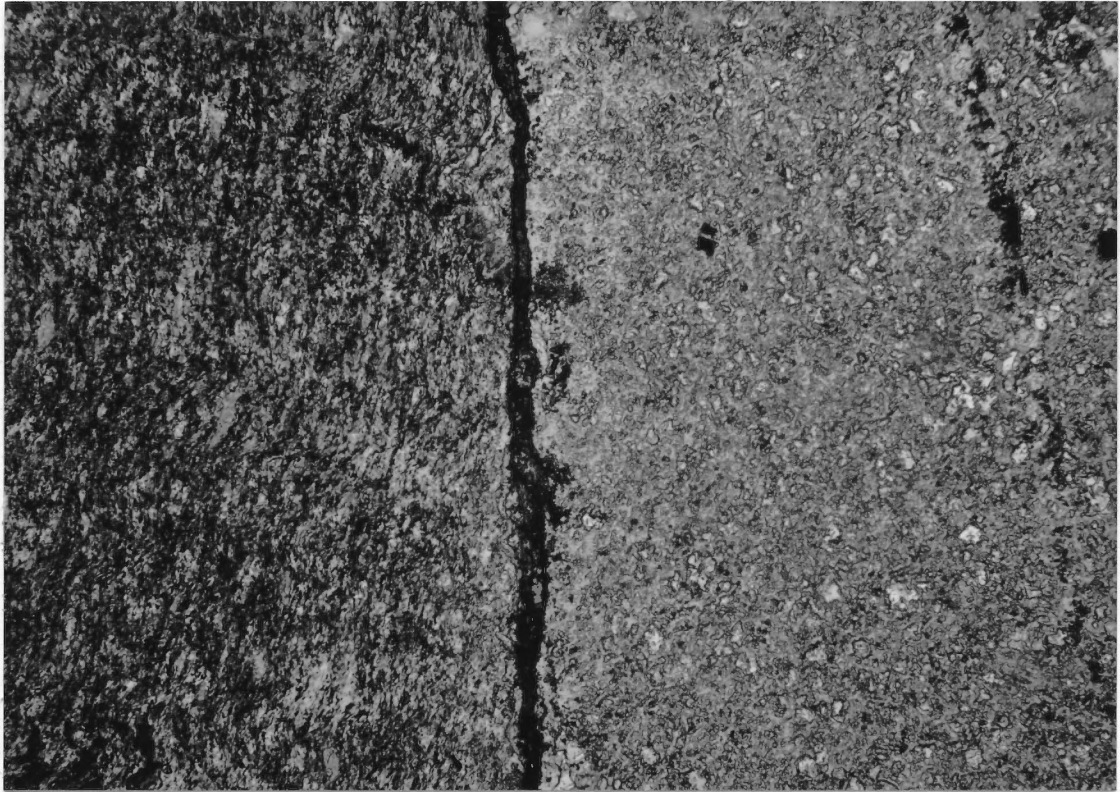


4 A

—|—|—| 0,05 mm

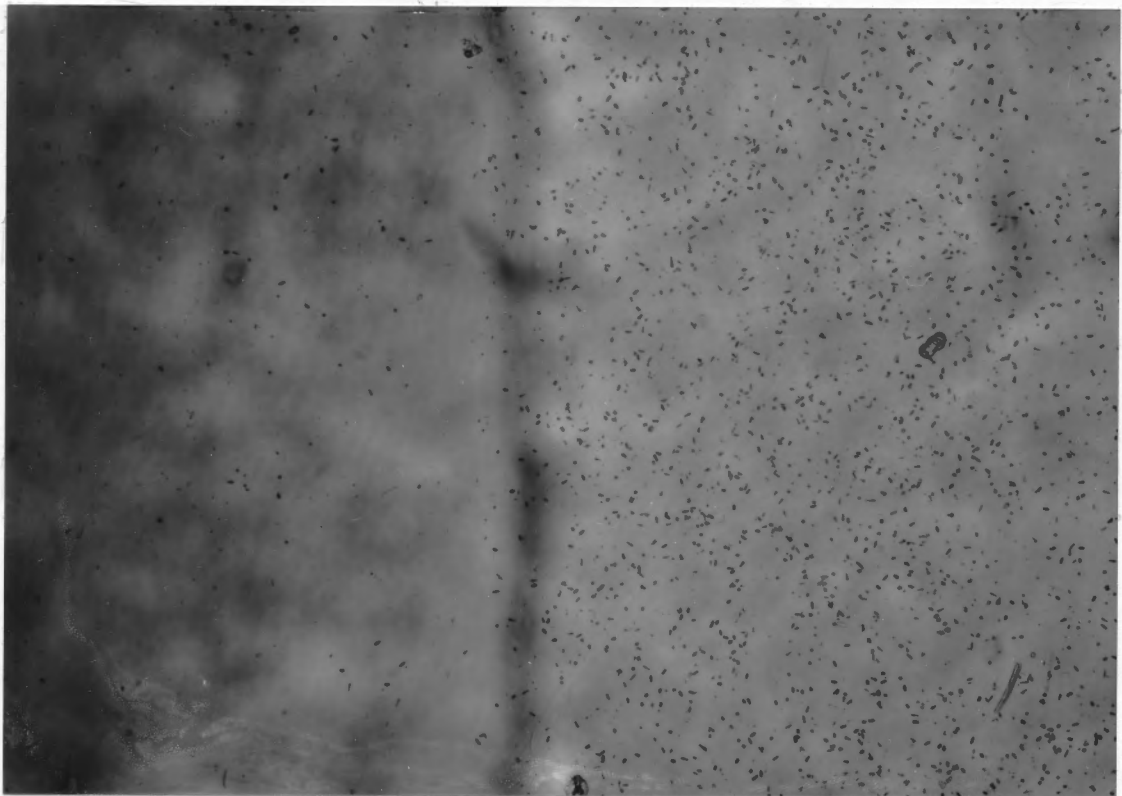


4 B

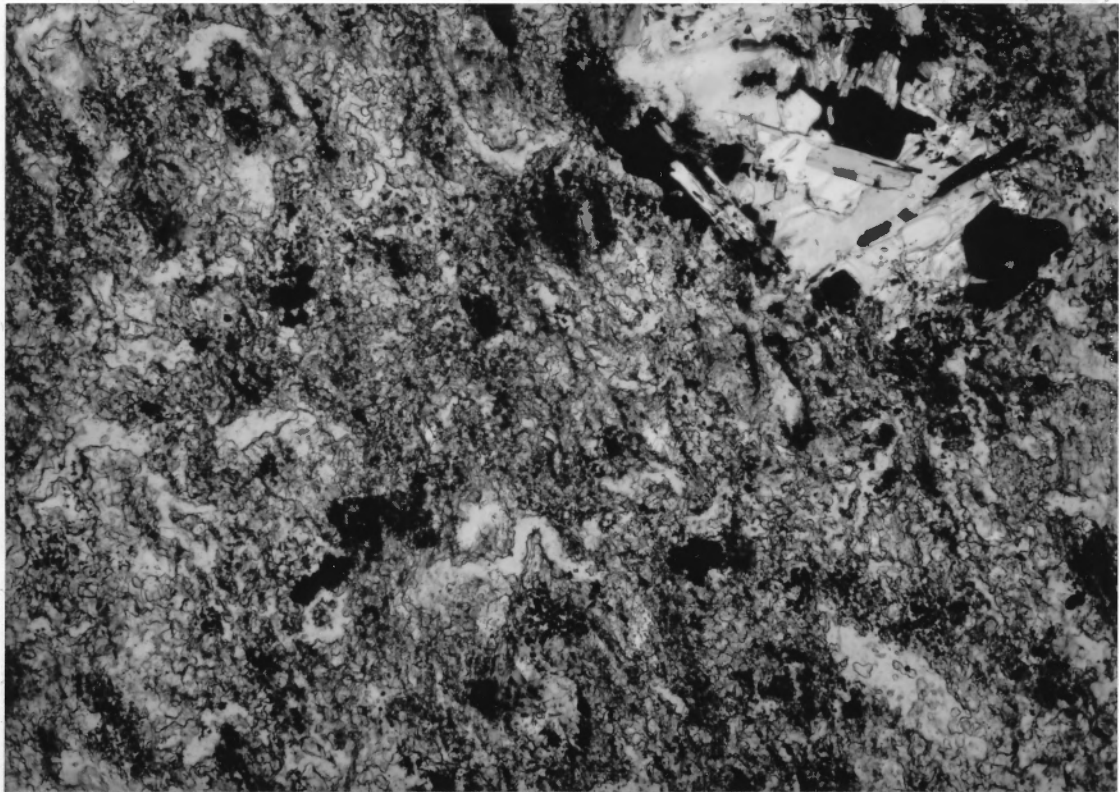


5 A

—|—|—| 0.2 mm



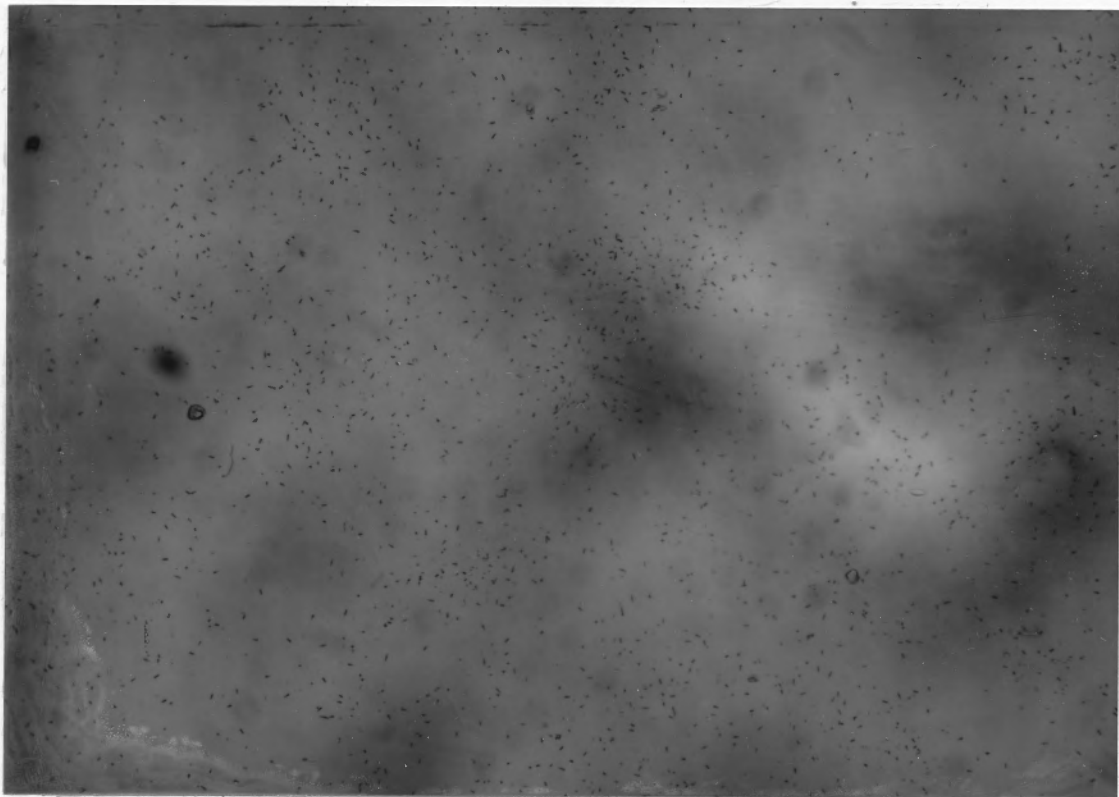
