Geoinstitut

Radna organizacija za geološka, geofizička i rudarska istraživanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, istražno bušenje, inženjersku geologiju i hidrogeologiju.

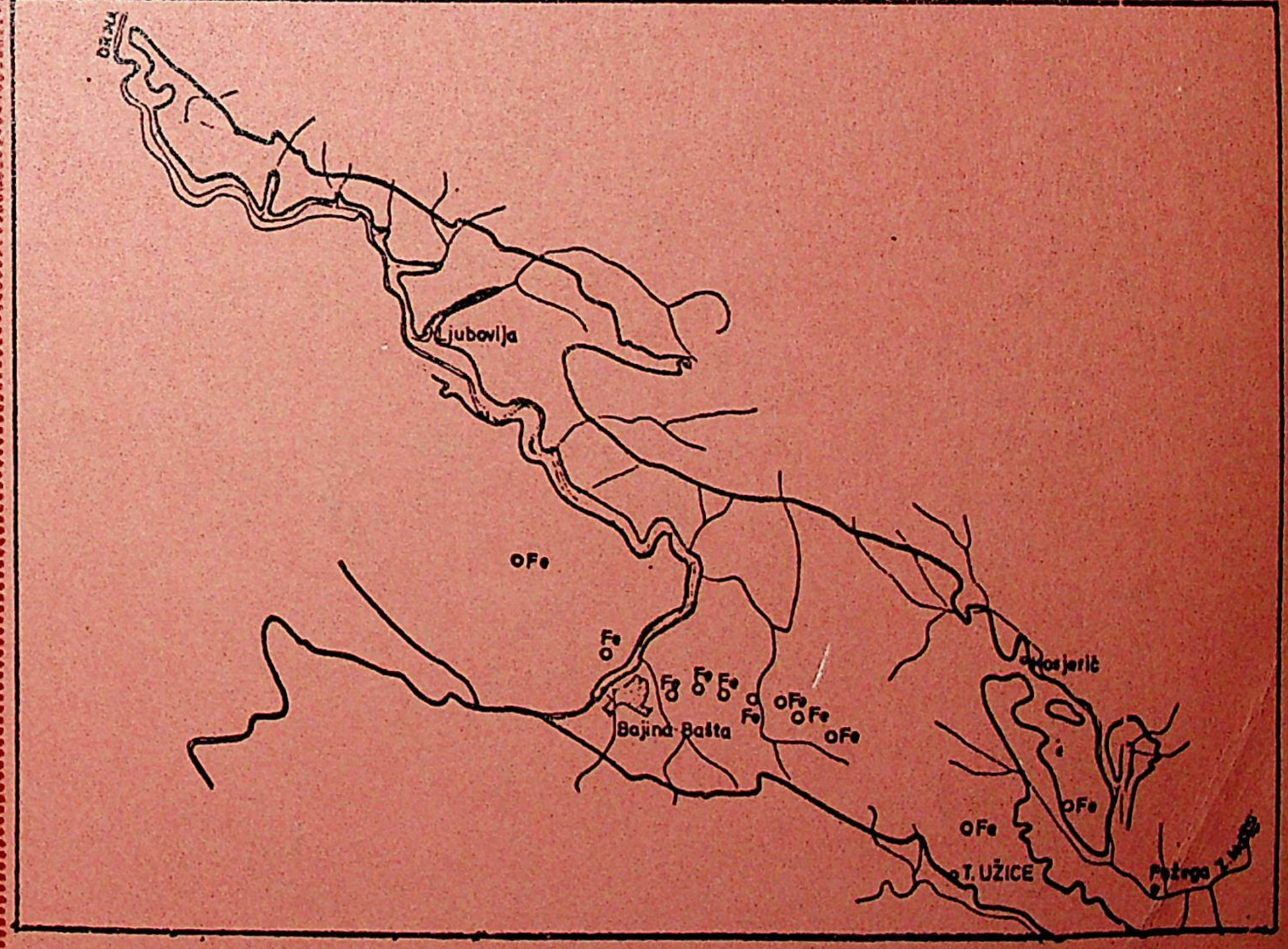
Posebna izdanja, knjiga 9.

Yu ISSN 0351—4498

Radule Popović

METALOGENIJA METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI (zapadna Srbija)

Metallogeny of Metamorphic Complex of the Drina River Region (western Serbia)



BEOGRAD, 1984.

GIS 00031

Geoinstitut

Radna organizacija za geološka, geofizička i rudarska istraživanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, istražno bušenje, inženjersku geologiju i hidrogeologiju.

Posebna izdanja, knjiga 9.

Yu ISSN 0351—4498

Radule Popović

METALOGENIJA METALOMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI (zapadna Srbija)

Metallogeny of Metamorphic Complex of the Drina River Region (western Serbia)

BEOGRAD, 1984.

REDAKCIJSKI ODBOR

Vera Ćebić
Mladen Ignjatijević
Nadežda Krstić
Milan Obrenović
Veljko Omaljev
Panta Radulović
Slobodan Vukašinović

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK,
Veljko Omaljev

RECENZENTI
Miloljub Petković i Aleksandar Grubić

TEHNIČKI UREDNIK I REDAKTOR,
Radomir J. Milosavljević

Republička zajednica nauke Srbije učestvovala je u troškovima izdavanja ove knjige.
Izdavač (editor): Geoinstitut, Rovinjska 12, Beograd, Yugoslavia

Tiraž 500 primeraka

Štampa: Srboštampa, Dobračina 6—8, Beograd
1984.

УНИВ. БР. 31

Iz duboke zahvalnosti i pijeteta posvećujem ovu knjigu dragim roditeljima: majci Sofiji i ocu Bogdanu koga fašističke sluge ubiše i u Koričku jamu baciše juna meseca 1941. godine.

SADRŽAJ — CONTENTS

Strana
Page

OPŠTI DEO

UVOD 7

PREGLED PRETHODNIH PROUČAVANJA 9

POSEBNI DEO 13

EVOLUCIJA DRINSKOG METAMORFIKUMA 15

Starost pojedinih formacija metamorfikuma drinske oblasti 15

Metalogenetski periodi stvaranja Fe-mineralizacija (u metamorfikumu drinske oblasti) 21

STRATIGRAFSKA KORELACIJA METAMORFIKUMA DRINSKE SA JADARSKOM I IVANJIČKOM OBLASTI 22

PETROGENEZA METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI 24

Geneza metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije 25

Faze magmatske aktivnosti u metamorfikumu drinske oblasti 43

Geneza filitoidne formacije 44

METAMORFIZAM 48

OPŠTE TEKTONSKE OSOBINE METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI 50

Fe-MINERALIZACIJE METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI U ZAPADNOJ SRBIJI 55

Horizont sa magnetitskim impregnacijama 57

Horizont sa hematitom (spekularitom) 60

Fe-mineralizacije u Lazića potoku 61

Horizont tamnosivih kvarcita sa magnetitom 67

Pojava u selu Lazići 68
Pojava u Petronijevićima 71
Pojave na planini Višesavi 73
Pojava u selu Višesava 75
Pojava na Gradini kod Dvizovića (SZ od Bajine Bašte u Bosni) 82

Horizont svetlosivih gvoždevitih kvarcita 83

Pojava na Kamenjači 83

Pojava na putu Kamenjača — Orašac 88

Pojava u selu Blagojevići 88

Strana

Horizont sa magnetitom i sulfidima, vezan za donje delove filitoidne formacije . . 92

Pojava u Petronijevića potoku 92

Horizont sa »tankoslojevitim« hematitom (kod Karana) 93

Pojave na Ćatića visu i u potoku Madžarevac 94

Sulfidne mineralizacije 97

Pojava u Orašinama 97

Pojava u Kostojevićima (zaseok Porčići) 100

Pojava u Biljezima 100

Pojava u lokalnosti Duboko (SI od Titovog Užica) 101

POSTANAK Fe-MINERALIZACIJA U METAMORFIKUMU DRINSKE OBLASTI 103

MINERALIZACIJE GVOŽĐA VEZANE ZA METAMORFISANU VULKANOGENO-SEDIMENTNU FORMACIJU 103

Poreklo gvožđa 103

Kinematika obrazovanja Fe-mineralizacija 107

Obrazovanje primarnog mineralizacionog substratusa i njegova docnija transformacija 108

Geneza mineralizacija gvožđa vezanih za filitoidnu formaciju 120

ZAKLJUČAK 122

LITERATURA 124

Summary: Metalogeny of Metamorphic Complex of the Drina River Region (western Serbia) 128

Ključne reči: metalogenija, proterozoik, paleozoik, metamorfikum, formacija, mineralizacija gvožđa, zapadna Srbija.

Key words: Metallogeny, Proterozoic, Paleozoic, Metamorphyc Complex, Formation, Iron mineralization, Western Serbia.

Radule Popović

UDK 553.078 + 553.54 (497.11)

METALOGENIJA METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI (ZAPADNA SRBIJA)

OPŠTI DEO

UVOD

Istraživanja Fe-mineralizacija u najstarijim formacijama SR Srbije izvođena su u ograničenom obimu u južnoj i istočnoj Srbiji. Na žalost, iako je bilo poznato da proterozojske i starije-paleozojske formacije nose najznačajnija svetska ležišta ruda gvožđa, i da su najveća jugoslovenska ležišta ovih ruda (izuzev Vareša) skoncentrisana u paleozojskim formacijama, do nedavno nije postojao određeni interes da se pristupi proučavanjima odgovarajućih geoloških formacija u SR Srbiji.

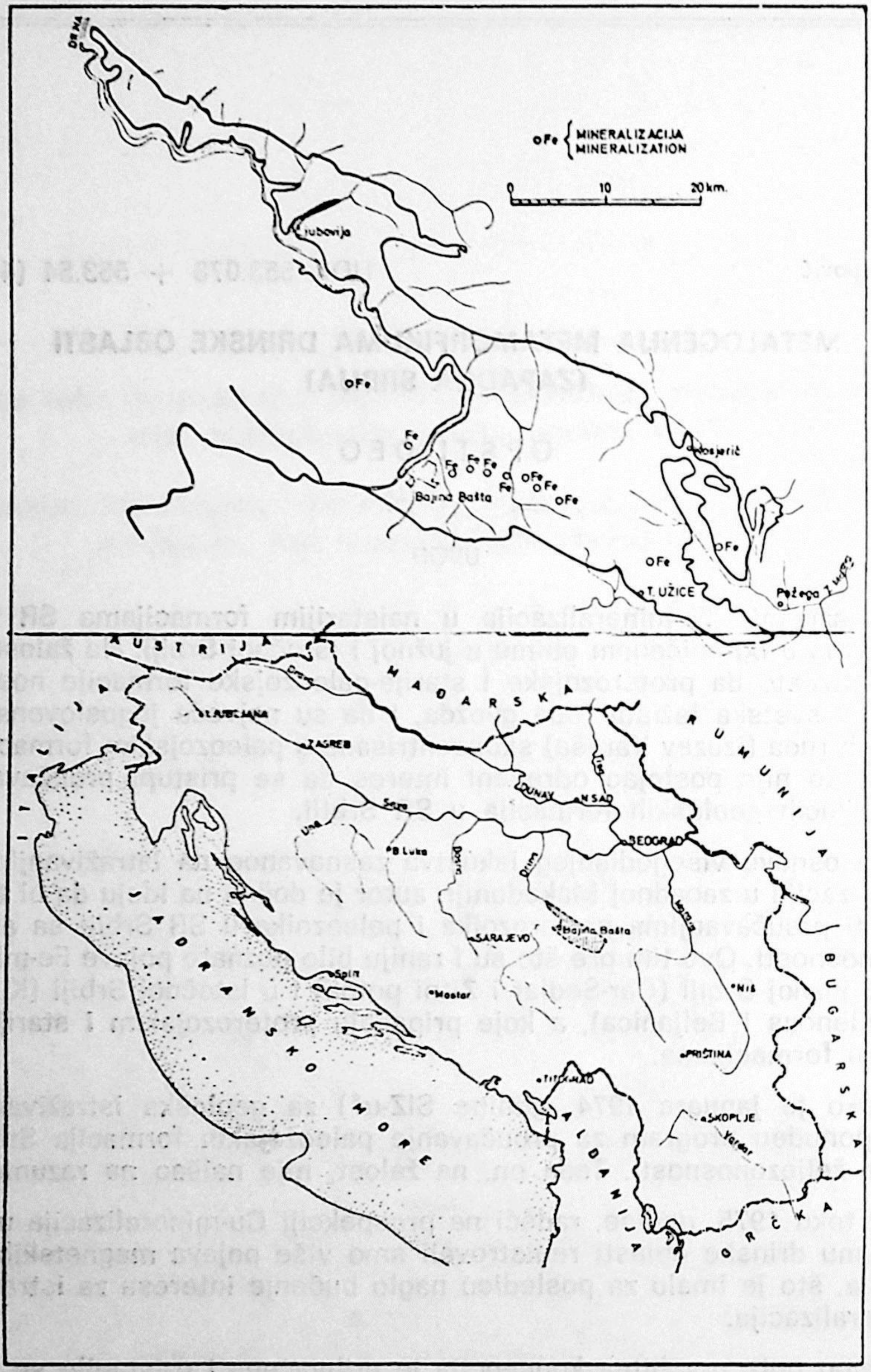
Na osnovu višegodišnjeg iskustva zasnovanog na istraživanjima Fe-mineralizacija u zapadnoj Makedoniji, autor je došao na ideju da bi trebalo pristupiti proučavanjima proterozoika i paleozoika u SR Srbiji sa aspekta željezonosnosti. Ovo tim pre što su i ranije bile poznate pojave Fe-mineralizacija u južnoj Srbiji (Čar-Sedlar i Žitni potok) i u istočnoj Srbiji (Kučaj — potok Klencus i Beljanica), a koje pripadaju proterozojskim i starije-paleozojskim formacijama.

Tako je januara 1974. godine SIZ-u*) za geološka istraživanja SR Srbije ponuđen program za proučavanje paleozojskih formacija Srbije sa aspekta željezonosnosti. Tada on, na žalost, nije naišao na razumevanje.

U toku 1975. godine, radeći na prospekciji Cu-mineralizacija u metamorfikumu drinske oblasti registrovali smo više pojava magnetskih mineralizacija, što je imalo za posledicu naglo buđenje interesa za istraživanje Fe-mineralizacija.

Ovog puta prvobitna koncepcija je prihvaćena i pristupilo se istraživanjima. Javna podrška zainteresovanih subjekata, međutim, nije bila praćena i odgovarajućim finansijskim sredstvima tako da je taj problem samo delimično rešen. Naime, jedino je sistematski proučen metamorfikum drinske oblasti, ali ni u njemu nisu završena sva istraživanja. Provera is-

*) Samoupravna interesna zajednica.



Sl. 1. Pregledna skica pojava Fe-mineralizacija u metamorfikumu drinske oblasti zapadne Srbije.

Fig. 1. Sketch map showing Fe-occurrences in the metamorphic complex of the Drina river region (Western Serbia).

tražnim bušenjem nije obavljena, tako da nije mogla biti izvršena puna ocena potencijalnosti Fe-mineralizacija.

Pri izučavanju metamorfikuma drinske oblasti na teritoriji SR Srbije, tj. između doline zapadne Morave na jugoistoku, mezozojskih formacija između Požege i planine Boranje, na severoistoku, mezozojskih formacija planine Tare na jugozapadu i reke Drine na zapadu, korišćene su najsavremenije metode prospekcije, uključujući tu: magnetsku metodu iz vazduha i na zemlji*), geohemijske metode, geološku prospekciju sa izradom geoloških karata razmere 1:10.000 i 1:5.000 itd.

Pomenuti radovi praćeni su laboratorijskim ispitivanjima kao što su: petrografska i petrološka ispitivanja, ispitivanje rudnih preparata, sedimentološka ispitivanja, ispitivanja lakih izotopa, ispitivanje gasno-tečnih inkluzija, analiza elektronskom mikrosondom, infracrvene spektro-fotometrijske analize, spektrohemijske semikvantitativne analize, rentgen analize, ispitivanje veštačkog šliha (mineraloške kvalitativne i kvantitativne analize), paleontološke (mikrofauna i paleopalinološke analize) i najzad razne hemijske analize, uključujući tu i neka eksperimentalna ispitivanja.

Na osnovu tih radova i višegodišnjih proučavanja urađena je ova Studija, koja predstavlja doktorsku disertaciju autora odbranjenu 21. juna 1983. godine na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu. U tekstu koji se ovde objavljuje napravljene su minimalne izmene, koje u većini slučajeva predstavljaju samo ispravke u odnosu na originalan tekst disertacije.

Na laboratorijskim radovima i izradi tehničke dokumentacije bio je angažovan veliki broj stručnjaka iz Geoinstituta, sa Rudarsko-geološkog fakulteta i iz Instituta »Jožef Štefan« iz Ljubljane na čemu im se ovde srdačno zahvaljujem.

Posebnu zahvalnost dugujem M. Petkoviću, S. Jankoviću, S. Karamati, A. Grubiću, D. Milovanoviću, M. Ercegovcu, V. Vujanoviću, S. Vukašinoviću i D. Vulović na kritičkom razmatranju radnog materijala, korisnim sugestijama i podršci u radu.

Zahvalan sam Republičkoj zajednici nauke SR Srbije i Geoinstitutu koji omogućiše i finansijski pomogoše štampanje ovog rada.

PREGLED PRETHODNIH PROUČAVANJA

Na osnovu pisanih dokumenata i drugih materijalnih dokaza može se reći da je oblast drinskog metamorfikuma, u delu koji pripada zapadnoj Srbiji, bila predmet rudarskih radova ili geološkog interesovanja tek u drugoj polovini devetnaestog veka. Treba odmah reći, međutim, da su na terenu zapaženi tragovi nekih radova čiji karakter nije utvrđen. To je zapaženo na Kamenjači i na planini Gradina na levoj obali Drine. Ovi radovi su obavljeni na pojavama gvoždevitih kvarcita. Svi su izgledi da se tu radilo o eksploataciji, pri čemu je vršen odbir delova mineralizacija sa većim učešćem magnetita. Na žalost, nije se moglo dokazati da su to najstariji rudarski radovi na ovom terenu.

*) Izvršeno je eksperimentalno ispitivanje i drugim geofizičkim metodama (IP, SEO kartiranje i sondiranje), ali nisu dobijeni zadovoljavajući rezultati koji bi opravdali primenu tih metoda.

U vreme istraživanja Srebrenice i njene okoline od strane austro-ugarskih geologa (počev od 1880.) započinju i prva geološka ispitivanja paleozoika u zapadnoj Srbiji. J. Žujović (1893.) kartirao je terene Podrinja i Dragačeva, pri čemu je manju pažnju posvetio i metamorfnim stenama paleozojske starosti.

Nešto docnije D. Antula (1898.) je na Srpskom geološkom društvu izneo da je paleozoik drinskog metamorfikuma sastavljen od škriljaca: kvarcita, argilošista, filita, mikašista i mermera. On je smatrao da navedene tvorevine pripadaju najmlađim članovima arhaika.

Znatno kasnije O. Ampferer (1928.) govori o složenom tektonskom sklopu terena kome pripada oblast drinskog metamorfikuma, što dovodi u vezu sa peridotitskim intruzijama, odnosno sa navlačenjem paleozojskih tvorevina.

U okviru svojih geomorfoloških proučavanja zapadne Srbije Jovan Cvijić (1924.) je utvrdio prisustvo paleozojskih škriljaca u okolini Titovog Užica.

Prva ozbiljnija proučavanja ovih krajeva izveo je V. Simić. Njegova istraživanja odvijala su se tokom, relativno, dugog vremenskog perioda, počev od 1935. pa zaključno sa 1957. god. Simić je prvi uočio postojanje razlika između metamorfikuma drinske i jadarske oblasti, pa ih je i izdvojio kao »jadarska« i »drinska« facija paleozoika.

Značajan doprinos poznavanju metamorfikuma ove oblasti dao je B. Milovanović (1936.). U vreme rada na geološkom kartiranju terena obuhvaćenog listom »Vardište«, razmere 1:100.000, utvrdio je prisustvo škriljaca, peščara, konglomerata i krečnjaka. U području Jelove gore registrovao je antiformu i izdvojio je kao »antiklinala Jelove gore«. Što se, pak, tiče starosti, obzirom da se metamorfiti Jelove gore produžavaju prema SZ u istočnu Bosnu, prihvatio je Katzerovo gledište o njihovoj karbonskoj starosti.

U periodu posle drugog svetskog rata javlja se čitav niz istraživača koji se bave u manjem ili većem obimu problemom metamorfikuma drinske oblasti. Svi ti radovi imaju litostratigrafski ili strukturni karakter. Tako, na primer, A. Grubić (1958.) bavi se strukturološkim ispitivanjima terena između Kosjerića i Titovog Užica.

Nakon donošenja odluke o izradi Osnovne geološke karte SFRJ, započinje sistematsko geološko kartiranje i ove oblasti.

Mojsilović sa saradnicima (1959.) počinje sa geološkim kartiranjem lista »Valjevo«, a 1961. godine kartira list »Ljuboviju«, da bi 1965. godine otpočeo rad na geološkom kartiranju lista »Titovo Užice«. Tumači listova »Titovo Užice« i »Valjevo« objavljeni su 1978. i 1975. godine, a listovi »Ljubovija« i »Zvornik« 1977. god. Tim radovima dobijeni su, do tada, najdetaljniji i najpotpuniji lito- i biostratigrafski podaci o ovom metamorfikumu.

U njima su kao posebna jedinica izdvojene »zelene stene« (odnosno metamorfisane vulkanogeno-sedimentne tvorevine sastavljene od metadijabaza, metaspilita i metadijabaznih tufova), zatim klastične i karbonatne tvorevine sastavljene od metapeščara, metapelita, filita, metakonglomerata, kvarcita, kalkšista i mermerisanih krečnjaka. U okviru pomenutih ra-

dova autori su, pored detaljnog litološkog raščlanjavanja, obavili detaljno strukturno ispitivanje, pri čemu su izdvojili i veliku nabornu strukturu nazvavši je »drinski antiklinorijum«.

B. Ćirić i P. H. von Gaertner (1962.) iznose mišljenje da su metamorfiti drinske oblasti delimično kaledonski oblikovani. Ovo gledište, međutim, do pre nekoliko godina nije bilo prihvaćeno, uprkos činjenici da je M. Ercegovac (1972.), proučavajući palinološki materijal sa prostora između Bajine Bašte i Rogačice, došao do zaključka da se te tvorevine stvarane u kambrijumu, ordovicijumu i donjem siluru.

M. Dimitrijević (1973—1974.) otvara novo poglavlje u geotektonskom tretmanu metamorfikuma drinske oblasti. On ga povezuje sa ivanjičkim i izdvaja kao zaseban blok nazvavši ga »drinsko-ivanjički elemenat«.

Ubrzo posle toga I. Đoković (1975, 1976. i 1980.) započinje sistematsko strukturološko izučavanje te oblasti. U toku ove studije on rekonstruiše varisciske i alpske nabore na Jelovoj gori, a na osnovu analize Landsat 1 snimaka (1976.) zapaža dugačke dislokacije pružanja SZ-JI »po kojima je došlo do desnog transkurentnog kretanja«. On daje detaljni prikaz sedimentoloških karakteristika terena sa osvrtom na evoluciju basena. Pri tome je utvrdio da pojedine stene imaju turbiditske osobine. Takođe Đoković je konstatovao da je smer transporta materijala, od koga su stvoreni parametamorfiti, bio prema JZ.

Razmatrajući proces metamorfizma Đoković je utvrdio različit stepen promena kod istih stena. Naime, poznato je da su to, u celini, posmatrano, semimetamorfiti, ali ipak i pored toga u pojedinim delovima terena stene su prevedene u »zelene škriljce«, a u drugim, nekoliko kilometara dalje, sačuvale su mnoštvo primarnih osobina. On se nije upuštao u razrešavanje ovog problema.

Značajno je istaći da Đoković, na osnovu litoloških osobina (sedimentološke i petrološke) i »sličnih« ili istih depozicionih karakteristika, izdvaja formacije kao najveće litološke jedinice na terenu.

Najzad, Đoković se bavi i sistematskim ispitivanjima sklopa ovog terena. Ova proučavanja predstavljaju, u tom pogledu, najviši domet u poznavanju drinske oblasti.

Kod razmatranja tektonskih osobina ovog terena, mora se istaći da je, u okviru analize satelitskih snimaka Petković M. et al (1980.) rekonstruisao prstenastu strukturu u području Srebrenice, čiji se refleksi zapažaju i na prostoru Jelove gore. Neophodno je reći da su i naša geohemijska i druga metalogenetska ispitivanja potvrdila pripadnost Jelove gore prstenastoj strukturi Srebrenice.

Istraživanja rudnih mineralizacija, izuzev jednog dela pojava koje se nalaze uz boranjski granodiorit i tragova kopanja na Kamenjači i Gradini (leva obala reke Drine), do pred drugi svetski rat, nisu bila poznata.

Uoči drugog svetskog rata jednim podkopom vršena su istraživanja bakrovih mineralizacija u lokalitetu Orašine u selu Draksin. O ovim radovima nije nam pošlo za rukom da nađemo bilo kakav dokumenat. Od mesnog stanovništva saznalo se da je Kovačević Vitomir, pekar iz Užica,

privatni koncesionar, pronašao tragove sulfida u dolini reke Dervente i prateći ih otkrio izdanke sa piritskom, halkopiritskom i galenitskom mineralizacijom u Orašinama. Njegov podkop bio je dugačak oko 50 m i danas je potpuno zarušen. Radovi su prekinuti iz nepoznatih razloga (verovatno da su bili slabi rezultati).

Posle drugog svetskog rata, prvi podaci o pojavama rudnih mineralizacija dobijaju se od B. Marković i M. Protić (1954.). Oni na sednici Srpskog geološkog društva (25. 12. 1954.) govore o pojavama hematitskih mineralizacija između potoka Madžarevac i Ćatića visa, zaseok Lelići kod Karana. To su prvi pisani podaci o rudnim mineralizacijama u metamorfikumu drinske oblasti.

Docnije, na zahtev Valjaonice bakra i aluminijuma »Slobodan Penezić-Krcun« iz Sevojna, D. Nikolić 1968. godine, obrađuje uzorke sulfidnih mineralizacija iz lokalnosti Duboko, oko 4 km severno od Titovog Užica. Ovde je reč o sličnoj mineralizaciji kao što je ona u Orašinama kod Draksina.

Nešto kasnije T. Spasov i M. Miličić (1970.) obilaze pojavu sulfidnih mineralizacija u Orašinama kod Draksina i o tome pišu kratak izveštaj predlažući je za istraživanje.

Prilikom aeroradiometrijskih istraživanja urana 1967. godine S. Vukašinović usputno registruje magnetske anomalije na Kamenjači i pl. Višesavi, što u izveštaju 1973. godine objašnjava na sledeći način: »Anomalije zapadno od središnjeg anomalnog pojasa izazvane su manjim delovima vulkanita povišenog susceptibiliteta sa područja srebreničkog vulkanitskog masiva i manjim masama magnetoaktivnih stena paleozojske serije (područje Bajine Bašte) čija se litološka priroda ne može pouzdano sagledati sa geoloških karata. Mogli bi to biti paleozojski škriljci relativno obogaćeni feromagnetičnim mineralima, zatim vulkaniti ili dijabazi, s obzirom da se anomalije nalaze na istom strukturnom pravcu na kome su (JI od Srebrenice) ove stene utvrđene. Takođe ima verovatnoće da su u pitanju slabija magnetična orudnjenja Fe, kakva su inače do sada utvrđena u širem području Srebrenice. Svakako da bi ove anomalije trebalo proveriti (izvršiti geološko-geofizičko rekognosciranje)«.

Radeći na regionalnim aeromagnetskim ispitivanjima isti autor je obuhvatio metamorfikum drinske oblasti registrujući ponovo anomaliju na pl. Višesavi dajući joj sledeće tumačenje: »Središnja anomalna zona na području Bajina Bašta — Titovo Užice — Požega prostire se preko terena koga izgrađuju paleozojske tvorevine i to uglavnom devonski i karbonski škriljci, peščari, konglomerati i sočiva krečnjaka. Maksimum ΔT intenziteta kod Bajine Bašte i Požege ograničeni su samo na jedan deo paleozojskih tvorevina. Verovatno da anomalije potiču od uticaja magnetičnih partija paleozojske serije, ali ne može se u potpunosti isključiti ni mogućnost uticaja prekrivenih magmata. U svakom slučaju potrebno je izvršiti odredbu magnetnog susceptibiliteta stena sa područja maksimuma, jer bi ustanovljenje pouzdane litološke prirode uzročnika bilo od geostrukturnog značaja« (S. Vukašinović, 1975. godine).

Pod kraj 1974. godine, na osnovu podataka iz dokumentacije Valjaonice bakra i aluminijuma »Slobodan Penezić-Krcun« iz Sevojna, napravljen

je program za istraživanje Cu-mineralizacija u području Draksin-Zaovine (Jelova gora — planina Tara). Ovaj program je usvojen. Na osnovu toga R. Popović, sa saradnicima, pristupio je realizaciji programa u leto 1975. godine. Radeći na tim istraživanjima, a imajući u vidu mogućnosti nalaska i Fe-mineralizacija, obraćena je pažnja i na ovo drugo. Tom prilikom otkriven je veći broj pojava Fe-mineralizacija.

U toku prospekcije R. Popović je otkrio pojave gvožđevitih kvarcita na Kamenjači, na Grebenu između Kokošice i sela Lazića, u Lazića potoku i Petronijevića potoku (R. Popović 1976. godine), o čemu je podneto usmeno saopštenje na Prvom savetovanju »Geologija železnih ruda u SFRJ« (novembar 1975.) u Ljubiji.

Na osnovu usmenog saopštenja, S. Vukašinović je pod kraj 1975. godine obišao pl. Višesavu, zapazio gvožđevite kvarcite u mehaničkom oreolu rasejavanja i na osnovu toga predpostavio da je uzročnik aeromagnetske anomalije gvožđeviti kvarcit.

Podaci izneseni u toku diskusije u Ljubiji skrenuli su na sebe pažnju, pa je R. Popović dobio zadatak da pripremi petogodišnji program istraživanja Fe-mineralizacija u paleozoiku SR Srbije, čija je realizacija započeta 1976. godine, a program je bio zasnovan na metalogenetskoj analizi potencijalnosti paleozoika Srbije sa aspekta željezonosnosti.

Na osnovu tih istraživanja registrovan je veći broj pojava Fe-mineralizacija koje nisu bile ranije poznate. To su: pojave na Gradini u Bosni, kod s. Višesava, na Kiku, u Burmazima, Petronijevićima, na Grebenu istočno od s. Lazića, na Orašcu i u Blagojevićima.

R. Popović i S. Vukašinović 1978. godine saopštavaju rezultate provere aeromagnetske anomalije dobijene na planini Gradina SZ od Bajine Bašte, na levoj obali reke Drine. Tom prilikom navode da je anomalija izazvana magnetitskim mineralizacijama vezanim za gvožđevite kvarcite i metaspilite.

Na redovnom Zboru Srpskog geološkog društva (9. 2. 1979.) R. Popović saopštava prve osnovne podatke o pojavama Fe-mineralizacija između Jelve gore i reke Drine.

U okviru svoje doktorske disertacije I. Đoković (1980.) pominje i pojavu Fe-mineralizacije na Ćatića visu kod Karana.

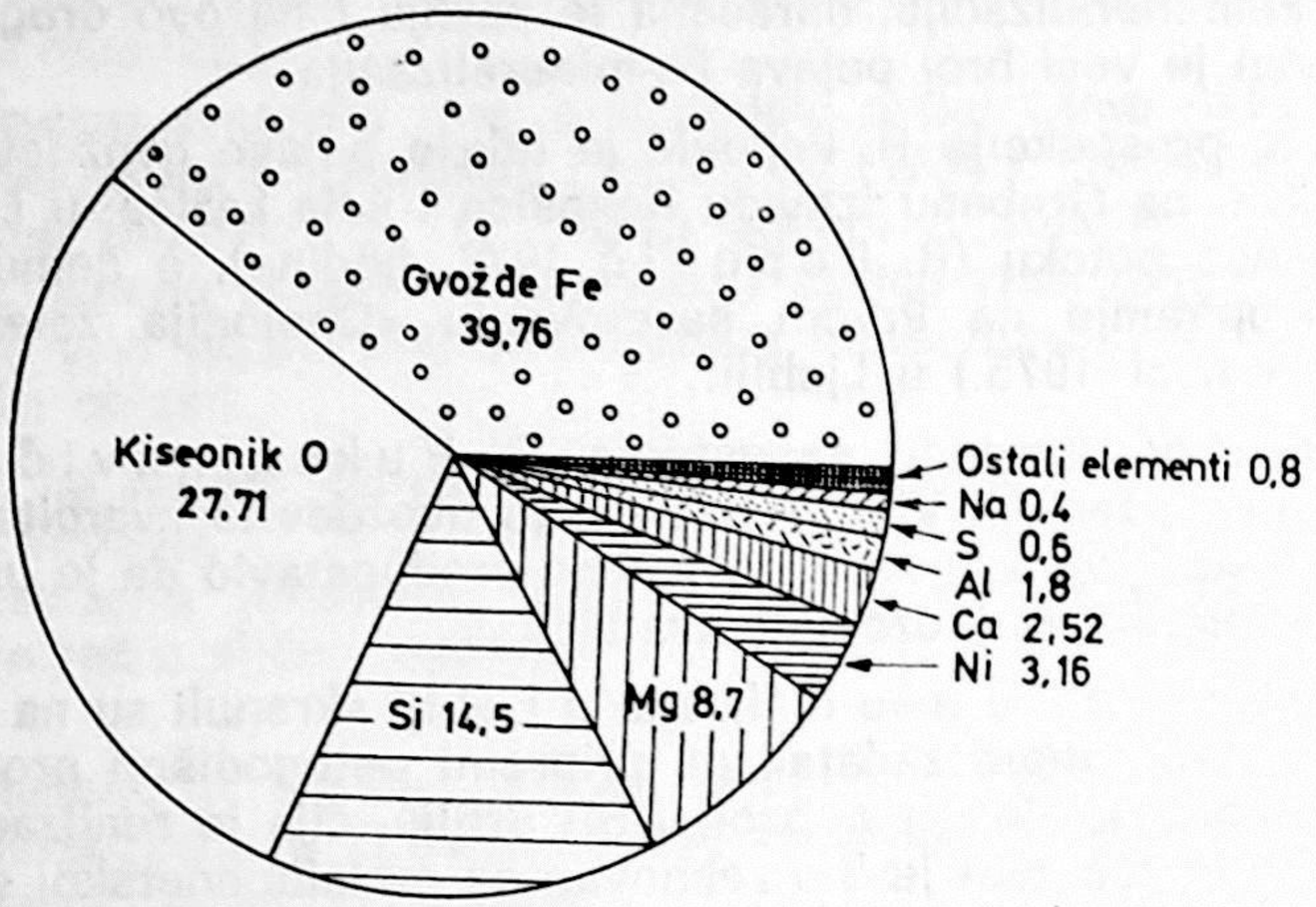
POSEBNI DEO

Gvožđe i čovek druguju već više od četiri milenijuma. Čovek je otkrio gvožđe posle bronzanog doba i od tada pa do danas nezamisliva je ljudska aktivnost i egzistencija bez tog metala, koji učestvuje u građi zemljine kore sa oko 5,0%, a u sastavu cele Zemlje sa blizu 40%.

Značaj gvožđa u sastavu Zemlje, imao je svog odraza i na ceo živi svet, u kome se javlja kao vrlo važan elemenat.

To je metal koji ulazi u sastav i drugih nebeskih tela, a što je utvrđeno ispitivanjem meteorita i najnovijim ispitivanjima svemira.

Ispitivanja meteorita pokazala su da se oni mogu svrstati u tri grupe: gvožđevite, stenovite i mešovite. Prema dosadašnjem poznavanju stenovitih meteorita ima najviše. Njihov sastav sličan je sastavu zemljine kore.



Sl. 2. Srednji hemijski sastav Zemlje kao celine (po Fersmanu, iz Milovanović B., 1949).

Fig. 2. Average chemical composition of the Earth as a whole (according to Fersman, from Milovanović, 1949).

Izotopska ispitivanja elemenata u stenovitim meteoritima pokazala su da svaki elemenat u njima ima iste izotope i u istom odnosu kao što je to slučaj na Zemlji, što govori i o zajedničkom poreklu Zemlje i meteorita.

Stenoviti meteoriti, sastavljeni su od silikata, a gvožđeviti od 90% Fe, 9% Ni i 1% ostalih elemenata.

Inače, gvožđe je elemenat koji se nalazi u VIII grupi Mendeljejevog periodnog sistema elemenata, pod rednim brojem 26 i sa atomskom težinom od 55,84.

Gvožđe ima četiri izotopa, čiji je udeo različit:

Tabela 1

Izotopi Fe	Procentualna zastupljenost
Fe — 54	5,83
Fe — 56	91,70
Fe — 57	2,16
Fe — 58	0,31

Obzirom na svoje učešće najznačajniji je izotop Fe-56. Međutim, međusobni odnos izotopa gvožđa i njihova geohemijska uloga još uvek nisu dovoljno proučeni, iako je geohemijski značaj gvožđa izvanredno veliki.

Geološki i fizičko-hemijski uslovi predstavljaju osnovne procese u stvaranju ležišta i mineralizacija gvožđa u zemljinoj kori. Pomenuti uslovi naročito su očigledni u površinskim delovima zemljine kore gde atomi gvožđa podležu vanredno velikim migracijama pri čemu prolaze kroz izuzetno komplikovane procese.

U ovim uslovima najznačajniju ulogu imaju voda, kiseonični potencijal, ugljendioksid, organski svet (bakterije) i koncentracija vodonikovih jona (pH).

Imajući u vidu geološke i fizičko-hemijske uslove može se reći da se, u zavisnosti od njih, formiraju svi tipovi mineralizacija i ležišta gvožđa.

U vezi sa tim, metamorfikum drinske oblasti karakterišu: vulkanogeno-sedimentne, sedimentne, a predpostavlja se da u dubljim nivoima ima i skarnovskih mineralizacija gvožđa.

Svaka od navedenih mineralizacija ima svoje karakteristične uslove stvaranja, na osnovu čega se i javljaju osobenosti svakog pojedinačnog tipa koje ga i izdvajaju od ostalih. Posmatrajući postgenetske uslove, trebalo bi tu izdvojiti još jedan i to metamorfni ili možda metamorfogeni tip Fe-mineralizacija.

Međusobna razlika tipova mineralizacija ogleda se naročito u specifičnim osobinama kao što su: struktura, tekstura, mineralni sastav, hemijski sastav, starost, odnosno stratigrafski položaj i litološka veza Fe-mineralizacije i matične stene.

EVOLUCIJA DRINSKOG METAMORFIKUMA

Drinska metamorfna oblast, odnosno drinski metamorfikum, predstavlja područje izgrađeno od metamorfnih stena, koje se proteže u dužini od oko 100 km i prosečne širine oko 20 km. Podeljeno je rekom Drinom na približno dva jednaka dela od kojih se jedan nalazi u SI Bosni, a drugi deo u zapadnoj Srbiji. To je danas jedan tektonski blok koji je u svojoj evoluciji prošao kroz vrlo složene faze razvitka, što je imalo odraza na njegovu litološku kompoziciju, strukturni sklop i metalogeniju.

Imajući u vidu formacije i tipove mineralizacija jasno proizilaze tri osnovna perioda u kojima su se svi ti događaji odigrali. Relativno posmatrano, to su: rani period (gornji proterozoik-rifej), srednji (paleozoik) i mladi period (postpaleozoik).

Starost pojedinih formacija metamorfikuma drinske oblasti

U drinskoj metamorfnoj oblasti zapažene su dve krupnije litološke jedinice koje su izdvojene kao formacije. To su: metamorfisana vulkanogeno-sedimentna i filitoidna formacija. Osim ovih, mogu se izdvojiti još dve: formacija metamorfisanih konglomerata i formacija metapeščara sa tragovima uglja.

Prve tri formacije izdvojene su i od strane I. Đ o k o v i ć a (1980.) i opisane kao: drinska formacija, golijska formacija i konglomerati Kovilja.

Ovako definisane formacije po lokalnim, geografskim nazivima, po našem mišljenju nedefinišu dovoljno precizno genetsku i litološku uniformnost petrološkog kompleksa koji je jasno individualisan u odnosu na ono što leži ispod i iznad njega. U tu svrhu odlučili smo se za one nazive iz kojih se mogu sagledati osnovni genetski elementi od kojih je svaka formacija sastavljena.

Mada se podudaraju u osnovnim crtama formacije koje smo mi izdvojili i one što je identifikovao I. Đ o k o v i ć (1980.), ipak, među njima postoje i razlike. S jedne strane, metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija obuhvata isključivo stene vezane za tzv. »zeleni kompleks«, dok su po I. Đokoviću (1980.), u drinsku formaciju, uvršćene velikim delom stene iz filitoidne formacije.

Najzad, mišljenja smo da treba izdvojiti i četvrtu, metapeščarsku, formaciju koju upadljivo karakteriše prisustvo tragova uglja i ugljevite materije. Ova formacija predstavlja završni član drinskog metamorfikuma. Ona je otkrivena u tunelu, koji je građen za potrebe reverzibilne hidroelektrane »Bajina Bašta«. Taj tunel počinje blizu brane hidrocentrale Perućac i prolazi ispod planine Tare, izlazeći na dno veštačkog jezera u Zaovinama. Sigurno je utvrđeno da ova formacija leži preko filitoidne i formacije metamorfisanih konglomerata, a neposredno ispod trijaskih krečnjaka planine Tare.

Starost formacija, odnosno metamorfikuma drinske oblasti, dugo vremena je tretirana samo kao paleozoik, pa i sada čest je slučaj da pojedini istraživači govore samo o drinskom paleozoiku kao sinonimu S i m i ć e v o j (1938.) »drinskoj faciji«. D. A n t u l a (1898.) je smatrao da tvorevine drinske oblasti pripadaju najmlađim članovima arhaika. Ovo shvatanje ubrzo biva zaboravljeno, a prihvata se gledište F. Katzer-a, o karbonskoj starosti metamorfita okoline Srebrenice, kao objektivno i u drinskoj oblasti zapadne Srbije sve do 1974. godine kada M. Ercegovac pronalazi dokaze o kambrijskoj, ordovicijumskoj i silurskoj starosti.

Zahvaljujući tim podacima, zatim odredbi karbonskih konodonata severno od Sevojna i kod Seča reke, kao i paleontološkom materijalu koji je ispitivao M. Ercegovac, na uzorcima sakupljenim od strane R. Popovića, danas možemo sa dovoljno argumenata govoriti o starosti ne samo formacija, već i o starosti pojedinih paketa stena unutar pojedinih formacija, pa i o starosti metalogenije.

Najdublje erodovani delovi terena nalaze se u dolini reke Dervente, na planini Višesavi i u selu Višesavi (Sl od Bajine Bašte). U dolini reke Dervente sakupili smo dosta materijala ali, na žalost, najveći broj uzoraka bio je sterilan. Uostalom, u celoj drinskoj oblasti zapadne Srbije, izgrađene od metamorfita, prema svim dosadašnjim rezultatima ispitivanja, zapaženo je veliko siromaštvo u paleontološkom materijalu.

Do početka rada na Osnovnoj geološkoj karti SFRJ ove oblasti, šesdesetih godina, zaključci o starosti izvođeni su na osnovu upoređivanja sa susednim oblastima gde je već pronađen paleontološki materijal i gde je starost već bila utvrđena.

U toku rada na izradi Osnovne geološke karte SFRJ (listovi »Valjevo« i »Titovo Užice«) S. Mojsilović sa saradnicima (1975. i 1978.) prikupio je uzorke karbonatnih sedimenata sa terena: Limac, Zaseljska reka, Crnokos, Zdravčići, Tmuša, a docnije I. Đoković (1980.) navodi i sledeće lokalnosti: Šaramtovo, Skrapež, Kalenić i severno od Sevojna (Tvrdići) gde su pronađeni konodonti na osnovu kojih je utvrđena karbonska starost.

I. Đ o k o v i ć (1980.) ističe da su u slabomermerisanim krečnjacima Tmuše, Šaramtova, Skrapeža i Kalenića nađeni sledeći konodonti:

Gnathodus commutatus
Gnathodus bilineatus
Gnathodus sp.
Gnathodus commutatus nodosus
Neopioniodus singularis
Lonchodina sp.
Hindeodella sp.
Nodosaria sp.
Agothammina sp.

Pored pomenutih, Đ o k o v i ć (1980.) navodi da je u drinskom bloku nađen i amonoid Verneuilites librovitsch. A kod Sevojna nađeni su Idiognathodus sp. i Gnathodus sp.

Na bazi tih konodonata dokazani su donji i srednji karbon. To afirmiše shvatanje o karbonskoj starosti metamorfita drinske oblasti. Međutim, početkom 1974. godine M. Ercegovac iznosi potpuno nove dokaze o starosti metamorfita drinske oblasti. Na osnovu mikroflorističkih ostataka koji su nađeni u krečnjacima sela Crvice blizu puta Bajina Bašta — Rogačica, zatim iz lokalnosti Okletac, na putu Rogačica — Ljubovija, pa kod Kostojevića i najzad, severno od Varde na Velikom brdu, on je dokazao prisustvo kambrijuma, ordovicijuma, silura i devona.

Posmatrano po lokalnostima, »iz krečnjačkih sedimenata (Crvica, na putu Rogačica — Bajina Bašta) utvrđeno je prisustvo sledećih tipova akritarha:

Protoleiosphaeridium sp.
Protoleiosphaeridium conglutinatum T i m.
Symplassosphaeridium sp.
Leiosphaeridia sp.
Leiosphaera cf, media E i s e n a c k.
Leiosophosphera microrugosa N a u m.
Archaeohystrichosphaeridium sp.
Archaeohystrichosphaeridium papillosum T i m.
Symatiosphaera sp.
Pulvinosphaeridium sp.
Acanthodiacrodium cf, partiale T i m.
Leiotriletes simplicissimus N a u m.
Trachyoligotriletum obsoletum T i m.
Trachyoligotriletum hyalinum (N a u m.) T i m.
Stenozonoligotriletum sokolovi T i m.
Haegisphaera glabra S t a p l i n
Nucellosphaeridium m i n u t u m T i m.
Baltisphaeridium cf. eisenackianum D e u n f f.
Bacisphaeridium sp.
Deunffia monospinosa D o w n i e
Hisricosporites sp. (cf. corystus R i c h.)
Pterospermopsimorpha sp.«

Pored navedenih, I. Đ o k o v i ć (1980.) pominje da je M. Ercegovac ispitivao probe sa Velikog brda severno od Varde. Tom prilikom pronašao je:

Trachytriletes i Tuberculatisporites i ostatke akritarha: leosphaeride.

Na osnovu svih tih podataka, kao i onih koji su dobijeni kod Kostojevića, zaključeno je da su delovi terena gde je sakupljen navedeni paleontološki materijal izgrađeni od karbonatnih metasedimenata stvaranih u: kambrijumu, ordovicijumu, siluru i devonu, a na osnovu konodonata utvrđen je i karbon.

Interesantno je da se lokalnosti, u kojima je pronađen navedeni paleontološki materijal, nalaze u jednoj zoni pružanja skoro zapad-istok obuhvatajući delove terena koji leže severno od zone sa rasprostranjenjem Fe-mineralizacija, menjajući neznatno pravac pružanja u graničnim delovima sa mezozojskim formacijama. S druge strane, konodonti kod Sevojna nalaze se na južnoj strani zone sa Fe-mineralizacijama. Iz ovoga proizlazi logična konstatacija o postojanju antiforme razorene u središnjim delovima gde se nalaze Fe-mineralizacije. Otud i nalaženje paleontološkog materijala u mlađim stenama na bokovima te antiforme, a njihovo izostajanje u zoni Fe-mineralizacija. Takođe, nalaženje drugog materijala, osetno različitog u središnjim delovima antiforme, može se objasniti samo prisustvom starijih formacija.

U toku istraživanja Fe-mineralizacija sakupljeno je blizu 500 uzoraka sa površine od oko 15 km^2 (između Bajine Bašte i Kamenjače). Najveći broj ovih proba bio je negativan. Međutim, ipak je nađeno nešto paleontološkog materijala, u prvom redu ostaci biljaka (modrozelenih algi), fitoplanktona, spora i polena, na osnovu čega se može konkretnije govoriti o starosti.

Najpre su 1977. godine nađeni biljni ostaci u obliku ksilitskog detritusa u kome su prepoznate ćelije sprovodnog tkiva drvenastih biljaka. Ovaj podatak može sugerisati karbonsku starost stena iz kojih materijal potiče obzirom da se radi o ostacima drvenastih biljaka.

S druge strane, po mestu nalaska može se predpostaviti da je u pitanju jedan poseban strani blok u središnjem delu zone, gde inače karbonske tvorevine, generalno posmatrano, ne bi trebale da se nalaze.

Osim toga, u prikupljenim probama M. Ercegovac je odredio sledeći materijal:

Sferični oblici koji »najverovatnije pripadaju operkulumima« Chitinozoa (? Rhabdochitina)

Sphaeromorphyta (? Trachytriletum sp.) zatim ostaci graptolita (retioliti) potom Protosphaeridium sp. trihome modrozelenih alga — Gladophora tip dalie, ostaci modrozelenih alga — trihome tipa Langiella, Trachysphaeridium sp (cf. laminaritium)

? Podoliella sp.

Polyforma sp.
nađena je i triletna spora koja podseća na Retusotriletes.

Na osnovu ovog materijala, koji nije dovoljno specifičan, ipak mogu da se izvuku neke konstatacije. U prvom redu da taj materijal najvećim

delom pripada starijem paleozoiku, a za pet proba u kojima su nađeni ostaci trihoma modrozelenih algi — tip Gladophora, zatim Protosphaeridium sp, Trachysphaeridium sp. (cf. laminaritium (? Podoliella sp., Polyforma sp., M. Ercegovac, i ako ih je svrstao u kambrijum, ipak neisključuje mogućnost njihove pripadnosti rifeju.

Obzirom da sve, do sada, sakupljene pozitivne paleontološke probe, vode poreklo iz filitoidne formacije i da su sve probe iz metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije bile negativne, može se smatrati da je pouzdano utvrđena starost filitoidne formacije. Najstariji paleontološki podaci iz filitoidne formacije odnose se na kambrijum. Izvestan broj proba iz iste formacije Ercegovac je svrstao u kambrijum i napomenuo da se neisključuje i rifej. Kako se ova dilema odnosi na filitoidnu formaciju, koja leži preko »zelenog kompleksa«, logično je predpostaviti da su stene metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije stvorene u prekambrijsko vreme.

S druge strane, ako se posmatra stepen metamorfizma očigledno da metamorfiti vulkanogeno-sedimentne formacije pripadaju faciji zelenih škriljaca, a filitoidne-semimetamorfitima, kod kojih ima dosta očuvanih primarnih sedimentnih osobina, što sa svoje strane sugeriše veću starost »zelenog« od »filitoidnog« kompleksa. Dalje, formacija zelenih škriljaca u drugim krajevima Jugoslavije (vlasinski kompleks, planina Beljanica, moravska zona zelenih škriljaca, Zagrebačka gora) već od ranije svrstava se u gornji proterozoik i rifeokambrijum. Tome treba dodati da je S. Miholić (1953.) ispitivanjem apsolutne starosti utvrdio da su zeleni škriljci Zagrebačke gore stvoreni pre oko jedne milijarde godina.

Neovisno od paleontoloških dokaza, B. Ćirić i H. R. von Gaertner (1962.) zapazili su »da se u »drinskoj faciji« nalaze višestruko izmenjeni slojevi, koji su pretrpeli jedno predevonsko ubiranje. Ove bi tvorevine morale biti starije od devona. Pošto devon u »jadarskoj faciji« pokazuje samo jednostavne metamorfne promene, bez i jednog znaka dvostruke tektonike »drinske facije«, razlika u metamorfizmu jedne i druge ne može, dakle da se svede na variscijsko ubiranje. »Jadarska facija« je jedinstvena i obuhvata čitavo vreme varisciskog ubiranja«.

Prema tome, jasno se vidi da su i oni nagovestili postojanje i jednog starijeg ubiranja od varisciskog.

Pored ovoga, ako se obrati pažnja na horizonte Fe-mineralizacija, naročito na gvožđevite kvarcite kao najrezistentniji član u celom metamorfikumu drinske oblasti, onda će se jasno zapaziti postojanje nabora više generacija.