5 B



7 A



0.1 mm

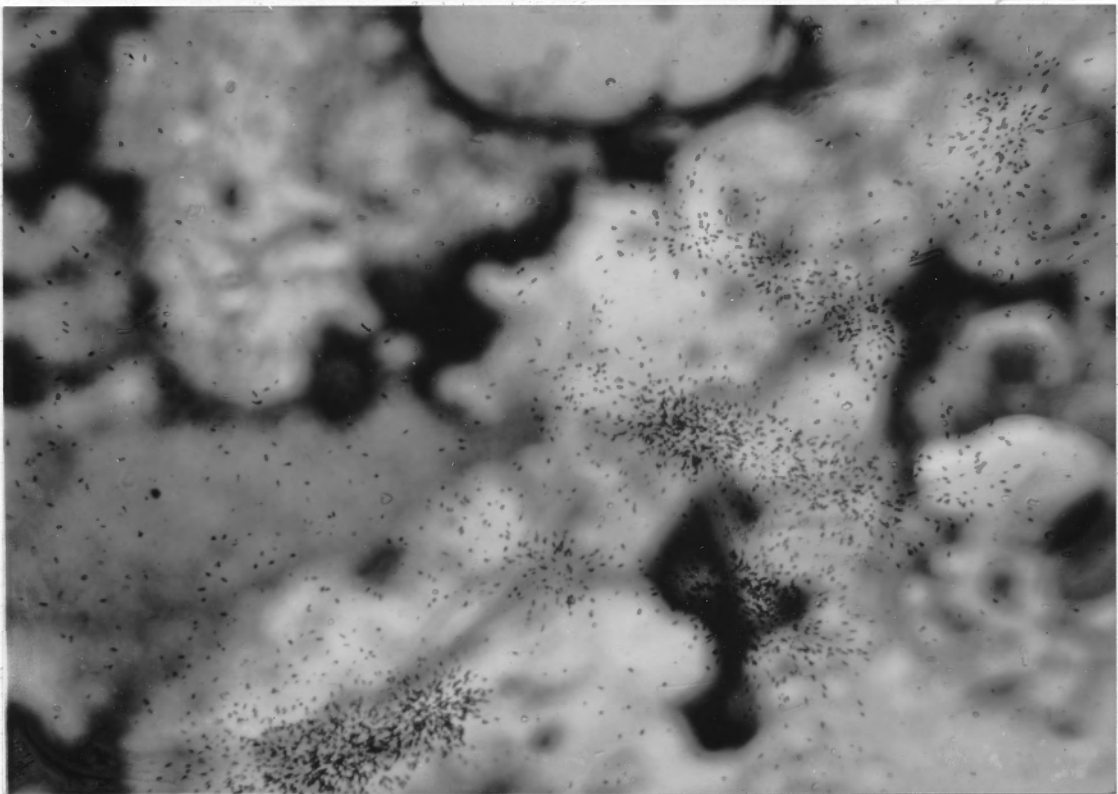


7 B



8 A

—|—|—| 0.2 mm



8 B

Liite 1. Ohuthietutkimuksen tulokset

989-5006; FOSFAATTIPITOINEN, KARBONAATTIRAITAINEN FYLLIITTI

kerrokset: kvartsi-biotiitti-apatiiittiliuske

KVAR, BIOT, APAT, RUTI, KLOR, OPAK // KARB, FLUO

kvartsi-serisiitti-biotiittiliuske

KVAR, BIOT, SERI, (MAAS?) // APAT, RUTI, KARB, OPAK

karbonaattiraidat

KARB, BIOT, KVAR, OPAK, APAT // FLUO, KLOR, RUTI, SIDE

opaakki: MAGK, CUKI

muuta: fosforiittisia linssejä ja juovia on sekä karbonaattiraidoissa että KVAR-BIOT-APAT-liuskeessa.

989-5013; FOSFORIITTI // KARBONAATTIKIVI

kerrokset: fosforiitti

APAT, KVAR, SERI-FLOG // OPAK, RUTI, KLOR, FLUO, KARB

karbonaattikivi

KARB // BIOT, RUTI, OPAK

opaakit: MAGK, CUKI, "pölymäinen" radioaktiivinen mineraali

muuta: - karbonaattikivessä fosforiittilinssejä ja -välikerroksia
- fosforiitissa kaksi apatiittifaasia ??
- fosforiitissa "vug"-kvartsia?
- karbonaattikivi on hienoräkeistä ja siinä on leikkaavia kvartsijuonia

989-5003; KLORIITTILIUSKE // KARBONAATTIKIVI

kerrokset: biotiiitti-kloriittiliuske

(keskellä hiettä)

BIOT, KLOR, KVAR // RUTI, OPAK, APAT

karbonaatti-kvartsiliuske

KARB, KVAR // BIOT, KLOR, RUTI, OPAK, APAT

fosforiitti

APAT, KVAR, KLOR // KARB

karbonaattipitoinen fosforiitti

KVAR, APAT, KARB, KLOR, BIOT // RUTI, OPAK

kloriittiliuske

KVAR, KLOR, BIOT // RUTI, OPAK, APAT

kvartsiitti

KVAR, BIOT // RUTI, APAT

opaakit: MAGK (→ MARK) CUKI, ZNVA?

989-5010; BIOTIITTI-KLORIITTILIIUSKE

BIOT, SERI, KLOR, KVAR, OPAK // RUTI, APAT, FLUO, ZNVA?,
SIDE

opaakit: MAGK, CUKI

muuta: kerroksellinen, pienoispoimuttunut, transverssiliuskeinen.
APAT pirotteena ja kerroksellisuuden suuntaisina jonoina.

989-5007; KLORIITTILIIUSKE // KARBONAATTIKIVI

kerrokset: karbonaattikivi

KARB // OPAK, BIOT, KLOR, RUTI, SERI

kloriittiliuske

KLOR, BIOT, KVAR // OPAK, RUTI

opaakit: MAGK, CUKI, SKII, ZNVA; GRAF?

muuta: karbonaattikivessä chert-sulkeumia sekä KVAR-, KVAR+KARB- ja
KARB+BIOT+KVAR-juonia. Kivilajirajalla KLOR-sauma sekä APAT-
juovia (fosforiittia?).

989-5002; KLORIITTILIIUSKE

kerrokset: kloriitti-biotiittiliuske

KVAR, BIOT, KLOR // (MAAS?), RUTI, OPAK, ZNVA?

kloriitti-kvartsiliuske

KLOR, KVAR, BIOT, RUTI // OPAK, APAT

opaakit: MAGK, CUKI

muuta: kerroksilla raekokoero; molemmissa KVAR-silmiä, jotka voisivat olla hajarakeita. Kiisut esiintyvät hienompi-rakeisessa kivessä kerrosrajan suuntaisesti pirotteena ja toisaalta koko kivessä kerroksellisuutta leikkaavina linssimäisinä rakeina ja raeryhminä. CUKI ja ZNVA ovat MAGK:ssa sulkeumina tai sen reunoilla.

989-5001; KVARTSI-KLORIITTILIIUSKE

KVAR, KLOR, APAT, BIOT // RUTI, OPAK, SERI, SAUS?, SIDE

opaakit: MAGK, SKII, CUKI, ZNVA

989-5008; KARBONAATTIKIVI // KVARTSI-KLORIITTILIIUSKE

kerrokset: karbonaattikivi

KARB // OPAK, KVAR, ZIRK?

kvartsi-kloriittiliuske

KVAR, KLOR, (MAAS?), OPAK // RUTI, BIOT, APAT, SAUS?

chert

KVAR // KLOR

opaakit: MAGK, CUKI

muuta: karbonaattikivessä on chert-nokareita ja -linssejä sulkeumina. "Kryptokiteisiä", luiromaisia APAT-kasaumia on karbonaattikiven reunoilla ja osittain myös sisällä.