B-ose najstarijih nabora danas se pružaju u pravcu istok-zapad sa padom prema zapadu pod uglom od oko 45°. Na osnovu ovog proizlazi da bi pružanje Fe-kvarcita, posmatrano u današnjim geografskim uslovima, bilo istok-zapad. Nakon ovog prvog ubiranja došlo je drugo, kod koga su B-ose nabornih struktura znatno blažeg pada i koje se jasno mogu rekonstruisati kao nabori metarskih do hektometarskih dimenzija. Ove naborne strukture pružaje se, generalno uzevši, u pravcu sever-jug i SI-JZ. Najzad, treći tip struktura manifestuje se na širokom planu i jasno se ističe u antiformi Jelove gore. Ovo ubiranje je naročito uočljivo kada se za rekonstrukciju

koristi položaj severoistočnih i jugozapadnih obodnih mezozojskih formacija.

Iz ovoga proizlazi da je ovaj teren bio podvrgnut alpskom, variscijskom i nekom starijem ubiranju. Što znači da su neke formacije, a u prvom redu one što nose gvožđevite kvarcite, stvorene pre kaledonske metalogenetske epohe.

A, kada se posmatra metamorfisana vulkanogeno-sedimentna u odnosu na filitoidnu formaciju, onda se u zoni njihovog kontakta jasno zapaža prisustvo uglovne diskordancije, što sa svoje strane oštro određuje relativnu starost.

Ako se tome doda da su u filitoidnoj formaciji, odnosno u »filitoidnom kompleksu« dokazani: kambrija, ordovicijum, silur i devon, a u metapeščarskoj formaciji i karbon, onda jasno izlazi da je »zeleni kompleks« stariji od kambrije.

Prema tome, imajući u vidu nesigurne paleontološke dokaze, a koristeći tektonske i litostratigrafske podatke, može se konstatovati da metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija, u oblasti Jelove gore i Bajine Bašte, pripada mlađem odnosno gornjem proterozoiku.

Na osnovu svih napred iznetih podataka može se pouzdano reći da metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija ili ovde nazvana još i »zeleni kompleks« pripada gornjem proterozoiku. Okončanje njenog formiranja bilo je praćeno strukturnim oblikovanjem, što se ogleda u karakterističnom položaju nabora, kakvi nisu nađeni u mlađim parametamorfitima.

Preko zelenog dela metamorfikuma, sa diskordancijom, leži filitoidna formacija koja u celini pripada paleozoiku.

Stratigrafski položaj formacija i njihov sastav — Tabela 2

Geološka starost	Formacija	Orijent. deblj. formac. u m.	Osnovni litološki sastav
Postpalezoik			Gabro
Permokarbon Gornji karbon	Metapeščari sa tragovima uglja i ugljevite materije.	Preko 50 m	Svetlosivi, sivi, sivozeleni i sivo-mrki peščari slabo metamorfisani, nose tragove uglja i ugljevite materije.
Srednji karbon	Metamorfisani konglomerati.	Ispod 100 m	Sivo-mrke stene sastavljene od valutaka kvarca uz prisustvo metamorfisanog peskovito-glinovitog materijala.
Donji karbon Devon Silur Ordovicijum Kambrijum	Filitoidna	ispod 1100 m	Filiti, argilofiliti, metamorfisani kvarcni peščari, kvarciti, sericitski škriljci, mermerisani krečnjaci i kalkšisti i u najdonjim delovima mestimično pretaloženi metamorfisani tufovi.
Gornji proterozoik	Metamorfisana vulkanogeno-sedimentna ili stene »zelenog kompleksa«.	Preko 500 m	Metamorfisani dijabazi, metaspiliti, metagabrodijabazi, hloritski kalkšisti, mermeri, kvarciti, gvožđeviti kvarciti, Fe-hloriti, hloritski škriljci, aktinolitski škriljci.

Pojedini karbonatni slojevi i sočiva u filitoidnoj formaciji sadrže kambrijske, ordovicijske, silurske i devonske fosile, koji pokazuju da donji i srednji delovi ove formacije pripadaju starijem paleozoiku, a najgornji delovi filitoidne formacije pripadaju karbonu.

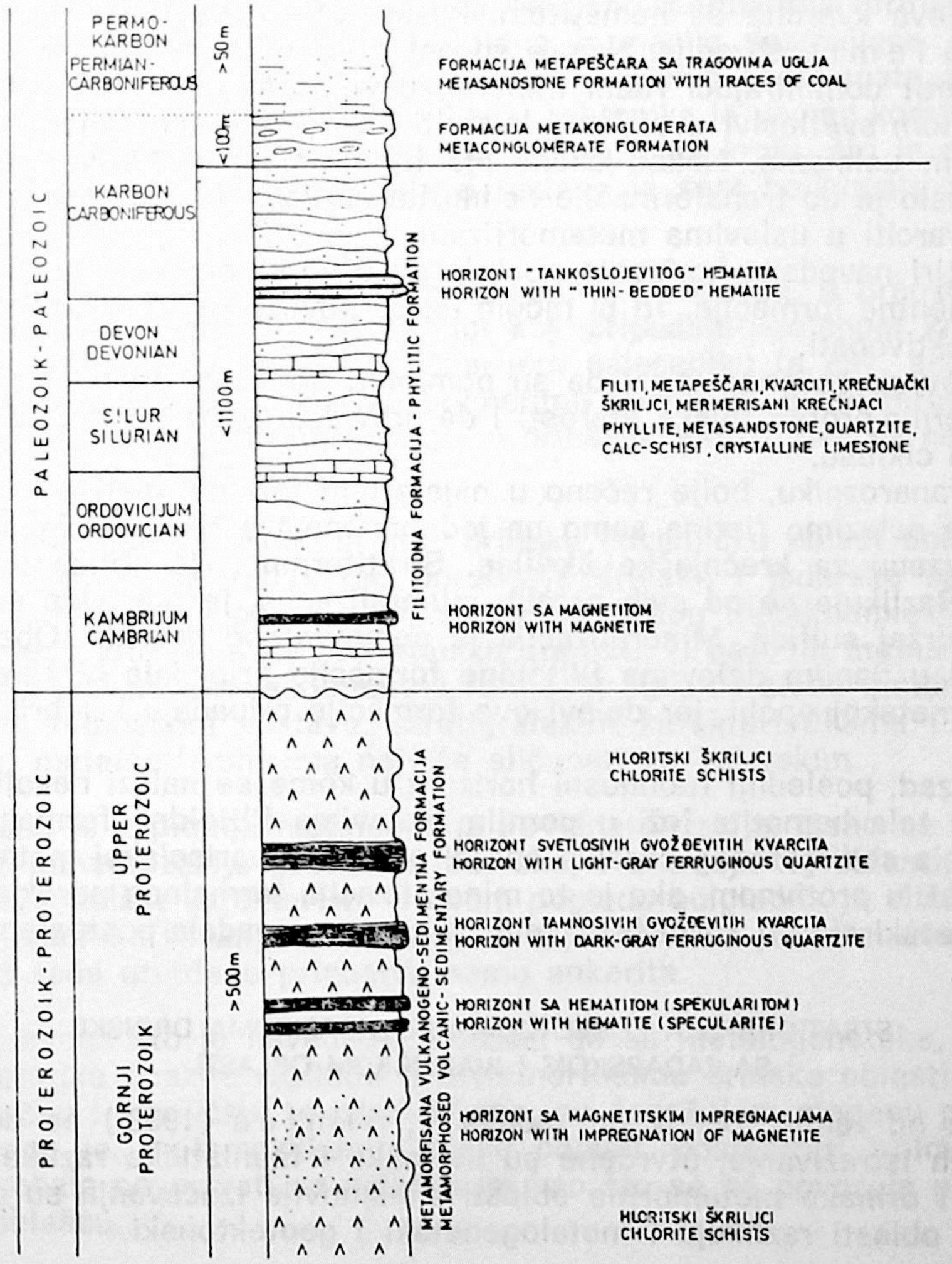
Formacija metamorfisanih konglomerata verovatno pripada karbonu.

Najzad, formacija metapeščara sa tragovima uglja i ugljevite materije pripada karbonu (moguće gornjem karbonu) i verovatno permo-karbonu.

Iz ovoga proizlazi da u metamorfikumu drinske oblasti, pored prisutnog gornjeg proterozoika imamo i potpuno razviće paleozoika.

Metalogenetski periodi stvaranja Fe-mineralizacija (u metamorfikumu drinske oblasti)

Na osnovu dosadašnjih proučavanja metamorfikuma drinske oblasti, poznato je ukupno šest horizonata sa Fe-mineralizacijama. To su: horizont



Sil. 3. Geološki stub metamorfikuma drinske oblasti.

Fig. 3. Geological column of the metamorphic complex of the Drina river region

sa magnetitskim impregnacijama, horizont sa hematitom (spekularitom), horizont tamnosivih kvarcita sa magnetitom, horizont svetlosivih gvoždevitih kvarcita, horizont sa magnetitom i sulfidima, vezan za donje delove »filitoidnog kompleksa« i najzad, horizont sa »tankoslojevitim« hematitom (vezanim za gornje delove »filitoidnog kompleksa« (kod Karana).

Iz izloženog jasno se vidi da su prva četiri (4) horizonta vezana za metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju, a druga dva za filitoidnu.

Najstarije Fe-mineralizacije postale su, u metalogenetskoj epohi, kada je bila živa vulkanska aktivnost. Verovatno da to pada u vreme bajkalske revolucije, kada je na mnogim mestima u svetu došlo do formiranja značajnih ležišta gvožđa vulkanogeno-sedimentnog porekla. U našem slučaju sa submarinskom vulkanskom aktivnošću prinesena je značajna količina gvožđa koje se obaralo u obliku Fe-hlorita i hidroksida gvožđa. To su najstarije koncentracije gvožđa u ovoj formaciji, međutim, u nešto izmenjenim uslovima, ali posle stvaranja Fe-hlorita i magnetita stvorena su dva ili više slojeva kvarcita sa hematitom. Posle kraćeg prekida nastavljeno je stvaranje Fe-mineralizacija. Najpre su postali gvožđeviti kvarciti, u kojima je magnetit dominirajući rudni mineral, u vulkanogeno-sedimentnim uslovima, potom svetlosivi gvožđeviti kvarciti, takođe sa magnetitom, ali u sedimentnim uslovima. Nakon okončanja formiranja navedenih Fe-mineralizacija došlo je do transformacije Fe-hlorita od koga su stvoreni novi gvožđeviti kvarciti u uslovima metamorfizma.

Četiri navedena horizonta postala su u gornjim delovima vulkanogeno-sedimentne formacije. To bi moglo da se poveže sa poznim fazama vulkanske aktivnosti.

Iz svega rečenog izlazi da su pomenuti horizonti prekambrijske, odnosno gornjo-proterozojske starosti i da pripadaju bajkalskom tektonomagmatskom ciklusu.

U fanerozoiku, bolje rečeno u najstarijim fazama postanka filitoidne formacije nalazimo (istina samo na jednom mestu) magnetitsku mineralizaciju vezanu za krečnjačke škriljce. Stratiformnog je oblika i debljine 0,50 m. Razlikuje se od svih ostalih mineralizacija, jer se ovde nalazi povišen sadržaj sulfida. Mineralizacija je sedimentnog porekla. Obzirom da se nalazi u donjim delovima filitoidne formacije pripadala bi kaledonskoj metalogenetskoj epohi, jer delovi ove formacije pripadaju kambrijum-ordovicijumu.

Najzad, poslednji rudonosni horizont u kome se nalazi nekoliko stratiformnih tela hematita leži u gornjim delovima filitoidne formacije. Ako su ova tela sedimentnog porekla ona bi pripadala varisciskoj metalogenetskoj epohi, u protivnom, ako je to mineralizacija termalnog porekla (na pr. metasomatski skarn), onda bi ta mineralizacija pripadala postpaleozojskom vremenu.

STRATIGRAFSKA KORELACIJA METAMORFIKUMA DRINSKE SA JADARSKOM I IVANJIČKOM OBLASTI

Već od ranije, počev od radova V. S i m i ć a (1938.) pa do najsavremenijih istraživanja, utvrđene su litološke i faunističke razlike između jadarske i drinske metamorfne oblasti a najnovija izučavanja su pokazala da se te oblasti razlikuju i metalogenetski i geotektonski.

Po danas priznatim shvatanjima, i jedna i druga oblast pripadaju unutrašnjim Dinaridima.

U metamorfikumu jadarske oblasti utvrđeni su kao najstariji devonski metasedimenti. U svim tvorevinama počev sa devonom, zaključno sa permom, naden je bogat paleontološki materijal na osnovu koga je relativno dobro izvršeno stratigrafsko rasčlanjavanje. Litološki sastav geološkog stuba je prilično jednostavan. Razvijene su karbonatne i peščarsko-škriljave facije, a s druge strane, izuzev skarnovskih Fe-mineralizacija, vezanih za alpsku metalogenetsku epohu, mineralizacije gvožđa koje bi pripadale paleozojskoj metalogeniji do sada nisu poznate.

Za razliku od jadarske u drinskoj oblasti, utvrđeno je razviće metamorfita, počev sa gornjim proterozoikom, završno sa mlađim paleozoikom.

Paleontološki materijal u drinskom metamorfikumu, u odnosu na jadarsku oblast, izuzetno je siromašan. Litološki sastav daleko složeniji, jer je tu utvrđena metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija, dijabaz-spilitoidnog sastava, zatim filitoidna formacija sastavljena od metamorfisanih glinovitih, peščarskih i konglomeratičnih sedimenata, metamorfisanih krečnjaka i krečnjačkih škriljaca. Tektonika je veoma komplikovana. Jasno su diferencirane tri generacije nabora. I na kraju, što je najznačajnije, u drinskoj metamorfnoj oblasti nađeno je šest horizonata sa Fe-mineralizacijama.

Istina, prema usmenom saopštenju M. Ercegovca, u Brankovini jednom bušotinom, nabušeni su škriljci koji pripadaju »zelenom kristalinu«. Po svoj prilici to bi odgovaralo starijem paleozoiku (a čak, ako bi se i dokazalo prisustvo vulkanogeno-sedimentne formacije, u tim terenima, ona se ne bi mogla povezati sa sličnom u drinskoj oblasti, već sa nekom drugom, možda sa ivanjičkom).

Upoređujući, s druge strane, drinsku i ivanjičku oblast dolazi se do sličnih konstatacija kao i kod poređenja drinske i jadarske oblasti. Na osnovu dosadašnjeg poznavanja, stene ivanjičkog metakompleksa su niskog stepena kristaliniteta i karbonske starosti. U bazi tih metasedimenata leži jedna vulkanogeno-sedimentna formacija, takođe slabo metamorfisana. Po svom litološkom sastavu, stratigrafskim karakteristikama i tektonici, ivanjički metamorfikum ima najviše sličnosti sa jadarskim.

Kada je u pitanju metalogenija Fe-mineralizacija, jasno se ističe izostajanje mineralizacija gvožđa u jadarskoj i u ivanjičkoj oblasti, po čemu se drinska oblast karakteriše. U ovom pogledu očigledna je sličnost samo između jadarske i ivanjičke oblasti, uz napomenu da je u tim dvema oblastima do sada utvrđeno prisustvo samo ankerita.

Iz svega što je navedeno proizlazi da su metalogenetske, a i druge karakteristike izrazito različite u metamorfikumu drinske oblasti u odnosu na jadarsku i ivanjičku, te prema tome, na današnjem stepenu poznavanja neophodno je, metamorfikum drinske oblasti, posmatrati izolovano i, ne bi ga trebalo povezivati sa ivanjičkom kao što se ne povezuje ni sa jadarskom oblašću.

Korelacija metamorfikuma jadarske, drinske i ivanjičke oblasti Tabela 3.

Geološka starost		Jadarska oblast	Drinska oblast	Ivanjička oblast
PALEOZOIK	Perm	Karbonatna formacija, peščarska formacija i formacija konglomerata — sve tri slabo metamorfisane.	Formacija metapeščara sa tragovima uglja. Formacija metakonglomerata Hematitska mineralizacija. Filitoidna formacija Magnetitska mineralizacija sa sulfidima.	Slabo metamorfisana peščarsko-glinovita, karbonatna formacija (po Đokoviću I., 1980. golijska).
	Karbon			
	Devon			Slabo metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija.
	Silur			
	Ordovicijum			
	Kambrijum			
PROTEROZOIK	Gornji		Metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija sa Fe-mineralizacijama.	

PETROGENEZA METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI

U metamorfikumu drinske oblasti zapadne Srbije utvrđeno je postojanje četiri formacije: metamorfisana vulkanogeno-sedimentna, filitoidna, formacija metamorfisanih konglomerata i formacija metamorfisanih peščara sa tragovima uglja.

Sve navedene formacije se međusobno razlikuju, ne samo po vremenu postanka, već i po genezi, sastavu i stepenu metamorfizma.

Svaka od pomenutih formacija ima niz osobina po kojima se izdvaja kao samostalna petrogenetska celina. Njihova zastupljenost u, erozijom otkrivenim delovima terena, je različita, ali to ne znači da im je i ukupna zastupljenost u istom odnosu. Naime, po svoj prilici, najrasprostranjenija je metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija, čija se debljina procenjuje na preko 500 metara, i koja je, izgleda, očuvana, ispod mlađeg pokrivača, na znatnom prostoru.

Danas je nemoguće izvršiti rekonstrukciju stvarnog rasprostranjenja ove formacije, pošto je, najverovatnije, raskomadana, i većim delom preve-

dena u druge litološke formacije. Ona je naime, najverovatnije pripadala starom okeanu koji je ležao između Gondvane i blokova severne Amerike, Evrope i Azije.

U vezi sa tim, rasprostranjenje filitoidne formacije nije moglo imati slične dimenzije, u prvom redu što je sastavljena pretežno od karbonatno-klastičnog materijala i što se njeno stvaranje odvijalo u jednom znatno kraćem periodu (kambrijum, ordovicijum, silur, devon, karbon), a ostale formacije još i kraće.

Formacija metamorfisanih konglomerata ima malo rasprostranjenje. Najvećim delom, erozijom, je razorena i relativno je male debljine.

Metamorfisani peščari sa tragovima uglja otkriveni su samo ispod trijaskih krečnjaka planine Tare. To otežava procenu rasprostranjenja te formacije. Ipak, mišljenje je da ona ima najmanje prostranstvo, tim pre što leži preko metamorfisanih konglomerata, koji su velikim delom razoreni. To znači da su metapeščari sa tragovima uglja mogli biti sačuvani samo tamo gde je, iznad njih, očuvana mezozojska krovina.

Geneza metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije

U prethodnom izlaganju naglašeno je da na ovom terenu postoje četiri formacije, od kojih su dve starije, i u metalogenetskom i geološkom smislu, daleko značajnije, od mlađe dve.

Najstarija je metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija. Sastavljena je od bazičnih magmatskih stena i sedimenata, koji su naknadno metamorfisani.

Među bazičnim magmatskim stenama utvrđeni su svi prelazi od meta-gabra preko meta-dijabaza do meta-spilita, odnosno utvrđeno je prisustvo sledećih stena: metagabro, metadiorit, metagabro-dijabaz, metadijabaz i metaspilit. Iz ovoga se vidi da su prisutne dubinske i izlivne stene. Verovatno je, pri tome, da su metagabro i metadiorit, a možda i jedan deo metadijabaza nastali u subvulkanskim uslovima.

Ekstruzije su se odvijale u submarinskim uslovima, na što nedvosmisleno ukazuju hemogeni sedimenti koji se smenjuju u vertikalnom pravcu sa dijabaz-spilitoidnim meta-vulkanitima. Naizmenično smenjivanje meta-vulkanita i meta-sedimenata najuočljivije je u Lazića potoku. Tu je u blizini hematitskih mineralizacija jasno vidljivo kako se naizmenično smenjuju karbonatni meta-sedimenti, hematitska mineralizacija i metamorfisani dijabaz.

Imajući u vidu da su stene metamorfisane vulkanogenosedimentne i filitoidne formacije izmenjene nejednakim stepenom metamorfizma, učinjen je pokušaj rekonstrukcije primarnih fizičko-hemijskih, petroloških i drugih uslova koji su doveli do njihovog obrazovanja. Dobijeni su vrlo interesantni podaci što je omogućilo i odgovarajuću genetsku rekonstrukciju.

Na osnovu petrohemije glavnih elemenata,*) rekonstruisani su protoliti metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije.

---

*) Petrohemijska ispitivanja obavila je N. Kreminac.

Za rekonstrukciju protolita korišćeni su:

1. diskriminantna formula D. M. S h a w - a (1972.)

$$DF = 10{,}44 - 0{,}21\ SiO_2 - 0{,}32\ Fe_2O_3\ (TFe) - 0{,}98\ Mg + \\ + 0{,}55\ CaO + 1{,}46\ Na_2O + 0{,}54\ K_2O$$

Ovom formulom određivan je protolit sa sadržajem $SiO_2 > 53{,}5\%$ (težinskih). Pri čemu je stena orto-porekla, ako je DF vrednost pozitivna i paraporekla, kada je DF vrednost negativna.

2. Korišćen je dijagram B. M o i n e et al (1968.) Fe + Al + Ti i Ca + Mg modifikovan za identifikaciju metamorfnog protolita pri čemu je sadržaj $SiO_2 < 53{,}5\%$. U ovom slučaju elementi na dijagramu dati su preko broja atoma pomnoženih sa 1000.

3. Upotrebljen je dijagram (al + fm) — (c + alk) (Niglieve vrednosti) i si koji je predložio S i m o n e n A. (1953.) da bi se odredio metamorfni protolit sa sadržajem $SiO_2 > 53{,}5\%$.

4. Najzad, korišćen je A-C-FM dijagram M. N. S e m e n e n k a (1966.) za određivanje petrohemijskog karaktera protolita.

$A + C + F + M = 100$, gde su:

$$A = Al_2O_3 \times 100/Al_2O_3 + MgO + CaO + 2(Fe_2O_3 + FeO)$$

$$C = CaO \times 100/Al_2O_3 + MgO + CaO + 2(Fe_2O_3 + FeO)$$

$$F = 2 \times Fe_2O_3 \times 100/Al_2O_3 + MgO + CaO + 2(Fe_2O_3 + FeO)$$

$$M = Mg \times 100/Al_2O_3 + MgO + CaO + 2(Fe_2O_3 + FeO)$$

Metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija drinske oblasti izgrađena je od jače ili slabije metamorfisanih vulkanskih i sedimentnih stena.

Na osnovu sadašnjeg petrografskog sastava može se reći da je sedimentni deo formacije sastavljen od klastičnih i hemogenih sedimenata, da su od klastičnih sedimenata primarno bile zastupljene uglavnom glinovite i pelitske stene, dok su od hemogenih zastupljene karbonatne i oksidne stene (karbonati kalcita i oksidi Si i Fe).

Hemijske analize stena metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije metamorfikuma drinske oblasti

Tabela 4.

	Hloritski škriljac (uopšte)					Metadijabaz		Metaspilit		Amfibolit	Metabazična stena
	1	2	3	4	5	6*	1**	2**	1**	1**	1*
SiO_2	42,80	44,40	47,90	51,02	47,12	47,40	43,89	43,68	42,52	42,31	47,14
Al_2O_3	13,40	13,85	16,55	12,53	12,72	14,56	14,64	8,73	8,75	15,26	15,11
TiO_2	2,65	3,80	0,10	2,46	1,95	2,34	0,84	0,27	0,33	0,28	2,52
Fe_2O_3	13,65	3,83	4,50	7,15	3,76	5,19	6,54	10,85	5,42	4,23	5,80
FeO	3,82	7,60	8,90	5,80	8,65	7,90	4,95	10,45	4,18	8,61	7,18
MnO	0,18	0,17	0,15	0,33	0,27	0,21	0,15	0,16	0,11	0,19	0,21
CaO	7,70	6,28	5,20	6,32	10,25	10,10	12,68	9,76	12,55	12,05	10,00
MgO	4,50	6,35	3,50	6,18	6,77	6,64	5,35	7,95	2,26	10,05	5,50
Na_2O	2,22	2,67	6,80	4,03	4,06	2,06	4,64	3,82	7,95	4,21	3,52
K_2O	1,40	0,21	1,90	0,38	0,10	0,14	0,12	0,44	1,08	0,18	0,11
H_2O-	0,48	0,11	0,80	0,11	0,70	0,25	0,96	0,45	0,50	0,49	0,27
H_2O+	4,20	6,76		3,19	2,99	3,11	4,98	2,35	13,02	2,27	2,86
CO_2	2,40	3,42		0,04	0,02			0,70			
CO_c+H_2O+			2,78								
P_2O_5	0,154	0,22	0,15	0,03	0,02	0,37	0,11	0,16	0,14	0,20	0,32
SO_3	0,24	0,16	0,10	0,21	0,03						

*) Tumač za Osnovnu geološku kartu, list Titovo Užice
**) Tumač za Osnovnu geološku kartu, list Ljubovija

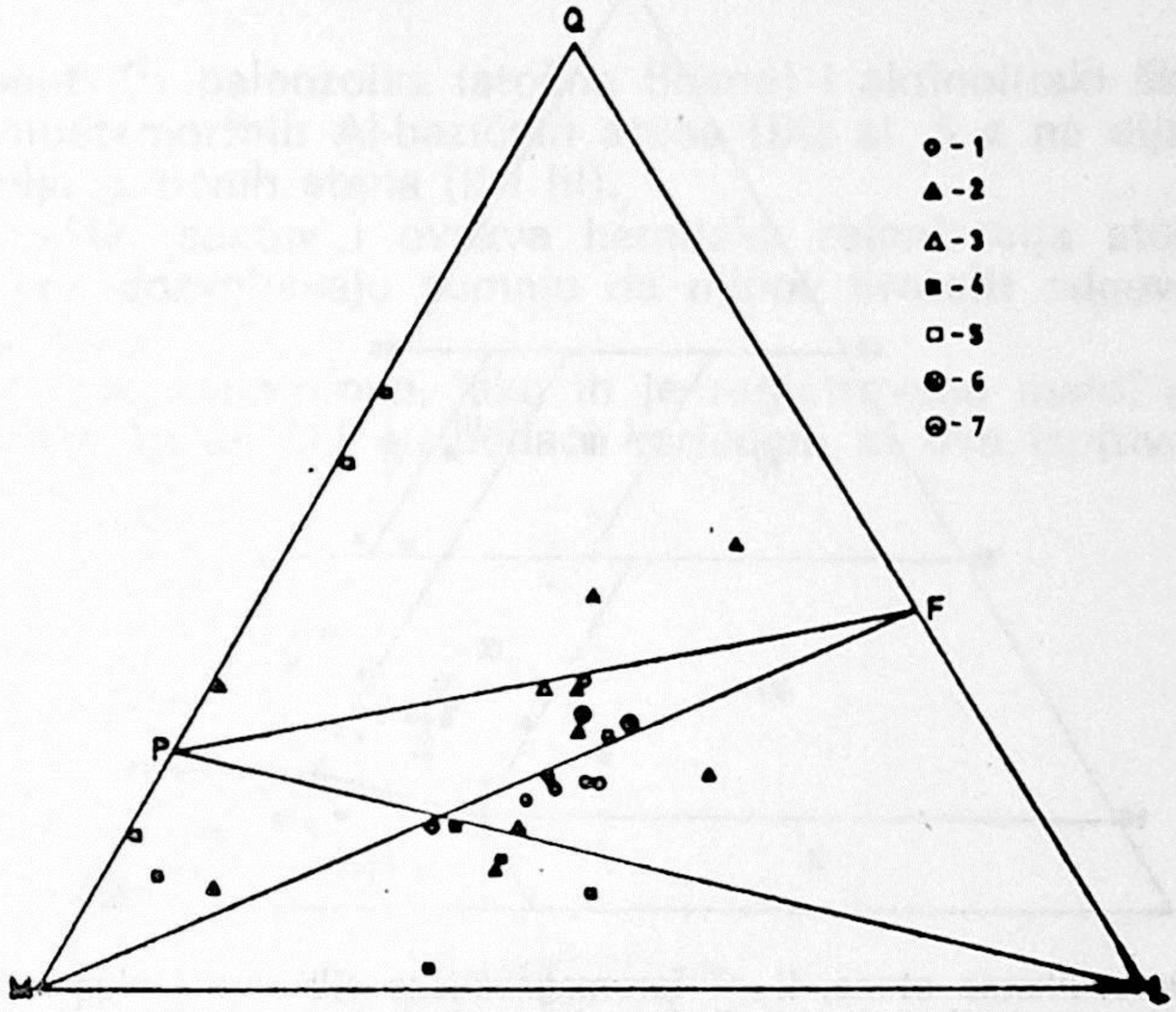
Hemijske analize mineralizovanih stena metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije metamorfikuma drinske oblasti

Tabela 5.

	Fe-hlorit i Fe-hloritski škriljac				Gvoždeviti kvarcit				
	1	2	3	4	1	2	3	4	5
SiO_2	26,54	18,92	42,90	27,52	10,60	47,65	36,93	69,48	22,23
Al_2O_3	15,55	12,60	14,85	16,12	1,10	11,17	0,46	0,14	23,62
TiO_2	0,10	0,10	0,10	3,46	0,10	1,55	0,02	0,02	3,00
Fe_2O_3	0,40	9,00	4,70	34,00	46,50	19,32	51,07	24,25	3,60
FeO	38,83	26,70	10,89	3,00	32,50	1,40	10,90	3,57	33,48
MnO	3,80	0,30	0,10	0,87	0,50	4,25	0,164	0,93	0,03
CaO	2,92	12,30	9,20	0,70	2,63	0,58	0,03	0,02	0,60
MgO	3,92	3,70	2,60	4,15	0,38	1,86	0,12	0,07	7,20
Na_2O	0,10	0,76	6,43	0,07	0,06	5,70	0,20	0,10	0,20
K_2O	0,10	0,37	1,24	0,10	0,10	1,36	0,10	0,10	0,15
H_2O-	1,26	1,50	0,58		1,00	1,61	0,03	0,06	0,65
H_2O+				6,5		3,62	0,47	1,10	5,70
CO_2						0,46	0,18	0,10	0,10
CO_2+H_2O+	6,60	13,30	5,66		3,50				
P_2O_5	0,20	0,17	0,25	0,03	0,28	0,02	0,01	0,01	0,01
SO_3	0,10	0,10	0,10	1,68	0,20	0,17	0,00	0,00	0,01

Na QLM dijagramu (Sl. 4.) projekcije tačaka, koje predstavljaju meta-gabro smeštene su u blizini srednjeg gabra (po Nicolds-u za sve periode), za razliku od metadijabaza koji se nalaze bliže projekciji feldspata.

S druge, pak, strane, projekcije tačaka hloritskih škriljaca su razbacane, što je posledica njihovog primarnog porekla, odnosno njihov položaj zavisi od toga da li su to primarno bile vulkanske ili sedimentne stene. Takva je situacija i kod metatufova.



Sl. 4. Dijagram QLM

1 — metagabro, metadijabaz; 2 — hloritski škriljac; 3 — amfibolit; 4 — metatuf; 5 — Fe-kvarcit; 6 — srednja analiza gabra; 7 — srednja analiza dijabaza.

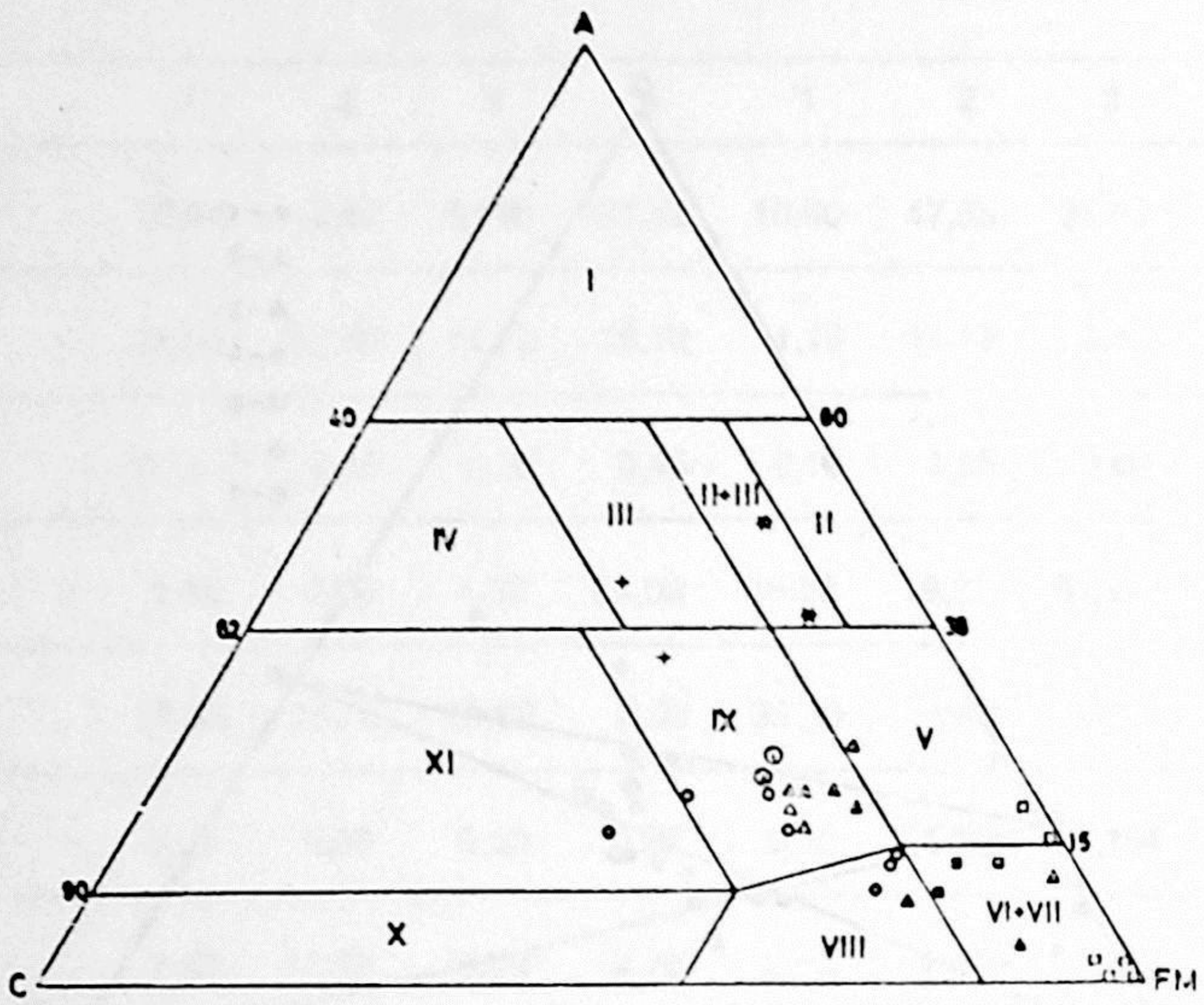
Fig. 4. QLM diagram of rocks of the Drina river region

1 — metagabbro, metadiabase; 2 — chlorite-schist; 3 — ampibolite; 4 — metatuff; 5 — Fe-quartzite; 6 — average analysis of gabbro; 7 — average analysis of diabase.

Što se tiče gvoždevitih kvarcita (samo onih koji se nalaze u metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji), kod kojih se zapaža znatno variranje u sastavu, što je posledica njihove geneze i postgenetskih promena.

Hloritski škriljci, na dijagramu A, C, FM (Sl. 5), prikazani su projekcijama tačaka rasutim po dijagramu. One s jedne strane padaju u polja VIII i IX, koja označavaju ortometamorfne bazične i ultrabazične stene, zatim, u polja V i VI, koja označavaju alumo-feromagnezijske i fero-silicijske stene (sl. 5.). Dalje, (sl. 6.) jedan deo tačaka pada u polje VI koje predstavlja polje pelitskih grauvaka bazičnog sastava.

Iz ovoga izlazi da hloritski škriljci obuhvataju jednim delom vulkanite bazičnog sastava, drugim delom sedimentne stene i trećim delom mešavinu, verovatno, tufova finijeg zrna i bazičnog sastava i sedimenata.



Sl. 5. I — alumosilikatne stene, II — feromagnezijske silikatne i alumosilikatne stene, III — ortometamorfne zemno-alkalne alumosilikatne stene, IV — kalko-aluminijumske silikatne stene, V — alumoferomagnezijske stene, VI — Fe-silicijske stene, VII — ortometamorfne, Mg-ultrabazične stene, VIII — ortometamorfne zemnoalkalne niskoaluminijumske ultrabazične stene, IX — ortometamorfne zemno-alkalne aluminijumske bazične stene, X — aluminijumsko-kalcijske stene iz zemnoalkalno kalcijumske serije.

Fig. 5. I — alumosilicate rocks, II — ferromagnesian silicate and alumosilicate rocks, III — ortometamorphic earth-alkaline alumosilicate rocks, IV — calc-alumina silicate rocks, V — alumoferromagnesian rocks, VI — Fe-silicate rocks, VII — orthometamorphic, Mg-ultrabasic rocks, VIII — orthometamorphic earth-alkaline low alumina ultrabasic rocks, IX — orthometamorphic earth-alkaline alumina basic rocks, X — alumina-calcite rocks from earth-alkaline calcium series.

U dijagramu na slici 5. argilošisti padaju u polje (II + III) ortometamorfnih intermedijarnih Fe-Mg alumosilikatnih stena, dok na dijagramu (al + fm) — (c + alk); si, sl. 7. nalaze se u graničnom delu kiselih vulkanita i alevrolita.

Odavde bi sledilo da izvorni materijal za stvaranje argilošista većim delom predstavlja rezultat destrukcije prelaznih, a delimično bazičnih stena i alevrolita.

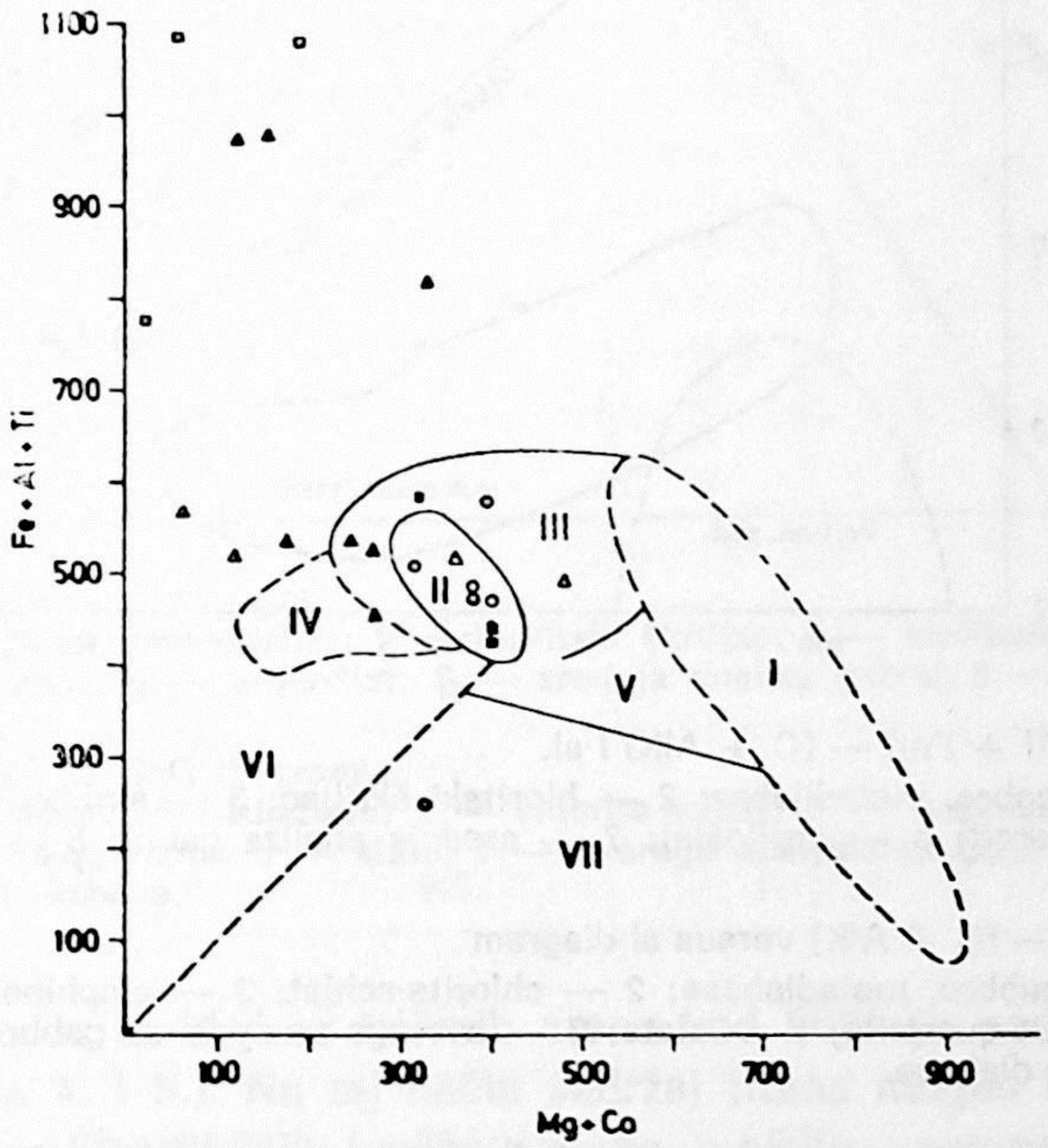
Gvoždeviti kvarciti, uglavnom, padaju u polje VI + VII i pojedinačno u polje V (sl. 5. dijagram A-C-FM), dok na dijagramu (Fe + Al + Ti); (Mg + Ca) sl. 6, padaju u polja VI i IV, što odgovara alevrolitima i bazičnim grauvakama, a na dijagramu (al + fm) — (c + alk); si, sl. 7. padaju u polje peščara.

Na osnovu takvog položaja gvožđevitih kvarcita u dijagramu moguća su dva slučaja: da je protolit paraporekla, ali i da je u njemu bilo udela i bazičnog materijala. Ovo je verovatno rezultat uzorkovanja, pri čemu, u terenskim uslovima, nije bilo moguće makroskopski izvršiti identifikaciju porekla pojedinih gvožđevitih kvarcita. Za neke je dokazano poreklo od bazičnih stena, dok drugi gvožđeviti kvarciti zaista predstavljaju pravi sediment.

Amfiboliti (iz paleozoika istočne Bosne) i aktinolitski škriljci padaju u polje ortometamorfnih Al-bazičnih stena (IX) sl. 5 a na dijagramu sl. 6 takođe u polje bazičnih stena (II i III).

Petrografski sastav i ovakva hemijska rejonizacija stena »zelenog kompleksa« ne dozvoljavaju sumnju da njihov protolit odgovara bazičnoj magmatskoj steni.

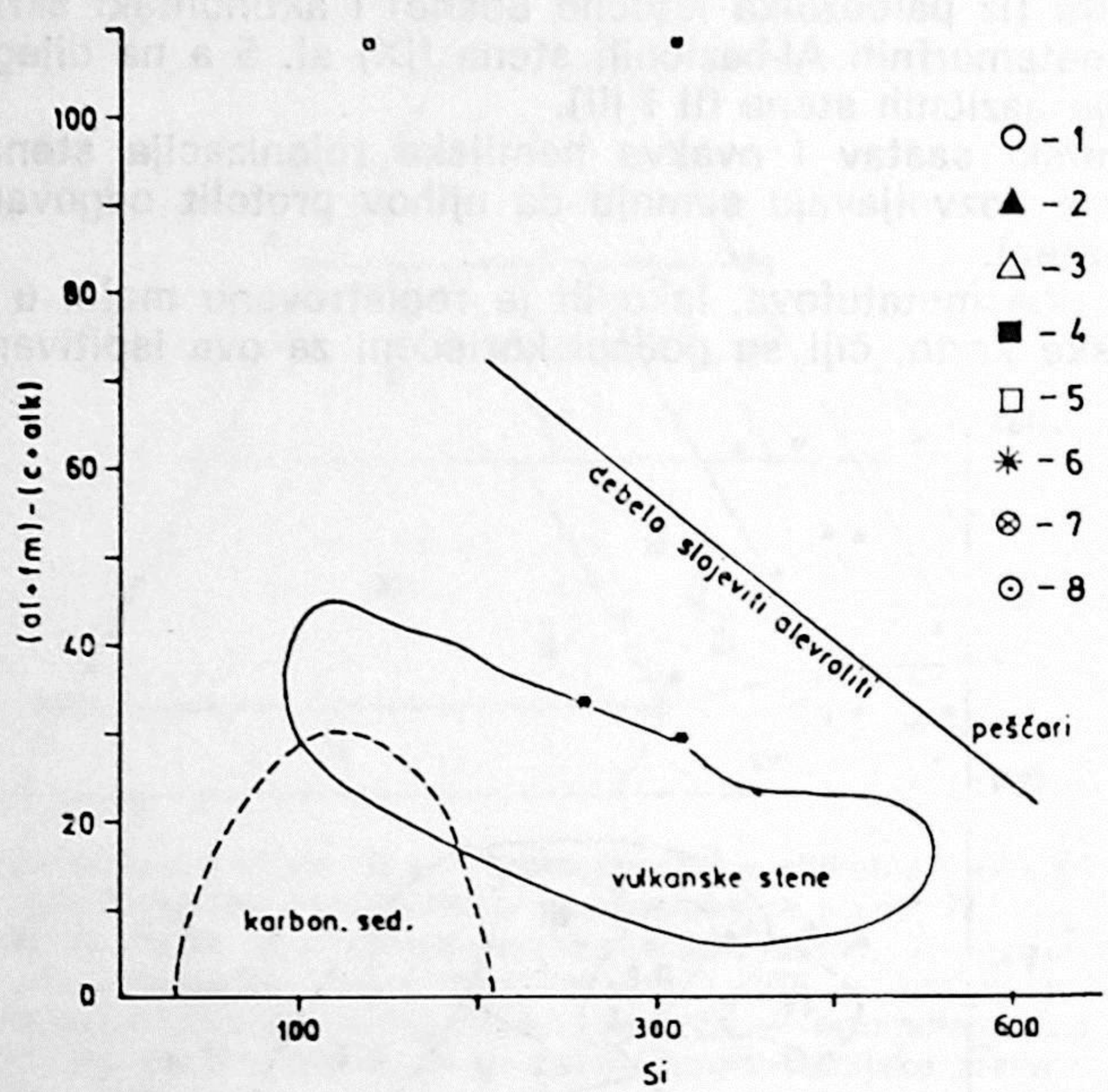
Što se tiče metatufova, iako ih je registrovano malo, u okviru Osnovne geološke karte, čiji su podaci korišćeni za ova ispitivanja, vidi se



Sl. 6. Dijagram (Fe + Al + Ti); (Mg + Ca)
I — ultrabazične stene, II — bazične stene sa najvećom koncentracijom različitih sastojaka, III — svi varijeteti bazičnih stena, IV — intermedijarne vulkanske stene, areno-pelitske i pelitske grauvake i pelitski tufovi, V — bazični monomiktni i polimiktni peščari (grauvake bazičnog sastava) i peskoviti tufovi, VI — gline, alevroliti, arkoze i vapnoviti peščari, VII — glinoviti i vapnoviti laporci i dolomitske stene.

Fig. 6. (Fe + Al + Ti) versus (Mg + Ca) diagram
I — ultrabasic rocks, II — basic rocks with the highest concentration of different components, III — all varieties of basic rocks, IV — intermediate volcanic rocks, areno-pelitic and pelitic graywacke and pelitic tuffs, V — basic monomict and polymict sandstones (graywacke of basic composition) and sandy tuffs, VI — clay, siltstone, arkose and calcareous sandstone, VII — clayey and calcareous marlstone and dolomitic rocks.

na dijagramu sl. 5 da padaju u mešovito polje ortometamorfnih Mg-ultrabazičnih i ferosilicijskih stena (VI + VII), kao i u polje bazičnih stena sa najvećom koncentracijom različitih sastojaka (II + III) sl. 6. Pošto je poznat petrografski sastav može se reći da njihov protolit pripada bazičnoj piroklastičnoj steni i delom bazičnoj grauvaki.



Sl. 7. Dijagram (Al + Fm) — (C + AlK) i si.
1 — metagabro, metadijabaz; 2 — hloritski škriljac; 3 — amfibolit; 4 — metatuf; 5 — Fe-kvarcit; 6 — argilošist; 7 — srednja analiza gabra; 8 — srednja analiza dijabaza.

Fig. 7. (Al + Fm) — (C + AlK) versus si diagram
1 — metagabbro, metadiabase; 2 — chlorite-schist; 3 — amphibolite; 4 — metatuff; 5 — Fe-quartzite; 6 — slate; 7 — average analysis of gabbro; 8 — average analysis of diabase.

Stene koje su identifikovane kao metagabro i metadijabaz na dijagramu QLM, sl. 4; nalaze se u polju IX, odnosno u polju zemnoalkalnih Al-bazičnih stena, a albitisani i karbonatisani dijabaz nalazi se u polju zemno-alkalnih nisko aluminijumskih ultrabazičnih stena (VIII) sl. 5, i na kraju na dijagramu sl. 6 nalaze se u polju bazičnih stena (II i III).

Što se tiče položaja navedenih stena na dijagramu Na_2O — K_2O — CaO (sl. 8.), vidi se da su metagabro i metadijabaz skoncentrisani oko srednje analize dijabaza svih perioda po Nickolds-u sa malim smanjenjem K, a ostale su stene razbacane, što govori o promeni njihovog sastava u toku evolucije, naročito pod dejstvom najmlađih hidrotermi vezanih za neki mlađi magmatizam kiselijeg sastava.

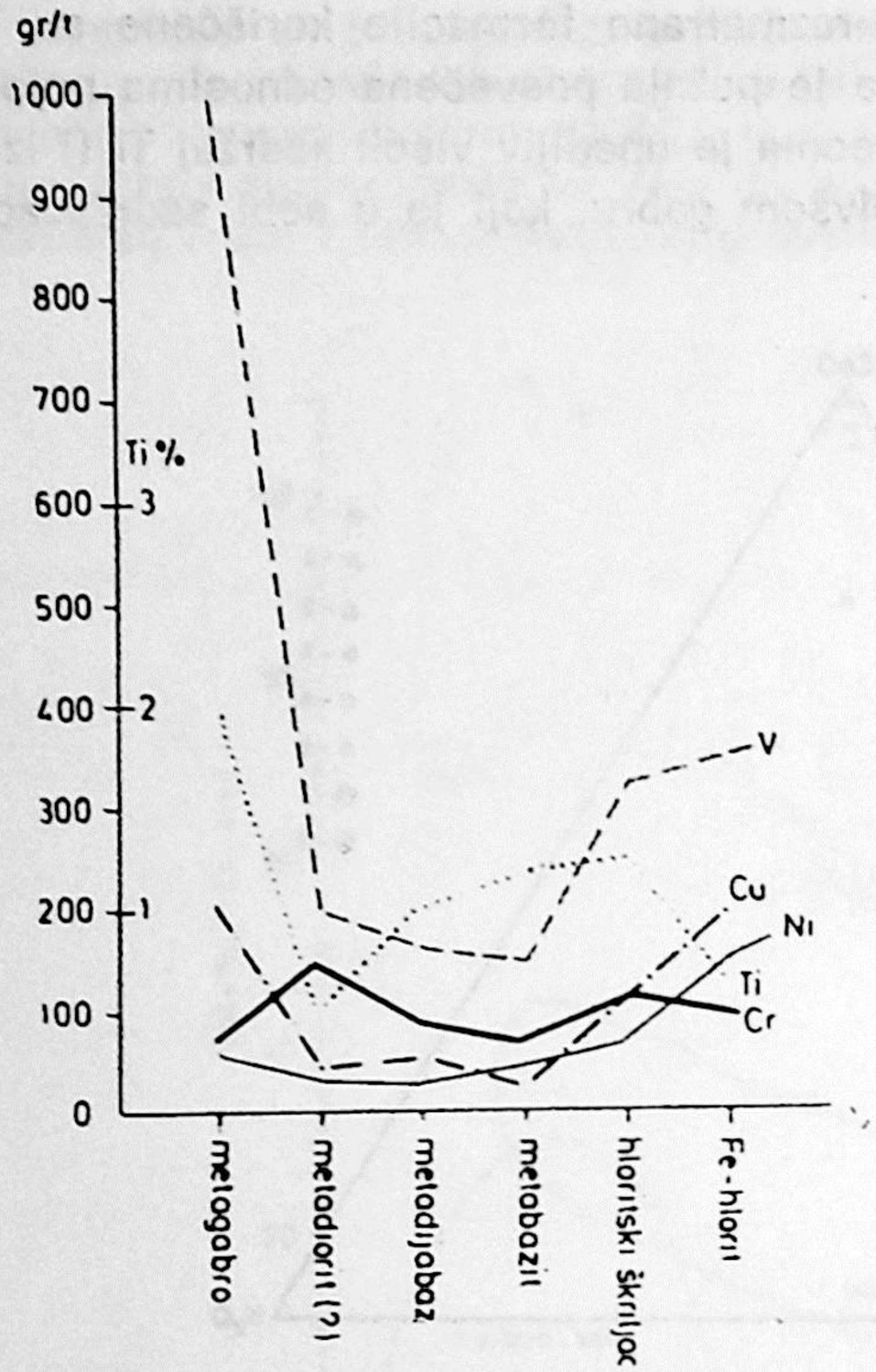
U cilju što detaljnije analize razmatrane formacije korišćene su i razne geohemijske metode. Posebna je pažnja posvećena odnosima pojedinih elemenata. Tako, na primer, veoma je upadljiv visok sadržaj Ti (i iznad 3%). Verovatno se tu radi o bivšem gabru, koji je u sebi sadržavao

Sl. 8. Dijagram Na_2O — K_2O — CaO
1 — metagabro, metadijabaz; 2 — hloritski škriljac; 3 — amfibolit; 4 — metatuf; 5 — Fe-kvarcit; 6 — argilošist; 7 — srednja analiza gabra; 8 — srednja analiza dijabaza.

Fig. 8. Na_2O — K_2O — CaO diagram
1 — metagabbro, metadiabase; 2 — chlorite-schist; 3 — amphibolite; 4 — metatuff; 5 — Fe-quartzite; 6 — slate; 7 — average analysis of gabbro; 8 — average analysis of diabase.

titano-magnetit, za razliku od izlivnih stena kod kojih je sadržaj titana ispod 1% (tabela 4. i 5.). Na taj način sadržaj titana mogao bi biti i jedan od kriterijuma za klasifikaciju bazičnih stena, u okviru »zelenog kompleksa« metamorfikuma drinske oblasti, odnosno za razlikovanje primarno intruzivnih od primarno izlivnih bazičnih stena. Naime, Ti, V i Cu kod metagabra izrazito su visokog sadržaja u odnosu na metadijabaz. Kod hloritskih škriljaca vidi se porast tih elemenata, što sugeriše mešavinu stena različitog postanka, ali u prvom redu od iste bazične magme.

Kada se posmatraju i drugi elementi kao što su V, Cu, jasno se vidi da je njihov srednji sadržaj za metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju, kao celinu, u granicama teoretskog sadržaja za bazične stene, dok su sadržaji Ni i Cr nešto niži. Ako se ima u vidu, da pojedini delovi »zele-



Sl. 9. Međusobni odnos pojedinih elemenata »bazičnih« pratilaca »zelenog kompleksa«.

Fig. 9. Mutual relation of single elements of "basic" associated elements of "green complex".

Tabela 6.

	»Zeleni kompleks« u gr/t	Bazične stene		Ultra bazične stene	
		TW	V	TW	V
V	290	250	200	40	40
Cu	86	87	100	10	20
Ni	65	130	160	2000	2000
Cr	79	170	200	1600	2000

TW — Turekian i Vedepol, 1961.

V — A. Vinogradov, 1962.: Srednee soderžanie himičeskih elementov v glavnih tipah izverženih gornih porod zemnoj kori. Geohimija 7.

V — A. Vinogradov, 1962; Average content of chemical elements in the main types of igneous rocks of the earth crust (Geohimija 7).

nog kompleksa« sadrže Ni i Cr znatno iznad teoretskog sadržaja, onda se postavlja pitanje: zašto je to tako? Na primer, pojedini delovi ovog kompleksa imaju sadržaj Cr preko 500 gr/t, a nikla 2500 gr/t, što bi po navedenim autorima (tabela: 6.) odgovaralo ultrabazičnim stenama, ali za to postoji dovoljno ubedljivo obrazloženje. Naime, ako se ima u vidu prisustvo termalnih promena na stenama, naročito u području između Jelove gore i Bajine Bašte, i prisustvo skarnova u Lazića potoku i u Orašinama, dolazi se do konstatacije da je bilo remobilizacije Ni i Cr iz dubljih kompleksa i njihovog prenošenja, verovatno, hidrotermalnim putem, u više delove, gde su oboreni.

To ukazuje na prvobitno postojanje stena ultrabazičnog sastava ispod bazičnih, koje se danas ne mogu osmatrati u »zelenom kompleksu«. U tom slučaju moglo bi se govoriti o kompletnom primarnom razviću jednog tipa zemljine kore u kojoj su zastupljeni odozgo na dole: vulkanogeno-sedimentne tvorevine, dijabazi i spiliti, gabrovi, dioriti i najzad ultrabaziti. Dakle, okeanski tip zemljine kore, koja je, verovatno, u svom razvoju, usled granitizacije, jednim delom izgubila svoje primarne osobine.

Na osnovu hemijskih analiza stena »zelenog kompleksa« izvršena su odgovarajuća preračunavanja Niggli-evih vrednosti i preračunavanja metodom CIPW-a. Na taj način utvrđeno je da magmatske stene, koje učestvuju u sastavu »zelenog kompleksa«, pripadaju bazaltskoj i gabro magmi, često kalkoalkalnog ili natrijskog niza.

Iako se u našem slučaju radi o metamorfisanim stenama, što otežava njihovo korelisanje sa mladim bazičnim magmatizmom, odnosno vulkanizmom, ipak napravljena su neka poređenja. Za tako nešto upotrebljeni su Miyashiro-vi dijagrami odnosa $Fe_2O_3 + FeO$ prema $Fe_2O_3 + FeO$ /Mg i odnosa SiO_2 prema $Fe_2O_3 + FeO$/ Mg.

Kako je navedenim dijagramima (sl. 10) Miyashiro — klasifikovao polja toleitskog i kalkoalkalnog tipa, naneti su rezultati ispitivanja »zelenih stena« iz metamorfikuma drinske oblasti na iste dijagrame i pri tome na oba dijagrama naše stene su pale u toleitsko polje (sl. 10).

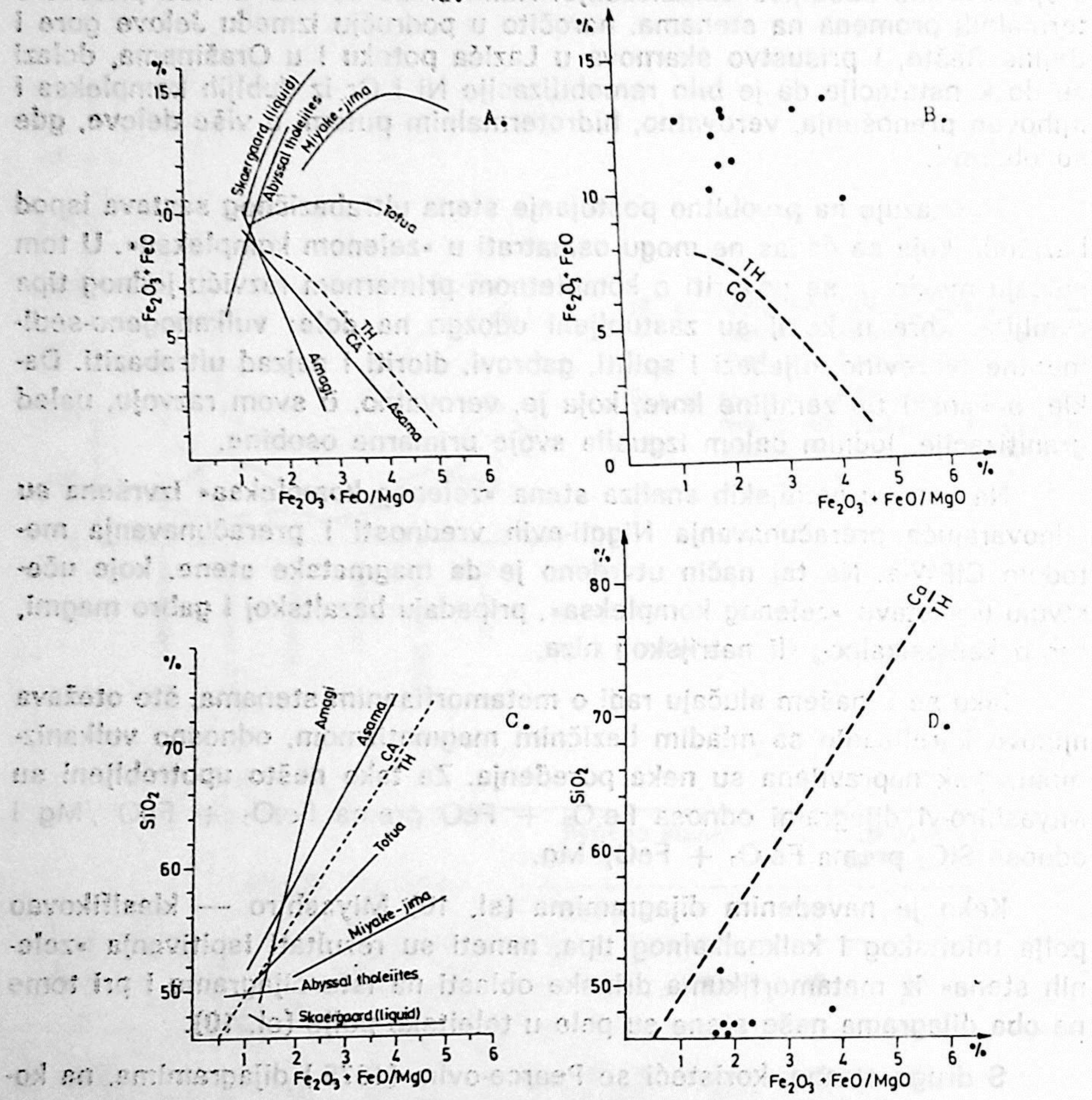
S druge strane, koristeći se Pearce-ovim (1975.) dijagramima, na kojima su dati međusobni odnosi Ti sa Zr i Ti sa Cr, vidi se da bazične stene, metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije padaju u polje bazalta okeanskog dna, odnosno toleita okeanskog dna (sl. 11, 12, 13, 14.).

Slična situacija zapaža se i pri poređenju dijagrama Al_2O_3 — Fe_2O_3 (T)*) — MgO i Al_2O_3 — TiO_2 — MgO stena »zelenog kompleksa« drinske oblasti sa istim Macdonaldovim dijagramima (1964.) za Havajska ostrva (sl. 15. i sl. 16.).

---

*) Ukupno gvožđe.

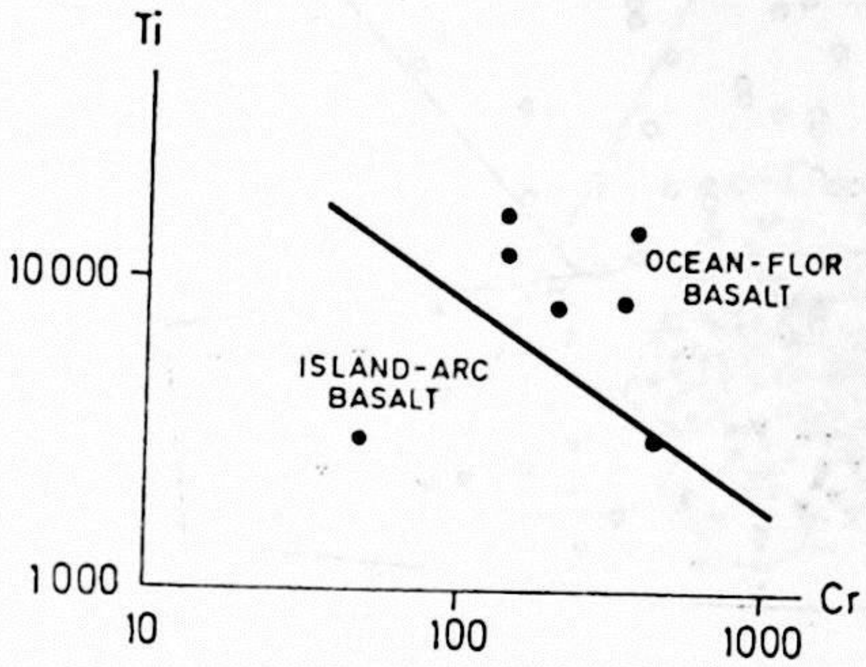
Na bazi geohemijskih i petroloških podataka može se reći da bazične stene razmatrane formacije vode poreklo od magme toleitskog sastava.



Sl. 10. Miyashiro-vi dijagrami sa položajem toleitskih bazalta. (A i C) i stene iz metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije metamorfikuma drinske oblasti (B i D).

Fig. 10. Miyashiro's diagrams (Fe_2O_3 + FeO; Fe_2O_3 + FeO/MgO and SiO_2; Fe_2O_3 + FeO/MgO) showing the position of tholeitic basalt (A and C) and rocks from the metamorphosed volcanic-sedimentary formation in the metamorphic complex of the Drina river region (B and D).

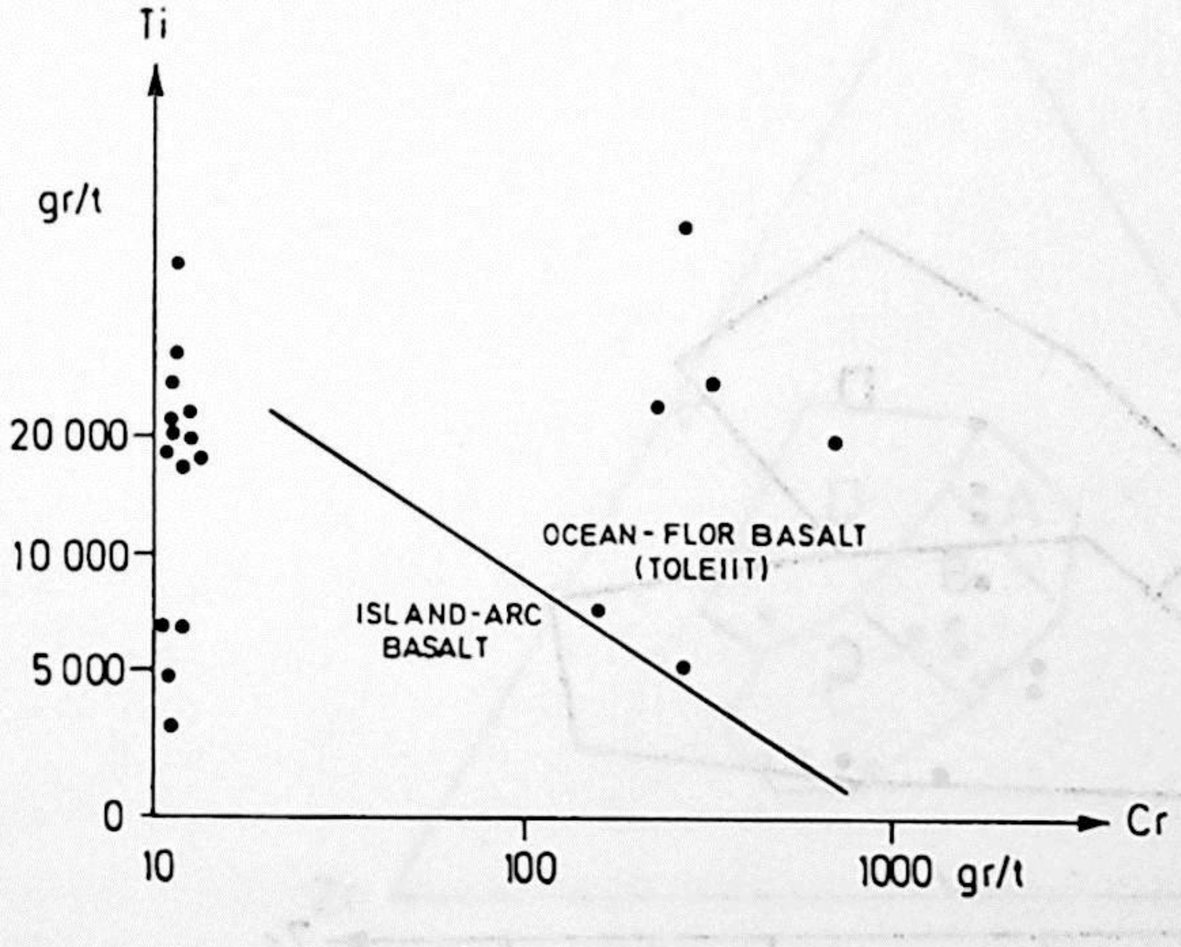
U svakom slučaju na osnovu svih iznetih podataka upoređenih sa savremenim gledištima o okeanskom tipu zemljine kore i njenom magmatizmu, bajkalski magmatizam drinske oblasti ne bi mogli vezati za kontinentalni tip zemljine kore, naprotiv, svi podaci govore da bi tu trebalo da

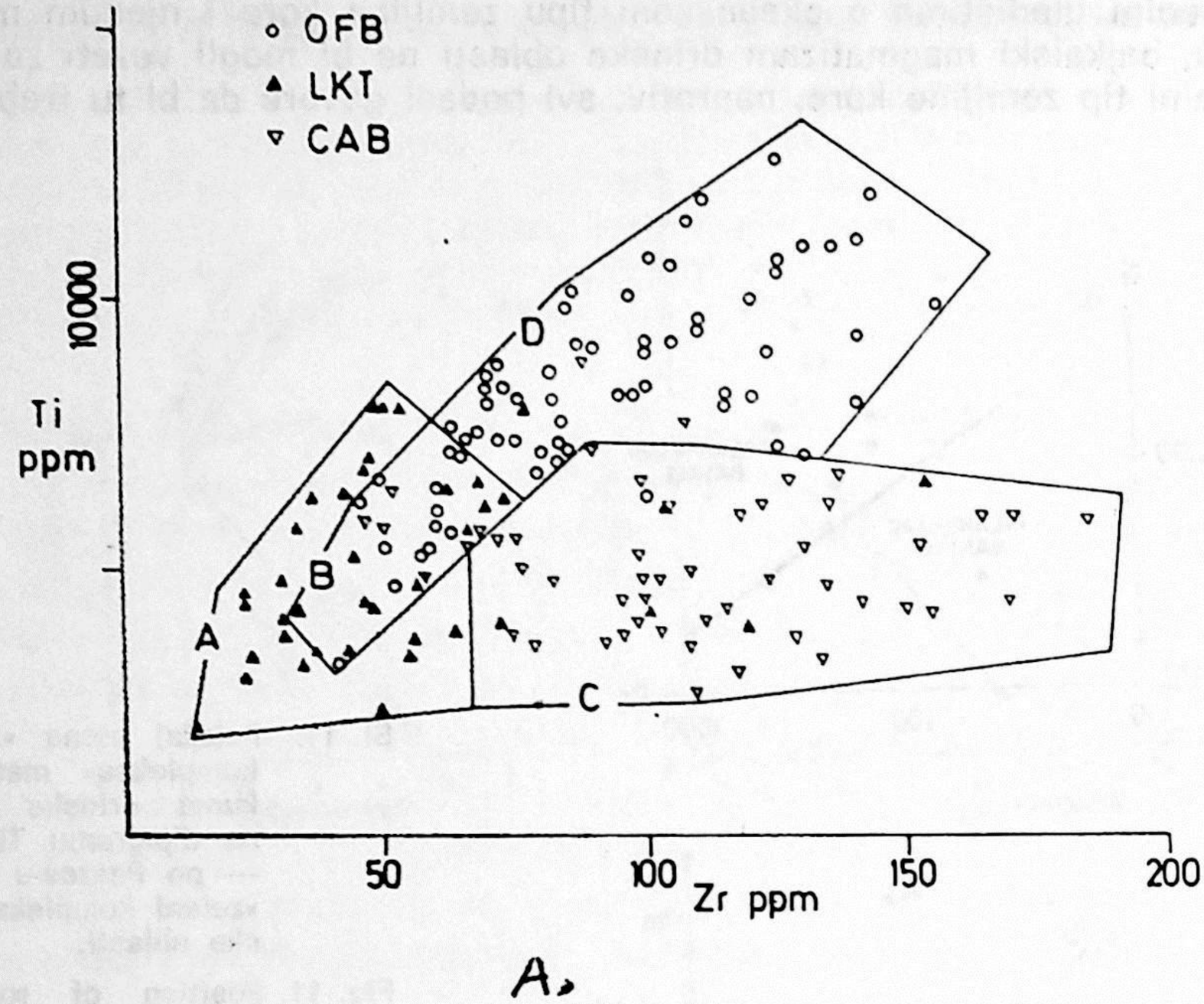


A.

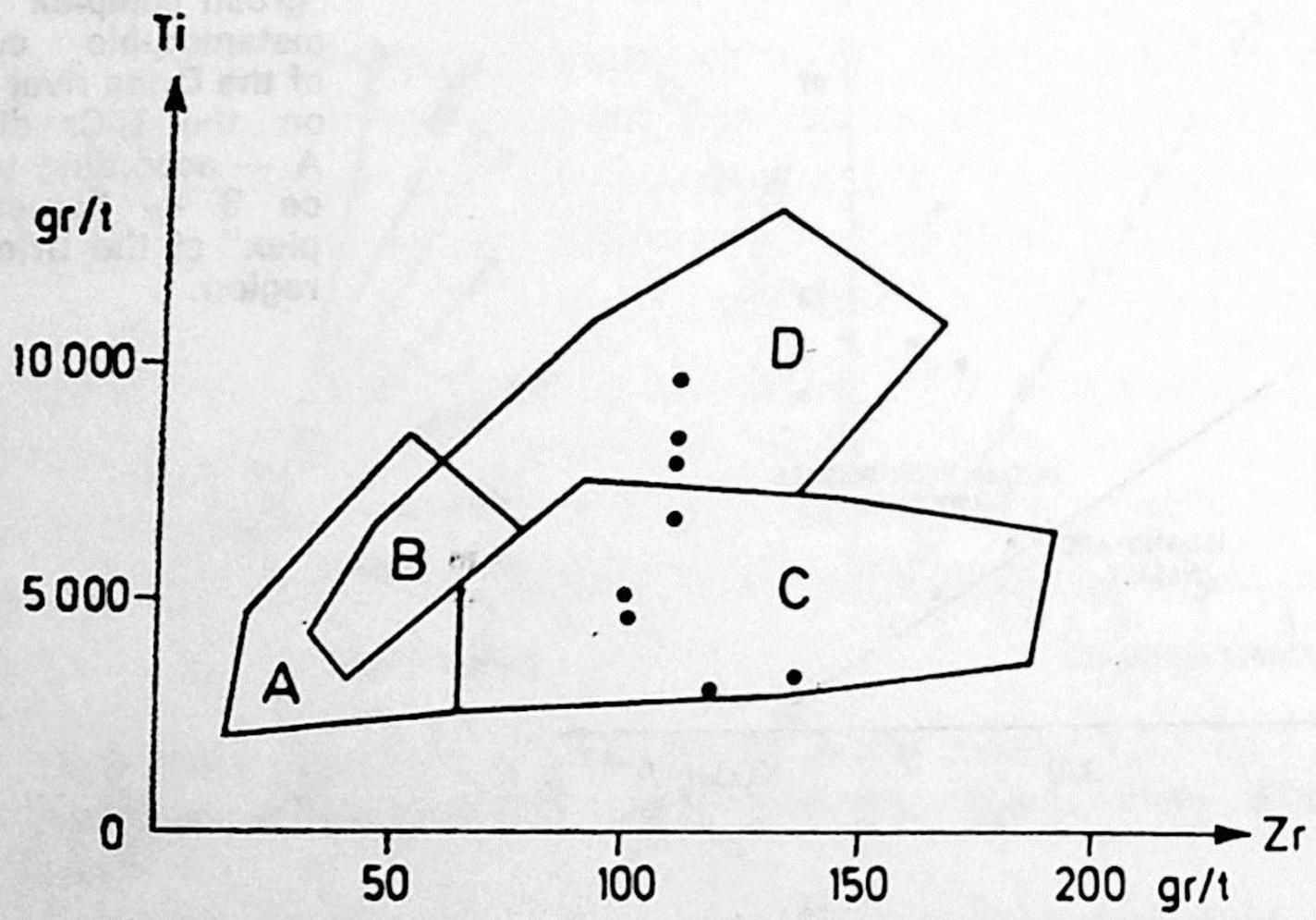
Sl. 11. Položaj stena »zelenog kompleksa« metamorfikuma drinske oblasti na dijagramu Ti-Cr. A. — po Pearce-u B. — »zeleni kompleks« drinske oblasti.

Fig. 11. Position of rocks of "green complex" of the metamorphic complex of the Drina river region on the Ti-Cr diagram. A — according to Pearce B — "green complex" of the Drina river region.





A.



B.

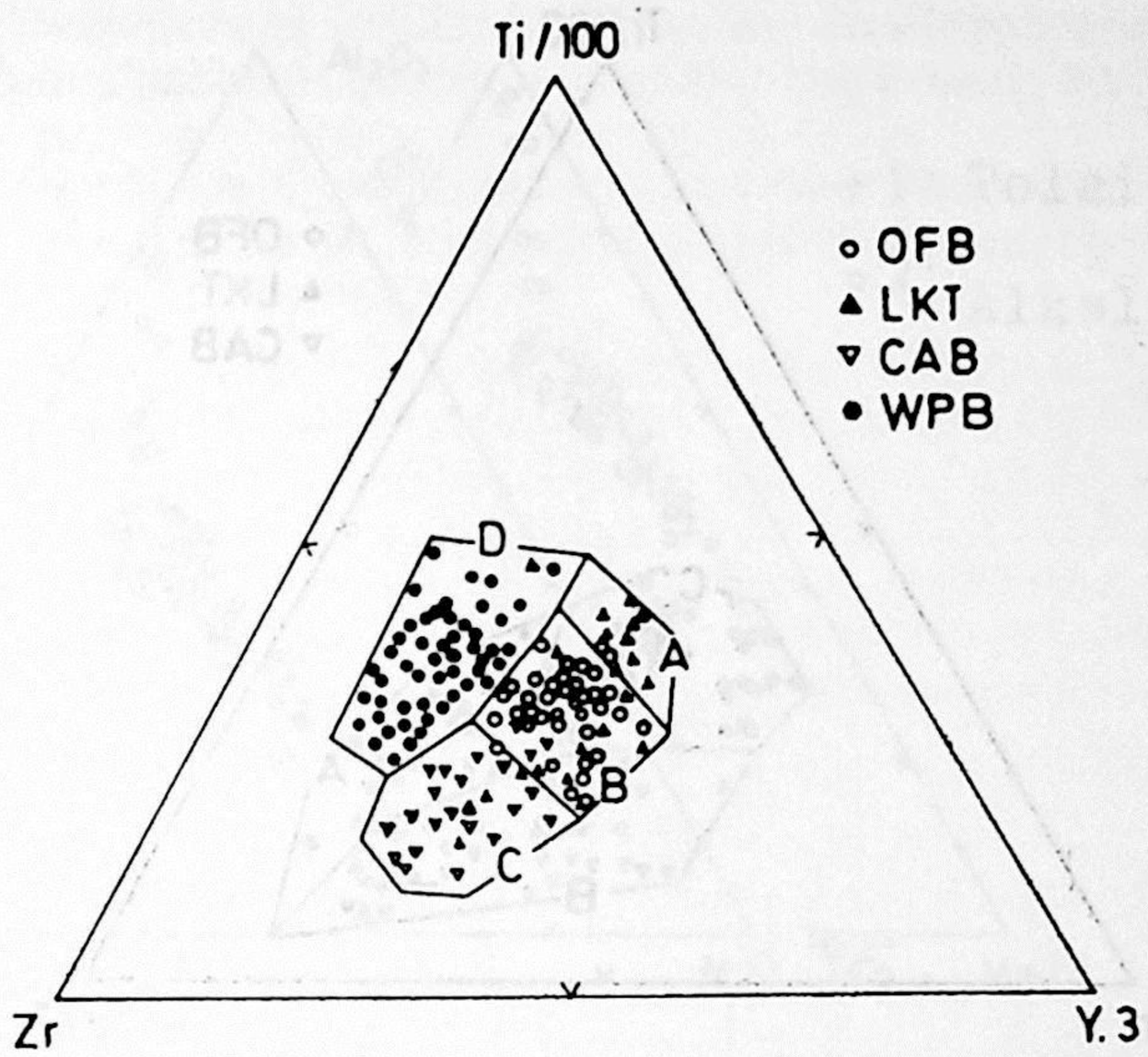
Sl. 12. Odnosi Ti i Zr po Pearce-u (A.) i u »zelenom kompleksu« metamorfikuma drinske oblasti (B.).

o OFB Bazalti okeanskog dna
Ocean-floor basalts

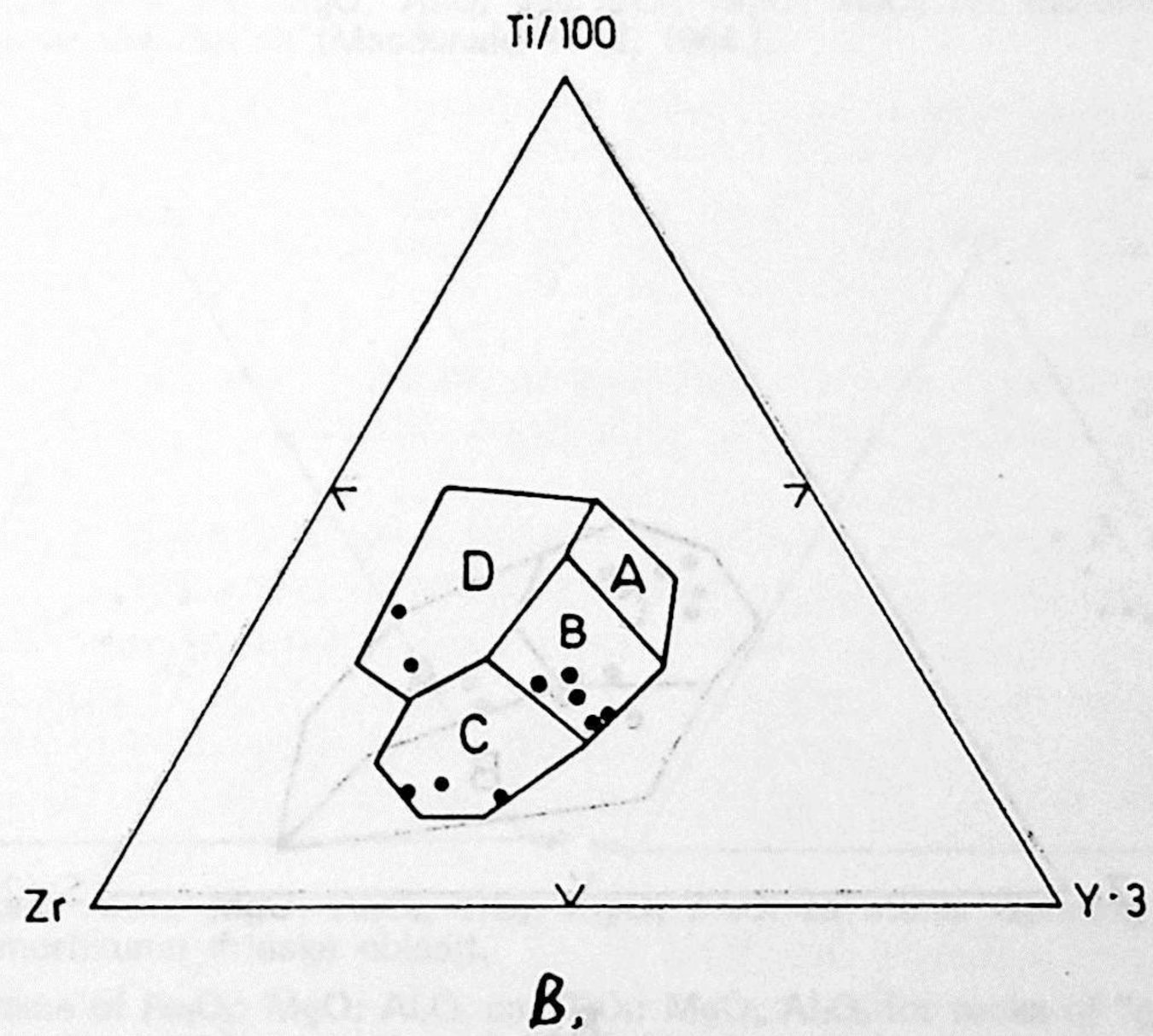
▲ LKT Niskonatrijski K-toleiti
Low-potassium tholeiites

△ CAB Kalkoalkalni bazalti
Calc-alkali basalts

Fig. 12. Relation of Ti and Zr according to Pearce (A.) and in the "green complex" of the metamorphic complex of the Drina river region (B).



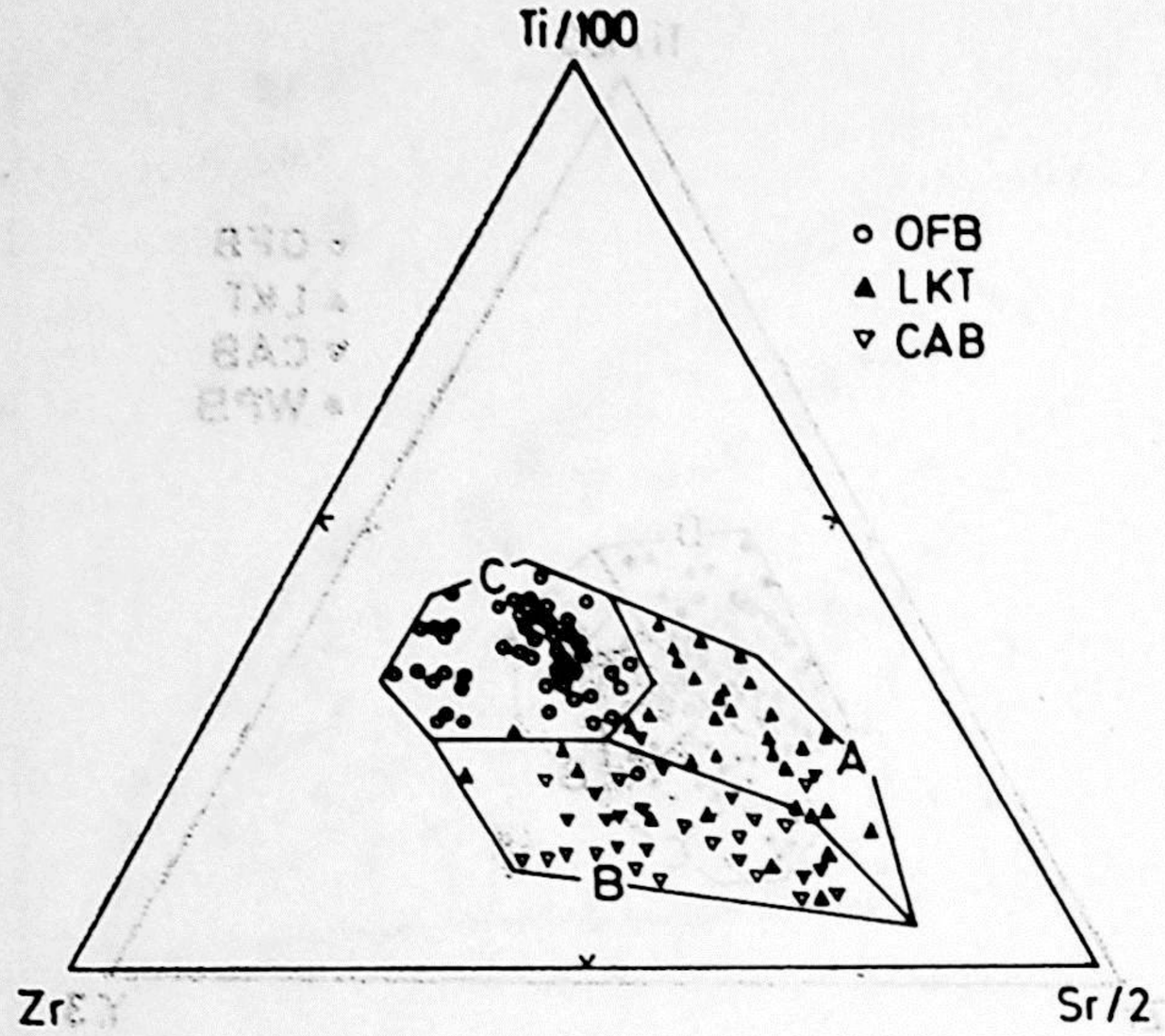
A.



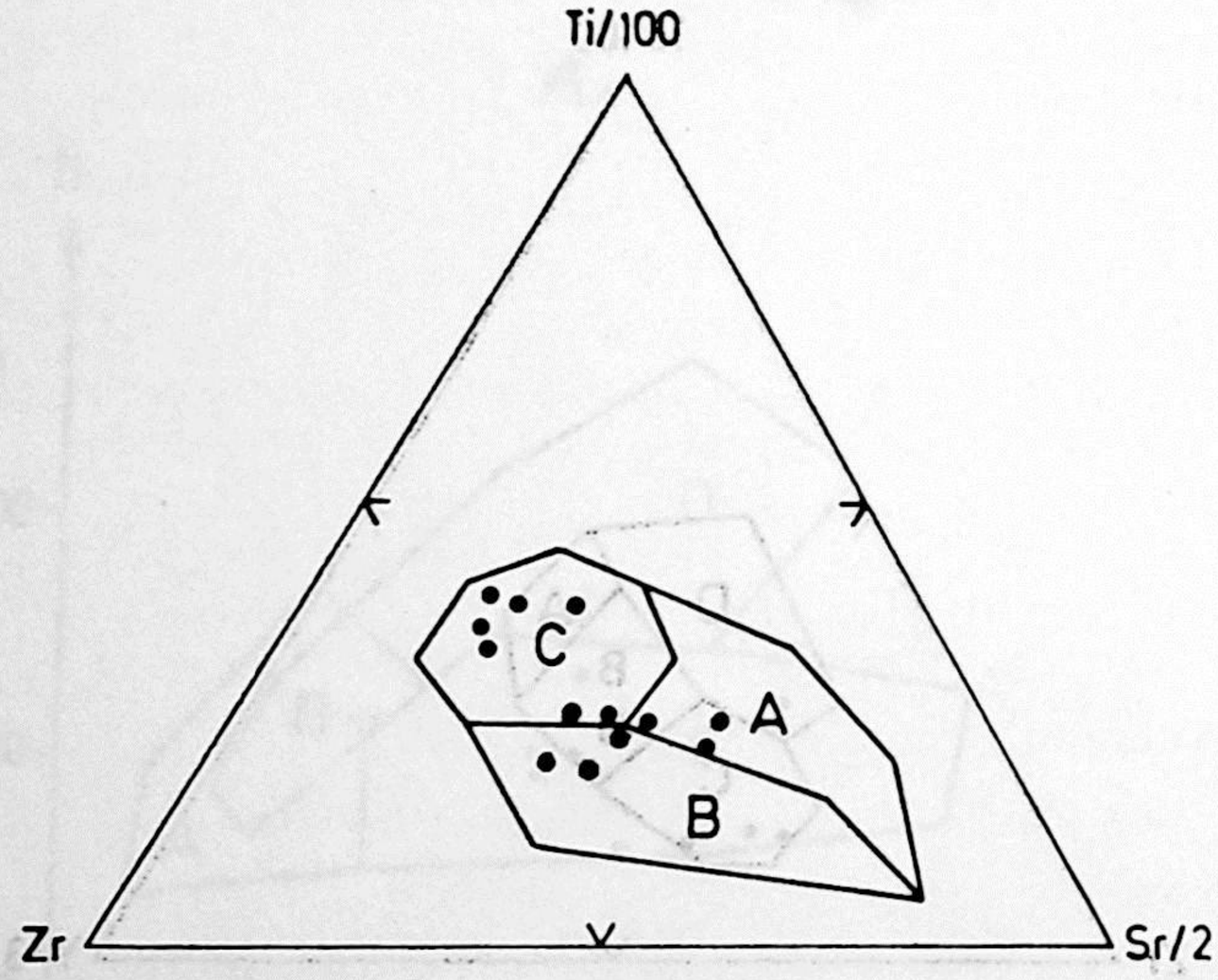
B.

Sl. 13. Odnosi Ti — Zr — Y po Pearce-u (A.) i u »zelenom kompleksu« metamorfikuma drinske oblasti (B.).
o OFB Bazalti okeanskog dna
Ocean-floor basalts
▲ LKT Niskonatrijski toleiti
Low-potassium tholeiites
△ CAB Kalkoalkalni bazalti
Calc-alkali basalts
• WPB Bazalti unutar ploče
"Within-plate" basalts

Fig. 13. Relation of Ti-Zn-Y according to Pearce (A.) and in the "green complex" of the metamorphic complex of the Drina river region (B.).



A.



B.

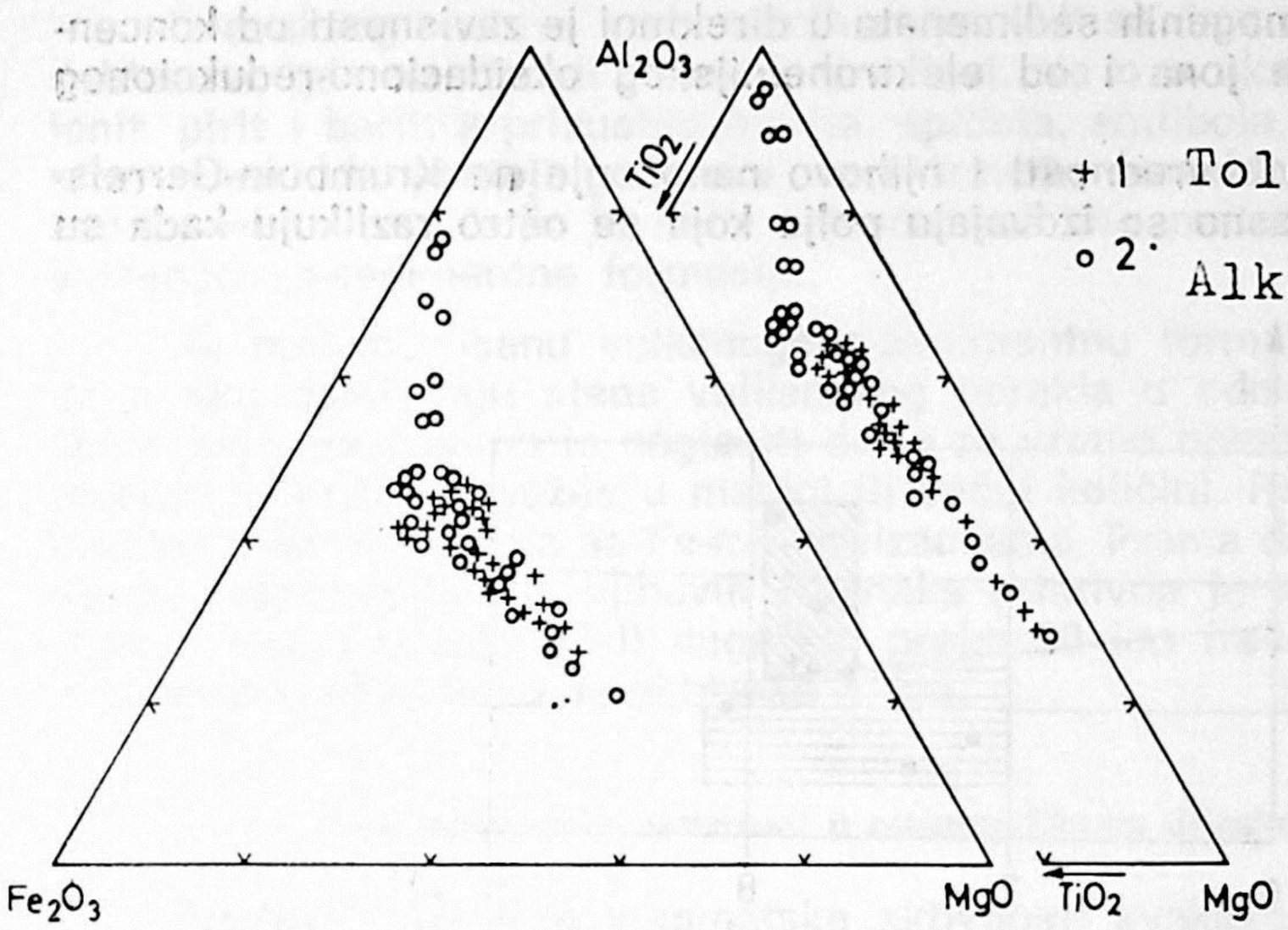
Sl. 14. Odnos Ti — Zr — Sr po Pearce-u (A.) i u »zelenom kompleksu« metamorfikuma drinske oblasti (B.).

o OFB Bazalti okeanskog dna
Ocean-floor basalts

▲ LKT Niskokalijski toleiti
Low-potassium tholeiites

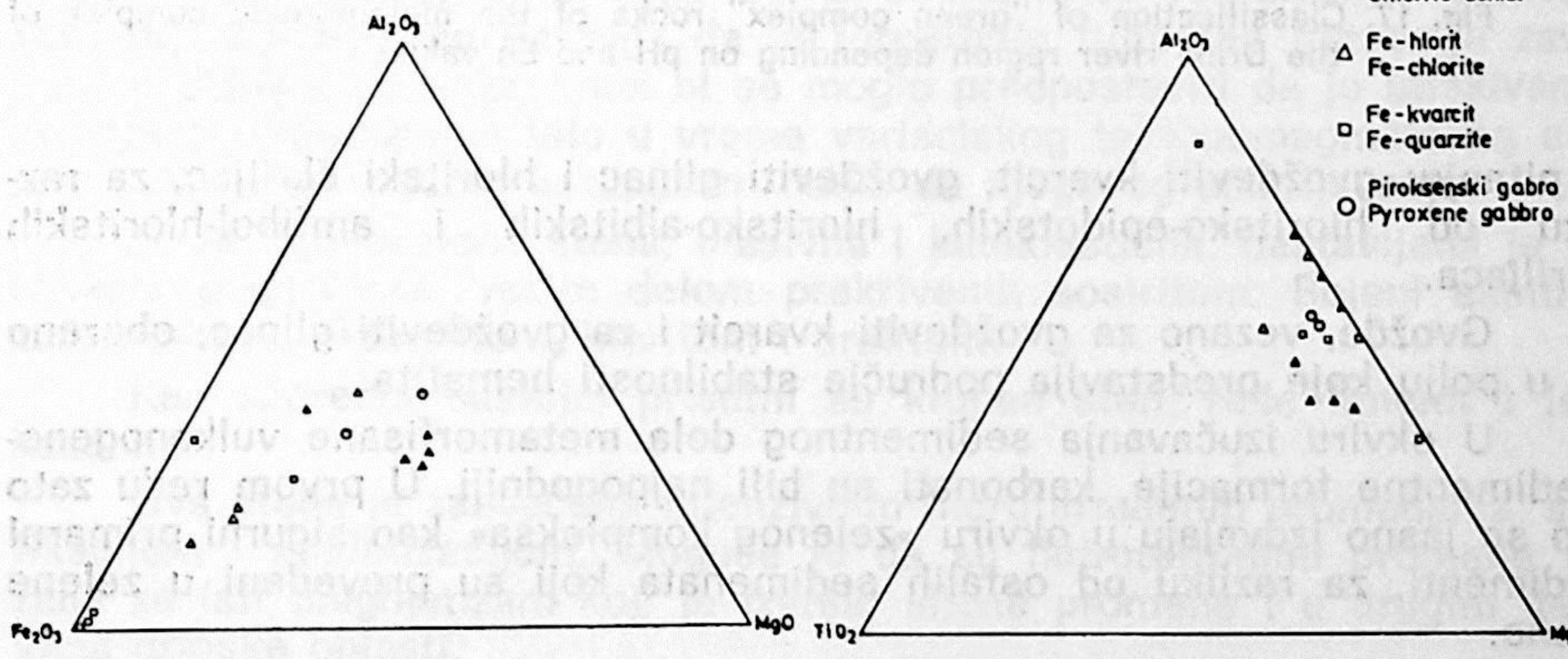
△ CAB Kalkoalkalni bazalti
Calc-alkali basalts

Fig. 14. Relation of Ti-Zr-Sr according to Pearce (A.) and in the "green complex" of the metamorphic complex of the Drina river regiona (B.).



Sl. 15. Dijagrami Fe_2O_3; MgO; Al_2O_3 I TiO_2; MgO; Al_2O_3 za toleitsku i alkalnu seriju na Havajima (Macdonald et al, 1964.).

Fig 15. Diagrams of Fe_2O_3; MgO; Al_2O_3 and TiO_2; MgO; Al_2O_3 for tholeiitic and alkaiic series on the Hawaii (Macdonald et al, 1964.).



Sl. 16. Dijagrami Fe_2O_3; MgO; Al_2O_3; TiO_2; MgO; Al_2O_3 za stene »zelenog kompleksa« u metamorfikumu drinske oblasti.

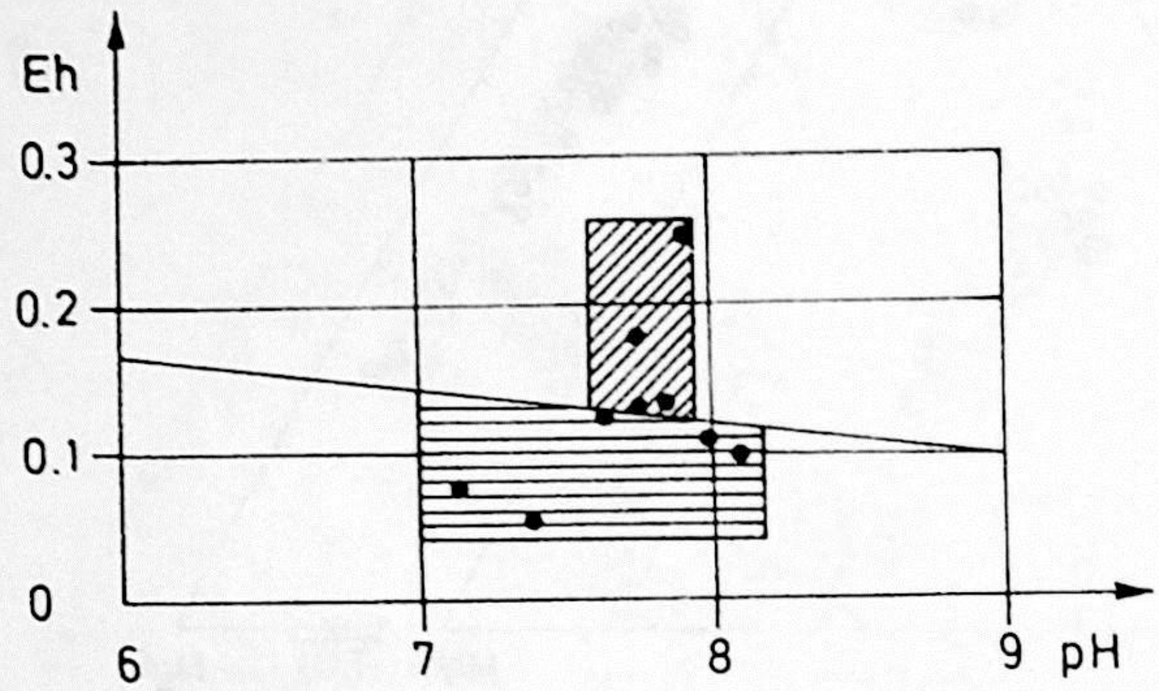
Fig. 16. Diagrams of Fe_2O_3; MgO; Al_2O_3 and TiO_2; MgO; Al_2O_3 for rocks of "green complex" in the metamorphic complex of the Drina river region.

je prisutan ostatak stare okeanske kore, gde je vulkanizam mogao imati osobine slične današnjem vulkanizmu na Havajima.

Što se, pak, tiče, sedimentnog dela metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije, već je rečeno da je ona sastavljena od hemogenog i klastičnog dela.

Taloženje hemogenih sedimenata u direktnoj je zavisnosti od koncentracije vodonikovih jona i od elektrohemijskog oksidaciono-redukcionog potencijala.

Ispitivanje ovih vrednosti i njihovo nanošenje na Krumbein-Garrels-ovom dijagramu jasno se izdvajaju polja koja se oštro razlikuju kada su



Sl. 17. Klasifikacija stena »zelenog kompleksa« metamorfikuma drinske oblasti u zavisnosti od pH i Eh vrednosti.

Fig. 17. Classification of "green complex" rocks of the metamorphic complex of the Drina river region depending on pH and Eh values.

u pitanju: gvožđeviti kvarcit, gvožđeviti glinac i hloritski škriljac, za razliku od hloritsko-epidotskih, hloritsko-albitskih i amfibol-hloritskih škriljaca.

Gvožđe, vezano za gvožđeviti kvarcit i za gvožđeviti glinac, oboreno je u polju koje predstavlja područje stabilnosti hematita.

U okviru izučavanja sedimentnog dela metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije, karbonati su bili najpogodniji. U prvom redu zato što se jasno izdvajaju u okviru »zelenog kompleksa« kao sigurni primarni sedimenti, za razliku od ostalih sedimenata koji su prevedeni u zelene stene.

Ispitivanja karbonata izvršena su infracrvenim spektrofotometrijskim analizama. Tom prilikom utvrđeno je da su, pored kalcita kao glavnog minerala, zastupljeni još kvarc, ilit-montmorijonit, kaolinit i albit.

Mineraloškim ispitivanjima netopivog ostatka, u odbijenoj i propuštenoj svetlosti, pokazala su da karbonati sadrže, osim petrogenih, i rudne minerale. Utvrđeni su, pored napred pomenutih ilit-montmorijonita i albita, još i hlorit, muskovit-sericit, apatit, epidot, piroksen i amfibol, a nađen je i barit. Od metaličnih minerala zapaženo je prisustvo pirita i magnetita, približno u istom odnosu 50% : 50%, a nađena su i sasvim retka zrna halkopirita.

Iz ovakvog sastava karbonatnih stena vidi se da su stvarane u većim dubinama, gde su vladali redukcioni uslovi. Na ovo ukazuju ilit-montmorijonit, pirit i barit, a prisustvo hlorita, epidota, amfibola, piroksena i kaolinita, govori da postoji genetska veza između navedenih minerala i vulkanske aktivnosti koja je dala najveće količine materijala za stvaranje vulkanogeno-sedimentne formacije.

Za metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju može se reći da u njoj dominiraju stene vulkanskog porekla u odnosu na sedimente. Osim toga, neophodno je naglasiti da je za vreme njenog stvaranja u više mahova prinošeno gvožđe u manjoj ili većoj količini. Rezultat toga je formiranje više horizonata sa Fe-mineralizacijama. Prema dosadašnjem poznavanju, rasprostranjenje njihovih izdanaka relativno je veliko. Oni se javljaju u zoni pružanja SZ-JI dugačkoj preko 20 km (računajući i bosanski deo metamorfikuma) i širokoj oko 1 km.

Faze magmatske aktivnosti u metamorfikumu drinske oblasti

Produkti najstarije magmatske aktivnosti svakako su metamorfisani gabro, metadiorit, metadijabaz i metaspilit. Njihov postanak je vezan za bajkalski tektono-magmatski ciklus.

Druga, pak, magmatska aktivnost znatno je mlađa. Obzirom da se kod Drmanovine nalazi metagabro koji probija filitoidnu formaciju, logično je predpostaviti njegovu fanerozojsku starost.

Do sada nije utvrđeno da li metagabro Drmanovine probija i formaciju meta-peščara sa tragovima uglja, što bi poslužilo za određivanje relativne starosti. Ako pođemo od toga da je formiranje filitoidne formacije završeno u donjem karbonu, onda bi se moglo predpostaviti da je utiskivanje metagabra Drmanovine bilo u vreme varisciskog tektonomagmatskog ciklusa i da je tek docnije u alpskom došlo do njegovog uškriljavanja.

To je tamnozelena stena, masivna i kataklastična. Sastavljena je od relikata plagioklasa, većim delom prekrivenih sosiritom. Bojeni sastojci zamenjeni su aktinolitom, hloritom i uralitom.

Kao sporedni sastojci prisutni su krupan sfen, ređe ilmenit i leukoksen.

Ova stena je zahvaćena intenzivnim hidrotermalnim promenama, silifikacijom i epidotizacijom. Moguće je da su hidrotermalne promene vezane za isti magmatizam koji je izvršio slične promene i u drugim delovima drinske oblasti.

Trećoj fazi magmatske aktivnosti pripadao bi piroksenski gabro Prisojnice (nalazi se SI od Bajine Bašte).

Ovo je do sada jedino otkriveno magmatsko telo, bazičnog sastava, u metamorfikumu drinske oblasti zapadne Srbije bez metamorfnih promena, koje bi bile posledica regionalnog metamorfizma.

Tamnozelene je boje, srednjezrn, masivne teksture i ofitske strukture.

Sastavljen je od krupnih kristala monokliničkog piroksena, koji je duž cepljivosti i po obodu zrna uralitisan, zatim, tu su plagioklasi koji popunjavaju prostor između piroksena. Kristali plagioklasa su prilično sveži.

Samo, delimično zamenjeni su epidotom i sericitom. Najzad, prisutan je i hlorit.

Od sporednih sastojaka zapaženi su, u većoj količini, titanovi minerali (sfen, leukoksen i sitan ilmenit) i apatit.

Ovaj gabro je takođe jako hidrotermalno izmenjen, ali mestimično i zdrobljen.

Zahvaćen je silifikacijom, epidotizacijom, hloritizacijom, a slabije su izražene uralitizacija i sericitizacija.

Kako piroksenski gabro probija sve formacije starije od mezozoika i, pošto nije uškriljen, moglo bi se predpostaviti da je nastao u vreme alpskog tektonomagmatskog ciklusa, moguće u kimerijsko vreme. Pošto se tim problemom nismo bavili, ovde to samo usput pominjemo.

Najzad, poslednja magmatska aktivnost vezana je najverovatnije za tercijar. Manifestuje se čitavim nizom hidrotermalnih promena na metamorfitima, zatim hidrotermalnim sulfidnim mineralizacijama, prisustvom visokotemperaturnih Fe mineralizacija, prisustvom skarna i skarnoida, kao i prisustvom, na više mesta, kontaktno-metamorfnih minerala (granat, turmalin, volastonit i dr.).

Relativno visok sadržaj kalaja (oko 20 gr/t), bizmuta (preko 100 gr/t), berilijuma (28 gr/t), molibdena (20 do 50 gr/t), zatim sulfidna mineralizacija bakra, olova i cinka dovoljan su razlog da se predpostavi prisustvo jednog kiselijeg intruzivnog tela u plićim dubinama. Ovaj intruziv je verovatno, pored ostalih faktora, imao uticaja i na različit stepen metamorfizma istih stena u metamorfikumu drinske oblasti zapadne Srbije i istočne Bosne. Naime, u zapadnoj Srbiji stene su redovno nešto višeg stepena metamorfizma nego u istočnoj Bosni.

Pojave sulfidnih mineralizacija u lokalitetima Duboko (severno od Titovog Užica) i u Orašinama, selo Draksin, su u direktnoj vezi sa pomenutim magmatizmom.

Geneza filitoidne formacije

Filitoidna formacija ili »filitoidni kompleks« predstavlja jednu litostratigrafsku celinu, čija je evolucija započela, verovatno na početku fanerozoika, a okončala se negde početkom karbona.

U tom periodu koji, je trajao približno 250 miliona godina, egzistirao je marinski basen u kome su, u prvom redu, taloženi klastični sedimenti. U pojedinim vremenskim razdobljima, kraće ili duže vreme, na manjem ili većem prostoru, menjali su se fizičko-hemijski uslovi, usled čega je dolazilo i do promene režima sedimentacije, što je omogućilo stvaranje i hemogenih sedimenata. Zahvaljujući tome, klastični metasedimenti, posmatrajući formaciju u celini, ponašaju se kao neka vrsta makro-matriksa u kome su smešteni slojevi ili sočiva krečnjaka, krečnjačkog škriljca i mineralizacija gvožđa.

Obzirom na mineraloški sastav, svih vrsta stena i njihovu količinsku zastupljenost, zapaža se da su klastični sedimenti srednjeg zrna najzastupljeniji. Ovo nedvosmisleno govori da se sedimentacija većim delom odvijala u plitkovodnim uslovima.

Đ o k o v i ć I. (1980.) detaljno je razradio i opisao postanak i razvoj klastičnih sedimenata u metamorfikumu drinske oblasti. Tom prilikom je obradio i dokumentovao prisustvo najkarakterističnijih sedimentnih tekstura. Šta više pošlo mu je za rukom da rekonstruiše pravac paleotransporta, koji je, posmatrajući današnji položaj metamorfikuma drinske oblasti, imao smer prema jugozapadu.

U filitoidnoj formaciji zastupljene su stene koje vode poreklo od glinovitih, pa preko svih prelaza, zaključno sa krupnozrnim peščarskim tvorevinama. U stvari, pravih sedimentnih stena danas i nema, već su sve one jače ili slabije, metamorfisane, ali ima ih i sa očuvanim reliktima primarne stene.

Ispitivanja su pokazala da su finozrne stene, tj. bivši glinoviti sedimenti, znatno podređenije zastupljeni od krupnozrnijih.

Kvarc je najobilniji i ujedno najvažniji mineral metaklastita, kod kojih je cement, najčešće kontaktni i ređe porni, danas potpuno rekristalisao.

Zrna kvarca su često slabo do srednje i retko dobro sortirana. Više su uglasta nego zaobljena.

To se objašnjava relativno brzom sedimentacijom i izostajanjem povoljnih uslova za izrazitiju gradaciju materijala. S druge strane, sve to govori da se sedimentacija odvijala u plitkovodnoj sredini, gde je transport materijala bio kratak ili srednje dužine, što je u skladu sa svim ostalim podacima.

Što se tiče sastava klastita, to se najbolje vidi na Folkovim dijagramima, koje je uradio I. Đ o k o v i ć (1980.) sl. 18.

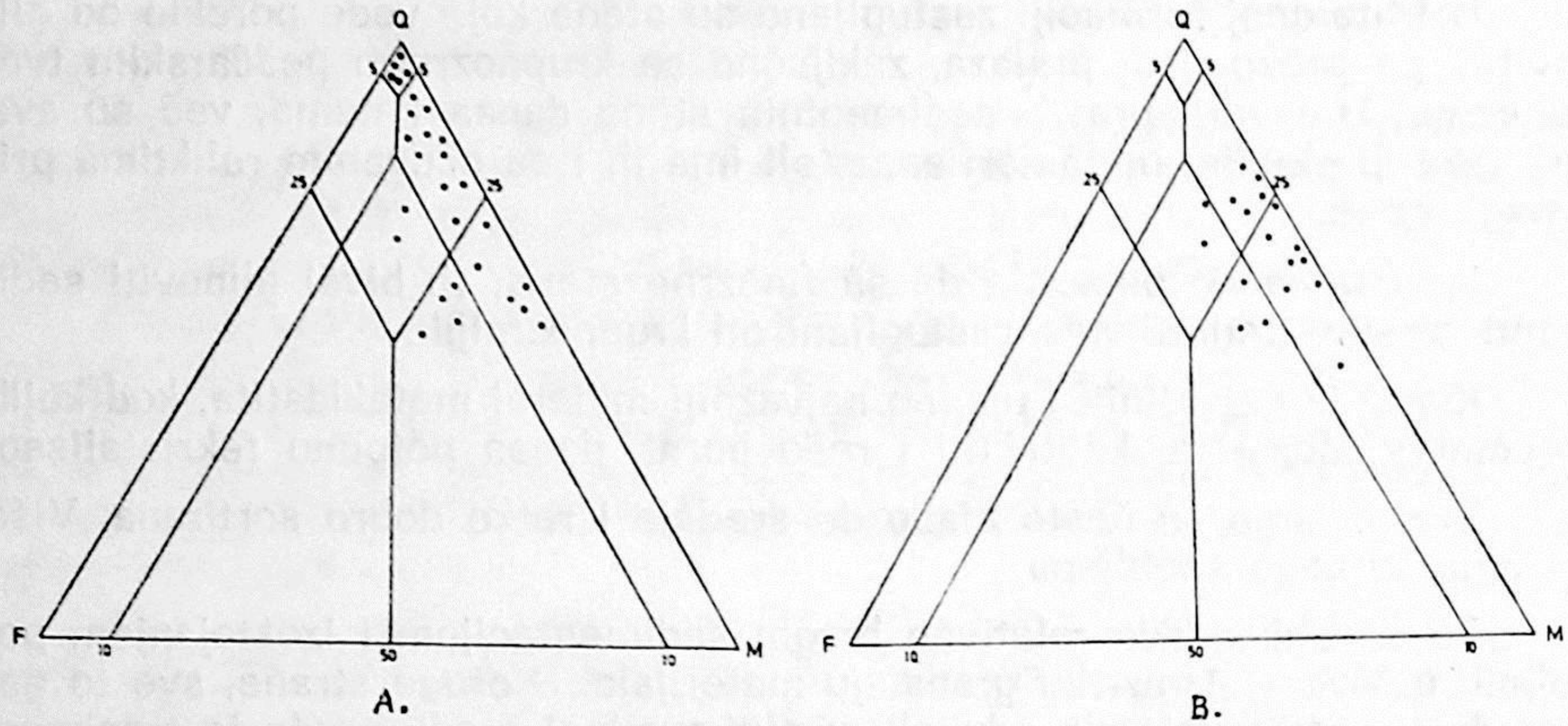
Obzirom da nije vršena dezintegracija cementa metamorfisanih kvarcnih peščara i kvarcita, kao ni ostalih metaklastita, a u vezi sa tim nije vršeno ni posebno ispitivanje granulometrijskog sastava, ipak, na osnovu mikroskopskog ispitivanja može se reći da je veličina zrna za različite stene sledeća:

Tabela 7.

	Kvarc u mm	Albit u mm	Kalcit u mm	Pirit u mm
Sericitski filiti	0,12			
Sericitski škriljci	0,058	0,4		
Sericitski kvarcit	0,19	0,2		
Gvožđeviti kvarcit	0,05—1,00			
Metapeščar	0,2			
Krečnjački škriljac	0,08		0,3	0,21
Mermerisani krečnjak	0,07		0,05	

Iz ovoga se vidi da metaklastiti spadaju u srednjezrne stene, što odgovara i mestu njihove sedimentacije.

Pored navedenih podataka na blizinu kopna ukazuje i prisustvo ostataka drvenastih biljaka što je takođe nađeno u ovoj formaciji.



Sl. 18. Klasifikacija klastita A. (po Folku) i metaklastita B. (po Đoković I., 1980.).

Fig. 18. Classification of clastic rocks A. (after Folk) and metaclastic rocks B. (after Đokovic, 1980.).

Prateći rezultate ispitivanja $CaCO_3$ u svim bivšim sedimentima, posebno u domenu Jelove gore, jasno je utvrđeno prisustvo $CaCO_3$ u količinama od 0,42% do 1%.

Srednji sadržaj kalcijum-karbonata u metaklastitima

Tabela 8.

	$CaCO_3$ u %
Argilošist	0,70
Argilofilit	0,42
Sericitski filit	1,09
Sericitski škriljac	0,94
Metapeščar	1,04
Sericitski kvarcit	1,21
Gvožđeviti kvarcit	0,77

Na pojedinim mestima i u nekim od navedenih stena sadržaj $CaCO_3$ išao je daleko iznad ovoga, čak i preko 10%. Objašnjenje za ovo može se naći jedino u tome da je za vreme sedimentacije klastičnih sedimenata redovno bio prisutan, u manjoj ili većoj količini i $CaCO_3$ u rastvoru, a po-

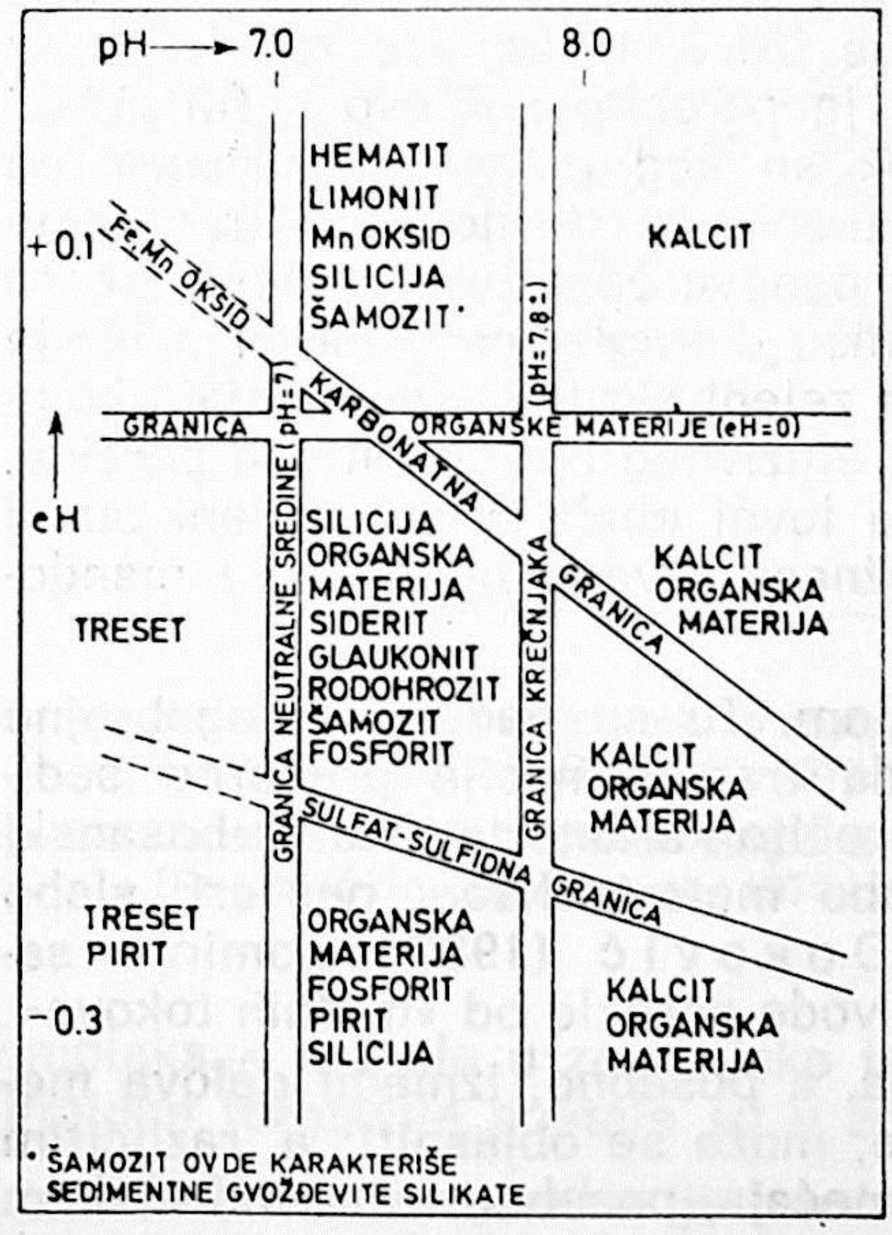
vremeno da je i dominirao, kada su klastični sedimenti prelazili u krečnjačke škriljce ili krečnjake, što je neosporno u direktnoj vezi sa promenom pH i Eh. S druge, pak strane, ispitivanjima netopivog ostatka karbonatnih stena, utvrđeno je prisustvo minerala koji učestvuju i u izgradnji klastičnih sedimenata, što u ovom slučaju, jasno govori da se u procesu taloženja karbonatne materije, permanentno odvijao i prinos klastičnog materijala.

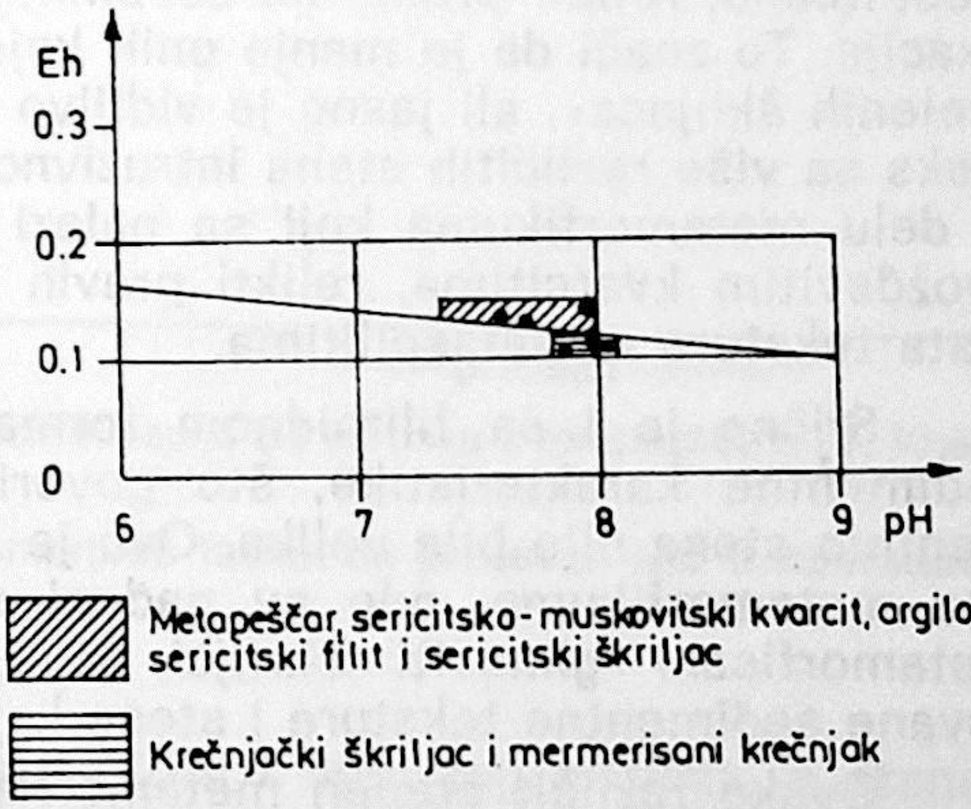
Utvrđeni su, naime, kao najzastupljeniji kvarc, sericit, muskovit, pirit i limonit, ali nađena su i retka zrna epidota, rutila, cirkona, hlorita, amfibola, apatita, magnetita i halkopirita.

Obzirom na sastav klastičnih i hemogenih sedimenata logično je predpostaviti da materijal, od koga su nastale klastične stene, vodi poreklo od kiselijih stena, nego što su one koje učestvuju u sastavu »zelenog kompleksa«, a da su karbonati u toku svoje sedimentacije primali manju ili veću količinu istog materijala od koga su postali klastični sedimenti.

Iz sadržaja $CaCO_3$ u karbonatnim stenama vidi se da mermerisani krečnjaci imaju srednji sadržaj od 83,18%. Maksimalna vrednost od 99,80% je izuzetno retka, dok minimalan sadržaj pada na granicu krečnjačkih škriljaca, tj. 67% $CaCO_3$.

Za razliku od mermerisanih krečnjaka kod krečnjačkih škriljaca srednji sadržaj $CaCO_3$ iznosi 55,40%. Maksimalan je 67%, a minimalan 24%.





A. Krumbein-Garrels

Sl. 19. Klasifikacija parametamorfita na bazi pH i Eh vrednosti.

Fig. 19. Classification of parametamorphic rocks based on pH and Eh values.

A. Krumbein-Garrels B. Metamorphic complex of the Drina river region

Obzirom da je kod pojedinih klastita nađen sadržaj $CaCO_3$ od 20%, moguće je zaključiti da između klastičnih i hemogenih sedimenata postoje postupni prelazi i da nikada nije dolazilo do prekida prinosa, odnosno sedimentacije samo jedne ili samo druge komponente.

Ovakav hemijski i mineraloški sastav odraz su i fizičko-hemijskih uslova u kojima je vršena sedimentacija (sl. 19.).

Na Krumbein-Garrels-ovom dijagramu vidi se da karbonati padaju u svoje polje i da su sa njima u tesnoj vezi klastični sedimenti, odnosno pH i Eh u kojima su obarani klastični sedimenti. U celini posmatrano, najniža vrednost pH odgovara blagokiseloj sredini, a Eh vrednost ukazuje na oksidacionu sredinu.

Najzad, neophodno je istaći da su u okviru filitoidne formacije registrovane i pojave mineralizacija gvožđem, od kojih se jedna nalazi u donjim delovima ove formacije, a druge u višim. Među njima postoji veliki vremenski interval, što isključuje njihovu prostornu i vremensku vezu.

Na osnovu ovog moglo bi se reći da su, za razliku od metamorfisane vulkanogeno-sedimentne, u filitoidnoj formaciji postojali slabi uslovi za stvaranje Fe-mineralizacija, tj. uslovi za obaranje gvožđa bili su nepovoljni.

METAMORFIZAM

Metamorfikum drinske oblasti, generalno posmatrano, sastavljen je od stena koje pripadaju dvema metamorfnim facijama. To su zeleni škriljci i semimetamorfiti. U okviru te dve facije izdvajaju se one kod kojih su sačuvane i osobine primarne stene, što je naročito uočljivo u filitoidnoj i drugim paleozojskim formacijama. Dok su kod paleozojskih tvorevina primarne osobine mnogobrojne, dotle se, u zelenim škriljcima nalaze, samo mestimično, relikti primarnih osobina, na osnovu čega je i izvršena identifikacija. To znači da je manje onih koje nisu dostigle metamorfizam facije »zelenih škiljaca«, ali jasno je vidljivo da zeleni škriljci predstavljaju kompleks sa više različitih stena intruzivnog, efuzivnog i sedimentnog porekla. U delu metamorfikuma koji se nalazi na levoj obali Drine, nađeni su, u gvožđevitim kvarcitima, relikti pravih rožnaca crvene boje, kao i mandolasta tekstura u metaspilitima.

Slično je i sa filitoidnom formacijom. Tu su nađene mnogobrojne sedimentne karakteristike, što govori da transformacija primarno sedimentnih stena nije bila velika. Ovo je naročito karakteristično za bosanski deo metamorfikuma, gde su nađeni slabo metamorfisani peščari, slabo metamorfisani glinoviti škriljci, a I. Đ o k o v i ć (1980.) pominje sačuvane sedimentne teksture i stene koje vode poreklo od »mutnih tokova«.

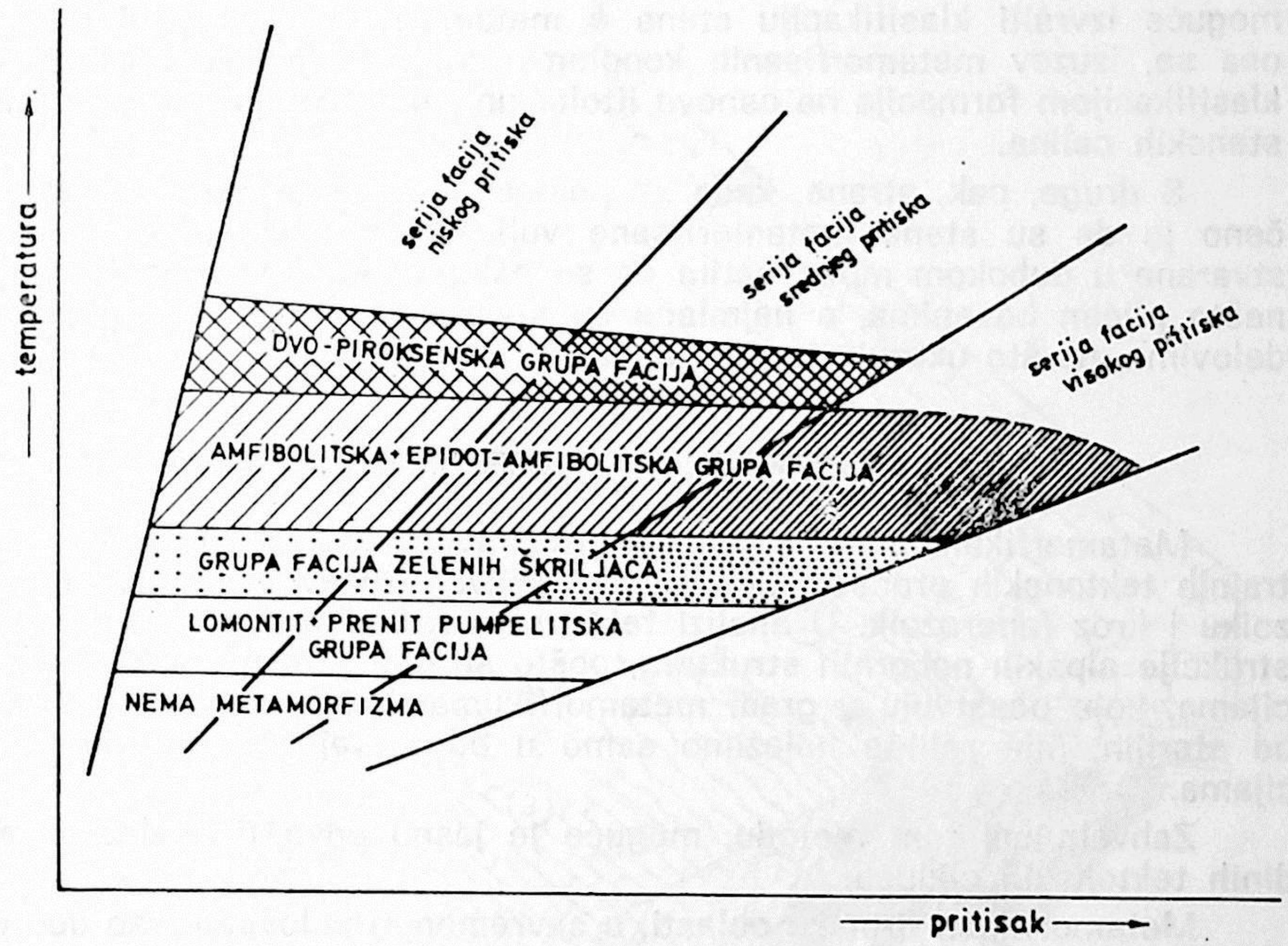
Ovako različit stepen metamorfizma, a posebno, između delova metamorkifuma Jelove gore i istočne Bosne, može se objasniti: a. različitim intenzitetom regionalnih tektonskih poremećaja, posebno relativno niskom temperaturom i pritiscima niskih do srednjih vrednosti, b. s druge, pak strane, različit stepen metamorfizma stena Jelove gore i istočne Bosne, tumači se prisustvom intruzivnog magmatskog tela u jezgru antiforme Jelove gore, koje je, u svakom slučaju, dovelo do povećanja temperature u najmlađem tektono-magmatskom ciklusu. Na taj način bili su stvoreni

uslovi da u domenu Jelove gore metamorfne stene dobiju malo više na stepenu metamorfizma u odnosu na udaljenije terene.

Podatak, dobijen izotopskim ispitivanjima kiseonika, da pojedini minerali, mestimično, predstavljaju visokotemperaturne produkte kao i prisustvo kontaktno-metamorfnih stena i sulfidnih mineralizacija dozvoljavaju takvu predpostavku.

Na sl. 20. vide se oblasti u kojima se formiraju stene različitih facija metamorfizma, a u zavisnosti od pritiska i temperature.

Osvrćući se još jedan put na osnovne elemente od kojih zavisi stepen regionalnog dinamometamorfizma može se reći da su stene »zelenog



Sl. 20. Zavisnost postanka pojedinih metamorfnih facija od pritiska i temperature (V. Knežević-Đorđević i P. Đorđević, 1975.).

Fig. 20. Dependence of origin of single metamorphic facies on pressure and temperature (Knežević-Đorđević, et al., 1975.).

kompleksa« nastale u zoni niske temperature i srednjeg pritiska, a stene filitoidne formacije postale su u zoni niskog pritiska i niske temperature.

Međutim, neophodno je istaći da je na više mesta u okviru »zelenog kompleksa« registrovano prisustvo glaukofana (Gradina SZ od Bajine Bašte, u Bosni, Lazića potok itd.). Ovaj mineral nedvosmisleno govori o visokom pritisku, što će reći da su pojedini delovi »zelenog kompleksa« povremeno bili izloženi visokim pritiscima, i ako je, u celini posmatrano, »zeleni kompleks«, bio podvrgnut srednjim pritiscima.

Prisustvo glaukofana i u vezi sa tim tumačenje relativnog intenziteta pritiska i temperature dao je i I. Đoković (1980.). To tumačenje zasnovano je na prisustvu glaukofanskih škriljaca koje je zapazio u blizini Seča reke i Drmanovine kod Kosjerića.

Dalje, kada je u pitanju stepen metamorfizma kod formacije metamorfisanih konglomerata, može se reći da su oni bili zahvaćeni istim intenzitetom metamorfizma kao i filitoidna formacija.

Najzad, metapeščarska formacija sa tragovima uglja najmanje je metamorfisana. U njoj su dobrim delom sačuvane sedimentne osobine stene. Njen metamorfizam najvećim delom manifestuje se preko uškriljavanja i mestimičnog prevođenja peščara u metamorfisane peščare.

Iz svega navedenog vidi se da je, na osnovu stepena metamorfizma, moguće izvršiti klasifikaciju stena u metamorfikumu drinske oblasti, a ona se, izuzev metamorfisanih konglomerata, u potpunosti podudara sa klasifikacijom formacija na osnovu litoloških i genetskih osobina pojedinih stenskih celina.

S druge, pak, strane, kada se posmatra metamorfikum u celini, uočeno je da su stene metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije stvarane u dubokom moru, zatim da su paleozojske formacije taložene u nešto plićim basenima, a najmlađe su stvarane, verovatno, u priobalnim delovima, na što ukazuju tragovi uglja.

OPŠTE TEKTONSKE OSOBINE METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI

Metamorfikum drinske oblasti predstavlja rezultat složenih i dugotrajnih tektonskih procesa, koji su se dešavali počev u gornjem proterozoiku i kroz fanerozoik. U analizi tektonske evolucije pošlo se od rekonstrukcije alpskih nabornih struktura, pošto su one prisutne u svim formacijama, koje učestvuju u građi metamorfikuma drinske oblasti, za razliku od starijih, čije relikte nalazimo samo u odgovarajućim starijim formacijama.

Zahvaljujući tom metodu, moguće je jasno odvojiti posledice pojedinih tektonskih ciklusa.

Metamorfikum drinske oblasti, u savremenim uslovima, kao deo unutrašnjih Dinarida ima naborne strukture sa B-osama čije je pružanje SZ-JI. U vezi sa tim njegov glavni strukturni oblik je antiforma dinarskog pravca pružanja, koju prati čitav niz nabora nižeg reda čije B-ose, takođe imaju isti pravac pružanja, tj. SZ-JI. (sl. 25.).

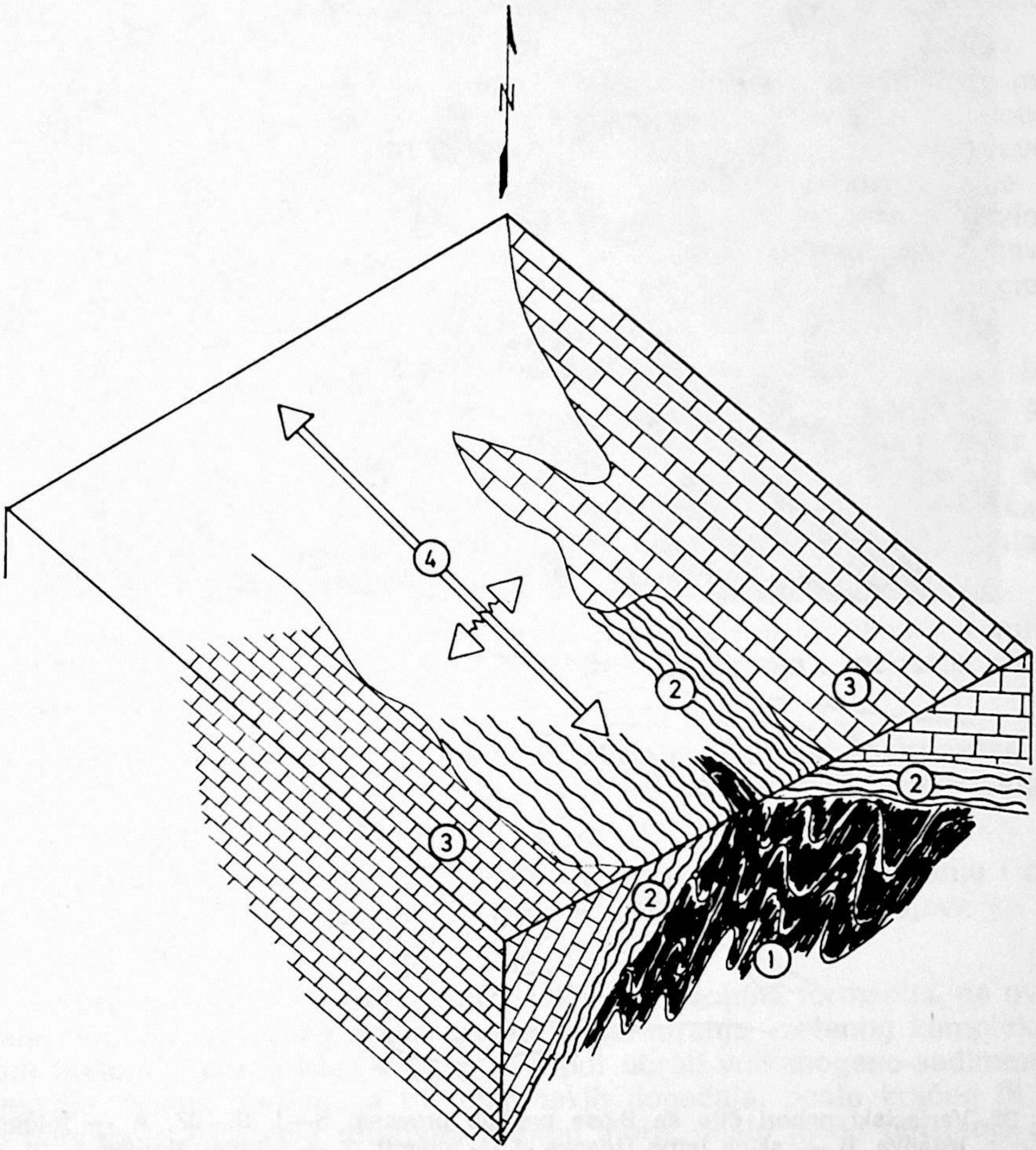
Krila antiforme izgrađena su od mezozojskih tvorevina, a njeno jezgro od metamorfita različite starosti.

Ne ulazeći u rasčlanjavanje tektonskih faza tokom kojih je došlo do nabiranja, ovde pominjemo samo da naborne strukture čiji je pravac pružanja SZ-JI, odnosno dinarski, pripadaju alpskom geotektonskom ciklusu. Ovo je značajno zbog toga, što se starije naborne strukture ne podudaraju sa alpskim.

Ispod mezozojskih leže: formacija metapeščara sa ugljem, formacija metamorfisanih konglomerata i filitoidna formacija. Od sve tri paleozojske formacije filitoidna je najznačajnija za rekonstrukciju tektonskih događaja

U njoj su, naime, utvrđena dva sistema nabornih struktura. To su nabori dinarskog pravca pružanja i nabori pružanja S-J ili SI-JZ.

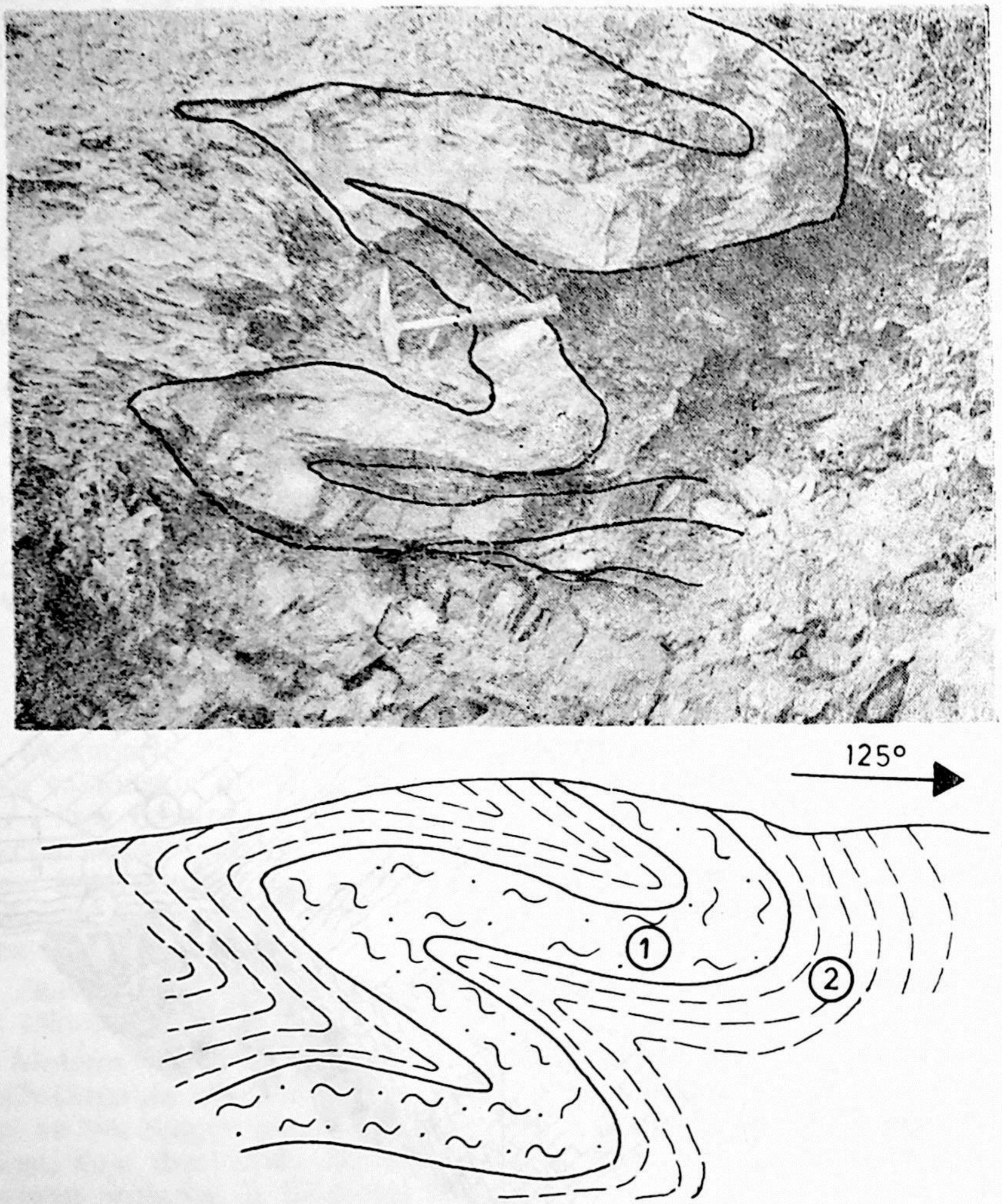
Dok su dinarski nabori jasno uočljivi, dotle su očuvani samo delovi nepotpuno prerađenih struktura sa pružanjem sever — jug i SI-JZ. Oni se zapažaju na proslojcima ili bancima tvrđih stena kakve su na primer kvar-



Sl. 21. Savremeni međusobni odnosi proterozojskih, paleozojskih i mezozojskih formacija (šematski prikaz). 1 — metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija (gornji proterozoik), 2 — filitoidna i formacije metamorfisanih konglomerata i peščara sa tragovima uglja (paleozoik), 3 — mezozojske formacije, 4 — antiforma alpske starosti.

Fig. 21. Recent mutual relations of Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic formations (schematic review). 1 — metamorphosed volcanic-sedimentary formation (Upper Proterozoic), 2 — phyllitic and formations of metamorphosed conglomerate and sandstone with coal traces (Paleozoic), 3 — Mesozoic formations, 4 — antiform of Alpine age.

citi. To su u većini slučajeva polegli ili prevrnuti nabori desimetarskih i metarskih dimenzija (sl. 22.).



Sl. 22. Varisciski nabori čije se B-ose pružaju pravcem S—J, SI—JZ. A — fotografija izdanka, B — skica istog izdanka. 1 — kvarcit, 2 — filitični škriljac.

Fig. 22. Variscian folds whose axis extend in N—S and NE—SW directions. A — photo of outcrop, B — sketch of the same outcrop. 1 — quartzite, 2 — phyllite.

Posmatrajući odnos nabora dinarskog pravca pružanja i nabora sa pravcem pružanja S-J i SI-JZ, jasno se zapaža da se tu radi o dva sistema nabora koji međusobno stoje pod uglom od 50 ili više stepeni.

Kako naborne strukture pružanja S-J i SI-JZ nisu do sada registrovane u formaciji metamorfisanih konglomerata, ni u metapeščarskoj for-

maciji sa tragovima uglja, niti u mezozojskim formacijama, izgleda logično da su ti nabori postali u vreme varisciskog geotektonskog ciklusa.

U okviru proučavanja strukturnog sklopa metamorfikuma drinske i ivanjičke oblasti I. Đ o k o v i ć (1980.) navodi prisustvo jedne antiklinale pravca pružanja SI-JZ, čiji raspon iznosi oko 20 km. Po ovom autoru to je »najkrupniji variscijski nabor u drinskom bloku«. Pored navedenog, on je izdvojio sinklinalu Jelove gore, antiklinalu Titovo Užice — Ponikovica i druge slične strukture.

Najzad, najstarija formacija metamorfikuma drinske oblasti jeste metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija. U njoj se susreću dobro izražene naborne strukture pružanja SZ-JI, zatim očuvani nabori pravca pružanja sever-jug i severoistok-jugozapad, ali u Lazića potoku, gde je erozioni nivo najdublji, vide se očuvani, neprerađeni nabori na slojevima Fe-mineralizacija čije se B-ose ne podudaraju ni sa jednim od napred navedenih. Reč je o naborima pravca pružanja I-Z čije B-ose padaju pod uglom od 45° približno prema zapadu (sl. 23.).

Posmatrajući nabore u metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji u odnosu na filitoidnu formaciju i nabore u njoj, jasno se ističe postojanje diskordantnog odnosa među njima, što je poslužilo kao dokaz za tumačenje da su nabori u metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji nastali pre stvaranja filitoidne. Ta tektonika se desila u intrakambrijsko vreme i omogućila je docniju, uglovnu diskordanciju, između mlađe filitoidne i starije vulkanogeno-sedimentne formacije.

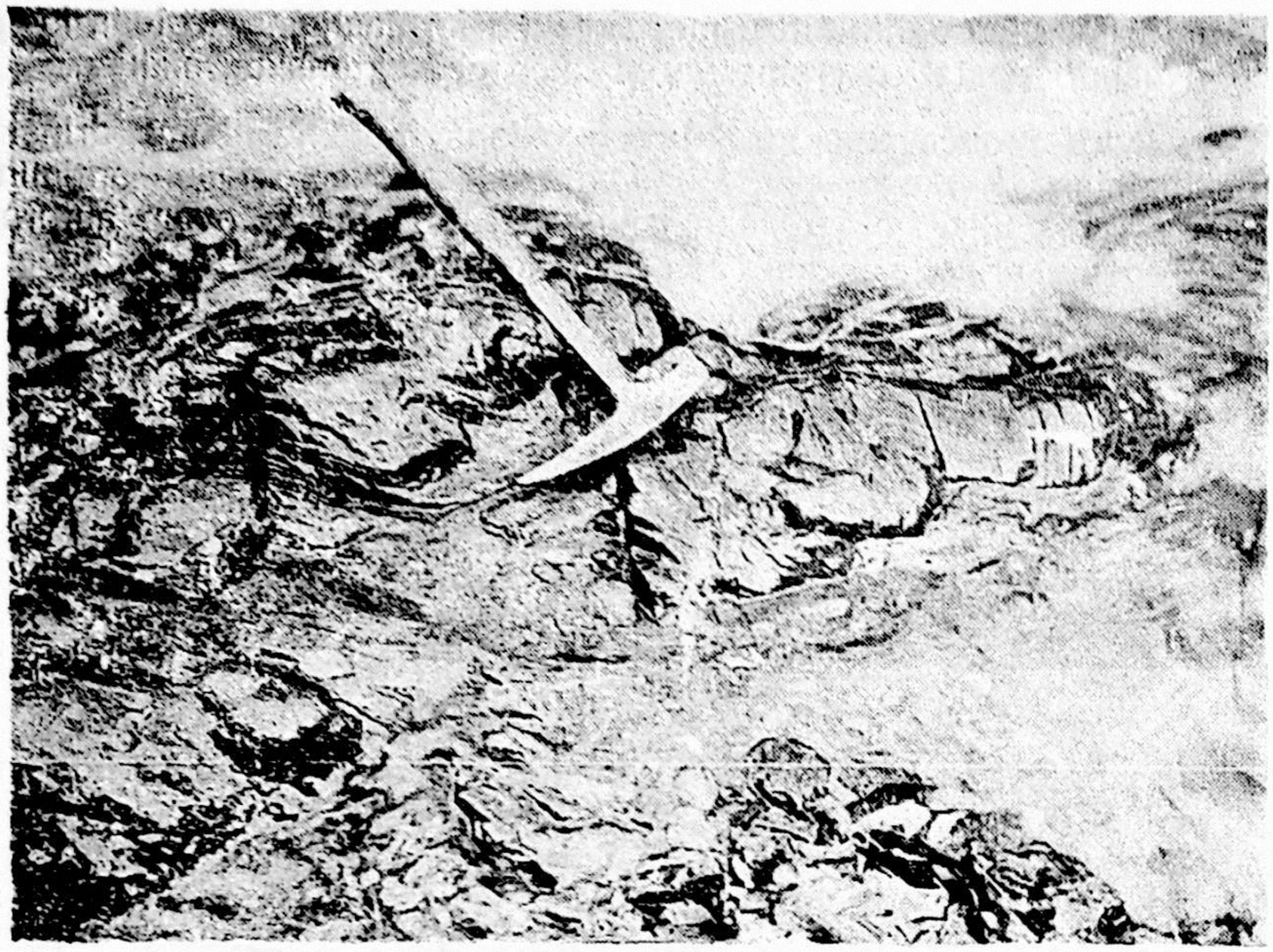
Kakav je tačno bio primaran položaj B-osa najstarijih nabora u vulkanogeno-sedimentnoj formaciji, zbog kasnijih prenabiranja i rotiranja, danas je dosta teško dokazati.

Sigurno je, međutim, da su najstariji nabori »zelenog kompleksa« nastali pre stvaranja filitoidne formacije, pa je verovatno da predstavljaju posledicu intrakambrijske tektogeneze.

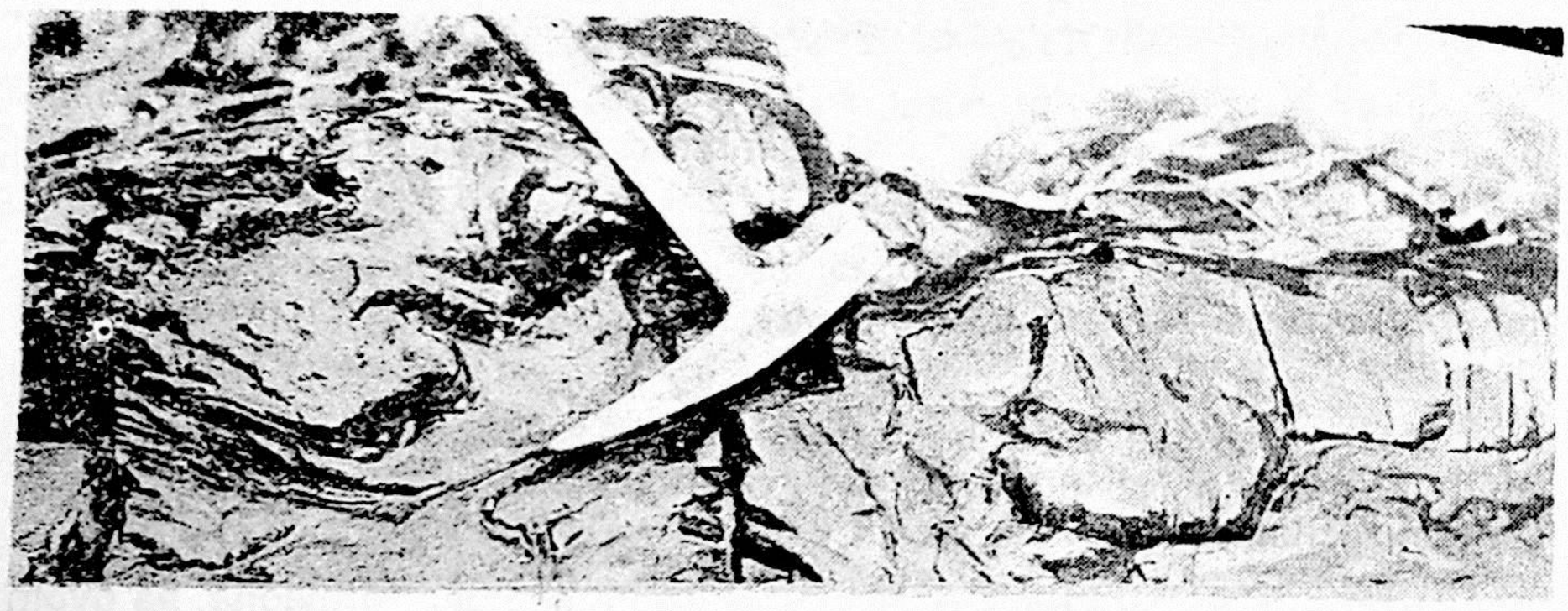
Obzirom na sve to, treba napomenuti da zahvaljujući nabiranju i prenabiranju mogu da se očekuju i prividno uvećane debljine slojeva sa Fe-mineralizacijama.

Iz prethodnog pregleda opštih strukturnih osobina formacija, na ovom terenu, vidi se da su se, posle završetka formiranja »zelenog kompleksa« desili tektonski poremećaji koji su prvi put ubrali vulkanogeno-sedimentnu formaciju. Nakon smirivanja tih tektonskih događaja, posle kraćeg ili dužeg perioda, u uslovima relativno plitkog mora, došlo je do taloženja pretežno klastičnog materijala. Sedimentacija sa kraćim prekidima traje skoro kroz ceo paleozoik. Po okončanju sedimentacije filitoidne formacije, sve tvorevine, savremenog metamorfikuma drinske oblasti, dolaze pod udar varisciskih tektonskih događaja, koji su izvršili ubiranje paleozojskih tvorevina i prvo prenabiranje vulkanogeno-sedimentne formacije. Najzad, alpskim tektonskim događajima metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija po drugi put biva prenabrana, a filitoidna formacija trpi prvo prenabiranje. Time se okončava oblikovanje i zadobijanje savremenog strukturnog sklopa metamorfikuma drinske oblasti.

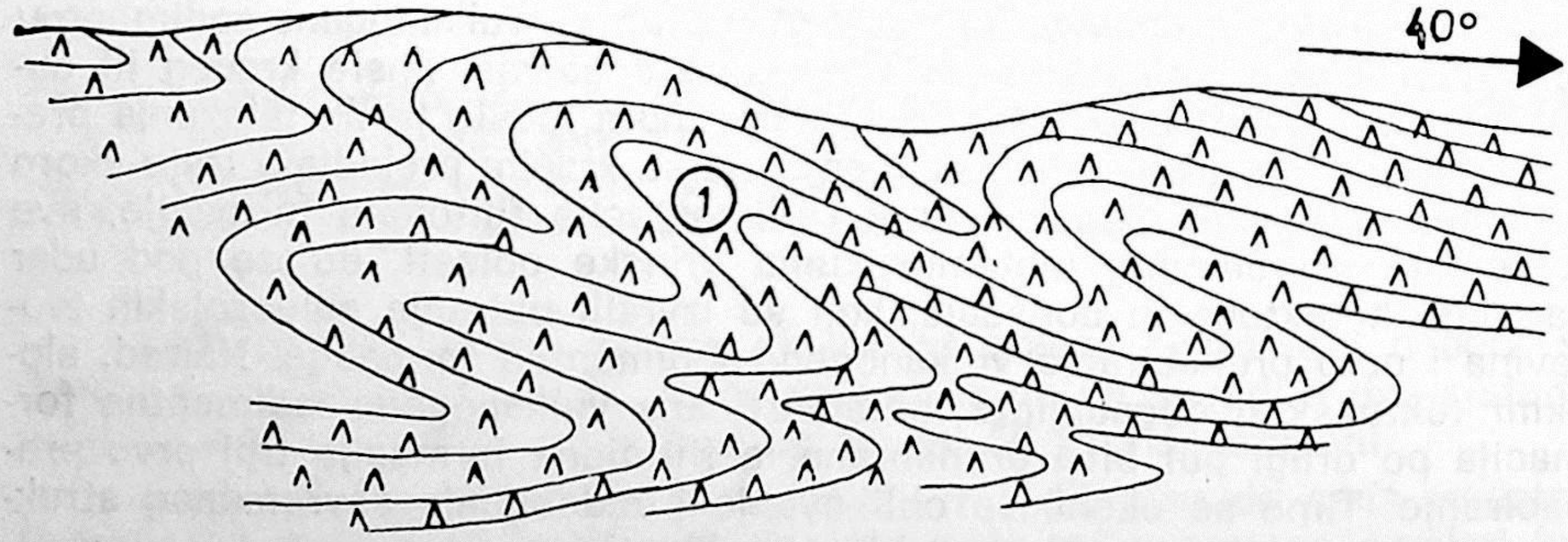
A.



B.

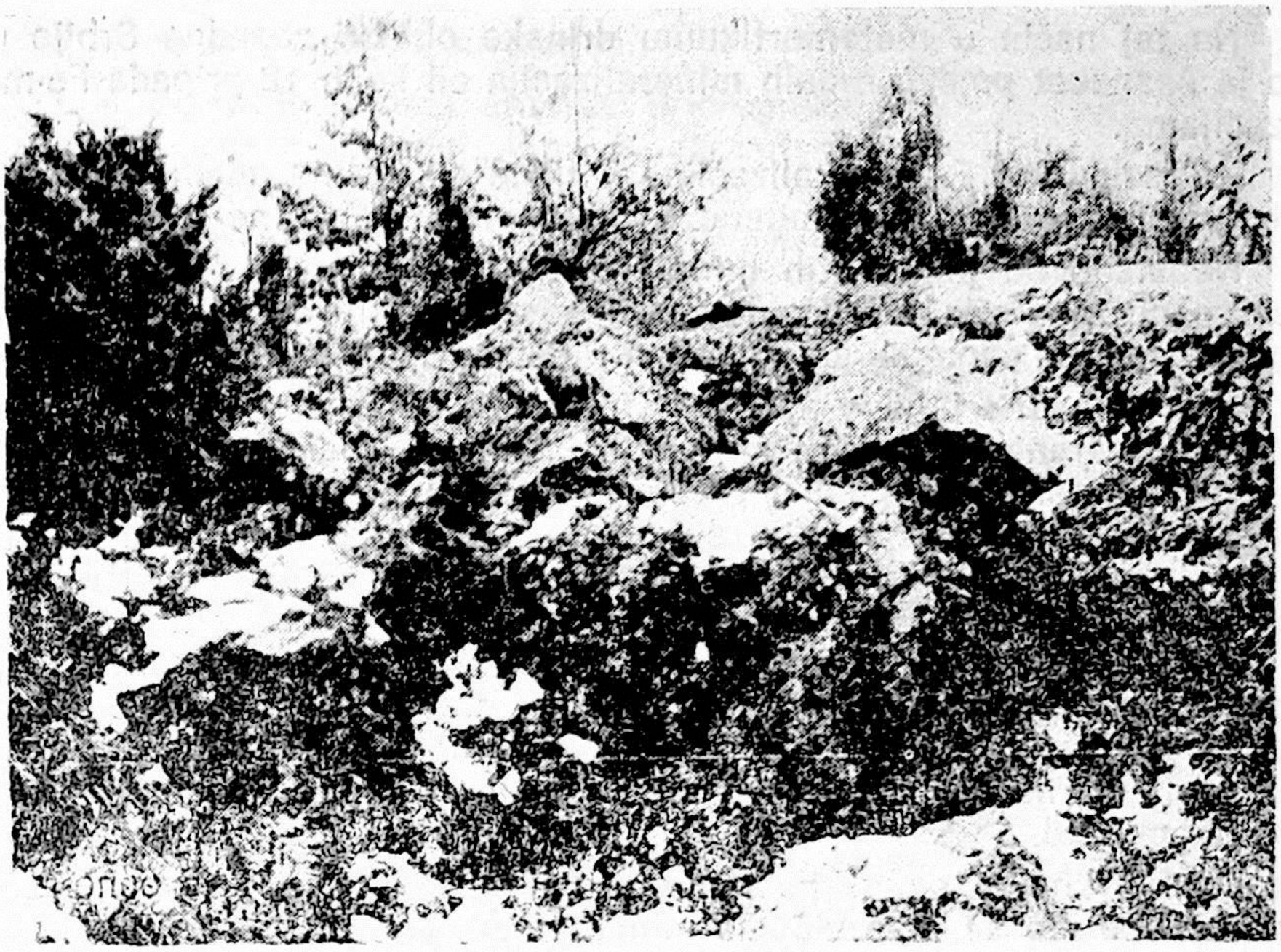


C.



Sl. 23. Intrakambrijske naborne strukture (A — snimak prirodnog izdanka, B — detalj istog izdanka, C — skica istog izdanka). 1 — Sloj hematita (metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija).

Fig. 23. Intracambrian folds (A — a photo of an outcrop, B — a detail of the same outcrop, C — sketch of the same outcrop). 1 — Hematite bed (metamorphosed volcanic-sedimentary formation).



Sl. 24. Nabori pružanja sever—jug u gvožđevitom kvarcitu na Kamenjači.

Fig. 24. Folds extending N—S in ferruginous quartzite on Kamenjača.

Fe-MINERALIZACIJE METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI U ZAPADNOJ SRBIJI

Na osnovu dosadašnjeg poznavanja metamorfikuma drinske oblasti zna se da su pojave sa Fe-mineralizacijama skoncentrisane u dvema formacijama i to: metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj i filitoidnoj formaciji. One se javljaju u jednoj zoni pružanja SZ-JI. Smeštene su između Požege i reke Drine. Kako su poznate i pojave istih mineralizacija u istočnoj Bosni, dužina zone sa izdancima Fe-mineralizacija, iznosi preko 50 km a širina je manja od 1 km.

U delu metamorfikuma drinske oblasti koji pripada zapadnoj Srbiji, izuzev pojava na Ćatića visu i u potoku Madžarevac, kod Karana, blizu Užičke Požege, sve ostale pojave skoncentrisane su između Jelove gore i reke Drine. Na tom prostoru do sada su registrovane u sledećim lokalnostima: u selu Blagojevići, na seoskom putu Orašac — Kamenjača (severno od Blagojevića), na Kamenjači, na Grebenu, u Lazićima, u Lazića potoku, na severnim padinama Gradine, u Petronijevićima, u Petronijevića potoku, u Burmazima, na planini Višesava, u selu Višesava, a u Bosni na Gradini kod sela Dvizovići, kod Tokoljaka (JI od Srebrenice) i dr.

Pored navedenih mineralizacija gvožđa registrovane su i pojave sulfidnih mineralizacija i to u lokalnosti: Duboko (severno od Titovog Užica), u Orašinama, selo Draksin, južno od Kostojevića, zaseok Porčići i u selu Lazići.

Na taj način u metamorfikumu drinske oblasti zapadne Srbije poznato je šesnaest pojava rudnih mineralizacija od kojih 12 pripada Fe-mineralizacijama.

Za razliku od Fe-mineralizacija, sulfidne su veoma mlade, tako da se neke manifestacije te metalogeneze zapažaju i na Fe-mineralizacijama.

Neovisno od pomenutih mineralizacija registrovane su i manje pojave limonitizacije, koja je nastala raspadanjem pirita i Fe-hlorita i obaranjem u rasednim zonama gde se limonit ponaša kao cement rasednoj breči.

Sve navedene pojave nesumnjivo pripadaju različitim tipovima mineralizacija stvaranim u raznim metalogenetskim periodima i genetskim uslovima. Fe-mineralizacije su u prvom redu vezane za metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju stvaranu u proterozoiku i filitoidnu, stvaranu u paleozoiku. Sulfidne mineralizacije Cu, Pb, Zn vezane su takođe za filitoidnu formaciju ali su postale u postpaleozojsko vreme.

Sve Fe-mineralizacije pretrpele su manje ili veće postgenetske promene, a naročito se manifestuju termalne izmene, nastale pod uticajem do sada neidentifikovanog intruziva, što se ogleda u prisustvu granata, turmalina, skarnova, prekristalizacije primarnih mineralizacija, silifikaciji, piritizaciji itd.

Posmatrane u celini Fe-mineralizacije ispoljavaju i izvesne međusobne razlike što se lepo vidi po mineralnom sastavu (tabela 9.).

Imajući u vidu navedene razlike, stratigrafski položaj i litološku sredinu u kojoj se javljaju Fe-mineralizacije, moguće je izvršiti njihovo razvrstavanje po vertikali.

Na osnovu svih raspoloživih podataka, pojave Fe-mineralizacija, u metamorfikumu drinske oblasti, javljaju se u šest horizonata, od kojih se 4 nalaze u »zelenom kompleksu«, a dva u »filitoidnom«.

Učešće minerala gvožđa po lokalnostima i njihove međusobne razlike u zavisnosti od metalogenetske epohe u kojoj su formirane

Tabela 9.

Lokalnost	Mineralni sastav	Metalogenetska epoha	Petrogenetska sredina
Karan	Hematit	Varisciska	Filitoidna formacija (viši delovi)
Petronijevića potok	Magnetit, pirhotin, pirit, halkopirit	Kaledonska	Filitoidna formacija (niži delovi)
Kamenjača, na putu Kamenjača—Orašac, Blagojevići	Magnetit		
Greben, Lazići, Petronijevići, Burmazi, Višesava, selo Višesava, Gradina (Bosna)	Magnetit, mestimično ima malo hematita, Fe-hlorit	Bajkalska	Metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija
Lazića potok	Hematit (spekularit)		
Lazića potok pl. Višesava	Magnetit, Fe-hlorit		

Rudonosni horizonti su sledeći:

1 — horizont sa magnetitskim impregnacijama,
2 — horizont sa hematitom (spekularitom),
3 — horizont tamnosivih kvarcita sa magnetitom,
4 — horizont svetlosivih gvožđevitih kvarcita.

Sva četiri navedena horizonta genetski su vezana za metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju, odnosno »zeleni kompleks«.

Zatim slede:

— horizont sa magnetitom i sulfidima, vezan za donje delove filitoidne formacije,

i najzad najmlađi:

— horizont »tankoslojevitog« hematita, koji pripada višim delovima filitoidne formacije.

Horizont sa magnetitskim impregnacijama

Na osnovu dosadašnjeg poznavanja mineralizacija u drinskom metamorfikumu to je najstariji horizont sa Fe-mineralizacijama.

Karakteristični rudni minerali za ovaj horizont su Fe-hlorit i magnetit.

Fe-hlorit je ravnomernije, horizontalno i vertikalno, raspoređen u odnosu na magnetit, uz to Fe-hlorit se javlja i u mlađim horizontima gde se nalaze bogatije mineralizacije.

Magnetit se javlja mestimično kao bogatija impregnacija, kada zahvata preko 15% od zapremine stene, a mestimično se svodi na nekoliko procenta ili potpuno izostaje.

Rasprostranjenje magnetitskih impregnacija, zbog veoma kompliko-vanog tektonskog sklopa, nije moglo biti jasnije definisano. U svakom slučaju ove impregnacije najzastupljenije su na planini Višesavi, a slabije u Lazića potoku i u selu Višesavi.

Fe-hloritski škriljci stvarani su u više mahova. Debljina njihovih slojeva je neravnomerna i kreće se od 0,20 m pa do preko 1,00 m. Veoma se teško razlikuju od ostalih hloritskih škriljaca. Raspoznaju se po većoj kompaktnosti, tamnijoj nijansi zelene boje (obično su tamnozeleni) i osetno većom težinom. Mestimično su zahvaćeni slabijom limonitizacijom, usled izluživanja gvožđa iz kristalne rešetke u kojoj je ono slabo vezano.

Fe-mineralizacija na planini Višesavi.

Izdanci hloritskih škriljaca sa magnetitskim impregnacijama izdvojeni su na severoistočnim i jugozapadnim padinama pl. Višesave. Tu se javljaju finotrakaste mineralizacije i impregnacije magnetita u jednom paketu prividne debljine preko 5 m.

Osnovna stena je jako uškriljeni hloritski škriljac. U njemu je primarno stvaran Fe-hlorit, koji je u toku metamorfizma jednim delom prešao u magnetit. Ovaj magnetit redovno je praćen i trakama kvarcita. Pored

ovog, tu je prisutan i magnetit nastao iz hidroksida gvožđa, u vreme stvaranja stene od koje je postao hloritski škriljac.

Magnetitska zrna su raspoređena po površinama škriljavosti stene (sl. 25.).



Sl. 25. Osnovna masa je hloritski škriljac (tamnosiv) sa dosta inkluzija i sitnih zrna magnetita (svetlosiv).

Fig. 25. Groundmass is chlorite schist (dark-gray) with inclusions and small grains of magnetite (lightgray).

U hloritskim škriljcima magnetit se javlja kao akcesorni mineral, ali mestimično, njegovo je učešće znatnije, kakav je slučaj na ovoj pojavi.

Do obogaćenja magnetitom došlo je zahvaljujući prisustvu primarnog Fe-hlorita i njegove naknadne dezintegracije, tako da se više ne može govoriti o magnetitu kao akcesornom sastojku u pravom smislu te reči.

Magnetit je u ovom lokalitetu sitnozrn. Njegove dimenzije zrna najčešće se kreću između 5 i 70 mikrona. Neravnomerno je zahvaćen procesom martitizacije, koja se mestimično jedva zapaža, a na drugim mestima martit dominira u odnosu na magnetit. Dimenzije martita variraju između 5 i 20 mikrona.

Pored navedenih, u ovoj steni zapaženo je povećano prisustvo titanovih minerala, koji mestimično uklapaju ili potiskuju zrna magnetita.

Interesantno je pomenuti da se i u drugim lokalnostima, naročito zapadnijim (selo i pl. Višesava), zapažaju povećane koncentracije titanovih minerala. Međutim, za razliku od sela Višesave gde je najvećim delom sačuvan ilmenit, ovde to nije slučaj, već je prisutan samo sfen.

Neophodno je istaći da su ovde prisutni i drugi minerali, naknadno stvoreni, kao što su: granat, epidot, apatit, aktinolit, alkalni amfibol i dr. Nastali su u procesu regionalnog i termalnog metamorfizma.

Redosled stvaranja rudnih minerala bio je sledeći: Fe-hlorit — magnetit I — magnetit II — martit — sfen — limonit.

Hemijski sastav ovih mineralizacija je neravnomeran i izgleda ovako:

Tabela 10.
u %

Ukupno Fe	SiO_2	Al_2O_3	MnO	S	P_2O_5	G. Ž.
13,30	47,70	15,10	0,32	0,77	0,02	3,23
11,28	47,40	15,80	0,12	0,70	0,09	4,72
6,15	67,50	15,30	0,74	1,14	0,006	5,50
11,45	52,20	17,40	0,10	0,62	0,07	4,00
11,38	58,60	17,15	0,12	0,86	0,06	5,12

Veći sadržaji rastvornog gvožđa odgovaraju većoj koncentraciji magnetita u hloritskim škriljcima. Lokalno posmatrano, koncentracija magnetita veća je na SI padinama Višesave nego na JZ, gde se sadržaj rastvornog gvožđa kretao i do 14%.

Horizont sa hematitom (spekularitom)

Izdanci mineralizacija iz ovog horizonta, do sada su poznati samo u Lazića potoku i na severnim padinama Gradine (SI od Petronijevića), a nađeni su komadi i u mehaničkom oreolu rasejavanja u zaseoku Ignjatovići (južne padine vrha Malić k. 780), to je udaljeno oko 2 km vazdušne linije istočno od pojava u Lazića potoku, na osnovu čega se može govoriti o, relativno, velikom lateralnom rasprostranjenju ovog horizonta.

U ovom horizontu utvrđena su dva sloja hematitskih mineralizacija, čije debljine variraju između 0,6 (sl. 26) i 1,00 m. Te debljine su mestimično prividno znatno veće, što je posledica ubiranja (sl. 22, 23.). Ova dva sloja međusobno su razdvojena hloritskim škriljcima debljine između 10 i 20 m.

Donji (prividno) od ta dva sloja (sl. 28.) praćen je veoma karakterističnim slojem belog mermera, debljine 0,50 m.

Pored toga, treba pomenuti da je u nižim delovima, od donjeg hematitskog sloja, zapažen proslojak Fe-hloritske mineralizacije, debljine 0,30 m, koja je takođe praćena proslojkom belog mermera, debljine 0,30 m.

Ta dva sloja mermera veoma su karakteristični i mogu da posluže kao reper u prospekciji mineralizacija ovog horizonta. Oni se nalaze u krovini Fe-mineralizacija. Međutim, podinu im predstavljaju hloritski škriljci, koji nemaju oštre granice već postupno prelaze u njih.

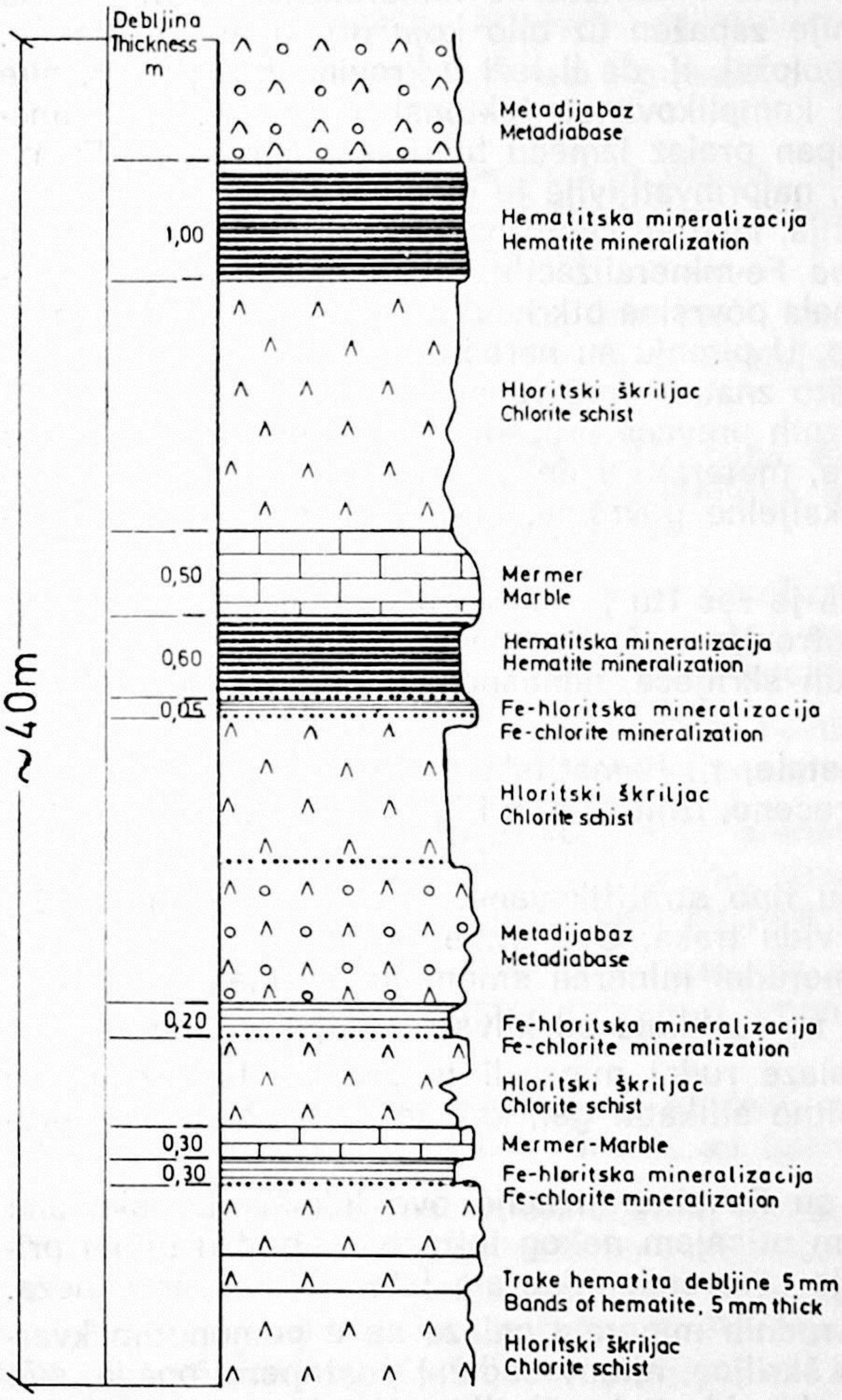


Sl. 26. Ubrani deo donjeg hematitskog sloja (Lazića potok).
Fig. 26. Folded part of the lower hematite bed (Lazići stream).



Sl. 27. Rasedom (R) raskinut donji hematitski sloj (hm) u dnu Lazića potoka.
Fig. 27. Lower hematite bed (hm) in the bedrock of Lazići stream dislocated by a fault (R).

Drugi sloj, u ovom slučaju gornji (to je samo njegov relativan položaj) nema karakterističnog mermera kao pratioca, već leži u hloritskim škriljcima kao njihov normalni i sastavni deo.



Sl. 28. Stratigrafski položaj Fe-mineralizacija u Lazića potoku.

Fig. 28. Stratigraphic position of Fe-mineralizations in the Lazići stream.

Fe-mineralizacije u Lazića potoku

Predstavljaju najsloženije mineralizacije od svih, do sada, poznatih u metamorfikumu drinske oblasti. Do sada je utvrđeno prisustvo četiri sloja Fe-mineralizacija. Sve su vezane za hloritske škriljce, odnosno za metamorfisanu vulkanogenu sedimentnu formaciju. To je jedan paket hloritskih škriljaca, prividne debljine oko 40 m. U donjem delu tog paketa javljaju se hloritski škriljci sa trakama hematita debljine do 5 mm, i Fe-hloritskom mineralizacijom debljine 0,30 m. U srednjem delu nalazi se

sloj hematitske mineralizacije debljine 0,60 m, a dalje u gornjem delu tog paketa, leži, opet, sloj hematitske mineralizacije debljine oko 1,00 m.

Interesantno je pomenuti da se, u donjem i u srednjem delu, javlja mermer kao pratilac Fe-hloritske i hematitske mineralizacije. On je vrlo karakterističan i do sada nije zapažen uz bilo koju drugu mineralizaciju. Osim toga, njegov stvarni položaj, tj. da li leži u krovini ili u podini, nije definitivno razjašnjen, zbog komplikovanog tektonskog sklopa. Ipak, imajući u vidu, naročito, postupan prelaz između hloritskih škriljaca i Fe-mineralizacija o kojima je reč, najprihvatljivije je gledište da se mermer nalazi u krovini Fe-mineralizacija, iako se često na terenu vidi i obrnut položaj tj. da mermer leži ispod Fe-mineralizacije. Ovim nejasnoćama doprinela su dva faktora: prvo, mala površina otkrivenog izdanka i drugo, veoma komplikovan tektonski sklop. U pitanju su naročito naknadne prerade starih strukturnih elemenata, što znatno otežava njihovo dešifrovanje. Upadljivo je prisustvo nabora raznih pravaca pružanja, a njihove dimenzije su: centimetarske, decimetarske, metarske i dekametarske. Takođe, dobro je razvijen i najmlađi klivaž aksijelne površine, duž koga je zastupljen spekularit.

Mineralizacije o kojima je reč (tu je uključen i izdanak na severnim padinama Gradine, SI od Petronijevića), nastale su jednovremeno sa formiranjem današnjih hloritskih škriljaca, odnosno, metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije.

Izuzev Fe-hloritskih, ostale, tj. hematitske mineralizacije, nalaze se u kvarcitima, ali kao što je rečeno, između njih i hloritskih škriljaca postoji postupan prelaz.

Same mineralizacije su fino stratifikovane, gde se rudni minerali i minerali jalovine javljaju u vidu traka. Ove trake verovatno predstavljaju slojevitost, gde se rudni i nerudni minerali smenjuju naizmenično.

Te trake jasno i oštro se razlikuju od klivaža aksijalne površine.

Sredina u kojoj se nalaze rudni minerali je kvarcit. Ispitivanja su pokazala da je to bio prvobitno silikatni gel, koji je metamorfizmom preveden u kvarcit.

Treba napomenuti da su Fe-mineralizacije ove lokalnosti naknadno bile i pod snažnim termalnim uticajem nekog intruziva. Otud u njima prisustvo prekristalizacije ranije stvorenih minerala i termalnih parageneza.

Najveće koncentracije rudnih minerala nalaze se u pomenutim kvarcitima, a ulazeći u hloritske škriljce, njihov sadržaj postepeno opada, sve dok stena ne pređe u normalne hloritske škriljce. U odnosu na mermer tog postupnog prelaza nema, već je granica između Fe-mineralizacije i mermera oštra.

Iz svih navedenih podataka izlazi da se Fe-mineralizacije javljaju u hloritskim škriljcima, u Fe-hloritskim škriljcima, zatim u hloritskim kvarcitima, u kvarcitima gde se nalaze najveće koncentracije gvožđa i, najzad, u skarnovima.

U hloritskim škriljcima, kao što je već istaknuto, najstariji su magnetit (učestvuje u sastavu stene i do 20%) i Fe-hlorit. Ta dva minerala količinski su najzastupljeniji, zatim slede manje količine prekristalisanog magnetita (koji se često pretvara u martit) i rekristalisanog ljuspastog hema-

tita. Pored ovih, a pod naknadnim termalnim uticajem, stvoren je hidrotermalni pirit i značajne količine hidrotermalnog kvarca i kalcita. Hidrotermalni kvarc, kalcit i pirit predstavljaju sulfidnu paragenezu, genetski vezanu za mladu magmatsku intruziju, verovatno kiselijeg sastava, koja je izvršila i prekristalizaciju primarnih mineralizacija gvožđa.

Na ovakav zaključak navodi i prisustvo granata, turmalina, cirkona i apatita u njima.

Redosled stvaranja minerala je sledeći: magnetit i Fe-hlorit—prekristalisani magnetit—kvarc—prekristalisani hematit—hidrotermalni i pirit——halkopirit—descedentni limonit.

U Fe-hloritskim škriljcima, kao što i sam naziv stene kaze, najvažniji mineral je Fe-hlorit. Pored ovog, u manjoj količini zastupljen je i sitnozrni magnetit.

I ova mineralizacija je, kao i prethodna, zahvaćena promenama čiji su produkti prekristalisani magnetit, delimično martitiziran i hidrotermalna sulfidna parageneza (pirit, halkopirit).

U okviru ove kao i prethodne mineralizacije, zapaženo je prisustvo granata, turmalina, kvarca i dr. minerala koji govore o blizini intruziva koji je izvršio promene na mineralizacijama gvožđa u ovoj lokalnosti.

Red stvaranja minerala je sledeći: Fe-hlorit i magnetit — prekristalisani magnetit — martit — sulfidna parageneza.

U hloritskim kvarcitima koji inače predstavljaju jedan prelazni član između mineralizovanih hlorita i kvarcita, zapažen je sitnozrni magnetit, hlorit, a takođe i hidrotermalni minerali pirit i halkopirit.

Sadržaj svih rudnih minerala je nizak. Na sulfidima se zapažaju i transformacije. Tako se pirit često pretvara u limonit, a halkopirit u limonit sa sadržajem bakra.

Redosled stvaranja minerala je sledeći: magnetit i hlorit—pirit—halkopirit—descedentni limonit i limonit sa bakrom.

U kvarcitima, pretežno sitnozrnim, javljaju se najveće koncentracije minerala gvožđa i sa tog aspekta su i najznačajniji. Prvenstveno je zastupljen hematit i, znatno manje magnetit. Najraniji hematit i magnetit danas su količinski podređenije zastupljeni. Po pravilu, to su minerali sitnog zrna ili praškasti. Mestimično, javljaju se i u vidu submikroskopske »prašine«.

Tamo gde su sačuvani primarni rudni minerali, zapažaju se ovalne forme i jajasta zrna hematita, a takođe i ovalne forme silicijske mase. Sve to leži u osnovi koja je puna disperznog hematita.

Mestimično je zapaženo da sitnozrni hematit i magnetit cementuju zrna kvarca u kvarcitu.

Neophodno je istaći da su najstariji magnetit i hematit nastali dehidratacijom prvobitnog hidroksida gvožđa, a kvarcit iz silikatnog gela.

Kao i ostale mineralizacije u ovoj lokalnosti, tako je i ova zahvaćena snažnim naknadnim promenama. Termalne promene najbolje se manifes-



Sl. 29. Primarni ooliti (centralni deo slike) u kvarcitu (crno), nastali su iz silicijskog gela. Danas je to finozrni kvarc. Ooliti su cementovani, a kvarcit zamenjen u toku prekristalizacije hidrotermalnim ljuspastim hematitom (spekularitom — sivobeo). 180x (ulje).

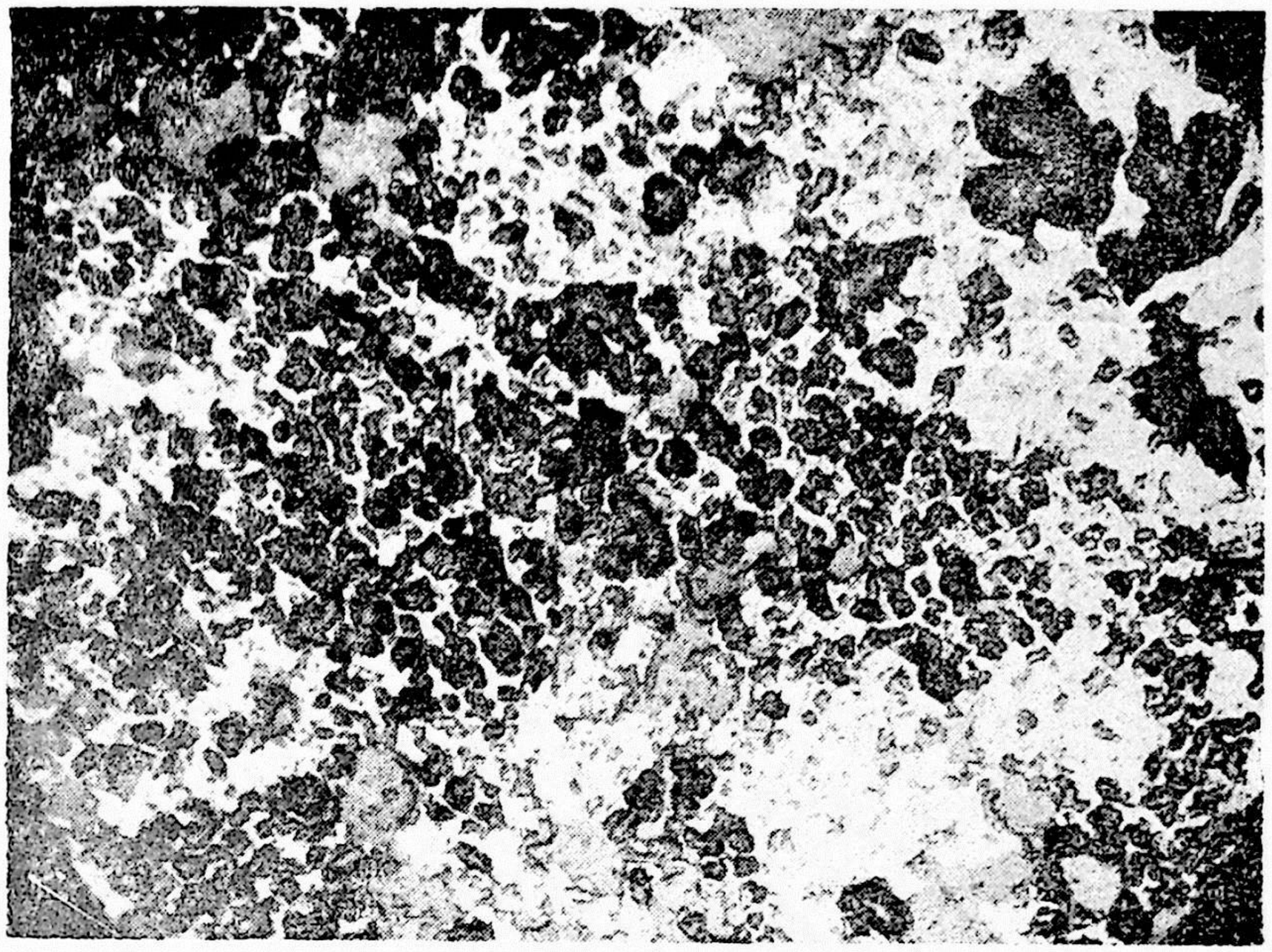
Fig. 29. Primary oolithes (central part of the photo) in quartzite (black), originated from siliceous gel. Presently this is a fine-grained quartz. Oolithes are cemented, and quartzite was replaced by hydrothermal flaky hematite (specularite — graywhite) during the recrystallization. 180x (oil immersion).

tuju na mineralima gvožđa. U tom procesu stvorene su velike količine ljuspastog hematita (spekularita), kao i nešto malo prekristalisanog magnetita, kasnije, slabo martitiziranog. Prekristalisani hematit, ovde predstavlja glavni mineral gvožđa i njegova zastupljenost kreće se iznad 40% dok rekristalisanog magnetita ima ispod 10%. U procesu transformacije prvo je stvoren rekristalisani magnetit, pa onda spekularit. Međutim, posle stvaranja magnetita, a pre spekularita, stvoren je u znatnoj količini kvarc i manja količina kristala karbonata (sl. 32.).

Spekularit koji je nastao posle kvarca i karbonata potiskuje ih i cementuje.

Prekristalizacija magnetita odigrala se pri visokotemperaturnim uslovima, a hematita u hidrotermalnoj fazi. Takođe, jedan deo kvarca je postao pri visokoj temperaturi, a drugi je postao u hidrotermalnoj fazi. Ovde se ne isključuje mogućnost da je jedan deo kvarca nastao iz kvarcita.

U međuvremenu, između stvaranja kvarca II, a pre spekularita, izlučuje se karbonat prve faze, koja je slabo izražena, a glavna faza stvaranja karbonata (kalcita) bila je posle postanka prekristalisanog hematita.



Sl. 30. Sitnozrni magnetit (svetlosiv) cementuje zrna kvarca (crn). Sivo: neogeni kvarc i granat 180x (ulje).

Fig. 30. Fine-grained magnetite (light-gray) cements quartz grains (black). Gray: neogenic quartz and garnet. 180x (oil immersion).



Sl. 31. Fe-hloritski škriljac (sivocrn do crn) sa dosta inkluzija sitnozrnog magnetita (svetlosiv). Magnetit je postao »ispadanjem« gvožđa iz Fe-hlorita u toku metamorfizma. 180x, ulje.

Fig. 31. Fe-chlorite-schist (dark-gray to black) with frequend inclusions of fine-grained magnetite (light-gray). Magnetite was formed by "falling out" of iron from Fe-chlorite during metamorphism. 180x, oil immersion.

Pored navedenih minerala, mestimično je, u kvarcitu, zapaženo i prisustvo halkopirita, koji je takođe hidrotermalni produkat.

Ovo je dokazano i hemijskim analizama pri čemu je utvrđen sadržaj bakra u količinama od 300 do 1000 gr/t.



Sl. 32. Kristali hidrotermalnog karbonata (crn) uklopljeni u mladem spekularitu, koji potiskuje kvarcit (crn, trakast) 180x, ulje.

Fig. 32. Crystals of hydrothermal carbonate (black) included in younger specularite which replaces quartzite (black, banded), 180x, oil immersion.

Redosled izlučivanja minerala je sledeći: magnetit, hematit i kvarc — prekristalisani magnetit — kvarc II — karbonat I — prekristalisani hematit, martit — halkopirit — karbonat II, kalcit.

Skarnovske Fe-mineralizacije javljaju se isključivo u okviru već pomenutih Fe-mineralizacija, ali su izdvojene kao zaseban tip, obzirom da je osnovna stena kontaktno metamorfna i da je u njoj nađena skarnovska asocijacija minerala. Zastupljeni su sledeći minerali: granat, turmalin, alkalni amfibol (glaukofan), kvarc, i dr., kao i minerali postali na nižoj temperaturi: albit i stilpnomelan.

U očuvanom primarnom delu stene zapažaju se neizmenjeni Fe-minerali: magnetit i Fe-hlorit, a u skarnovskoj masi, tj. kontaktno-izmenjenom delu stene prekristalisani magnetit, zahvaćen slabijom martitizacijom i prekristalisani ljuspasti hlorit.

Količinska zastupljenost minerala gvožđa u ovom tipu mineralizacija mala je, što jasno govori da ovde u procesu kontaktnog metamorfizma nije bilo prinosa gvožđa ili je to bilo vrlo malo, a da su sve ostale koncen-

tracije postale znatno pre tog procesa, tj. u vreme stvaranja stena »zelenog kompleksa«.

U celini posmatrano, vidi se da su rudne mineralizacije predstavljene sledećim rudnim mineralima: Fe-hlorit, magnetit (više generacija), hematit, spekularit, martit, pirit, halkopirit, limonit, zatim, nerudni minerali: kvarc (više generacija), hlorit (više generacija), kalcit, stilpnomelan, granat, turmalin, cirkon, apatit, glaukofan, feldspat, sericit, albit, ređe je prisutan muskovit i epidot.

Alteracije u okviru mineralizacija predstavljene su silifikacijom, feldspatizacijom, karbonatizacijom i, manje, hloritizacijom. Dalje, kod mineralizacija u hloritskim škriljcima izražena je i epidotizacija.

Iz navedenih podataka jasno se vidi genetska i paragenetska složenost pojava rudnih mineralizacija ovog lokaliteta, kao posledica toga jeste i varijabilno učešće pojedinih elemenata.

Dosadašnja ispitivanja hemijskog sastava, a ona su obavljena samo delimično i to na donjem sloju hematita, pokazala su sledeći sadržaj:

Tabela 11.
u %

Fe Ukupno	Fe Rastvorno	SiO_2	Al_2O_3	Mn	S	P	G. Ž.*)
34,00	25,00	44,70	2,75	0,70	0,54	0,02	2,60
36,40		40,20				0,05	
38,40		30,60				0,08	
35,60		42,70				0,07	
35,00		37,10				0,07	
34,00		43,20				0,05	
31,30		41,25				0,04	

A što se tiče učešća ostalih elemenata ono je sledeće:

Tabela 12.
u gr/t

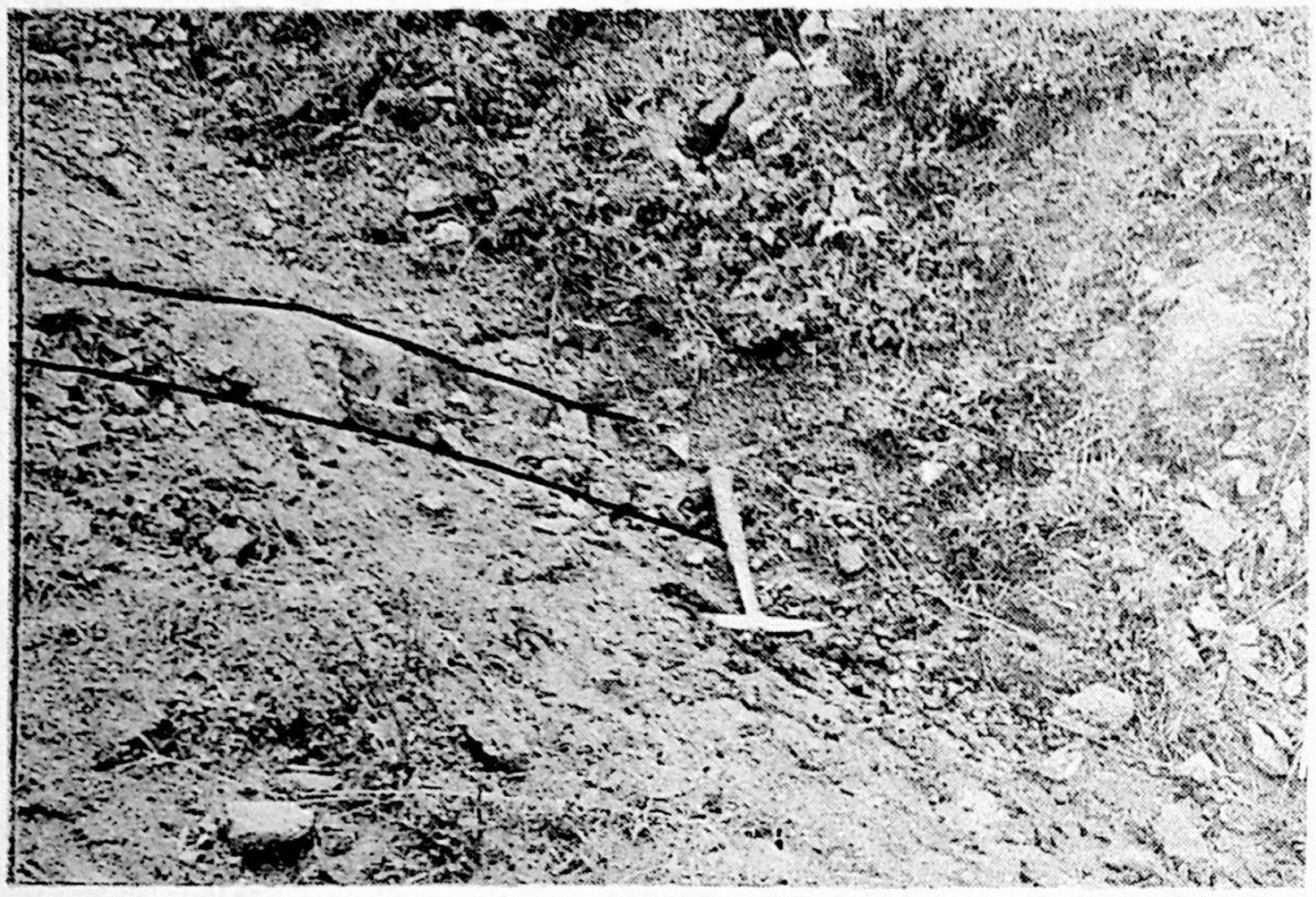
	Mg	Ca	Na	Pb	V	Cu	Zn	Ni	Cr	Ba	Sr	Ti
I	1300	7500	1200	17	125	300		21	sl. tr.	14	70	450
II	1300	6000		60	125	1000	1000	42	45	550	—	120

Horizont tamnosivih kvarcita sa magnetitom

Predstavljen je pojavama u selu Lazići (sl. 33.), u Petronijevićima, na planini i u selu Višesavi. Reč je, izgleda, o dva sloja čije su debljine 0,60 i 1 m. Mestimično, oni su izrazito budinirani kakav je slučaj u selu Višesavi. Na mogućnost prisustva dva sloja govore različite strukturne i teksturne osobine. Kod jednih, izgleda, dubljih, kvarcit sa magnetitskim

*) G. Ž. gubitak žarenjem.

impregnacijama je masivan, a kod drugih su tipične trakaste mineralizacije. Ove poslednje, do sada, su registrovane u mehaničkom oreolu rasejavanja u selu Lazići i na Grebenu istočno od s. Lazića, u Petronijevićima, u s. Višesavi i na Kiku zapadno od pl. Višesave.



Sl. 33. Izdanak tamnosivog gvožđevitog kvarcita.

Fig. 33. Outcrop of dark-gray ferruginous quartzite.

Primarno horizontalno rasprostranjenje moralo je biti veliko, što se vidi na osnovu današnjeg položaja izdanaka.

Ovde je magnetit dominirajući rudni mineral, čija su zrna veoma sitna, tako da često prelaze u »praškasti« magnetit.

Stratigrafski položaj ovog horizonta u odnosu na ostale još uvek je nejasan. Najverovatnije je da je postao posle formiranja horizonta sa Fe-hloritom i magnetitskim impregnacijama, ali u odnosu na horizont sa hematitom nije bilo mogućnosti da se utvrdi stvarni položaj. Ipak, izgleda, najverovatnije da je postao posle horizonta sa hematitom. Na ovakav zaključak navode nas dva podatka: 1. postojanje postupnog prelaza između hloritskih škriljaca i hematita, što je jasno vidljivo u Lazića potoku i 2. velika sličnost u mineraloškom sastavu između ovih kvarcita i svetlosivih gvožđevitih kvarcita kakvi se nalaze na Kamenjači.

Pojava u selu Lazići

Ovde je reč o jednom izdanku na putu Kokošica — selo Lazići, čija je debljina 0,60 m. Po svemu sudeći ovaj je sloj budiniran, a ono što se danas vidi predstavlja jedan buden koji, izolovan, leži sada u hloritskim

škriljcima. Hloritski škriljci u domenu same pojave su u stvari hloritsko-aktinolitski škriljci, u kojima se javlja i proslojak mermera. U odnosu na mineralizaciju, danas mermer prividno leži u podini mineralizacije. Moguće je da ovde postoji sličan odnos hloritskih škriljaca, Fe-mineralizacije i mermera kao što je to i u Lazića potoku. U tom slučaju moglo bi se govoriti o zakonitosti pojavljivanja i uzajamne povezanosti te tri stene, što bi sugerisalo njihovo izdvajanje na pojedine sekvence (sl. 28, 34.).

Mermer o kome je reč nije ravnomerno razvijen u horizontalnom pravcu i, verovatno da je to razlog zašto ga nema uz »gornji« sloj hematita u Lazića potoku.

Inače, u ovoj mineralizaciji od rudnih minerala zastupljeni su samo magnetit, martit, spekularit i limonit, od nerudnih kvarc i redak hlorit.



Sl. 34. Stratigrafski položaj Fe-mineralizacije u Lazićima

Fig. 34. Stratigraphic position of Fe-mineralization.

Magnetit se javlja u dvema generacijama: sitnozrni magnetit, nastao iz koloidnog rastvora, i naknadni, nastao pod termalnim uticajima. Najviše ima prekristalisanog magnetita, a samo retko se nađe sitnozrni.

Prekristalisani magnetit javlja se u kristalnim oblicima veličine oko 200 mikrona. Zbog snažnih tektonskih deformacija kristali magnetita su često polomljeni.

Procesi prekristalizacije, koji su doveli do stvaranja krupnijih kristala magnetita, najverovatnije je da su isti kao i u Lazića potoku i da su vezani za neki mlađi intruziv.

Magnetit se delimično pretvara u martit, a limonit je descedentan.

Treba naglasiti da su hloritski škriljci u neposrednoj blizini Fe-mineralizacije intenzivno limonitisani.

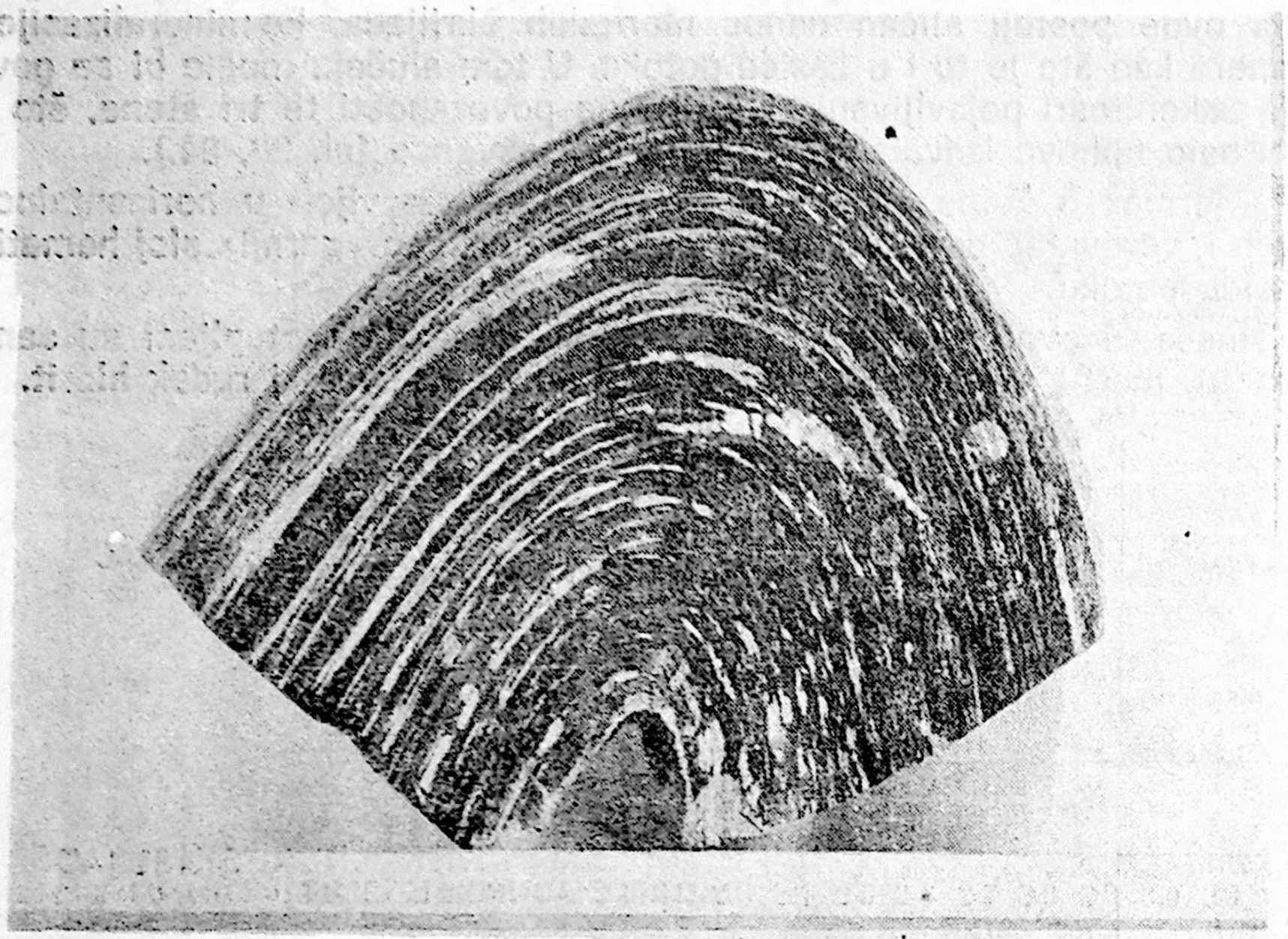
Interesantno je pomenuti da su i ovde zapažene pritke hidrotermalnog spekularita.

Redosled stvaranja rudnih minerala je sledeći:

Sitnozrni magnetit — prekristalisani magnetit — martit — spekularit — limonit.

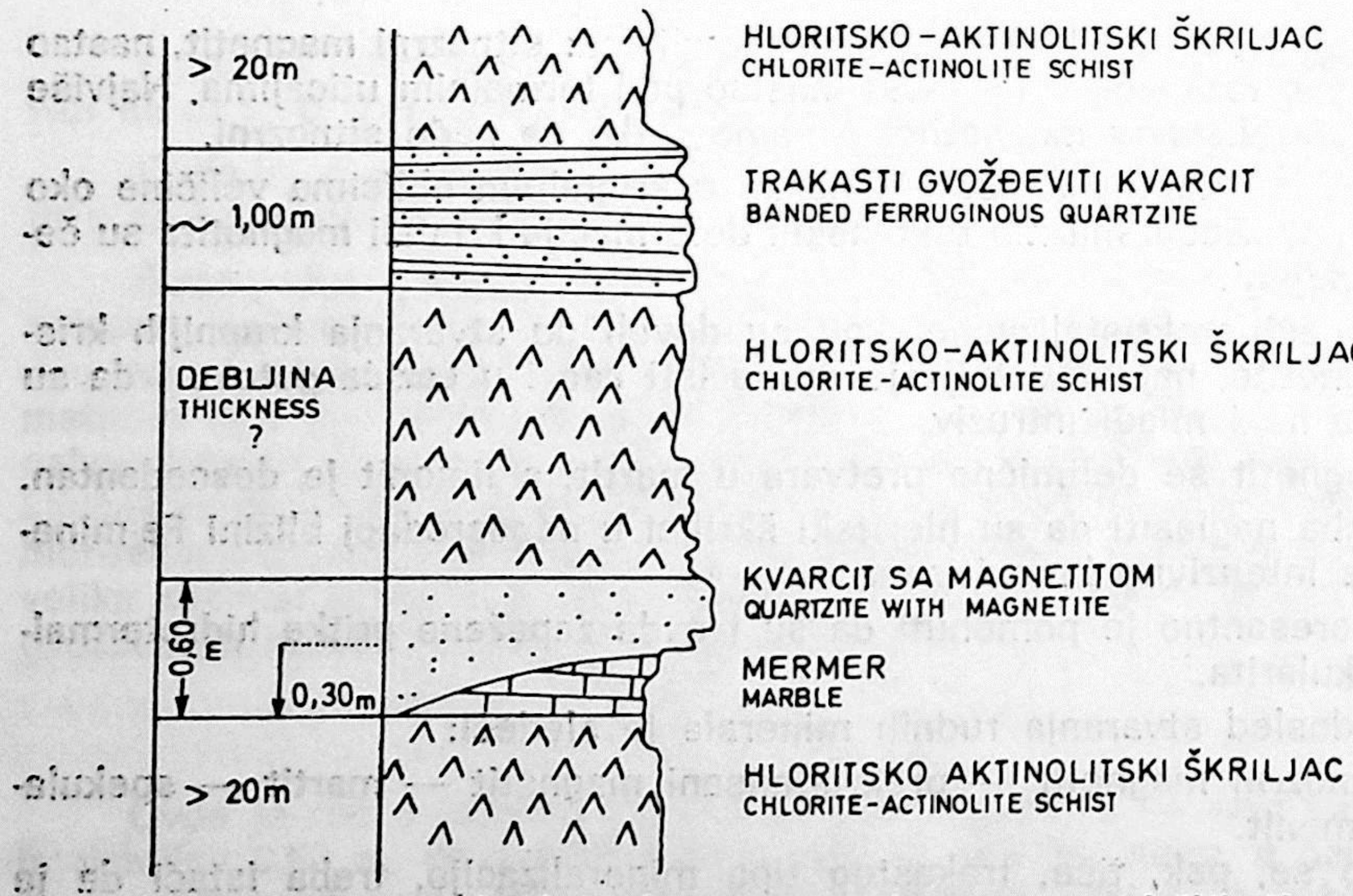
Što se, pak, tiče, trakastog tipa mineralizacije, treba istaći da je registrovana samo kao mehanički oreol rasejavanja i da je reč, takođe, o

kvarcitu (sl. 35.) u kome se smenjuju trake kvarcita sa magnetitom. Trake verovatno predstavljaju primarnu stratifikaciju, a mineralizacija magnetitom ravnomerno je raspoređena.



Sl. 35. Uzorak ubrane trakaste magnetitske mineralizacije.
Fig. 35. Specimen of a folded, banded magnetite mineralization.

U stubu mineralizacije ovog horizonta bi izgledalo ovako: sl. 36.



Sl. 36. Prividan međusobni odnos Fe-mineralizacija i petroloških članova u horizontu tamnosivih gvožđevitih kvarcita.

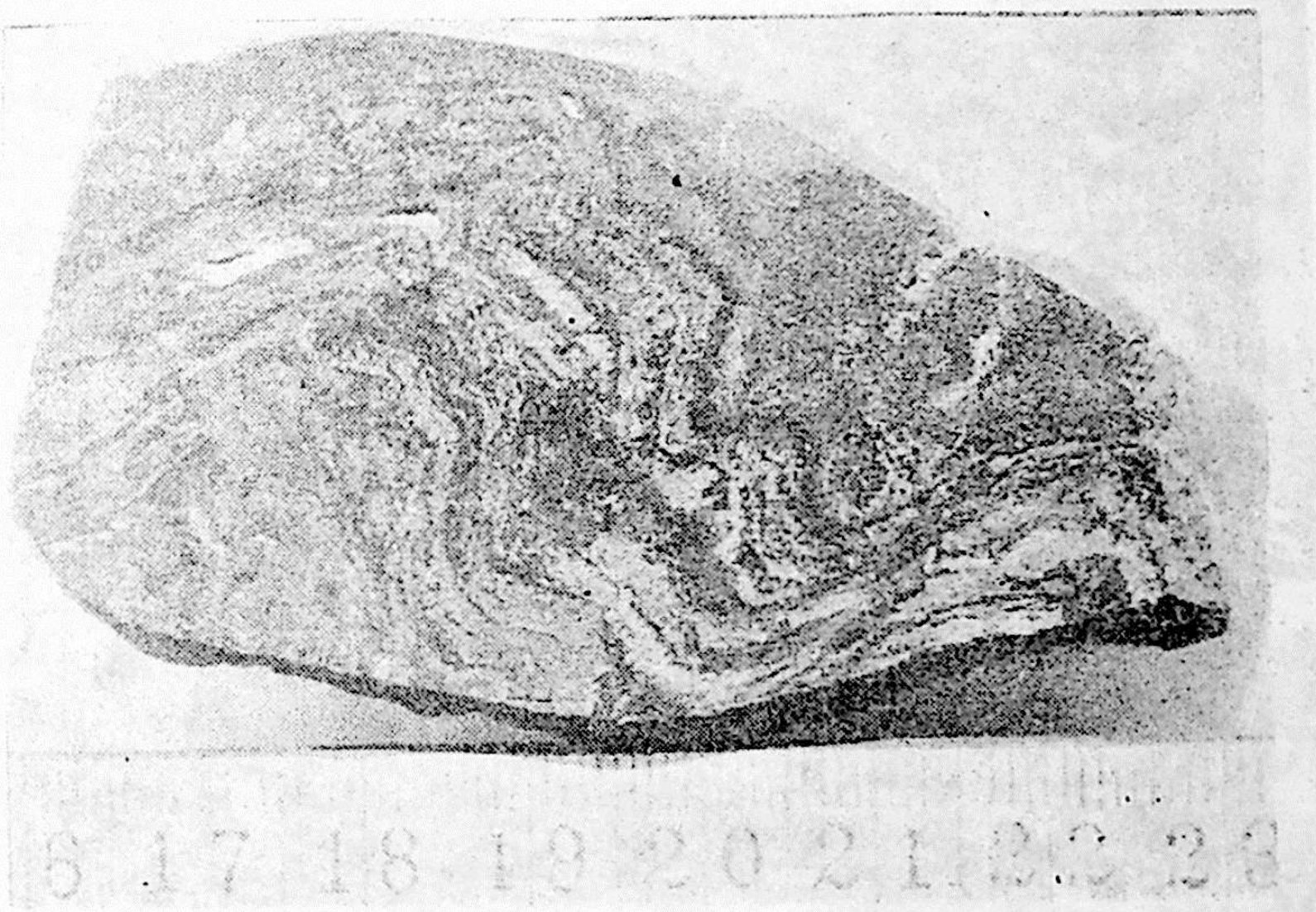
Fig. 36. The apparent mutual relation of Fe-mineralization and petrological members in the horizont of ferruginous quartzite.

Pojava u Petronijevićima

Ovde se radi o jednom, relativno velikom mehaničkom oreolu rasejavanja, gde pojedini blokovi (veličine preko 1 m^3), ležeći u humusu, liče na izdanak. Obzirom da su magnetskim merenjima dobijeni takvi podaci da ne ukazuju na prisustvo veće magnetične mase, moglo bi se predpostaviti da je ovde, razoreno rudno telo i da su od njega zaostali pojedinačni manji ili veći blokovi.

Kako imamo sličnu situaciju i na levoj obali reke Dervente, u blizini ušća Lazića potoka u reku Derventu i krajnjim JI delovima zaseoka Burmazi, ova pojava ima svoj metalogenetski značaj, zbog čega joj se i posvećuje posebna pažnja.

Kao i ostale pojave koje leže u metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji i ova je zahvaćena intenzivnim tektonskim deformacijama (sl. 37.).



Sl. 37. Trakasta Fe-mineralizacija. Tamni delovi: magnetit, hematit i limonit; svetliji minerali jalovine.

Fig. 37. Banded Fe-mineralization. Darker parts: magnetite, hematite and limonite; gangue minerals are lighter.

Primarna parageneza je ista kao i na prethodnoj pojavi. Dakle, magnetit i Fe-hlorit. Fe-hlorit je retko očuvan, dok je magnetit nešto obilniji.

Najzastupljeniji minerali su sekundarni. U prvom redu to je prekristalisani magnetit, kristalnog oblika, sa veličinom zrna oko 200 mikrona za razliku od magnetita, koji se ne javlja u obliku kristala, a veličina zrna manja je od 100 mikrona.

Sitnozrni magnetit se ponaša kao cement zrnima kvarca ili se javlja u vidu fine »prašine« i sitnih zrna.

Prekristalisani magnetit nastao je termalnim uticajima na sitnozrni magnetit. Javlja se u vidu metasomatskih potiskivanja, a ponekad i u obliku žilica.

Obe generacije magnetita mestimično su zahvaćene slabije izraženim pretvaranjem u maghemit, iako ima pojedinačnih zrna koja su potpuno pretvorene u ovaj mineral.

Pored navedena dva, odnosno tri minerala, za razliku od s. Lazića, ovde je prisustvo hematita znatnije. To je mlađi hematit (spekularit) koji potiskuje prekristalisani magnetit.

Moguće, da je ovaj hematit postao prekristalizacijom primarnog, ali to ovog puta nije moglo biti utvrđeno (sl. 38.).

Najzad, ovde ima i limonita, descedentnog porekla i malo je zastupljen. Nastao je od hidrotermalnog pirita, slabo zastupljenog.

Od nerudnih minerala prisutni su: kvarc, rutil, sfen, aktinolit, zojzit, liskun, turmalin, granat, kalcit.



Sl. 38. Ljuspasti hematit (spekularit) trakasto potiskuje stenu (crno) i krupnija zrna prekristalisanog magnetita.

Fig. 38. Flaky hematite (specularite) in form of bands replaces rock (black) and larger grains of recrystallized magnetite.

Ova asocijacija je takođe nastala pod termalnim uticajem nekog intruziva.

U ovoj mineralizaciji kao i u Lazićima, magnetit i kvarc bili su u prvim fazama svog razvitka, hidroksid gvožđa i silicijski gel. Oni su u toku metamorfnih promena gubili vodu, postajući kvarcit i magnetit. Naknadnim promenama, pod uticajem, verovatno, nekog granitoida, postaju mine-

rali iz zone kontaktnog metamorfizma, a istovremeno, ili nešto docnije, dolazi do remobilizacije primarnih minerala i stvaranja novih.

Ovde verovatno imamo jednu hidrotermalnu fazu u kojoj se stvaraju hidrotermalni pirit, kalcit i dolazi do martitizacije magnetita.

Redosled izlučivanja bio bi sledeći:

Sitnozrni magnetit — kontaktni minerali — prekristalisani magnetit — kvarc — spekularit, martit — hidrotermalni pirit — kalcit — limonit (descedentni).

U neposrednoj blizini Fe-mineralizacije zastupljeni su hloritski škriljci, ali i karbonatni škriljci. Ovi poslednji nalaze se, u prividno, krovinskim delovima Fe-mineralizacije, što se u potpunosti uklapa u već naglašenu šemu sekvenci.

Kako nije pouzdano utvrđeno prisustvo izdanaka, uzeta je jedna proba od bloka Fe-mineralizacije koji liči na izdanak, a rezultat analize te probe prikazan je na sledećoj tabeli:

Tabela 13.
u %

Fe ukupno	Fe rastvoreno	SiO_2	Al_2O_3	P	S	Mn	G. Ž.
25,20	24,30	57,60	2,28	0,025	0,47	0,30	1,40

Pojave na planini Višesavi

Na planini Višesavi nije reč o izdanku, već o jednom velikom mehaničkom oreolu rasejavanja u kome se nalaze komadi i blokovi čije se dimenzije kreću od 1 cm^3 do 0,25 m^3.

Imajući u vidu dimenzije tog oreola, veličinu komada u njemu i anomalije dobijene magnetskim merenjima (R. Popović — S. Vukašinović et al., 1978.) može se sa dovoljno pouzdanja tvrditi da se ispod debelog humusnog pokrivača krije i Fe-mineralizacija.

Glavni rudni mineral, u ovoj mineralizaciji, je magnetit, čiji su oblik i dimenzije različiti. Zrna magnetita najčešće su polomljena, ali na njima se mogu zapaziti ostaci kristalnih ili ovalnih formi, ponekad je finozrn, kada se ponaša kao cement kvarcnim zrnima (sl. 39.).

Veličina zrna kreće se od 5 mikrona do 1 mm.

Oblik i veličina zrna govore o različitim uslovima postanka ovog magnetita.

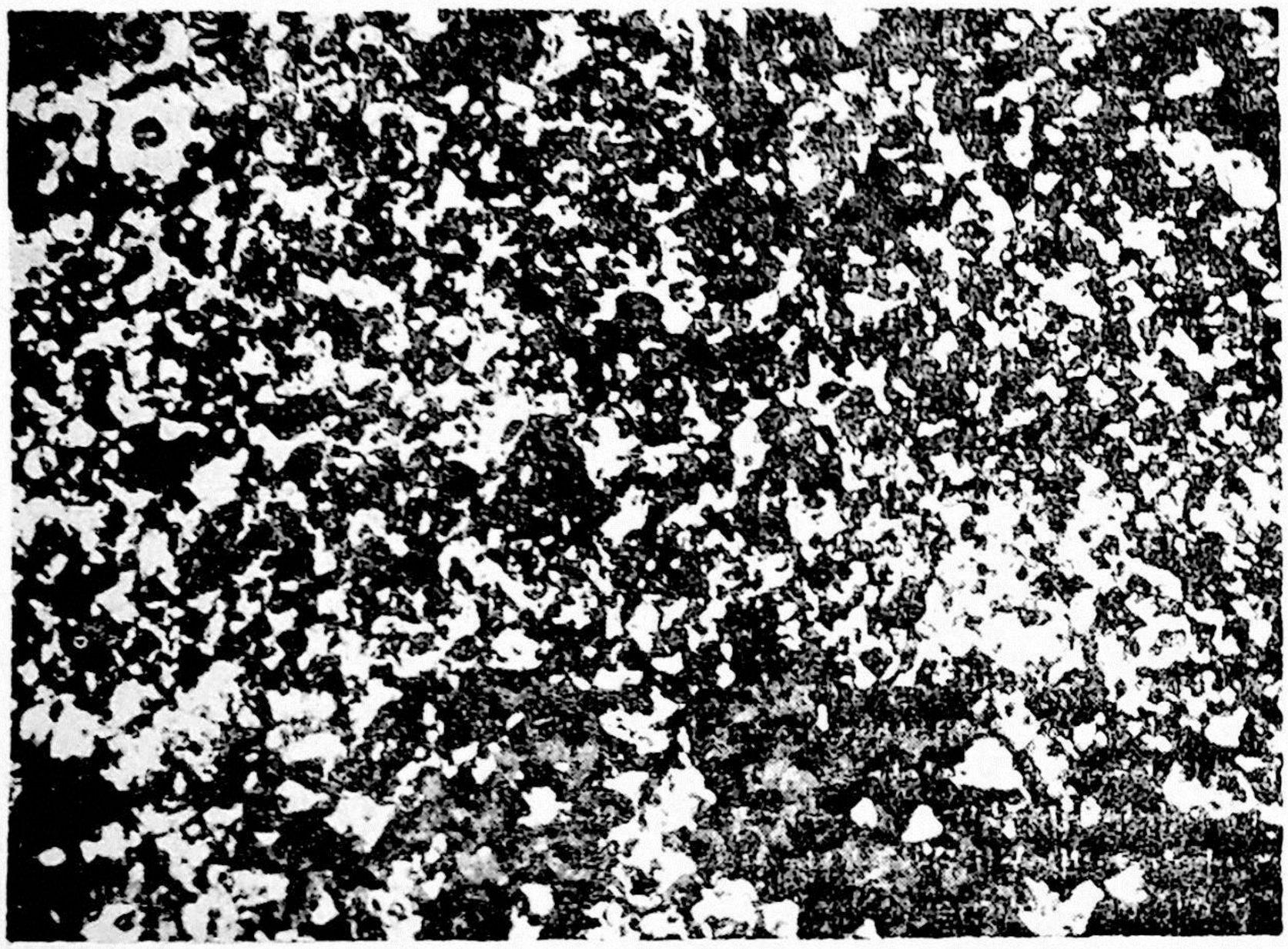
Najstariji magnetit je finozrn i prorasta sa stenom. To je sitnozrni magnetit i stvaran je singenetski sa stenom. Javlja se i u vidu inkluzija, ali i kao cement zrnima kvarca.

Kao i na ostalim pojavama magnetit je bio zahvaćen termalnim promenama, kada je došlo do izlučivanja manje količine kvarca, a potom i do prekristalizacije magnetita i kada su stvoreni krupni kristali (do 1 mm veličine).

Najzad, magnetit je zahvaćen slabije ili jače martitizacijom.

Martit se javlja obično po obodu zrna, ili u obliku žilica i lamela. Pored navedenih, nađeni su tragovi pirita, verovatno, nastalog u termalnoj fazi. Na kraju, zapaženo je i prisustvo limonita, oborenog descedentnim putem po površinama prslina.

Glavni nerudni mineral je kvarc, koji se javlja u trima generacijama: primarni, nastao kao i sitnozrni magnetit iz koloidnog rastvora, zatim termalni kvarc I i kvarc II.



Sl. 39. Sitnozrni magnetit (svetlosiv) neravnomerno prorastao sa stenom kvarcitom (crno). Mlađi providni mineral potiskuje magnetit i kvarcit (sivo — donji deo slike).

Fig. 39. Fine-grained magnetite (light-gray), not uniformly intergrown with quartzite (black), Younger transparent mineral replaces magnetite and quartzite (gray — lower part of the photo).

Redosled stvaranja minerala na ovoj pojavi je sledeći: sitnozrni magnetit — primarni kvarc — kvarc I — prekristalisani magnetit — kvarc II, pirit — martit — descedentni limonit.

Pošto nije bilo izdanaka, napravljen je kompozit iz mehaničkog oreola rasejavanja i na njemu su izvršena ispitivanja učešća pojedinih elemenata, a ono je sledeće:

Tabela 14.
u %

Fe	SiO_2	Al_2O_3	S	P
20,00	67,16	2,40	0,10	0,007
25,10	58,40	0,14	0,10	0,007

učešće mikroelemenata u gr/t je sledeće:

Tabela 15.
u gr/t

Mg	Ca	Ti	Mn	Mo	V	Cu	Ni	Co	Cr	Ba
2500	200	250	600	64	150	140	60	6	10	280

Idući od pl. Višesave prema zapadu, a u domenu vrha Kik, zapaža se mehanički oreol istog tipa Fe-mineralizacije, kao što je i ovde slučaj.

Obzirom da su tu utvrđeni krečnjački škriljac i hloritski škriljac, moglo bi se predpostaviti da je i ovde Fe-mineralizacija praćena karbonatima kakav smo slučaj imali i na ostalim pojavama ovog horizonta.

Pojava u selu Višesava

U okviru ove lokalnosti, za sada se može govoriti o dva tipa Fe-mineralizacija, to su: Fe-hloritske i magnetitske mineralizacije. Obe mineralizacije čas idu zajedno, čas se javljaju odvojeno.

Po onome što je do sada utvrđeno, debljina Fe-hloritskih mineralizacija veća je od 1 m, a gvožđevitih kvarcita, odnosno magnetitskih mineralizacija, kreće se oko 1 m.

Značajno je istaći da je zapaženo izrazito budiniranje gvožđevitih kvarcita. Ovi budeni su različitih dimenzija, a naknadno, zahvaćeni su i drugim tektonskim deformacijama, što komplikuje njihovo istraživanje.

Pored gvožđevitih kvarcita u kojima se ne razlikuju finije stratifikacije, i u ovoj lokalnosti su zapažene trakaste mineralizacije, koje, opet sa svoje strane, sugerišu postojanje više slojeva mineralizacija.

Ovde, kao i na većini ostalih, uz pojave Fe-mineralizacija, nađeni su karbonatni horizonti, koji jasno govore o obnavljanju uslova u kojima su stvarane mineralizacije gvožđem.

Pojave u selu Višesavi imaju poseban značaj, jer su tu nađene najjasnije sedimentne strukture, a isto tako, utvrđena je i očigledna neposredna veza između jednog dela Fe-hloritskih škriljaca i jednog dela gvožđevitog kvarcita, što je zapaženo i na Kamenjači.

I ovde stariji tip mineralizacije je Fe-hlorit*).

Fe-hlorit je najčešće ljuspast mineral u kome je gvožđe slabo vezano. Rudnomikroskopskim i hemijskim ispitivanjima utvrđeno je da je od izluženog gvožđa iz Fe-hlorita postao magnetit, koji se zapaža u vidu inkluzija ili sitnih zrna u Fe-hloritu, a može da gradi i čitavo telo.

Posle postanka ta dva minerala, nailaze termalne promene koje dovode do remobilizacije. U takvim uslovima stvara se prekristalisani Fe-hlorit (sl. 40.) čije su liske znatno krupnije od primarnog. On potiskuje primarni Fe-hlorit. Ovim uticajima stvaraju se i drugi minerali kao što su: turmalin, epidot, rutil, ilmenit, sfen i visokotemperaturni kvarc.

Veoma je karakteristično prisustvo titanovih minerala. Jasno se zapaža neoilmenit, najčešće u vidu žilica koje seku stenu. Ponekad je sadržaj titana relativno veliki (iznad 4%).

---

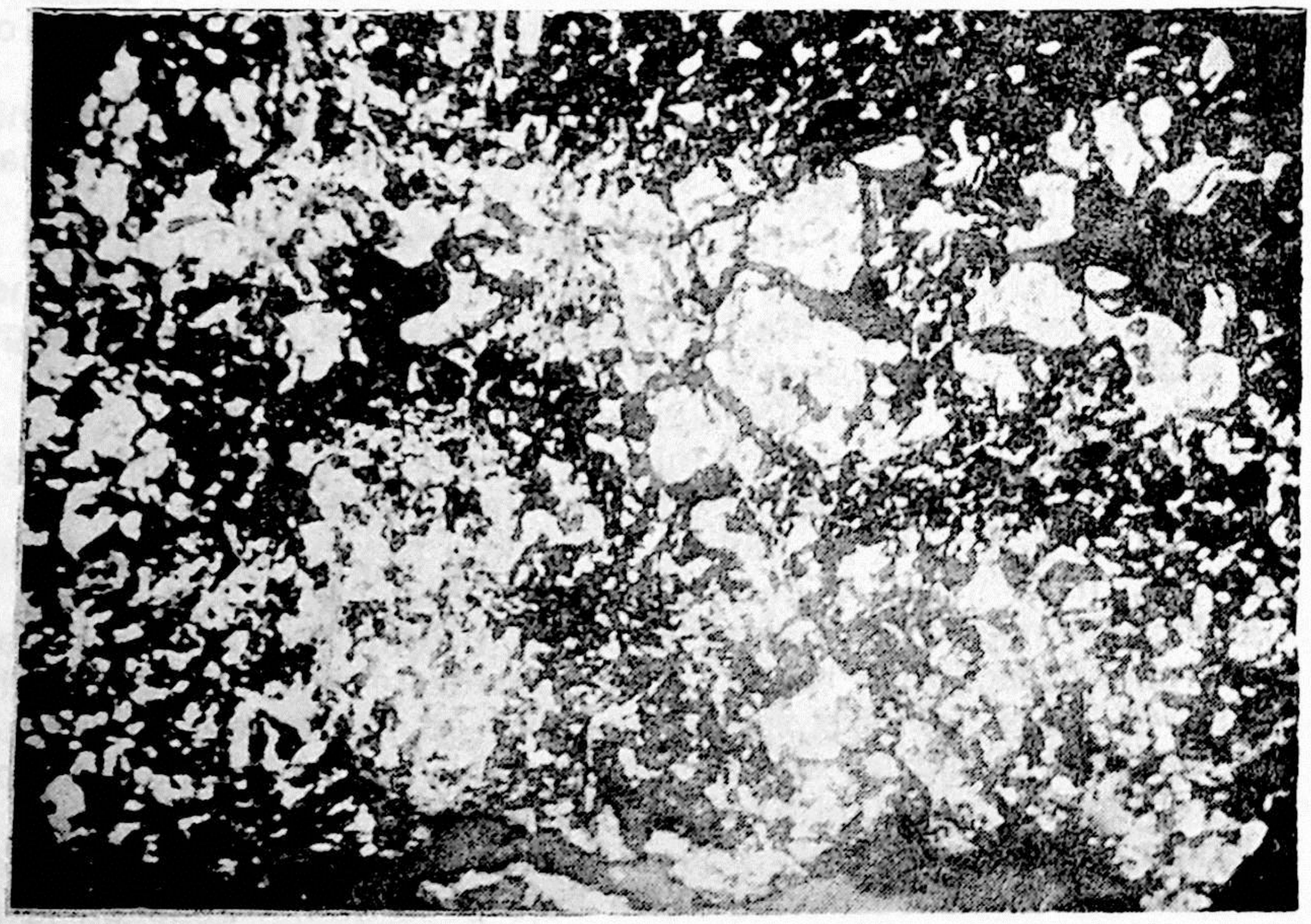
*) Pod pojmom Fe-hlorita podrazumevaju se hloriti iz grupe šamozita sa visokim sadržajem Fe (18 do 36%).

Posle te prve termalne faze javlja se druga u kojoj je stvoren pirit (sl. 41.), delimično pretvoren u markasit, zatim manja količina kvarca i kalcita.



Sl. 40. Položaj Fe-mineralizacije u selu Višesavi.

Fig. 40. Position of Fe-mineralization in the Višesava village.



Sl. 41. Hidrotermalni pirit (sivobeo) delimično se pretvara u limonit (siv). Pirit metasomatski potiskuje Fe-hloritski škriljac (crne boje). Ulje, 180x.

Fig. 41. Hydrothermal pyrite (light-gray) partly transformed into limonite (gray). Pyrite replaces metasomatically Fe-chlorite-schist (black). Oil, 180 x.



Sl. 42. Fe-hlorit remobilisan (crne iglice), potisnut i uklopljen u hidrotermalnom piritu (sivobeo). Osnovna masa (crno) predstavlja neizmenjeni Fe-hlorit.

Fig. 42. Fe-chlorite remobilized (black needles), replaced and included in hydrothermal pyrite (light-gray). Groundmass (black) represents unchanged Fe-chlorite.



Sl. 43. Ovalno zrno (oolit) magnetita (svetlosiv) u kvarcitu (crn). Magnetit je delimično resorbovan, polomljen i potisnut kvarcom. Ulje, 180 x.

Fig. 43. Oval grain (oolithe) of magnetite (light-gray) in quartzite (black). Magnetite is partly resorbed, crushed and replaced by quartz. Oil, 180 x.

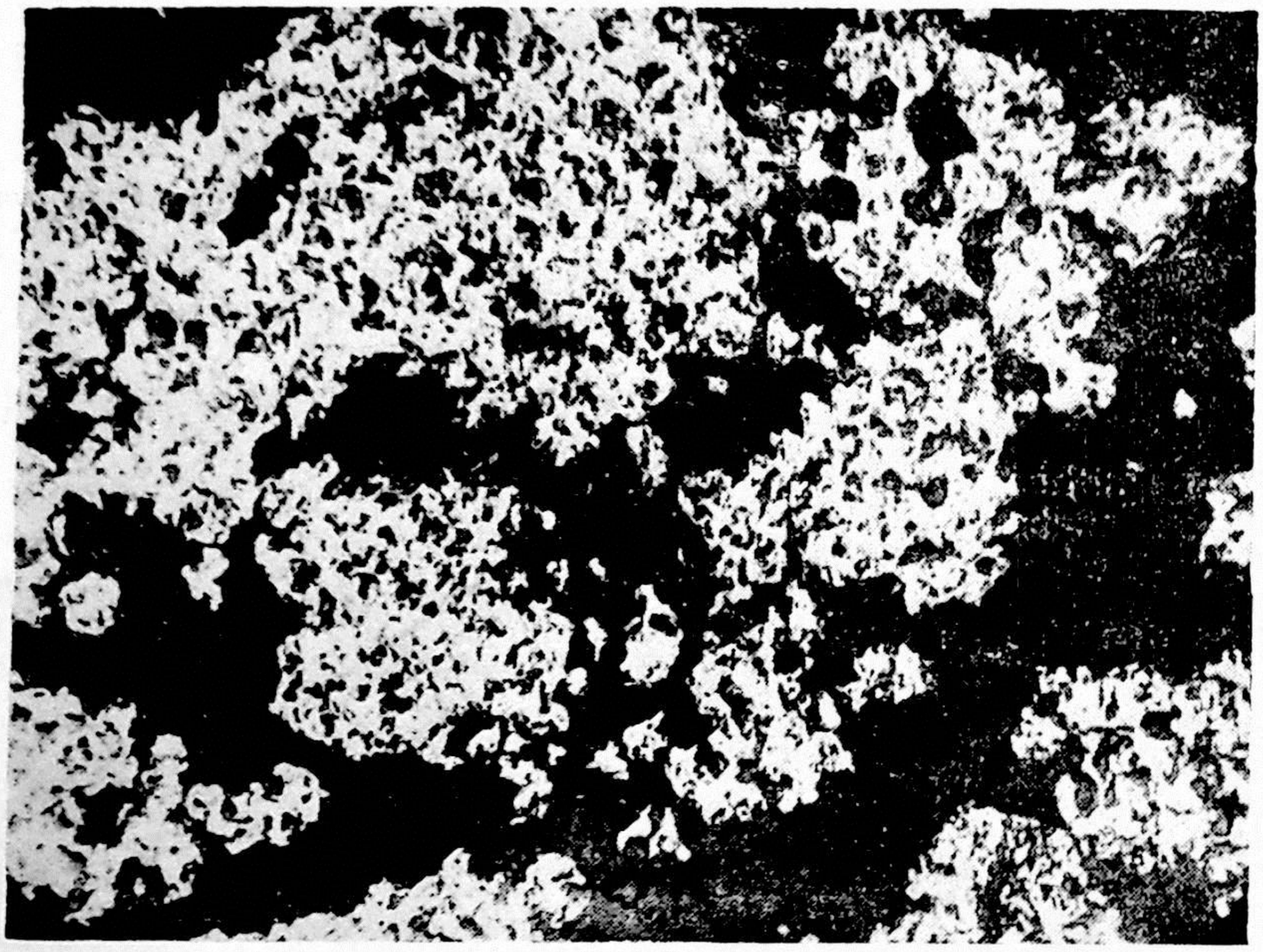
Najzad poslednji je stvoren descedentni limonit, nastao pretežno od pirita i Fe-hlorita.

U ovom tipu mineralizacije redosled stvaranja minerala bio bi sledeći:

Primarni Fe-hlorit—magnetit—remobilisani Fe-hlorit, turmalin, epidot, ilmenit, rutil, sfen, kvarc — martit — pirit — markasit — limonit.

Drugi tip Fe-mineralizacija u ovoj lokalnosti ujedno i mlađi, predstavljaju gvožđeviti kvarciti. Kod ovih kvarcita su nađeni vrlo lepo očuvani relikti oolita (sl. 43, 44), što uz druge podatke govori da je najstariji magnetit stvoren u sedimentnim uslovima. Ova Fe-mineralizacija u osnovi je jednostavnog mineralnog sastava: magnetit, hematit, pirit, Fe-hlorit, martit, hidrohematit i limonit, a od nerudnih minerala kvarc.

U primarnim uslovima, tj. izlučivanjem iz rastvora nastao je magnetit I (sl. 45.), na šta ukazuju relikti sedimentnih struktura. U toj prvobitnoj



Sl. 44. Relikti zrna magnetita (svetlosiv) ovalnog oblika (oolit) potisnut termalnim kvarcom (crn). Ulje, 180 x.

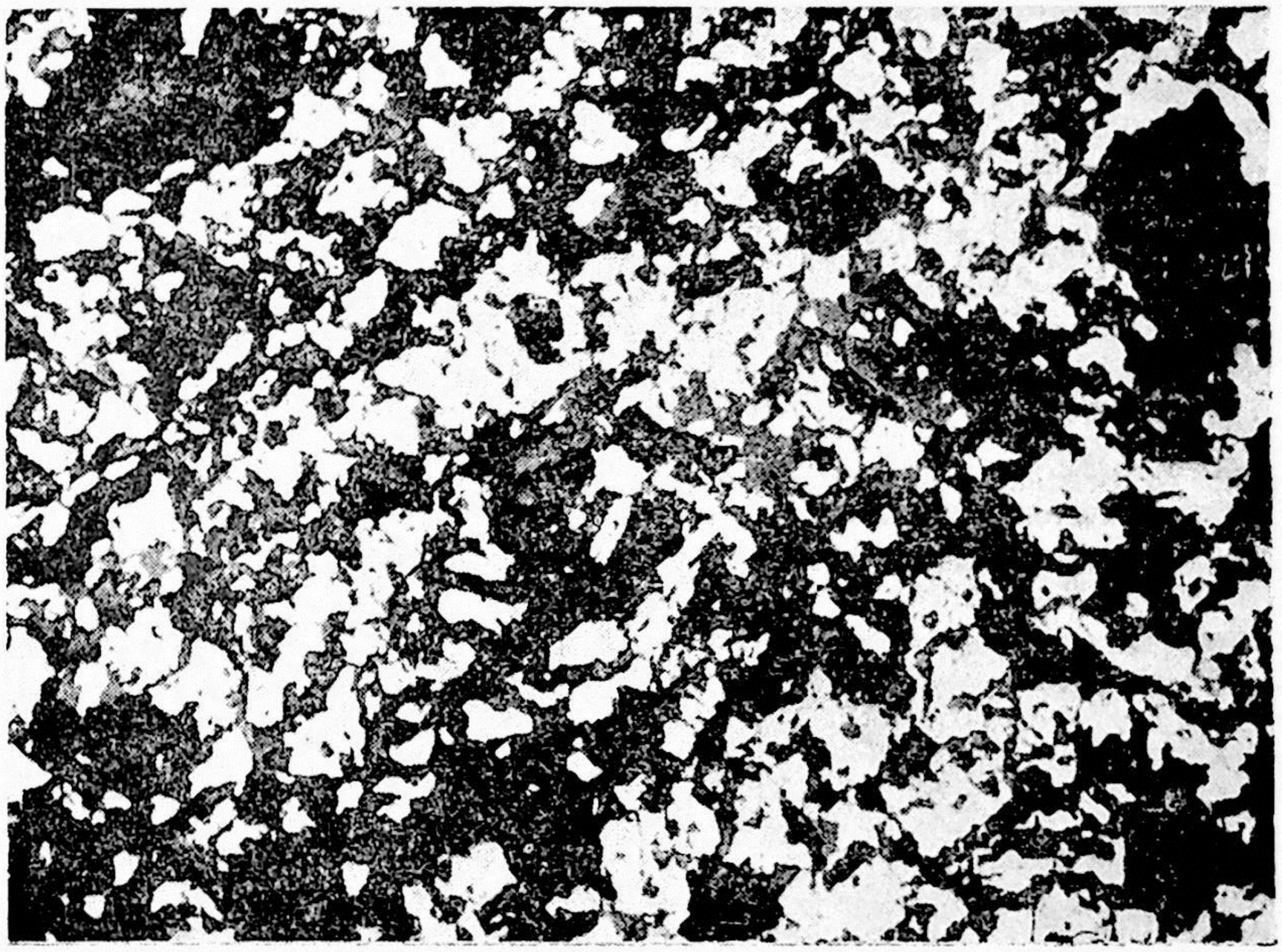
Fig. 44. Relics of magnetite grain (light-gray) of oval shape (oolithe) replaced by thermal quartz (black). Oil immersion, 180 x.

fazi postojao je silicijski gel intimno izmešan sa hidroksidom gvožđa. Gubitkom vode, u procesu metamorfizma nastali su od silicijskog gela kvarcit, a od hidroksida gvožđa magnetit.

Magnetit se, pored ovalnih formi, javlja i u obliku fine »prašine« u kvarcitu. Naročito je ovo uočljivo na izdanku gvožđevitog kvarcita na putu između Bajine Bašte i sela Višesave.

U daljoj evoluciji gvoždevitih kvarcita dolazi do stvaranja mlađih minerala. U prvom redu reč je o prekristalisanom magnetitu koji se javlja u steni i u sitnozrnom magnetitu, u obliku žilica ili duž kontakta zrna najstarijeg magnetita.

Prekristalisani ili magnetit II redovno je u obliku kristala i znatno je krupniji od prvobitno stvorenog. Njegova zastupljenost često ide i preko 25%.



Sl. 45. Najstariji magnetit (svetlosiv) u kvarcitu (sivocrn do crn). Vazduh, 80 x.

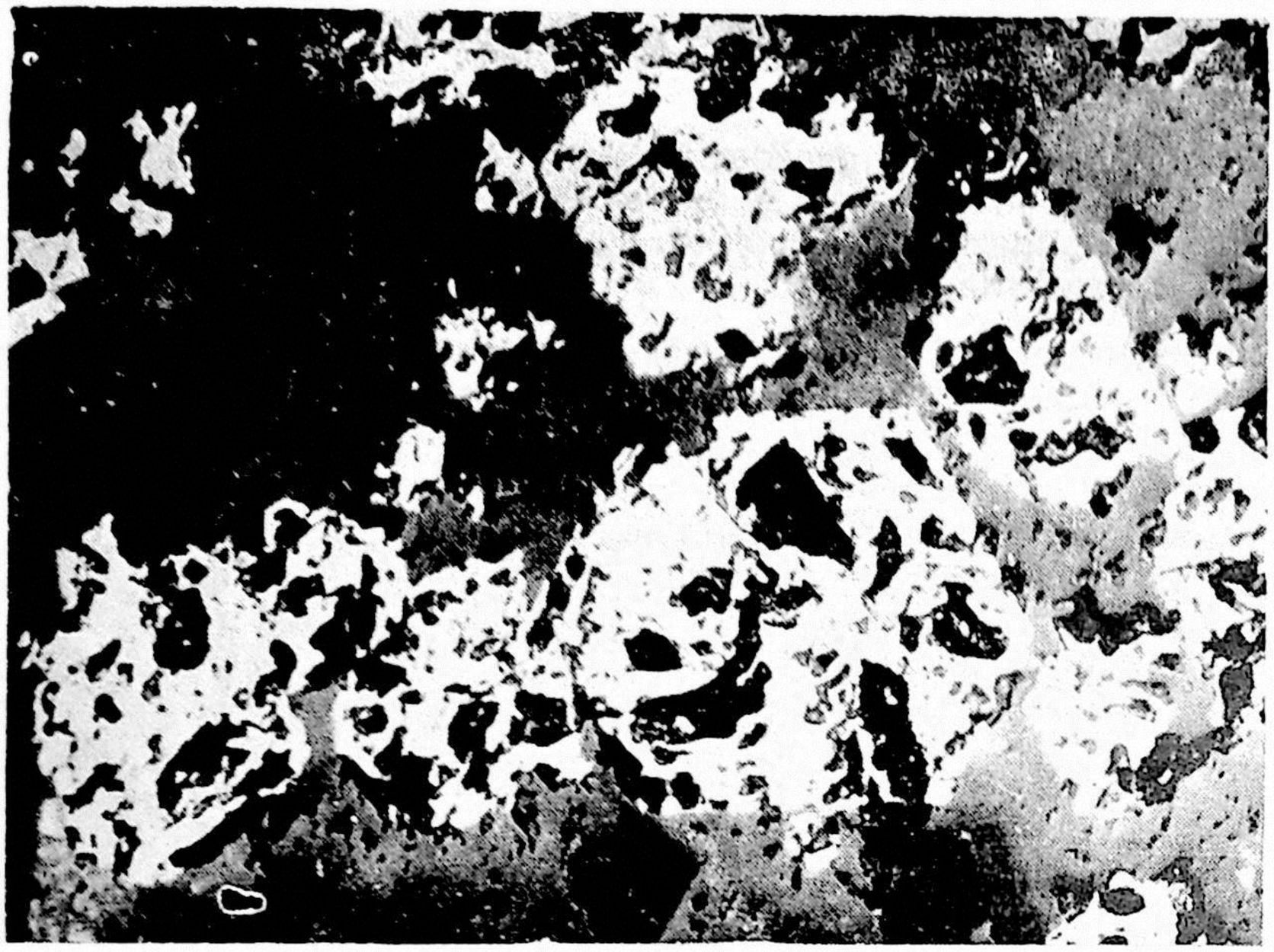
Fig. 45. Oldest magnetite (light-gray) in quartzite (dark-gray). 80 x.

U sedimentnim uslovima stvorena je i mala količina hematita. On se javlja samo u obliku fine »prašine« u kvarcitu. Neovisno od ovog hematita na obema generacijama magnetita zapažen je slab proces martitizacije.

Pre prekristalizacije, u nekoj od tektonskih faza, primarno stvoren gvoždeviti kvarcit bio je polomljen, da bi u toku prekristalizacije došlo do njegovog cementovanja prekristalisanim magnetitom.

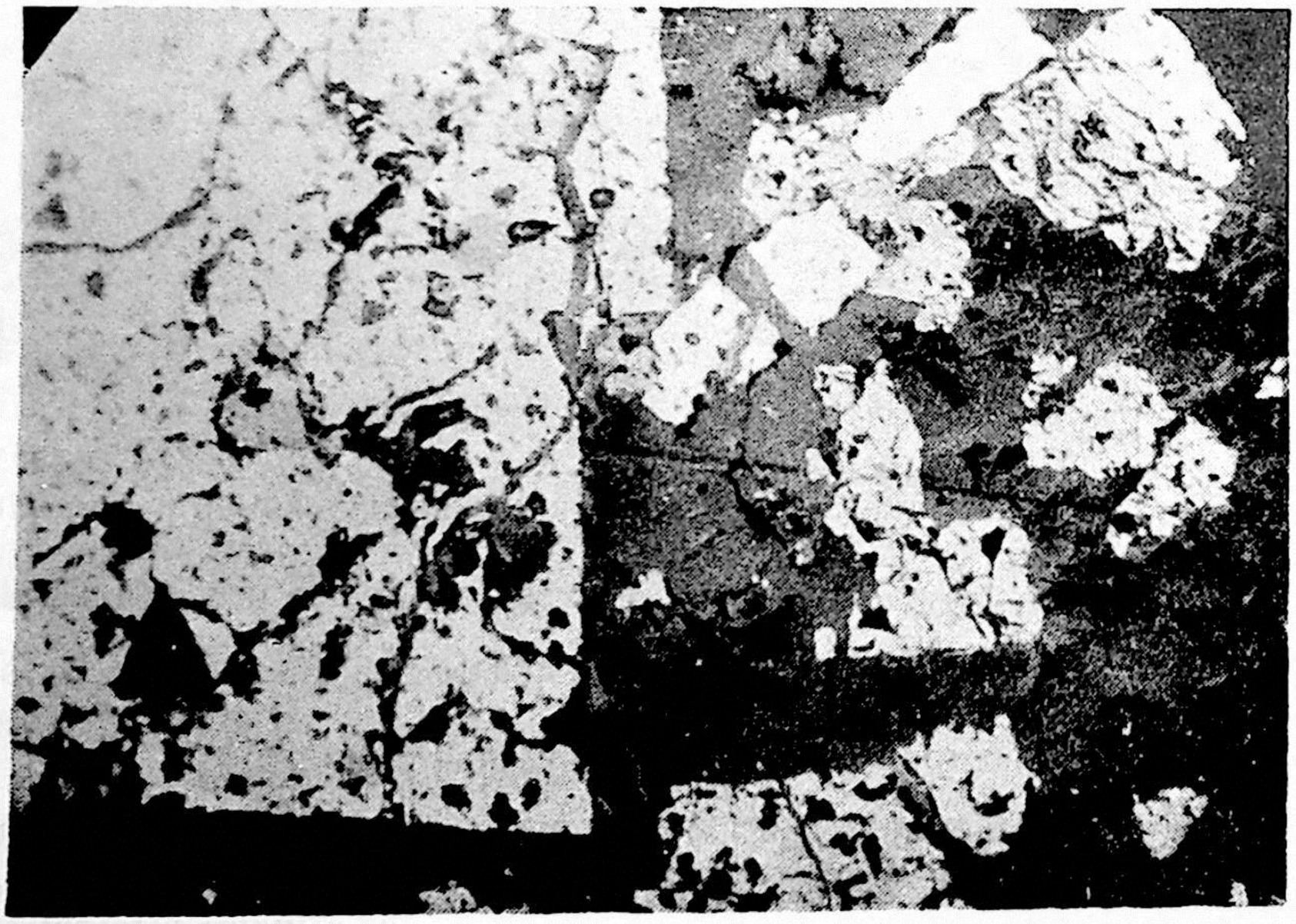
Nakon završenog formiranja magnetita II dolazi do stvaranja nove, verovatno, hidrotermalne parageneze čiji su produkti kvarc i pirit. Kvarc potiskuje magnetit I i II, a pirit se javlja u vidu krupnih kristala i mestimično je, relativno, dosta zastupljen (sl. 47.).

Pored hidrotermalnog kvarca i pirita, zapažen je i prekristalisani Fe-hlorit. On je ljuspast i metasomatski potiskuje stenu, ili se javlja u vidu žilica. Ovaj mineral prilično je redak.



Sl. 46. Kristali prekristalisanog magnetita (sivobeo) cementovani hidrotermalnim kvarcom. Vazduh 80 x.

Fig. 46. Crystals of recrystallized magnetite (grayish-white) cemented by hydrothermal quartz. 80 x.



Sl. 47. Krupni kristali hidrotermalnog pirita (levo, svetlosiv), desno kristali i zrna ispucalog i polomljenog, prekristalisanog magnetita (siv), a naknadno su oba uklopljena u hidrotermalnom kvarcu (tamnosiv). Vazduh, 80 x.

Fig. 47. Large crystals of hydrothermal pyrite (left, light-gray), on the right crystals and grains of cracked and crushed recrystallized magnetite (gray), with both subsequently included in hydrothermal quartz. (dark-gray). 80 x.

Od descedentnih minerala limonit je najobilniji i postao je većim delom od pirita.

Prema tome, redosled postanka minerala u paragenezi gvožđevitih kvarcita u selu Višesavi je sledeći:

Magnetit I, hematit — magnetit II, prekristalisani Fe-hlorit — kvarc, pirit — martit — descedentni limonit — descedentni hidrohematit. Ovaj poslednji nastao je dehidratacijom limonita.

Fe-mineralizacije u selu Višesavi sličnih su hemijskih osobina sa ostalim pojavama koje pripadaju metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji.

Orijentaciona ispitivanja sadržaja gvožđa pokazala su da je daleko ravnomerniji sadržaj Fe u Fe-hloritima nego u gvožđevitim kvarcitima. U Fe-hloritima sadržaj Fe kreće se između 25% i 30%, a kod gvožđevitih kvarcita od 10% pa ide i preko 40% (v. tabelu 16.).

Tabela 16.
u %

	Fe-hlorit		Gvožđeviti kvarcit			
	1	2	1	2	3	4
Fe	25,96	29,70	34,46	32,04	34,20	15,35
Fe-nerastvorno		0,96		1,00	1,81	1,90
SiO_2	22,23	27,52	26,54	51,12	51,00	79,94
Al_2O_3	23,62	16,12	15,55	1,80	0,92	0,68
TiO_2	3,00	3,46	0,10	0,08	0,07	0,12
MgO	7,20	4,15	3,92			
CaO	0,60	0,70	2,92			
V_2O_5		0,09				
Mn	0,23	0,67	2,93	1,50	0,20	1,45
S	0,01	1,68	0,10	0,10	0,10	0,10
P	0,04	0,03	0,09	0,03	0,05	0,01
G. Ž.	6,40	6,50	7,80			

A učešće pojedinih mikroelemenata izgleda ovako:

Tabela 17.
gr/t

	Fe-hlorit		Gvožđeviti kvarcit	
Pb		20	12	10
Mo		37		8
V	260	180	20	40
Cu	4	200	30	45
Y	15	25		
Zr		70		
Ni	30	50	50	20
Co	30	7	6	15
Cr	11	10	14	2
Ba	40	20	70	300
Sr		16	10	
La	25			
Li	20			
Rb	45			
Ga	20	9	11	20

Ovakav hemizam jasno govori o relativno krupnim razlikama između Fe-hloritske mineralizacije i gvožđevitog kvarcita, što je, verovatno, posledica različitih uslova u kojima su se razvijala ova dva tipa mineralizacija.

Pojava na Gradini kod Dvizovića (SZ od Bajine Bašte u Bosni)

Iako je ova pojava izvan regiona, koji je predmet ovog rada, uključili smo je, jer se nalazi u blizini pojave u selu Višesava, a leži u istoj zoni izdanaka Fe-mineralizacija, zatim isti je tip mineralizacije, kako genetski, tako i paragenetski, nastala je u istom metalogenetskom periodu kao i ostale pojave vezane za metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju.

Kratak prikaz ove pojave daje se prvenstveno zbog toga što su u okviru kvarcita sačuvani relikti primarnih rožnaca. U njima se zapažaju magnetit i hematit dispergovani u obliku »prašine«. Dimenzije tih minerala kreću se ispod 20 mikrona, za razliku od drugih zrna ovih minerala čije su dimenzije preko 100 mikrona.

Karakteristično je prisustvo mlađeg hematita, koji se javlja po površinama škriljavosti u obliku nagomilanja i žilica. Veličina zrna ovog hematita ide preko 200 mikrona, a nagomilanja i žilica oko 355 x 1500 mikrona.

Pored navedena dva minerala, utvrđeno je prisustvo martita (razvijenog po obodu zrna magnetita) i limonita.

Martitizacija je neravnomerno razvijena, ali, uglavnom, skoro sva zrna magnetita njom su zahvaćena.

Limonit je descedentan i nastao je manjim delom od oksida. Malo je zastupljen, obzirom da nisu prisutni minerali koji lako podležu limonitizaciji.

Procesi prekristalizacije ovde nisu onako izraziti kao na prethodnim pojavama. Ipak, krupna zrna, nagomilanja i žilice, mlađeg hematita, koje seku primarnu paragenezu, jasno govore da je i ovde ona prisutna. Otud je redosled postanka pojedinih minerala sledeći:

Sitnozrni magnetit, hematit — prekristalisani hematit — martit — limonit.

Interesantno je pomenuti da su i ovde zapažene ovalne strukture, istina one su sačuvane samo kod petrogenih minerala, a takođe i prisustvo glaukofana, koji je naročito zastupljen u jednoj metaglinovito-gvožđevitoj steni.

Ovi podaci svakako govore da je jedan deo gvožđa i na ovoj pojavi oboren u sedimentnim uslovima.

Što se, pak, hemijskog sastava, ove mineralizacije, tiče može se, delimično, videti iz sledećih rezultata:

Makroelementi i jedinjenja u %

Tabela 18.
u %

Fe	SiO_2	Al_2O_3	Ti	Mn	CaO	MgO	S	P	G. Ž.
14,50	47,65	11,17	0,93	3,37	0,58	1,86	0,17	0,02	5,69
43,32	39,93	0,46	0,01	0,13	0,03	0,12	—	0,01	0,68

mikroelementi u gr/t

Tabela 19.
u gr/t

Mo	V	Cu	Y	Zn	Ni	Co	Cr	Ba	Sr
32	110	13	8	1000	240	20	22	70	25

Izdanci Fe-mineralizacija raspoređeni su na dužini od preko 1 km. Nalaze se počev od padina koje se izdižu iznad reke Drine, preko Malte, pa dalje do Gradine.

Koncentracije magnetita na ovim pojavama su veoma neravnomerne kao što se to vidi iz napred navedenih hemijskih analiza.

Mestimično su to slabe mineralizacije i u steni samo dispergovane koncentracije, a mestimično predstavljaju više od 50% od stene.

Javlja se u dva oblika: kao masivna u kvarcitu i kao trakasta*), gde su trake magnetita ili kvarca debele 1 do 5 mm.

Uz ovu mineralizaciju idu metaspiliti, takođe mineralizovani magnetitom i mermerisani krečnjak. — Dakle, isti litološki odnosi kao i na ostalim pojavama u ovom horizontu.

Horizont svetlosivih gvožđevitih kvarcita

Mineralizacije ovog horizonta ne razlikuju se mnogo od prethodnog, čak se ne isključuje mogućnost da se tu radi o jedinstvenom horizontu. Međutim, ove mineralizacije su izdvojene kao zaseban horizont u prvom redu, zbog jasno izražene stratifikacije, a zatim i zbog toga što su one sastavljene najvećim delom od kvarca i magnetita, tako da u tom pogledu predstavljaju veoma čiste stene (na kvarc otpada između 40% i 90%, a na magnetit između 10% i 60%). Magnetit je u pojedinim delovima veoma sitnozrn, a u drugim, javlja se i krupnijeg zrna. Debljina svetlosivih gvožđevitih kvarcita varira između 1,00 m i 3,00 m.

Karakteristično je da i ovde nalazimo, pored gvožđevitih kvarcita, i Fe-hloritske mineralizacije. S tim u vezi, može se predpostaviti da je u pitanju više slojeva mineralizacije gvožđem.

Ovom horizontu pripadaju mineralizacije na Kamenjači, na putu Kamenjača — Orašac i u selu Blagojevići. To je najmlađi horizont u metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji i smešten je u njenim gornjim delovima.

Pojava na Kamenjači

U okviru ove pojave prisutna su dva tipa Fe-mineralizacije: jedan je Fe-hlorit a drugi gvožđeviti kvarcit.

---

*) Prisustvo trakaste mineralizacije i ostataka primarno crvenih rožnaca navodi na predpostavku da bi na ovom terenu trebalo očekivati prisustvo i džespilita.

Do sada još nisu registrovani izdanci Fe-hlorita, ali nađeni su njihovi komadi, u haldi, koja verovatno potiče od nekih starih rudarskih radova obavljenih u jako limonitisanim delovima same pojave. U tim komadima zapaženi su ostaci Fe-hlorita, što je i bio razlog da se posebna pažnja posveti ovom tipu Fe-mineralizacije. Halda iz koje su korišćeni komadi za ispitivanje debela je preko 0,5 m, a javlja se na površini od oko 15 x 20 m.

U pogledu položaja Fe-hloritske mineralizacije u odnosu na gvožđeviti kvarcit, predpostavlja se da je ona starija od gvožđevitog kvarcita.

Na osnovu većeg broja različitih analiza, a posebno rentgenskih diferencijalno-termičkih i rudno-mikroskopskih, pouzdano je utvrđeno prisustvo Fe-hlorita, u kome se sadržaj gvožđa kreće oko 30%.

Tu su još utvrđeni magnetit, pirit i limonit. Pošto je reč o limonitisanim delovima, svakako da je limonit na ispitivanim uzorcima i najzastupljeniji mineral.

Limonit je produkt raspadanja pretežno Fe-hlorita, a manjim delom pirita. Kada je reč o piritu, najčešće se javlja u krupnim kristalima*) (do 5 mm u prečniku), koji su u većini slučajeva potpuno limonitisani, kada pravi pseudomorfoze po piritu.

Magnetit je zastupljen u delovima gde je Fe-hlorit zahvaćen u jednoj ranijoj fazi transformacijom, pri čemu je jednim delom od njega postao (sl. 48.).

Fe-hlorit je tamnozelene boje i jako limonitisan. U njemu se često zapažaju recentne šupljine nastale ispiranjem sastojaka razorenih pod uticajem, prvenstveno, atmosferilija.

Prvobitno je stvoren Fe-hlorit i jednim delom magnetit, da bi u nekoj docnijoj fazi došlo do razaranja Fe-hlorita i stvaranja druge generacije magnetita. Posle ove, naišle su nove, verovatno termalne promene koje su dovele do sulfidne mineralizacije, pri čemu je stvoren pirit, a zatim je došlo do razaranja ponovo Fe-hlorita i pirita od kojih je formiran limonit. Dakle, Fe-hlorit, magnetit I — magnetit II — pirit — limonit.

Orijentaciona ispitivanja hemijskog sastava su pokazala sledeće sadržaje:

Tabela 20.

Fe	SiO_2	P
33,50	33,65	0,06

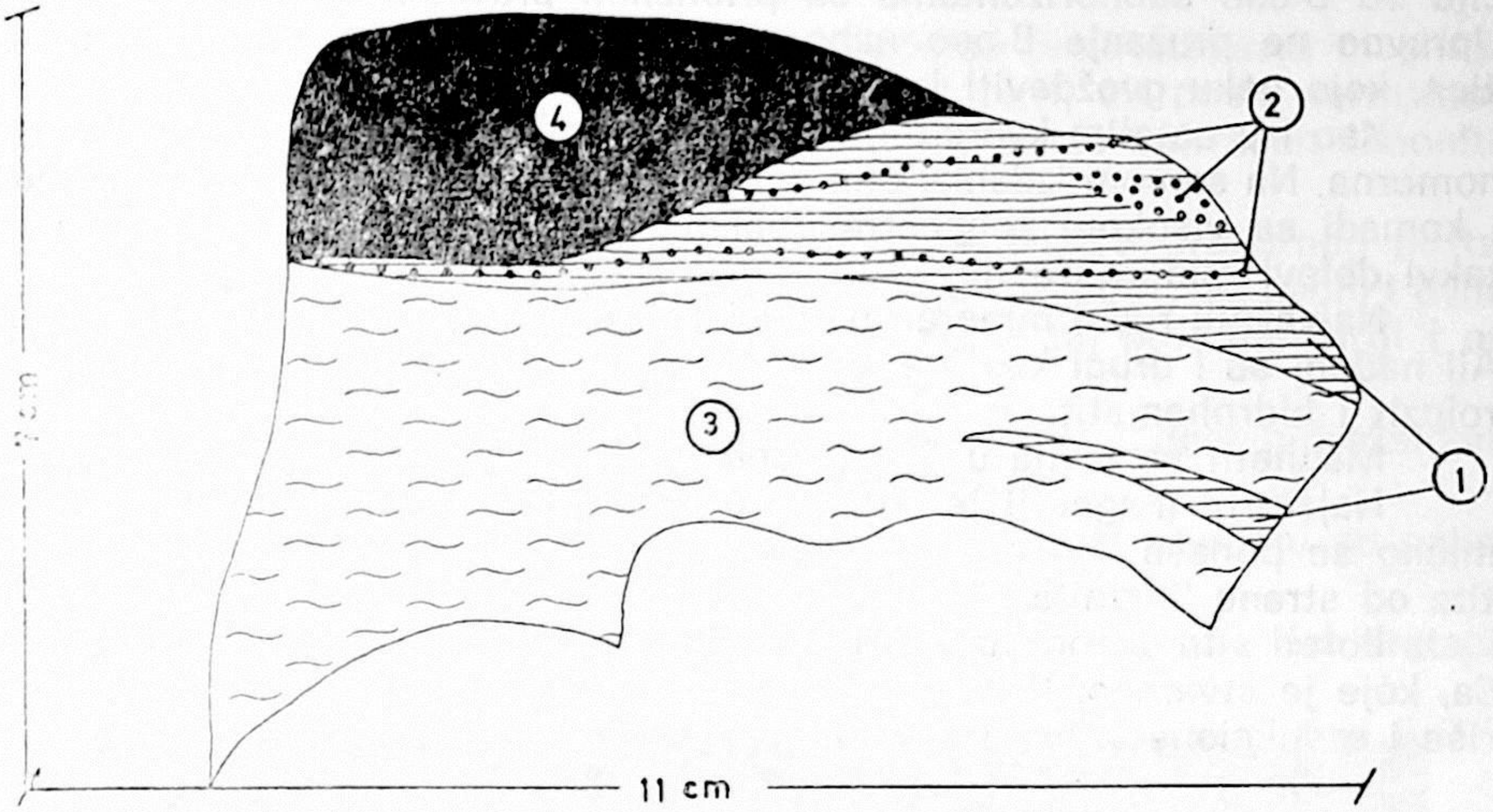
Drugi tip Fe-mineralizacije predstavlja svetlosivi gvožđeviti kvarcit. Reprezentuje ga izdanak veličine približno 10 x 10 m, gde su jasno vidljivi tragovi kopanja (sl. 49.).

Podsećaju na pinge oko kojih se nalazi halda. Ima se utisak da je ovde obavljana eksploatacija, pri čemu je vršeno ručno odabiranje komada sa većim koncentracijama magnetita.

Tu se radi o trakastom tipu mineralizacije u kojoj se smenjuju trake magnetita i kvarcita.

---

*) Pirit se javlja u obliku kocke.



Sl. 48. 1 — limonit, 2 — sočivca i trake magnetita, nastalog od Fe-hlorita, 3 — trakasti gvoždeviti kvarcit, 4 — Fe-hlorit.

Fig. 48. 1 — limonite, 2 — small lenses and bands of magnetite derived from Fe--chlorite, 3 — banded ferruginous quartzite, 4 — Fe-chlorite.



Sl. 49. Izdanak gvoždevitog kvarcita sa tragovima kopanja (Kamenjača).

Fig. 49. Outcrop of ferruginous quartzite with traces of old digging (Kamenjača).

Mineralizovane stene su na ovom izdanku ubrane u metarske nabore, čije su B-ose subhorizontalne sa približnim pravcem pružanja sever-jug. Upravno na pružanje B-ose nabora, javlja se veći broj mlađih kvarcnih žica, koje seku gvožđeviti kvarcit.

Kao i u ostalim kvarcitima, ni ovde nije koncentracija magnetita ravnomerna. Na samom izdanku ona je mala, ali obzirom da se na haldi nalaze i komadi sa visokom koncentracijom može se predpostaviti da postoje i takvi delovi mineralizacije.

Najvažniji rudni minerali na ovoj pojavi su: magnetit, martit i limonit. Ali nađeni su i drugi kao što su elementarno gvožđe, pirit, psilomelan, piroluzit i hidrohematit.

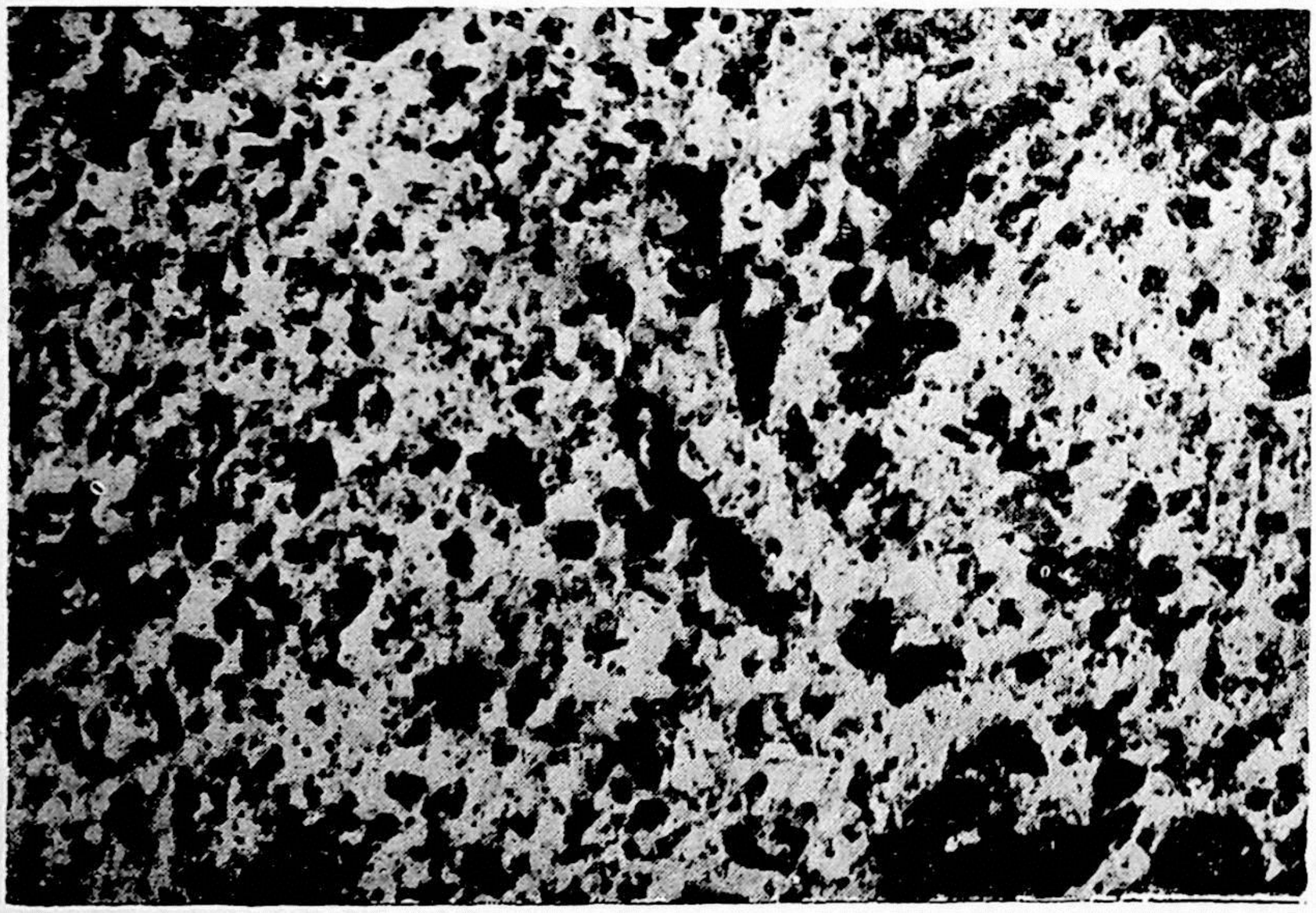
Magnetit se javlja u dvema generacijama: sitnozrni i prekristalisani.

Najstariji magnetit je sitnozrn i dispergovan u steni (sl. 50.). Mestimično se ponaša kao cement. Jasno su uočljiva potiskivanja tog magnetita od strane limonita.

Pored sitnozrnog magnetita utvrđeno je prisustvo elementarnog gvožđa, koje je stvarano, takođe u primarnim uslovima (što bi moglo da sugeriše i redukcione uslove).

Druga generacija magnetita predstavlja prekristalisani magnetit. Krupnozrniji je, tako da mu pojedini kristali dostižu veličinu od 1 mm. Prekristalisani magnetit je znatno zastupljeniji od sitnozrnog. Obe generacije magnetita zahvaćene su martitizacijom. Ovaj proces je neravnomeran, ali, u celini uzev, nije velikog obima iako ima zrna magnetita koja su potpuno prešla u martit. Njihov međusobni odnos je približno 85% magnetita prema 15% martita.

Inače, učešće magnetita i martita u steni kreće se između 10% i 60%.



Sl. 50. Sitnozrni magnetit (svetlosiv) u kvarcitu (crn). Tamnije »pege« u magnetitu odgovaraju descedentnom limonitu. Ulje, 180 x.

Fig. 50. Fine-grained magnetite (light-gray) in quartzite (black). Darker "stains" in magnetite correspond to descendent limonite. Oil immersion, 180 x.

Kvarcne žice koje smo već pomenuli nose mlađi kvarc termalnog porekla.

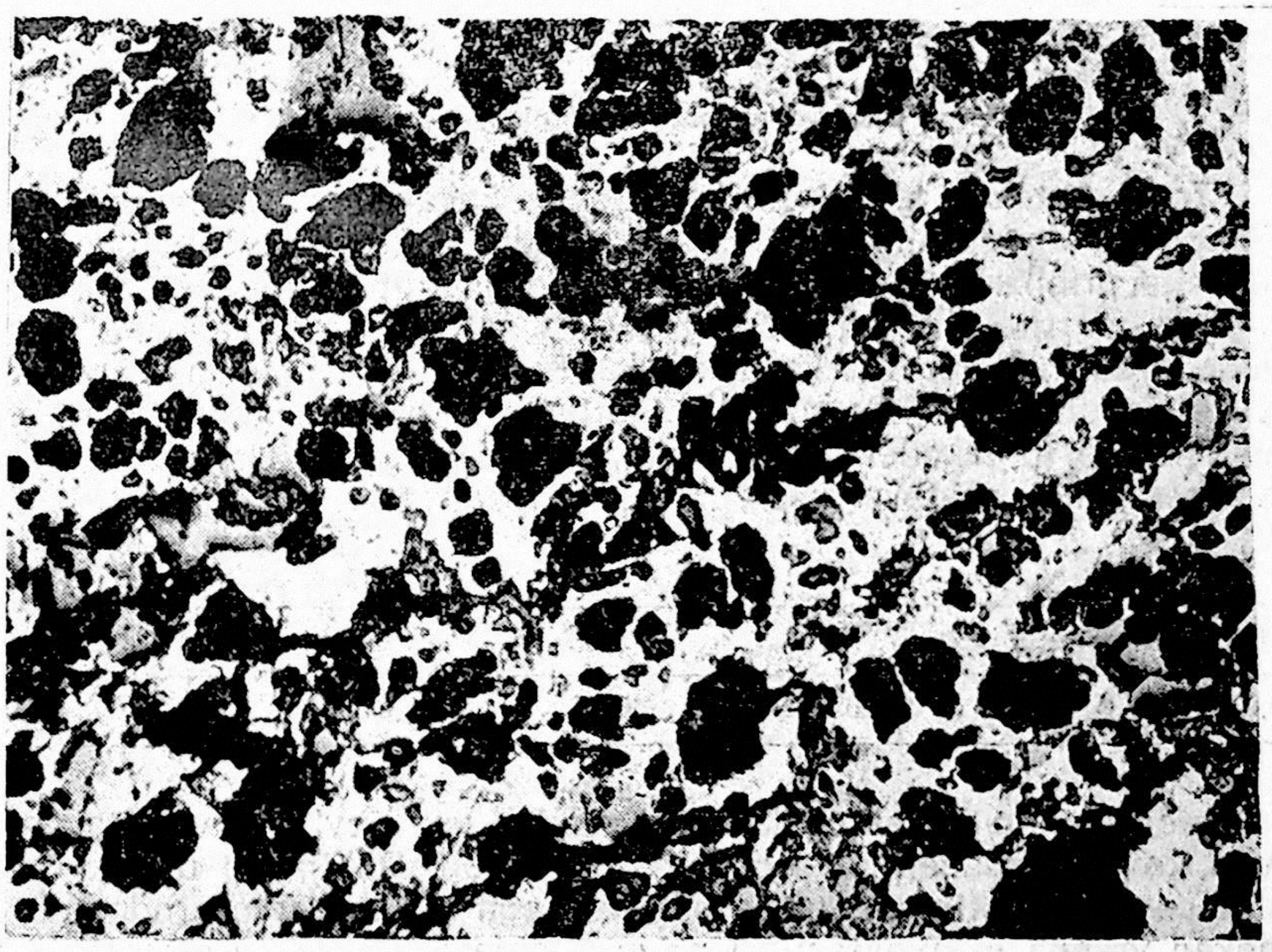
U okviru termalnog procesa, kada je postao prekristalisani magnetit i, mlađi od njega, termalni kvarc, nastao je i pirit, ali posle termalnog kvarca. Pirit je slabo zastupljen i najvećim delom je zahvaćen limonitizacijom.

Ovde je neophodno istaći da su zapažene pojave primarnog pirita, koji se javlja u strukturama »orudnjenih bakterija«, te se na taj način i ovim putem potvrđuje redukujuća sredina. Izgleda da je taj pirit najstariji i on je sedimentnog porekla.

U termalnoj fazi, stvoren je jedan karbonat jako bogat hidroksidom gvožđa, koji nije mogao biti pouzdano identifikovan.

Najzad, osim limonita (sl. 51.) kao descedentnog, utvrđeni su psilomelan i piroluzit, takođe descedentni i finozrni minerali.

Najmlađi mineral svakako je hidrohematit, koji postaje dehidratacijom limonita.



Sl. 51. Descedentni limonit (promenljivo svetlosiv) cementuje zrna kvarca. Ulje, 180 x.

Fig. 51. Descendent limonite (variabile light-gray) cements quartz grains. Oil immersion, 180 x.

Iz svega ovog vidi se da je redosled postanka pojedinih minerala na ovoj pojavi sledeći:

Sedimentni, »bakterijski pirit« — sitnozrni magnetit — prekristalisani magnetit — martit — termalni kvarc — pirit — karbonat sa hidroksidom gvožđa — descedentni limonit, psilomelan, piroluzit — hidrohematit.

Što se tiče hemijskog sastava gvoždevitog kvarcita na Kamenjači, iako nije vršeno sistematsko ispitivanje, ipak, izvesna predstava se može dobiti na osnovu sledećih rezultata:

Tabela 21.
u %

Fe	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Mn	Mg	S	P	G. Ž.
19.54	69,48	0,38	0,04	0,72	0,08	0,1	0,004	1,26
21.50	63,30						0,01	

ostali elementi u gr/t

Pb	Cu	Ni	Cr	Ba	Sr
17	450	21	sl. tr.	14	45

Pojava na putu Kamenjača—Orašac

To je potpuno isti tip mineralizacije kakav je na Kamenjači i u Blagojevićima. Međutim, ovde se radi o jednom erozionom ostatku čije su dimenzije približno 20 x 40 x 2 m. To je kvarcit sa magnetitom uz malo prisustvo martita a nešto veće limonita i sekundarnog mangana. Iako nisu vršena preciznija ispitivanja sekundarnih minerala mangana, ipak, na osnovu sličnosti sa Kamenjačom, a i prostorne blizine moglo bi se pretpostaviti da se tu takođe nalaze piroluzit i psilomelan. Orijentaciona ispitivanja hemijskog sastava dala su sledeći rezultat:

Tabela 22.
u %

Fe	Fe-nerastvor.	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	S	P_2O_5
20,03	0,40	69,22	0,35	0,01	0,16	0,04

Interesantno je istaći da sam izdanak gvoždevitog kvarcita ne predstavlja kompaktnu celinu, već je sav razbijen. Dobija se utisak da je to posledica aktivnosti čoveka, na osnovu čega bi se moglo predpostaviti da je nekad vršena eksploatacija i na ovoj pojavi. Slična se situacija javlja i u Blagojevićima.

Inače mineralizacija je primarno trakasta i sedimentnog porekla kao i na Kamenjači.

Pojava u selu Blagojevići

Pojava gvoždevitog kvarcita u ovoj lokalnosti predstavljena je manjim ili većim blokovima raspoređenim, na relativno velikom prostoru. Obzirom na dimenzije blokova i pokrivenost terena, nije bilo mogućnosti do sada da se utvrdi ima li tu izdanaka ili su to tragovi starih rudarenja, ili

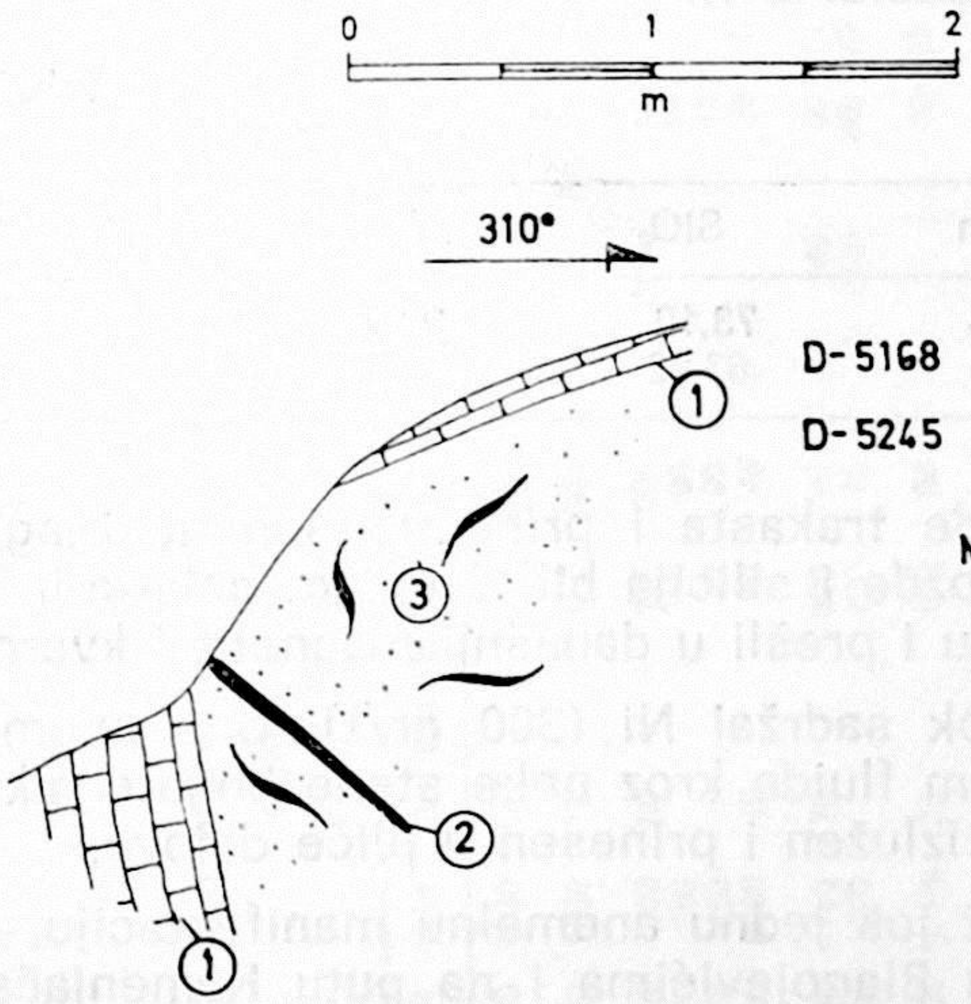
pak erozijom razoreni izdanci, što je malo verovatno, kada se uporedi sa ostalim pojavama.

Jedan od blokova koji liči na izdanak, prikazan je na slici 52.

Reč je o kvarcitu sa magnetitom, martitom, limonitom i manganskim mineralizacijama descedentnog porekla. Dakle, isti paragenetski odnosi kao i na prethodnim dvema pojavama.

U ovom bloku jasno se vidi kako krečnjački škriljac obavija gvoždeviti kvarcit i kako ga mlade kvarcne žice seku.

Ako uzmemo u obzir prisustvo prekristalizacije krečnjačkog škriljca, kvarcne žice i sadržaje mikroelemenata (tabela 23.), jasno se vidi da je i ova pojava bila pod uticajem termalnih promena, kao što je, uostalom, slučaj i sa svim ostalim o kojima je bilo govora, s tom razlikom što u Blagojevićima, na putu Orašac — Kamenjača i na Kamenjači, nisu tako izrazite kao na ostalim pojavama.



	Fe	Mn	SiO_2	Al_2O_3	S	P
D-5168	18.45	1.44	73.10	0.19	0.003	0.013
D-5245	15.55	–	63.22	2.32	0.003	0.023

MAGNETIT MARTIT

Do 20% Do 5%

Sl. 52. Odnos gvoždevitog kvarcita i krečnjačkog škriljca, u Blagojevićima.
1 — krečnjački škriljac, 2 — kvarcna žica, 3 — gvoždeviti kvarcit.

Fig. 52. Relation of ferruginous quartzite and calc-schist in Blagojevici. 1 — calc-schist, 2 — quartz vein, 3 — ferruginous quartzite.

Sadržaji mikroelemenata u gr/t
Content of microelements in ppm.

Tabela 23.

Mg	Ca	Ti	Ga	Mo	V	Cu	Ag	Zr	Ni	Co	Cr	Sr	S	P
1300	700	1200	7	3	8	55	1	100	300	6	2,5	40	30	130

U pogledu koncentracije magnetita može se reći, kao i za ostale pojave, da je neravnomerna. U sastavu stene njegovo učešće najčešće se kreće oko 25%.

Zrna magnetita su ujednačene veličine, a njihove dimenzije iznose oko 142 mikrona.

Magnetit je delimično i neravnomerno zahvaćen procesom martitizacije, pri čemu je veličina zrna martita oko 28 x 48 mikrona.

Pirita ima malo i neravnomerno je raspoređen. Mestimično potpuno izostaje, kao što je slučaj sa prikazanim blokom — izdankom (sl. 52.). Taj pirit je naknadan i pripada termalnoj paragenezi. Javlja se u obliku kocke i u najvećem broju slučajeva potpuno je limonitisan, tako da su vrlo česte pseudomorfoze limonita po piritu.

Redosled postanka pojedinih minerala bio bi sledeći:

Magnetit — martit — pirit — limonit, descedentni mangan.

Ispitivanje sadržaja makroelemenata izvršeno je samo orijentaciono, a dobijeni rezultati su sledeći (tabela: 24.).

Tabela 24.
u %

Fe	Mn	SiO_2	Al_2O_3
18,45	1,44	73,10	0,19
15,55	—	63,22	2,32

Ova mineralizacija je takođe trakasta i primarno sedimentnog porekla. Najverovatnije je da su gvožđe i silicija bili u obliku gela koji su u procesu metamorfizma gubili vodu i prešli u današnji magnetit i kvarc.

Vrlo je karakterističan visok sadržaj Ni (300 gr/t). Ova anomalija može se objasniti jedino prodorom fluida kroz neke stene bogate niklom, verovatno, ultrabazite, iz kojih je izlužen i prinesen u pliće delove.

Takođe, neophodno je istaći još jednu anomalnu manifestaciju, a to je da su magnetske anomalije u Blagojevićima i na putu Kamenjača — Orašac znatno niže, nego što bi to bilo normalno za koncentracije magnetita između 20 i 25%. Ovaj fenomen objašnjava se dvema činjenicama: prvo — magnetit je dobrim delom martitiziran i drugo, značajnije, da su navedene dve pojave u svojoj evoluciji prošle kroz Kirijevu tačku (dakle bile su pod uticajem visoke temperature) i delimično izgubile svoja magnetska svojstva. Ovo je, uostalom, dokazano izotopskim ispitivanjima kiseonika iz magnetita na pojavi u Lazićima.

Sadržaji mikroelemenata
u
Fe-mineralizacijama iz formacije »Zelenog kompleksa« u gr/t

Content of microelements in Fe-mineralizations
from the "green complex" formation in ppm.

Si > 1%

Tabela 25.

	Al	Fe	Mg	Ca	Na	Tl	Mn	Pb	Sn	Bi	V	Cu	Ag	Y	Zn	Zr	Ni	Co	Sc	Sr	Ba	Sr	Mo	Ga	Li	Rb	La	Vrsta stene
Kamenjača	2000	>1%	800	2000	1000	450	1000	17			?	450					21			sl. tr.	14	45						gvoždeviti kvarcit
Lazića potok	3500	>1%	1300	7500	1200	450	1000	17			125	300					21			sl. tr.	14	70						hematit
Lazića potok	9000	>1%	1300	6000		120	200	60			125	1000			1000		42				550							hematit
K-Višesava	1000	>1%	350	900		70	250				50	90					10				180		20	6				gvoždeviti kvarcit
K-Višesava	4500	>1%	900	>1%		200	650				40	90					10				100	60		6				gvoždeviti kvarcit
S. Višesava	>1%	>1%	6000	3000		300	8000	10			40	45					20	15		2	300		8	20				gvoždeviti kvarcit
Kik (istočno od Draksina)	1200	>1%	900	1400		200	1700	170			500	90			140		50	15		4			12	20				hematit (ubran)
Dvizovići	>1%	>1%	5000	5000	1600	2600	1000				100	13		8	1000		240	20		22	70	25	32					gvoždeviti kvarcit (crveni rožnac)
S. Višesava	>1%	>1%	>1%	8000		3500	>1%	25			110	90		20			40	25		17	150	17	20	12			50	gvođeviti kvarcit (skoro čist magnetit)
S. Višesava	>1%	>1%	>1%	>1%		>1%	2500				260	4		15			30	30		11	40			20	20	45	25	Fe-hlorit
S. Višesava	>1%	>1%	5000	>1%		1200	>1%	200			180	200		25		70	50	7		10	20	16	37	9				gvoždeviti kvarcit
K. Višesava	>1%	>1%	300	2500		250	2500	10			110	35		30		70	60	35		8	20	16	25	5				gvoždeviti kvarcit
Lazići potok	9000	>1%	1300	6000		120	2000	60			125	1000			1000		42			45	550							hematit
K. Višesava	>1%	>1%	2500	200		250	600				150	140					60	6		10	280		64					gvoždeviti kvarcit
Blagojevići	>1%	>1%	1300	700		1200	>1%				8	55	1		100		300	6		25		40	3	7				gvoždeviti kvarcit
Lazići potok	>1%	>1%	>1%	>1%		620	5400				84	21			68		56	10		7	32	32	5					rasedna rudna breča (hematit)
Petronijevići	5000	>1%	900	>1%		220	2700				15	24					38	4		17								gvoždeviti kvarcit
Kamenjača	>1%	>1%	7000	3500		>1%	740				220	28		17	420		115	2		4	8		10				66	limonitisan i trošan ankalov u Fe-kvarcitu
S. Višesava	>1%	>1%	>1%	>1%		9000	>1%	100			300	1000		90	370	2500		120		27		30	12	20			300	Fe-hlorit (škriljac)
Greben (s. od Biljezi)	>1%	>1%	>1%	>1%	6500	3200	1000				35	70		12	680		120	17		13	90	100						Fe-hlorit (škriljac)
S. Višesava	>1%	>1%	>1%	4000		>1%	>1%	17			700	35		45	350		150	180		35	100		45	30				Fe-hlorit (škriljac)

Horizont sa magnetitom i sulfidima, vezan za donje delove filitoidne formacije

Mineralizacije iz ovog horizonta do sada su registrovane samo na jednom mestu i to u Petronijevića potoku. Tu se radi o slojevitoj pojavi debljine 0,40 m i smeštenoj u karbonatnom delu filitoidne formacije. O rasprostranjenju mineralizacija ovog horizonta za sada je nemoguće govoriti, pošto je otkrivena samo na jednom mestu, a zatim ovaj horizont pripada jednoj drugoj metalogenetskoj epohi u odnosu na one iz metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije. Obzirom da donji delovi »filitoidnog kompleksa« pripadaju kambrijumu, može se reći da taj horizont, sa Fe-mineralizacijama, pripada kaledonskoj metalogenetskoj epohi.

Ovu mineralizaciju karakteriše i veći sadržaj sulfida u odnosu na prethodne, a limonitizacija, je rezultat destrukcije skoro isključivo sulfida.

Fe-mineralizacija je sitnozrna tako da se, izuzev pirita i kalcita, ostali sastojci ne raspoznaju golim okom niti pod lupom.

Izgleda da se mineralizacija ovog horizonta prilično razlikuje i u genetskom pogledu od mineralizacije iz metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije.

Pojava u Petronijevića potoku

Pojava u Petronijevića potoku predstavljena je magnetitskom mineralizacijom slojevitog načina pojavljivanja. Debljina joj je oko 0,40 m. To je veoma sitnozrna mineralizacija na kojoj se jasno zapažaju silifikacija, piritizacija, karbonatizacija i limonitizacija kao najmarkantnija alteracija hidrotermalnog porekla.

Smeštena je u donjim delovima filitoidne formacije, koji su sastavljeni pretežno od krečnjačkih škriljaca.

U okviru mineralizovanog sloja jasno se izdvajaju meta-peščar i krečnjački škriljac sa kojima je u vezi primarna mineralizacija.

Detaljna ispitivanja mineralnog sastava pokazala su da je metapeščarski deo stene sastavljen od zrna kvarca hidroliskuna, biotita, hlorita i minerala iz serpentinske grupe*). Sa navedenim mineralima druguje primarni magnetit.

Na osnovu ovakvog mineralnog sastava (naročito zbog prisustva hlorita i minerala iz serpentinske grupe) i odsustva singenetskog magmatizma u vreme stvaranja, može se predpostaviti da je ova mineralizacija nastala sedimentnim putem. Tačnije rečeno ona predstavlja pretaloženi deo nekadašnje kore raspadanja, koja je postala na bazičnim ili ultrabazičnim stenama.

Pored navedene parageneze, ovde su zastupljeni i minerali iz hidrotermalne sulfidne parageneze, a uz to, pod snažnim uticajem hidrotermi, došlo je i do rekristalizacije primarnog magnetita, tako da od ukupne količine magnetita danas je preko 60% rekristalisanog.

---

*)Poslednja dva minerala dokazana su rentgenskim i diferencijalno-termičkim analizama.

Rekristalisani magnetit najčešće se javlja u dobro razvijenim ali sitnim kristalima. Jako je polomljen i često se pretvara u martit, kao i primarni magnetit. Zastupljenost martita ne prelazi 10% ukupne količine magnetita. Najčešće se javlja po obodu zrna magnetita.

Mlađa, hidrotermalna parageneza predstavljena je piritom, pirhotinom, halkopiritom, kvarcom i kalcitom. Ova parageneza potiskuje magnetit i kvarc iz ranijeg perioda stvaranja. Najčešće se javlja u obliku žilica, ređe kao slaba impregnacija.

Pirit u impregnacijama je krupniji. Veličina zrna kreće se do 1 mm.

Ukupna zastupljenost sulfida je mala, a posebno malo su prisutni pirhotin i halkopirit.

Pored navedenih minerala, a u okviru hidrotermalne parageneze zapaženo je i prisustvo biotita, istina, u maloj količini.

Najzad, poslednji mineral je limonit, nastao je raspadanjem u prvom redu pirita, podređenije biotita i drugih sulfida. Limonitizacija je neravnomerna i descedentnog je porekla.

Iz navedenog, jasno se vidi i redosled stvaranja pojedinih minerala:

primarni magnetit — prekristalisani magnetit — martit — kvarc — — pirhotin — pirit — halkopirit — kalcit — limonit.

Hidrotermalne promene o kojima je bilo reči, najverovatnije je, da su u direktnoj vezi sa istim u Lazića potoku i u Orašinama.

Semikvantitativna ispitivanja sadržaja pojedinih elemenata pokazala su sledeće rezultate:

Tabela 26.
u gr/t

Mg	Na	Ti	Mn	V	Cu	Zn	Mo	Ni	Co	Cr	Ba	Sr	Pb	Y	Zr	Sc	La
4500	1400	450	1000	700	145	700		21	6		3800	250					
4000		100	4500	45	20		11	22		20	620	15					
>1%	3160	>1%	>1%	125	10		3	200	42	17	1700	50	32	74	450	12	150

Ovakvo učešće pojedinih elemenata, naročito Mg, Ni i V vrlo lepo se uklapa u predpostavku o primarnom poreklu gvožđa i ostalih sastojaka, tj. da potiču iz kore raspadanja, nastale na bazičnim ili ultrabazičnim stenama, a druga, hidrotermalna parageneza potvrđuje se učešćem barijuma, cinka, lantana, molibdena i drugih elemenata.

Horizont sa »tankoslojevitim« hemititom (kod Karana)

Fe-mineralizacije ovog horizonta su najmlađe u okviru metamorfikuma drinske oblasti. Smeštene su u gornjim delovima filitoidne formacije.

Ove mineralizacije, izuzev termalne parageneze, nemaju, prostorne, hronostratigrafske i, po poreklu gvožđa, veze sa mineralizacijama koje su prethodno opisane.

Zadržavajući se u okviru paleozoika i predpostavke da su primarne mineralizacije ovog horizonta sedimentne i da su nastale u paleozoiku,

njihova primarna geneza mogla bi se vezati za variscisku metalogenetsku epohu.

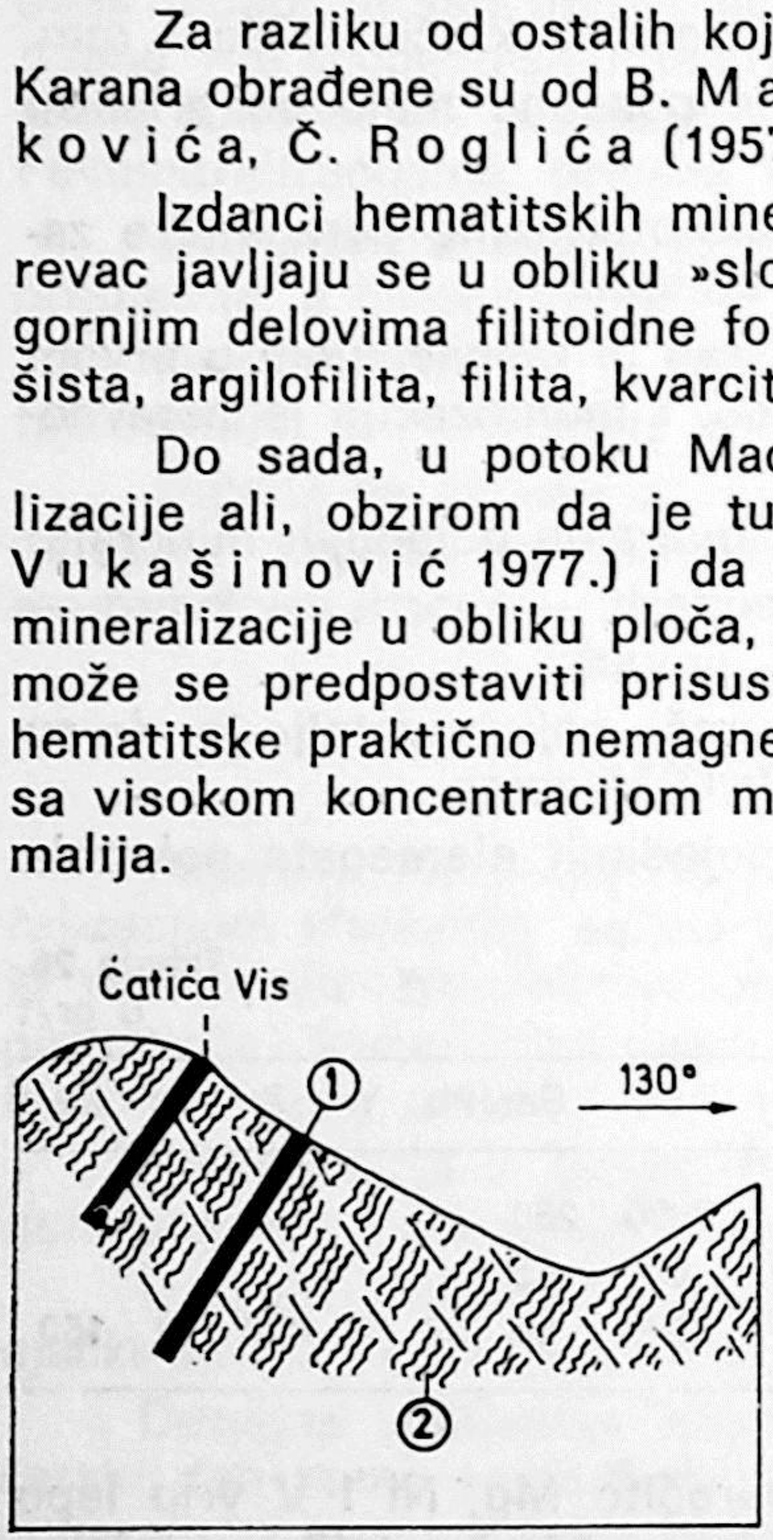
U okviru ovog horizonta do sada je poznato nekoliko pojava istočno i zapadno od Karana. To su: Ćatića vis i potok Madžarevac, istočno od Karana i, Metaljka, zapadno od Karana.

Pojave na Ćatića visu i u potoku Madžarevac

Za razliku od ostalih koje su do nedavno bile nepoznate, pojave kod Karana obrađene su od B. Markovića, M. Protića (1954.) i B. Markovića, Č. Roglića (1957.).

Izdanci hematitskih mineralizacija na Ćatića visu i u potoku Madžarevac javljaju se u obliku »slojeva«, debljine 10 do 30 cm. Smešteni su u gornjim delovima filitoidne formacije, koja je ovde sastavljena od: argilošista, argilofilita, filita, kvarcita, hloritskih škriljaca i krečnjačkih škriljaca.

Do sada, u potoku Madžarevcu nisu zapaženi izdanci Fe-mineralizacije ali, obzirom da je tu registrovana aeromagnetska anomalija (S. Vukašinović 1977.) i da smo pronašli veći broj komada magnetitske mineralizacije u obliku ploča, debljine do 0,30 m, sa dovoljno opravdanja, može se predpostaviti prisustvo i takvih mineralizacija, tim pre što su hematitske praktično nemagnetične. Ovde se radi o gvožđevitom kvarcitu sa visokom koncentracijom magnetita, za koji se i vezuje pomenuta anomalija.



Sl. 53. Pojavljivanje hematitskih mineralizacija na Ćatića visu.
1 — hematitska mineralizacija, 2 — filit.

Fig. 53. Occurrences of hematite mineralizations on the Ćatića hill. 1 — hematite mineralization, 2 — phyllite.

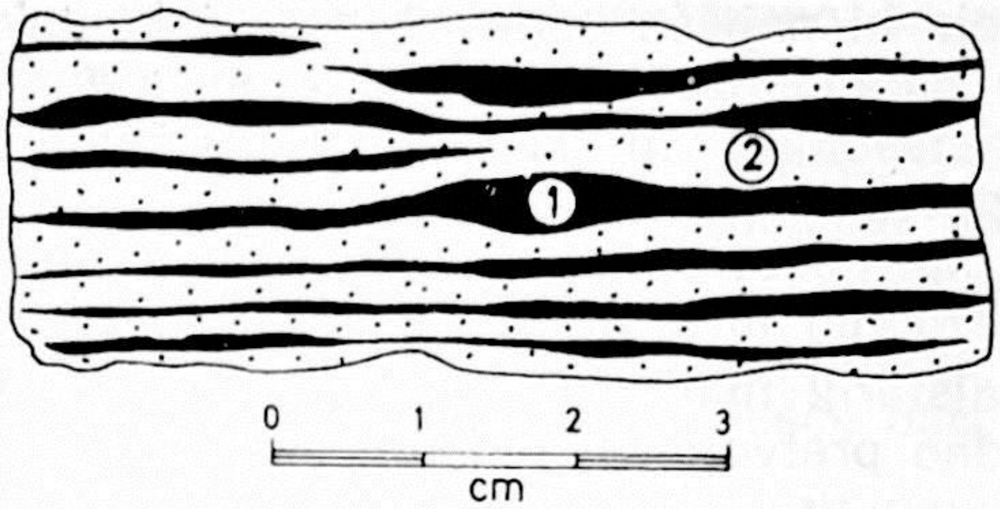
Magnetitska mineralizacija ili gvožđeviti kvarcit nosi najvećim delom magnetit (do 40%), zatim malo martita, pirita, retke ljuspice elementarnog gvožđa i limonit.

Magnetit je sitnozrn i prorasta sa stenom. Mešavina magnetita i primarnog kvarca često je polomljena i naknadno cementovana mlađim termalnim kvarcom, koga ima dosta. Verovatno je postao od hidroksida gvožđa, tako da bi na osnovu toga i stratiformnog načina pojavljivanja moglo da se predpostavi njegovo sedimentno poreklo.

Magnetit je zahvaćen slabim pretvaranjem u martit.

Iz hidrotermalne parageneze zastupljen je pirit, velikim delom zahvaćen limonitizacijom.

Redosled stvaranja, ovog tipa mineralizacije, bio bi:



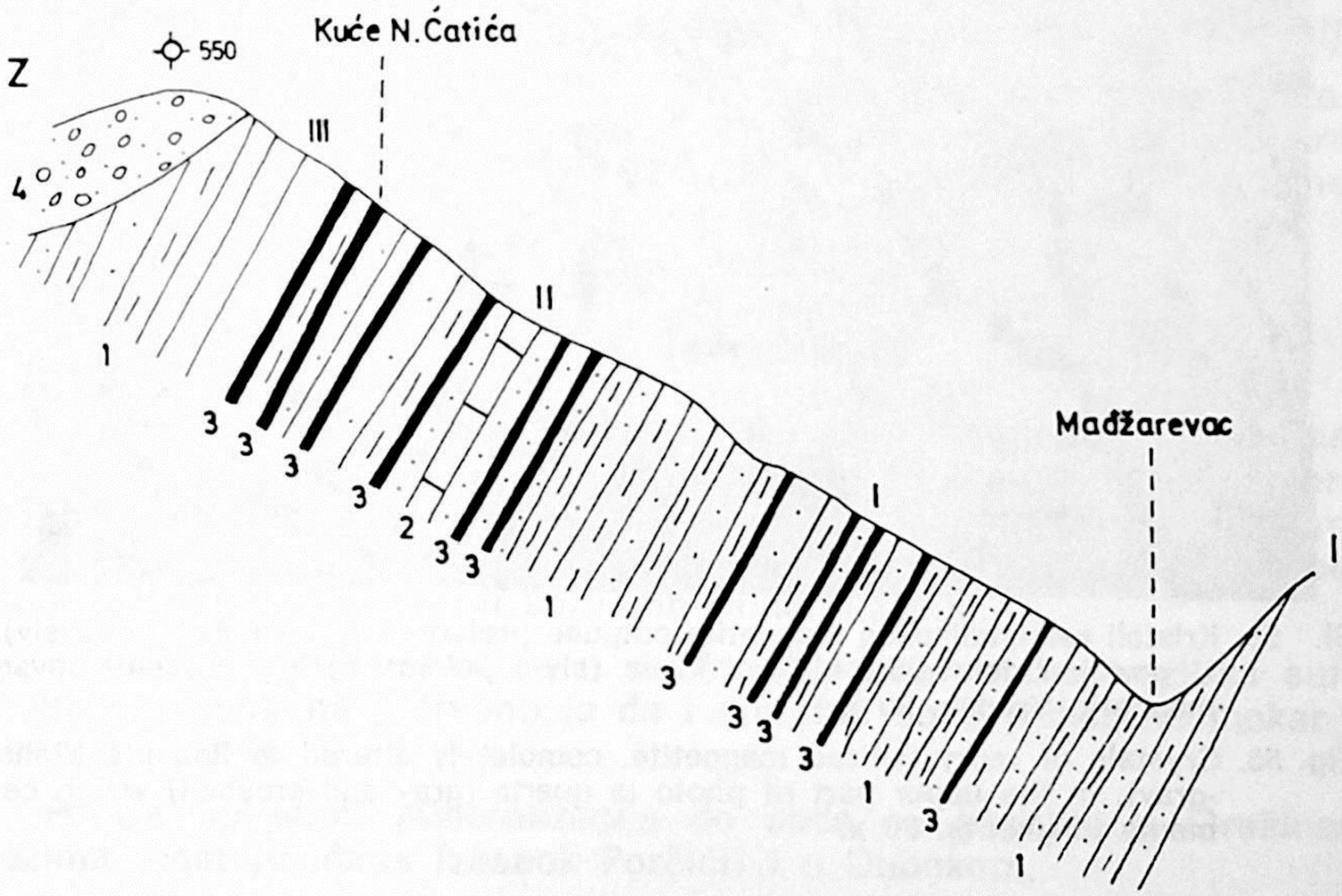
Sl. 54. Raspored magnetita u kvarcitu na Ćatića visu. 1 — magnetit, 2 — kvarcit.

Fig. 54. Distribution of magnetite on the Ćatića hill, 1 — magnetite, 2 — quartzite.

primarni magnetit — termalni kvarc — martit — hidrotermalni pirit — descedentni limonit.

Drugi tip mineralizacije, a koji se javlja na Ćatića visu i dalje prema potoku Madžarevac, jeste hematitska mineralizacija.

Tu se javlja više izdanaka koji u prvi mah sugerišu zasebne »slojeve«. Mi smo zapazili tri takva »sloja« dok B. Marković i M. Protić (1954.) navode postojanje čak 12 proslojaka (sl. 55.).



Sl. 55. »Šematski profil potoka Vukićevac od ušća do k. 550. 1. Paleozojski škriljci; 2. kristalasti krečnjak; 3. ruda gvožđa; 4. neogeni šljunkovi i pesak« (B. Marković, M. Protić, 1954.).

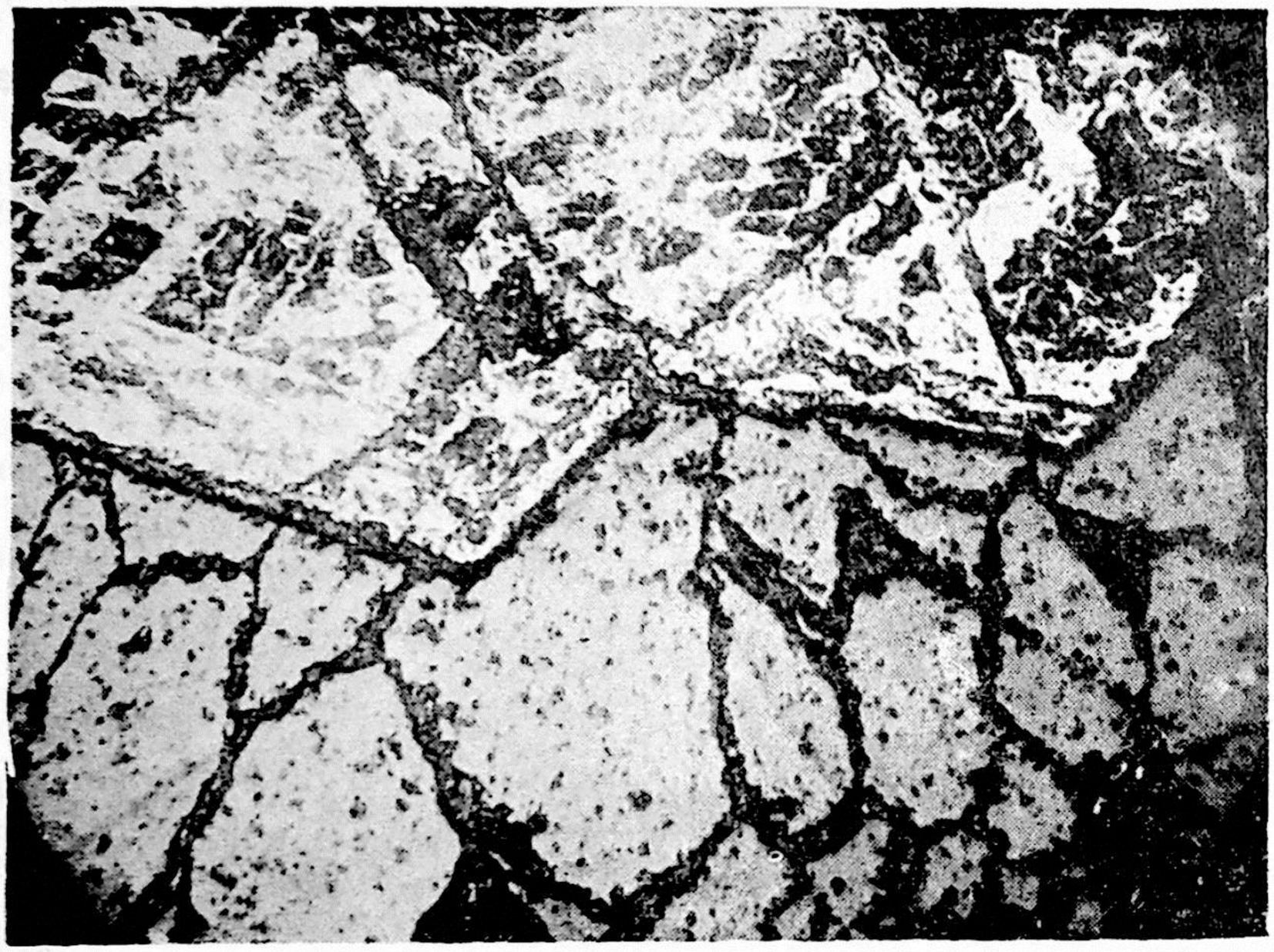
Fig. 55. "Schematic profile of the Vukićevac stream from the confluence up to the triangulation point 550. 1 — Paleozoic schist; 2 — crystalline limestone; 3 — iron ore; 4 — gravel and sand of Neogene age" (Marković, Protić, 1954.).

Teško je poverovati da je reč o slojevima, jer je mineralizacija toliko izmenjena naknadnim termalnim uticajima, tako da sva dosadašnja ispitivanja nisu omogućila razjašnjenje primarnog postanka.

Danas je to mineralizacija koja bi najviše odgovarala zoni kontaktnog metamorfizma. Na to ukazuju parageneza i učešće mikroelemenata. Ova mineralizacija bi odgovarala metasomatskim skarnovima, pri čemu bi intruziv mogao ležati negde blizu površine.

U paragenezi ovih mineralizacija učestvuju: magnetit, hematit, martit, limonit, hidromagnetit, a od nerudnih minerala: kvarc, granat, hlorit.

Trebalo bi da je magnetit najstariji mineral u ovoj paragenezi ali, kako je i on rekristalisao i naknadno pretvoren u limonit, što se zapaža preko pseudomorfoza limonita po magnetitu (sl. 56.), to je teško razjasniti.



Sl. 56. Kristali rekristalisanog magnetita potpuno pretvorenog u limonit (svetlosiv). U gornjem delu slike vidi se kvarc (siv i polomljen) koji je cementovao magnetit. Vazduh, 80 x.

Fig. 56. Crystals of recrystallized magnetite, completely altered to limonite (light-gray). In the upper part of photo is quartz (gray and crushed) which cements magnetite. 80 x.

Hidrotermalni hematit je dominirajući, a njegove pritke orijentisane su u istom pravcu, ljuspe prave izvesne oreole oko kontura bivšeg magnetita, što je posledica njegovog naknadnog unošenja u stenu.

Hematit, čija su zrna nepravilnog oblika, verovatno je najvećim delom, ustvari, martit, obzirom da su nađeni relikti magnetita u njemu.

Magnetit je veoma redak i razvijen je u obliku oktaedra. Skoro potpuno je martitiziran i limonitisan, polomljen je i potisnut termalnim kvarcom. Mestimično, zapažaju se žice magnetita debljine do 0,5 cm.

Značajno je istaći prisustvo granata, čija se veličina zrna kreće i do 4 mm.

Iz napred navedenog jasno se vidi i redosled stvaranja pojedinih minerala a on je sledeći:

Magnetit — martit — granat — rekristalisani magnetit — termalni kvarc — pritkasti hematit, ljuspasti hematit — hidromagnetit — limonit.

Što se tiče hemijskog sastava pada u oči visok sadržaj gvožđa, što je posledica visoke koncentracije hematita. Sadržaj Fe kreće se iznad 40%, a SiO_2 najčešće oko 30%. Učešće ostalih elemenata je sledeće:

Tabela 27.
u gr/t

Mg	Ti	Mn	Pb	Y	Cu	Zn	Ni	Co	Cr	Ba	Sr	Ga	La	Mo
2500	200	>1%	17	>1%	220	45	250	80	25	180	60	26	80	
1000	230	130		21	26	316	20	9	22					32

Pored navedenih, pomenućemo da se nalazi nekoliko izdanaka hematitske mineralizacije zapadno od Karana u lokalitetu zvanom Metaljka.

Mineralizacija je slična onoj na Ćatića visu, s tom razlikom što je ovde veće učešće magnetita, a sadržaj gvožđa je veoma varijabilan i kreće se, prema podacima B. Markovića i Č. Roglića (1957.) između 14% i 29%.

Sulfidne mineralizacije

Proučavajući Fe-mineralizacije, utvrđene su mnogobrojne manifestacije uticaja nekog intruziva kiselijeg sastava. Te manifestacije su predstavljene: skarnovskim paragenezama, rekristalizacijom prethodno stvorenih parageneza, prisustvom mineralizacija stvaranih na visokim temperaturama i, najzad, prisustvom sulfidnih mineralizacija.

Kako su Fe-mineralizacije u direktnoj postgenetskoj vezi sa sulfidnim mineralizacijama potrebno je da i sulfidne budu prikazane makar i u najkraćim crtama.

Pojave sulfidnih mineralizacija do sada su poznate u Orašinama, Biljezima, Kostojevićima (zaseok Porčići) i u Dubokom.

Pojava u Orašinama

Pojava u Orašinama predstavljena je sa tri izdanka na površini od oko 50 x 50 m, a u vertikalnom rasponu od 15 m. Ne bi se moglo reći da su ovi izdanci na primarnom mestu. Naprotiv tu se radi o jednom fosilnom klizištu i, verovatno da je ono što predstavlja danas izdanke delimično pomereno.

Najgornji izdanak predstavljen je kvarcitom (debljine 0,20 m) koji je impregnisan halkopiritom, piritom, galenitom i sfaleritom. Srednji izda-

nak takođe je kvarcit, ali zastupljen sa dva proslojka od kojih je donji debeo 0,20 m, a gornji 0,12 m.

Topografski najniža pojava javlja se opet u kvarcitu, ali ovog puta debljine preko 0,50 m.

Neposredna okolina sulfidnih mineralizacija jače ili slabije je zahvaćena silifikacijom i manje izraženom karbonatizacijom.

Zapaženo je prisustvo dveju generacija kvarcnih žica od kojih su jedne mineralizovane, dok druge nisu. Ove poslednje su postmineralizacijske, jer seku one što su mineralizovane.

Neki silifikovani delovi stena određeni su kao skarnovi a u njima su pored sulfida: Cu, Zn, Pb, utvrđeni: svež plagioklas, liskun, kalcit, granat, turmalin itd.

Reč je svakako o hidrotermalnoj mineralizaciji koja je stvorena u zoni egzokontakta.

Do danas, međutim, intruziv nije otkriven, ali se predpostavlja da nije dubok.

Sulfidna mineralizacija ovde nije bogata, niti je ravnomerna (sl. 57.), a visok sadržaj pojedinih metala, u probama na površini, posledica je sekundarnih obogaćenja bakrom u zoni oksidacije. Od sekundarnih minerala bakra prisutni su: halkozin, malahit, azurit i limonit sa bakrom.

Sulfidne mineralizacije, pored impregnacionog oblika, javljaju se, ređe, i kao tanke i kratke žilice, ili nagomilanja.

Halkopirit je vodeći rudni mineral, a iza njega po zastupljenosti slede: pirit, sfalerit, galenit i redak tetraedrit.

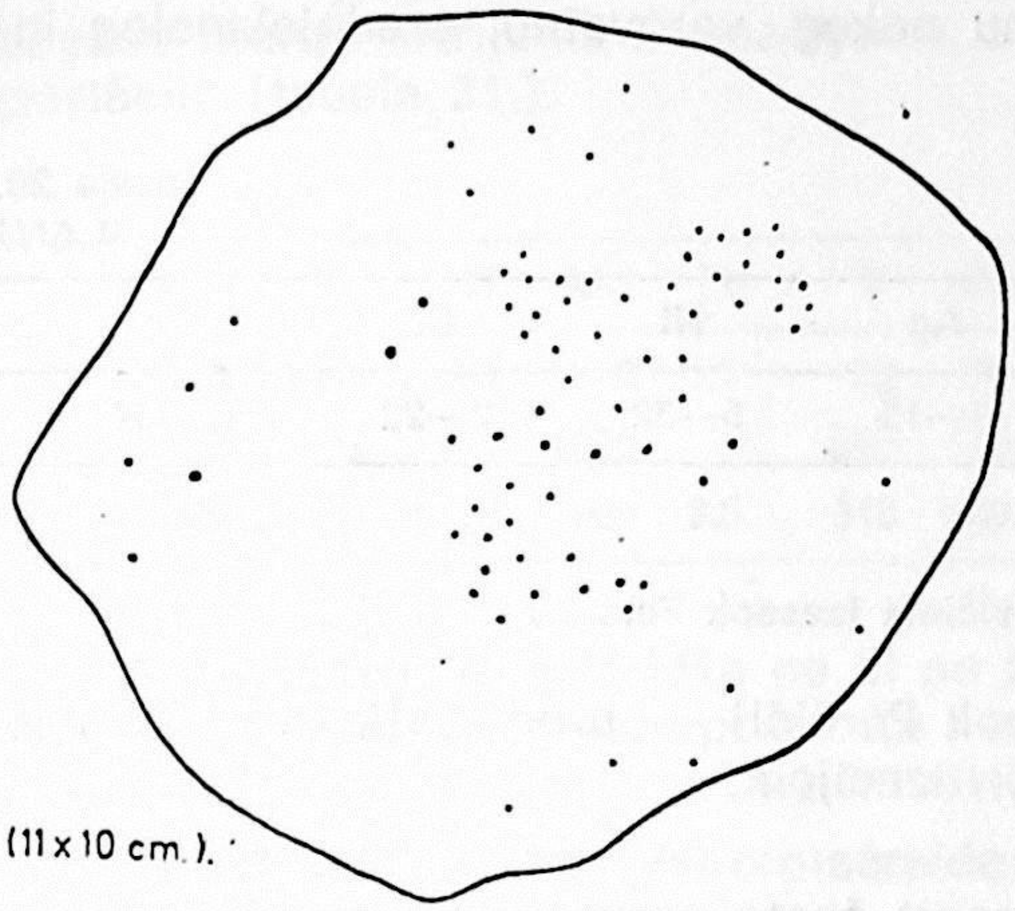
Izgleda da je pirit najstariji rudni mineral, a odmah iza njega sledi sfalerit. Kod sfalerita to je jasno uočljivo, jer se lako raspoznaje izdvajanje halkopirita iz sfalerita.

Dalje bi bilo stvaranje galenita i, najzad, pomenuti sekundarni minerali, pri čemu se prvo stvara halkozin, zatim limonit sa bakrom, malahit i azurit.

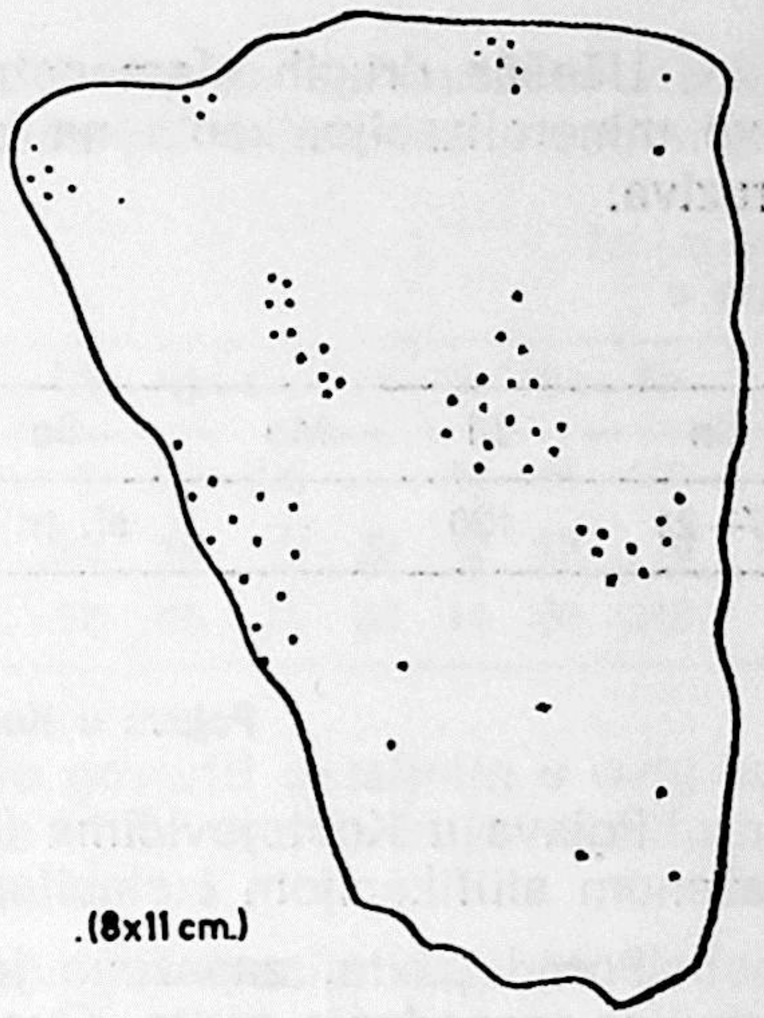
Interesantno je istaći da je zapažen i limonit nastao iz pirita, za razliku od limonita sa sadržajem bakra koji je postao od halkopirita.

Na osnovu parageneze, načina pojavljivanja i hemijskog sastava (tabela 28. i 29.) jasno se vidi da je to hidrotermalna parageneza, koja je stvorena na nešto povišenoj temperaturi, na šta ukazuje naročito visok sadržaj bizmuta.

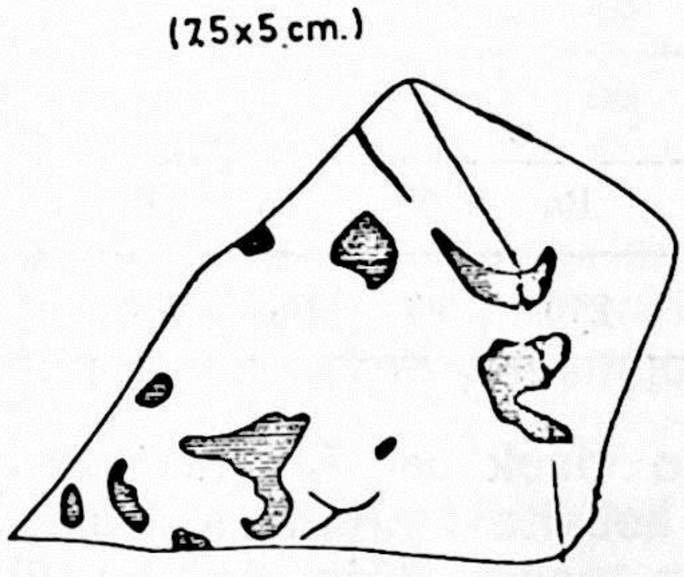
Učešće bizmuta od 130 gr/t govori da, obzirom na sadržaj olova, nije vezan samo za galenit, jer je odnos olova i bizmuta mali. Na osnovu toga moglo bi se predpostaviti da je bizmut delimično vezan za halkopirit, ili, pak, da se javlja u nekom svom mineralu.



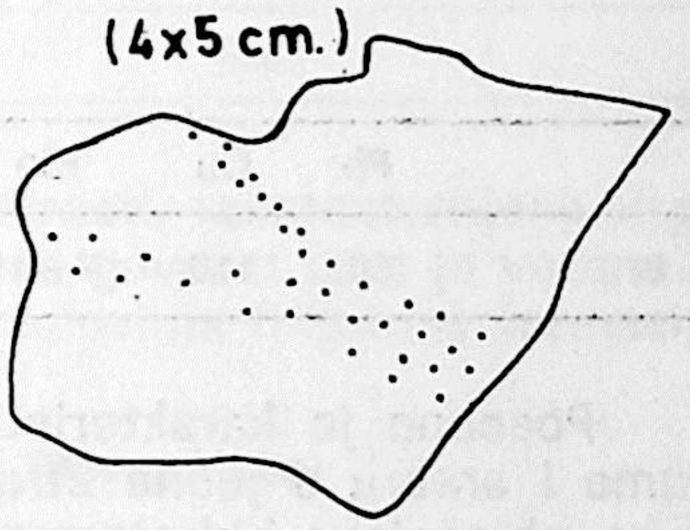
A.-



B.-



C.-



D.-

Sl. 57. Oblici pojavljivanja sulfidne mineralizacije u različitim stenama: A — halkopirit u kvarcitu, B — halkopirit u silifikovanoj steni, C — halkopirit i pirit u silifikovanoj steni, D — halkopirit, pirit, galenit u kalcitskoj žici.

Fig. 57. Forms of sulphide mineralizations in different rocks: A — chalcopyrite in quartzite, B — chalcopyrite in silicified rock, C — chalcopyrite and pyrite in silicified rock, D — chalcopyrite, pyrite, and galena in calcite vein.

Tabela 28.

Cu %	Zn %	Pb %	Au gr/t
2,8	0,012	0,009	0,02
1,7	0,400	0,48	0,03
1,6	0,082	0,34	0,02

Učešće drugih elemenata takođe ukazuje na hidrotermalno poreklo ove mineralizacije, kao i na blizinu nekog, verovatno, srednjekiselog intruziva.

Tabela 29.
u gr/t

Sn	Bi	Mo	Ba	Ag	Ni	Co	Cr
17—21	130	—	sl. tr.	3—15	5—32	2—22	12—14

Pojava u Kostojevićima (zaseok Porčići)

Pojava u Kostojevićima (zaseok Porčići) — predstavljena je jako izraženom silifikacijom i slabijom piritizacijom.

Pored pirita, zapažena je i obimna limonitizacija, koja predstavlja rezultat raspadanja pirita. Ovaj limonit često pravi pseudomorfoze po piritu. Najzad, utvrđeno je i prisustvo male količine descedentnog mangana.

Ova pojava je posebno interesantna po sadržaju mikroelemenata (Tabela 30.).

Tabela 30.
u gr/t

Pb	Cu	Mo	Be	Ag	Ba	Ni	Co	Cr
60	110	7—19	28	3,5	210	70	65	23

Posebno je karakterističan relativno visok sadržaj molibdena, berilijuma i srebra s jedne strane, a nikla, kobalta i hroma s druge strane. To se objašnjava hidrotermama iz kiselije magme (Mo, Be, Ag, Pb), koje su prolazile i kroz bazične stene i remobilisale Ni, Co i Cr, te na taj način oformile ovakvu asocijaciju elemenata.

Ovi podaci bi mogli biti još jedan doprinos shvatanju da se ispod hloritskih škriljaca, odnosno vulkanogeno-sedimentne formacije kriju bazičnije stene koje predstavljaju dublje delove okeanske kore.

Pojava u Biljezima

Pojava u Biljezima predstavlja veoma markantno obogaćenje krečnjačkih škriljaca piritom. Piritizacija je zapažena na površini od oko 0,5 km^2. Na terenu se jasno izdvaja i tamo gde su izdanci pokriveni humusom, pošto je obojen mrkom i mrko-žutom bojom, koja dolazi od limonita nastalog raspadanjem pirita.

Mestimično su zapažene izuzetno bogate koncentracije pirita i kvarca (u odnosu 50 : 50%) u okviru krečnjačkih škriljaca. Ovo su verovatno kvarcno-piritska gnezda, gde se pirit javlja u vidu impregnacija. Izuzev sekundarnog limonita, to je jedini rudni mineral.

U hemijskom sastavu ove mineralizacije zapaža se naročito visoko učešće titana, natrijuma i vanadijuma, a učešće bakra je samo mestimično povišeno (tabela 31.).

Tabela 31.
u gr/t

Mg	Na	Ti	Mn	Pb	V	Cu	Y	Zr	Ni	Co	Sc	Cr	Ba	Sr
4500	3500	700	1000	28	32	70	32	8	3,5	2,5	—	40	45	420
2200	>1%	>1%	1000		520	70	32	220	16	38	42	12	12	70
8000	>1%	6400	1000	3,5	316	220	6	70	16	38	26	14	90	210

Na osnovu tih podataka ne bi se moglo govoriti detaljnije o ovoj pojavi, posebno ne o njenom postanku i ako se stiče utisak da je stratiformnog oblika i da je u vezi sa bazičnim magmatizmom.

Hemijska analiza jedne probe navedene piritizacije dala je sledeći rezultat:

Tabela 32.
gr/t

Cu	Zn	Pb	Au
480	90	53	0,02

Bez detaljnih ispitivanja o: postanku, starosti, rasprostranjenju i potencijalnosti piritske mineralizacije, ne može se govoriti iako je vezana za krečnjačke škriljce koji pripadaju središnjim delovima filitoidne formacije.

Pojava u lokalnosti Duboko (SI od Titovog Užica)

Sulfidna mineralizacija koja se javlja u ovoj lokalnosti prilično se razlikuje od napred prikazanih. Naime, ova mineralizacija karakteriše se sulfidima bakra i oksidima gvožđa. Ta dva tipa mineralizacija idu zajedno. Za razliku od Orašina, gde se javljaju sulfidi Pb i Zn, a izostaju oksidi gvožđa, ovde je obrnut slučaj. Na taj način moglo bi se govoriti o različitim uslovima stvaranja. Mineralizacije u lokalnosti Duboko su verovatno stvarane na višim temperaturama nego u Orašinama.

Iako nisu vršena sistematska ispitivanja, može se reći da je utvrđena sledeća parageneza: magnetit, hematit, pirit, halkopirit, tetraedrit, martit, bornit, halkozin, kovelin, limonit sa bakrom, limonit, hidrohematit. Pored navedenih, zapažen je i jedan karbonat gvožđa. Na žalost, na njemu nisu vršena preciznija ispitivanja. Od minerala jalovine najobilniji minerali su kalcit i kvarc.

Na osnovu ovakvog mineralnog sastava, pritkastih minerala: hematita, krupnih kristala magnetita (do 5 mm), moglo bi se predpostaviti da je ova mineralizacija genetski najbliža skarnovskom tipu, na taj način mogla bi se dovesti u genetsku vezu sa mineralizacijama gvožđa istočno i zapadno od Karana.

Metalogenetska klasifikacija mineralizacija metamorfikuma Drinske oblasti zapadne Srbije

Tabela 33.

Lokalnost	Metalogenetska epoha	Horizont	Paragineza		Genetski tip mineralizacije		Oblik pojavljivanja
			primarna	sekundarna	primarni	sekundarni	
Orašine	Alpska (?)	—	pirit, sfalerit, halkopirit, galenit	halkozin, azurit, malahit, Cu-limonit, limonit	hidrotermalni	descedentni	impregnacija, žilice i previake
Kostojevići (zaseok Porčići)	Alpska (?)	—	pirit	limonit Mn-mineralizacije	hidrotermalni	descedentni	impregnacija
Biljezi	?	—	pirit	limonit,	?	descedentni	impregnacija
Duboko	Alpska	—	magnetit, hematit, pirit, halkopirit	martit, bornit, halkozin, tetraedrit, kovelin, Cu-limonit, limonit	hidrotermalni	descedentni	impregnacija
Ćatića vis	Variscska	»tankoslojeviti« hematit	magnetit, hematit, pirit	magnetit, hematit, martit, granat, limonit i hidromagnetit	sedimentni ?	termalna, descedentna vezana za postpaleozojsko vreme	stratiformni (?)
Petronijevića potok	Kaledonska	magnetit iz donjih delova filitoidne formacije	magnetit, kvarc, hlorit, serpentin	prekristalisani magnetit, martit, pirit, pirhotin, halkopirit, kvarc, kalcit.	sedimentni (pretaložena kora raspadanja)	žični, impregnacioni (hidrotermalni postpaleozoik)	stratiformni, a sulfidi u obliku žica i impregnacija
Kamenjača, Orašac, Blagojevići	Bajkalska	svetlosivi gvoždeviti kvarcit	Fe-hlorit, magnetit, pirit	magnetit, martit, pirit, limonit, psilomelan piroluzit	vulkanogeno--sedimentni, sedimentni	prekristalisani, termalni, (postpaleozoik) descedentni	stratiformni (slojeviti)
Lazići, Petronijevići, kota Višesava, s. Višesava, Dvizovići	Bajkalska	tamnosivi kvarciti sa magnetitom	Fe-hlorit, magnetit, hematit	prekristalisani magnetit, martit, spekularit, maghemit, pirit, markasit, limonit, hidrohematit	vulaknogeno-sedimentni, hidrotermalni, sedimentni	termalni, prekristalisani (postpaleozoik) descedentni	stratiformni (slojeviti)
Lazića potok, Gradina (severoistično od Petronijevića)	Bajkalska	hematit (spekularit)	Fe-hlorit, magnetit, hematit	magnetit, spekularit, martit, sulfidi, pirit, halkopirit i limonit	vulkanogeno--sedimentni, hidrotermalni	hidrotermalno promenjeni i kontaktno metamorfni, prekristalisani, (postpaleozoik) descedentni	stratiformni (slojeviti) impregnacioni
Lazića potok, k. Višesava	Bajkalska	magnetitske impregnacije	Fe-hlorit, magnetit	magnetit, ilmenit, sfen, limonit.	vulkanogeno--sedimentni, hidrotermalni	hidrotermalno izmenjena i termalna (postpaleozoik) descedentna	stratiformni i impregnacioni

Ispitivanja hemijskog sastava nisu vršena, izuzev određivanja bakra i gvožđa na jednom uzorku. Pri tome se ispostavilo da je sadržaj bakra bio iznad 600 gr/t, a gvožđa oko 25%, iz čega bi se moglo zaključiti da je ovo, pre svega, mineralizacija gvožđa, a ne sulfida bakra, ali obzirom na mineralnu asocijaciju, svrstali smo je u sulfide, čime se otvara, na širem prostoru metamorfikuma drinske oblasti, prostor za ozbiljnije proučavanje sulfidnih mineralizacija vezanih za najmlađe, postpaleozojske, tektonomagmatske aktivnosti.

POSTANAK Fe-MINERALIZACIJA U METAMORFIKUMU DRINSKE OBLASTI

Stvaranje Fe-mineralizacija u metamorfikumu drinske oblasti dešavalo se u više mahova:

1. najstarije rudne mineralizacije stvorene su u vreme formiranja vulkanogeno-sedimentne formacije,
2. u ranoj fazi postanka filitoidne formacije stvorena je Fe-mineralizacija sedimentnog tipa,
3. u gornjim delovima filitoidne formacije formirane su hematitske, »tankoslojevite« mineralizacije sa jako izraženim hidrotermalnim promenama,
4. najzad, obrazovanje rudnih mineralizacija završava se stvaranjem sulfida, vezanih za postpaleozojske magmatske aktivnosti.

MINERALIZACIJE GVOŽĐA VEZANE ZA METAMORFISANU VULKANOGENOSEDIMENTNU FORMACIJU

Metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija stvorena je u bajkalskom tektono-magmatskom ciklusu s kojim su u direktnoj vezi i mineralizacije gvožđa.

Poznato je da je bajkalska epoha bila veoma slična grenvilskoj, kako po intenzitetu tektonskih događaja, tako i po magmatskoj aktivnosti.

Rezultat tih događaja predstavlja metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija u metamorfikumu drinske oblasti.

Prisustvo više horizonata sa mineralizacijama gvožđa ne može se odvojiti od postanka ove formacije, to će reći da je u vreme submarinskog vulkanizma bilo prinošenje većih količina gvožđa u marinsku sredinu, što je omogućilo stvaranje stratiformnih mineralizacija na većem prostoru.

Najbolji dokazi za ovakvu vezu nalaze se u Lazića potoku (sl. 28.). Tu se jasno vidi naizmenično smenjivanje hloritskih škriljaca, Fe-mineralizacija i metadijabaza.

Poreklo gvožđa

Kada su u pitanju vulkanogeno-sedimentne formacije, poreklo metala, koji ulaze u sastav različitih mineralizacija i ležišta, uvek je bila tema

za diskusiju među istraživačima. Poslednjih godina dolaze do izražaja razne koncepcije i shvatanja, počev od onih koje govore o poreklu metala iz gornjeg omotača, preko remobilizacije (hidrotermalnim putem) metala iz zemljine kore, bilo da se radi o hidrotermama nastalim prodorom vode i fluida iz unutrašnjosti Zemlje, ili prodorom površinske vode u dubine zemljine kore i njenim prevođenjem u hidrotermu, do direktne reakcije između morske vode i izlivnog vulkanita.

Svakako da metali u vulkanogeno-sedimentnim mineralizacijama imaju jedan od napred navedenih izvora, a transport metala odvijao se rastvorima, odnosno vodama prevedenim u terme na ovaj ili onaj način.

U cilju sigurnijeg razjašnjenja tog problema izvršena su ispitivanja izotopnog sastava kiseonika, kao i učešće mikroelemenata u mineralizacijama gvožđa (tabela 25.).

Treba odmah naglasiti da su postgenetske promene na mineralizacijama gvožđa i okolnim stenama često takve, da je teško izvršiti diferenciranje primarnih karakteristika od naknadno stečenih.

Ispitivanja izotopskog sastava kiseonika izvršena su na magnetitu, hematitu, kvarcu, hloritu i kalcitu.

Iz tabele 35. vidi se da su dobijeni viši pozitivni rezultati, nego što bi to odgovaralo kiseoniku koji bi bio magmatogenog porekla. Takođe, izotopski sastav kiseonika iz magnetita, hematita, hlorita i kvarca (v. tabelu 34.) ima izrazita povećanja pozitivnih vrednosti. Iz ovoga proizlazi da kiseonik, iz ispitivanih uzoraka, nije magmatogenog porekla.

Tabela 34.

Lokalnost	Mineral	Izotopski sastav ^{18}O u ‰ (SMOW)
Lazića potok	Magnetit	+ 14,0
Lazića potok	Hlorit	+ 13,1
Lazića potok	Magnetit	+ 12,8
Lazića potok	Magnetit	+ 10,8
Lazića potok	Magnetit	+ 13,6
Lazića potok	Hematit	+ 10,2
Lazića potok	Magnetit	+ 11,0
S. Lazići	Magnetit	+ 5,3
S. Lazići	Kvarc	+ 11,1
S. Petronijevići	Hlorit	+ 12,5
Kamenjača	Kvarc	+ 17,1
Kamenjača	Magnetit	+ 7,9
Kamenjača	Fe-hlorit	+ 11,1
Kamenjača	Kvarc	+ 15,1
S. Višesava	Kvarc	+ 12,1
S. Višesava	Fe-hlorit	+ 11,9
S. Višesava	Magnetit	+ 7,8
S. Višesava	Hlorit	+ 15,8
S. Višesava	Hlorit	+ 13,7
S. Višesava	Kvarc	+ 14,0
S. Višesava	Kvarc	+ 14,0
S. Višesava	Kvarc	+ 14,0
K. Višesava	Magnetit	+ 11,2
K. Višesava	Magnetit	+ 10,5
Karan (Ćatića vis)	Hematit	+ 14,3
Karan (Ćatića vis)	Magnetit	+ 12,1

Kako se kod magnetita magmatogenog porekla izotopski sastav kiseonika kreće od + 2‰ do + 6‰, može se reći da je samo magnetit, sa pojave iz s. Lazići magmatogenog porekla, obzirom na sadržaj ^{18}O od 5,3‰.

Tabela 35.

Lokalnost	Mineral kalcit iz	^{18}O (PDB)	^{18}O SMOW u ‰
Lazića potok	mermera	— 11,53	+ 18,49
Lazića potok	krečnjačkog škriljca	— 6,85	+ 23,31
Lazića potok	krečnjačkog škriljca	— 11,88	+ 18,13
Selo Lazići	mermera	— 13,72	+ 16,23
Petronijevića potok	krečnjačkog škriljca	— 12,03	+ 17,97

S druge, pak, strane, izotopski sastav kiseonika iz kvarca sa istog izdanka iznosio je 11,1‰, a poznato je da magmatogeni kvarc sadrži između 8‰ i 12‰ ^{18}O. Iz ovoga proizlazi da bi par magnetit-kvarc mogao da se upotrebi za određivanje temperature postanka ovih minerala.

Na osnovu ispitivanja koja je obavio J. Pezdič (1980.) vidi se da ta temperatura iznosi 979°K ili 706°C. Dakle, stvaranje magnetita i kvarca na pojavi u Lazićima obavljeno je na ekstremno visokoj temperaturi. Imajući to u vidu i intenzitet naknadnih promena, može se reći da je pojava u selu Lazići bila u direktnoj vezi sa izvorom visoke temperature, odnosno, pojava je bila u direktnoj vezi sa magmom koja je imala uticaja na konačno formiranje magnetita i kvarca koje danas imamo u Lazićima i kod kojih izotopski sastav kiseonika ukazuje na njihovo magmatogeno poreklo. Smatra se da je postanak tih minerala bio u zoni kontaktnog metamorfizma, odnosno, da je delimično ta pojava bila u zoni kontaktnih promena, pri čemu je došlo do stvaranja jednog dela magnetita kao skarnovskog minerala.

Na osnovu toga tumači se delimično i nehomogenost magnetskog polja na terenu sa pojavama metamorfisanih vulkanogeno-sedimentnih mineralizacija gvožđem.

Pojedine Fe-mineralizacije ili njeni delovi, bili su u neposrednoj vezi sa izvorom visoke temperature, zbog čega su »prolazile« kroz Kirijevu tačku i gubili magnetna svojstva.

Pored toga, na postgenetske promene, vezane za mlađi intruziv, ukazuju prekristalizacije, kontaktni minerali i učešće mikroelemenata.

Sa ovim u vezi ide i odgovarajuća asocijacija minerala.

Posmatrajući u celini mineralizacije gvožđem, njihove geohemijske karakteristike i neposrednu asocijaciju vulkanogenog kompleksa toleitskog niza, može se reći da je i poreklo gvožđa, bar jednim delom, u vezi sa bazaltoidnom magmom, tim pre što su stene produkti te magme bogate gvožđem.

Dakle, problem količine gvožđa, očito, kod ovih se magmi ne postavlja, pošto ono u sastavu dijabaz-spilitoidnih stena, igra jednu od vodećih uloga.

Kod tih stena gvožđe se javlja dvojako: 1. ono ulazi u sastav minerala stene i 2. ulazi u sastav rudnih minerala kao što su: oksidi (hematit, magnetit) i silikati (grupa Fe-hlorita).

Prinošenje gvožđa u egzogenu sredinu odvijalo se jednovremeno sa izlivima dijabaza i spilita o čemu svedoče magnetitske impregnacije u metaspilitima i hloritskim škriljcima, kada nisu bile u pitanju velike količine »slobodnog« gvožđa, koje je ušlo u sastav magnetita i hematita. Reč je o koncentracijama do 15% Fe, što znači da se učešće magnetita u tim stenama kreće do 20%.

S druge strane, gvožđe, koje je ušlo u sastav Fe-hloritskih, magnetitskih i hematitskih mineralizacija, prineseno je u vreme prodora hidrotermi (ili fluida uopšte: gasovi, pare, voda) bogatih rastvorom gvožđa koje je, u pogodnim fizičko-hemijskim uslovima, oboreno kao silikat ili oksid. Prodor tih hidrotermi odvijao se u vreme zastoja izliva dijabaz--spilitoidnih stena.

Ispitivanja izotopskog sastava kiseonika, iz Fe-mineralizacija bajkalske metalogenije, u metamorfikumu drinske oblasti, pokazala su da kiseonik nije magmatogenog porekla. Na osnovu toga može se reći da povišene vrednosti $\delta\ ^{18}O$ odgovaraju mineralizacijama gvožđa stvorenim u sedimentnim uslovima.

Polazeći od tih činjenica i shvatanja da je poreklo gvožđa iz gornjeg omotača, tumačenje formiranja najstarijih Fe-mineralizacija bilo bi sledeće: u toku vulkanske aktivnosti, u vreme zastoja izlivanja lave, dolazilo je do izlivanja hidrotermi koje su bile bogate rastvorom gvožđa. Tako preneseno gvožđe, stupalo je u reakciju sa morskom vodom, uzimalo iz nje kiseonik obrazujući pihtijasti hidroksid gvožđa. Na taj način gvožđe je ušlo u sastav sedimenata, pri čemu su vrednosti pH i Eh odigrali značajnu ulogu što se vidi i na sl. 17.

Razvoj rudnog sedimenta išao je preko dijageneze i kasnije metamorfizma, pri čemu je došlo do gubljenja vode i stvaranja oksida i silikata gvožđa, prvenstveno: magnetita, hematita i Fe-hlorita. Dalja transformacija išla je preko pretvaranja jednog dela Fe-hlorita u magnetit i kvarc, zatim preko martitizacije i prekristalizacije: magnetita, hematita i Fe-hlorita. Gubitkom jednog dela kiseonika, mestimično, hematit prelazi u magnetit, a njegovom martitizacijom i slabom limonitizacijom završava se proces promene na Fe-mineralizacijama iz »zelenog kompleksa«.

Na ovakav razvoj mineralizacije ukazuju naizmenična smenjivanja metadijabaza, Fe-mineralizacija, hloritskih škriljaca i mermera.

Ako bi se poslužili nekim interpretacijama (B o t t k e, 1959, H. H e n t s c h e l, 1960, lit. po H. H a r d e r 1965.) o rasporedu silicije i karbonata, u LAHN-Dill-skom ležištu, a to je da su Fe-mineralizacije bogate silicijom oborene u marinskoj sredini, mogle da se nalaze blizu dovodnih kanala, dok su Fe-mineralizacije bogaate karbonatima oborene daleko od njih, onda bi se moglo predpostaviti da su Fe-mineralizacije o kojima je reč oborene relativno blizu dovodnih kanala. Istini za volju, ova pretpostavka bi mogla biti logična u drinskom metamorfikumu, ali, na žalost, do danas se nije uspelo naći bilo kakav podatak koji bi ukazivao na neki stari vulkanski centar ili njegovu blizinu.

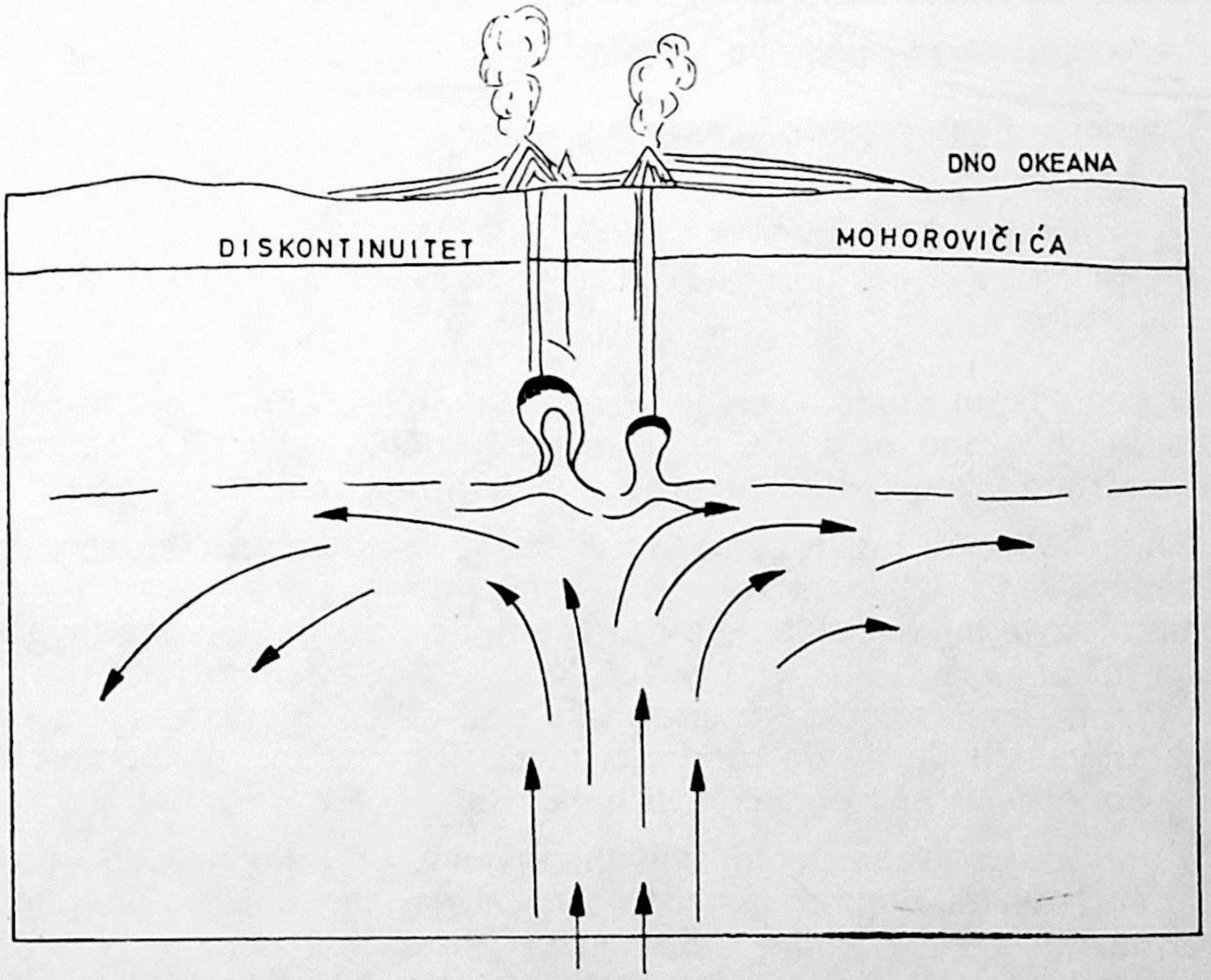
Kinematika obrazovanja Fe-mineralizacija

Metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija nastala je na okeanskom tipu zemljine kore, u kome su magme, od kojih su postali vulkaniti te formacije, bazaltoidno-toleitskog tipa.

Kako te stene, na osnovu današnjeg shvatanja, vode poreklo iz gornjeg omotača, smatra se da je to i praizvor, bar jednog dela metala koji je ušao u sastav mineralizacija gvožđa razmatrane formacije.

Kinematika, koja je omogućila formiranje navedenih mineralizacija, odnosno razvoja vulkanizma, nije mogla biti rekonstruisana. Na ovo su uticali, u prvom redu, ograničen prostor, na kom su ispitivanja obavljena, zatim, ograničen broj i veličina izdanaka, dostupnih osmatranju i, najzad, vanredno velike promene koje su se desile, na citiranoj formaciji u toku geološke istorije. Zbog toga o ovom problemu može da se govori samo sa pozicija opštih šema baziranih na savremenim koncepcijama tektono-magmatskih događaja, koji se odvijaju u savremenoj zemljinoj kori. Smatra se da su konvekciona strujanja, u gornjem omotaču dovela do otvaranja zemljine kore duž riftnog sistema na kome se razvija vulkanizam čiji su produkti bili dijabazi i spiliti. Ujedno, tim mehanizmom izvršena je i delimična mobilizacija gvožđa koje je prineseno u marinsku sredinu.

Kolika je količina gvožđa bila prinesena? O tome je danas veoma teško govoriti.



Sl. 58. Šematski prikaz otvaranje Zemljine kore sa razvojem vulkanizma i sedimentacije u području okeana.

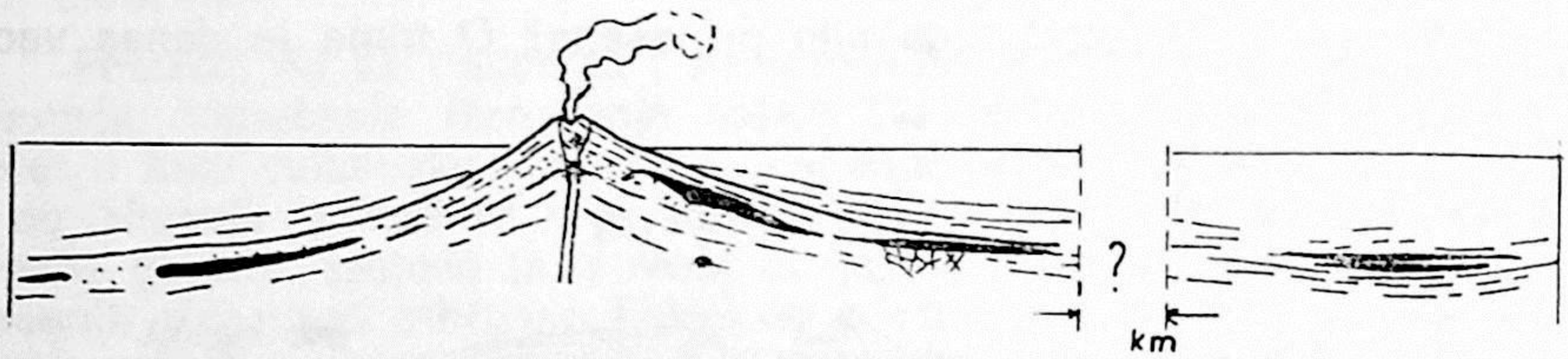
Fig. 58. Schematic reconstruction of opening of the Earth crust with development of volcanism and sedimentation in an ocean region.

Na osnovu onoga što se do sada zna, a to je rasprostranjenje izdanaka Fe-mineralizacija, na površini od oko 20 km²*), zatim, do sada je utvrđeno prisustvo 4 horizonta Fe-mineralizacija, čija je ukupna debljina oko 5 m, i uz procenu srednjeg sadržaja od oko 20 do 25% Fe, može se reći da je oboreno najmanje 75 miliona tona metala. Ovo jasno govori o veoma povoljnim uslvima koji su postojali, pre nešto manje od jedne milijarde godina, za stvaranje ležišta ruda gvožđa.

Svakako da je znatan deo prinetog gvožđa otišao, razblažen morskim strujama na znatno veće prostranstvo i da je ušlo u sastav sedimenata koji su nastali daleko od vulkanskih centara, ali je jedan njihov deo, verovatno oboren, relativno, blizu vulkanskih centara (sl. 58. i 59.).

Obrazovanje primarnog mineralizacionog substratusa i njegova docnija transformacija

Pod pojmom mineralizacioni substrat, podrazumevamo ceo kompleks u kome su smešteni svi horizonti Fe-mineralizacija metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije.



Sl. 59. Mesta obaranja gvožđa blizu vulkanskog centra ili dalje od njega.

Fig. 59. Places of iron precipitation near or farther from a volcanic centre.

U geološkom stubu »zelenog kompleksa« (sl. 28.) prisutne su stene, za koje je dokazano da vode poreklo od bazičnih vulkanita, ali postoje i slojevi mermera kao jedine sigurne sedimentne stene.

Jasno se ističu i cikličnosti u vulkanskoj aktivnosti, odnosno, naizmenično smenjivanje izliva dijabaz-spilitodnih stena, mineralizacija gvožđem i mermera. Iz toga izlazi sledeće tumačenje: najpre je izlivana lava i u pauzi, koja je mogla biti kraća ili duža, dolazilo je do izliva hidrotermi bogatih gvožđem. Ukoliko su hidroterme bile pod određenim pritiskom i u toku lavičnih izliva, mogle su da prodru u marinsku sredinu, pri čemu su obrazovale magnetitske impregnacije ili hematitske trake u samim slivovima.

S druge strane, sa većim izlivanjem lave, dolazilo je i do većih akumulacija hidrotermi, bogatih gvožđem i njihovog iznošenja na površinu. Ove hidroterme ulazile su jednim delom u već očvrsle i porozne vulkanite, a drugim su odnošene bliže ili dalje od vulkanskog centra.

---

*) Izdanci se javljaju u pravcu skoro istok-zapad, u dužini od oko 20 km i širini oko 1 km.

Kao rastvori veće specifične težine, kretali su se bliže dnu. U zavisnosti od reljefa dna i jačine morskih struja, zaustavljali su se u depresijama sa ograničenom cirkulacijom, gde je dolazilo do koncentrisanja i obaranja gvožđa zajedno sa SiO_2. Obe komponente ušle su u sastav sedimenata, i u procesu dijageneze formirani su Fe-hlorit, slaba hematitska mineralizacija i, mestimično, magnetitska mineralizacija, danas, u vidu gvožđevitog kvarcita.

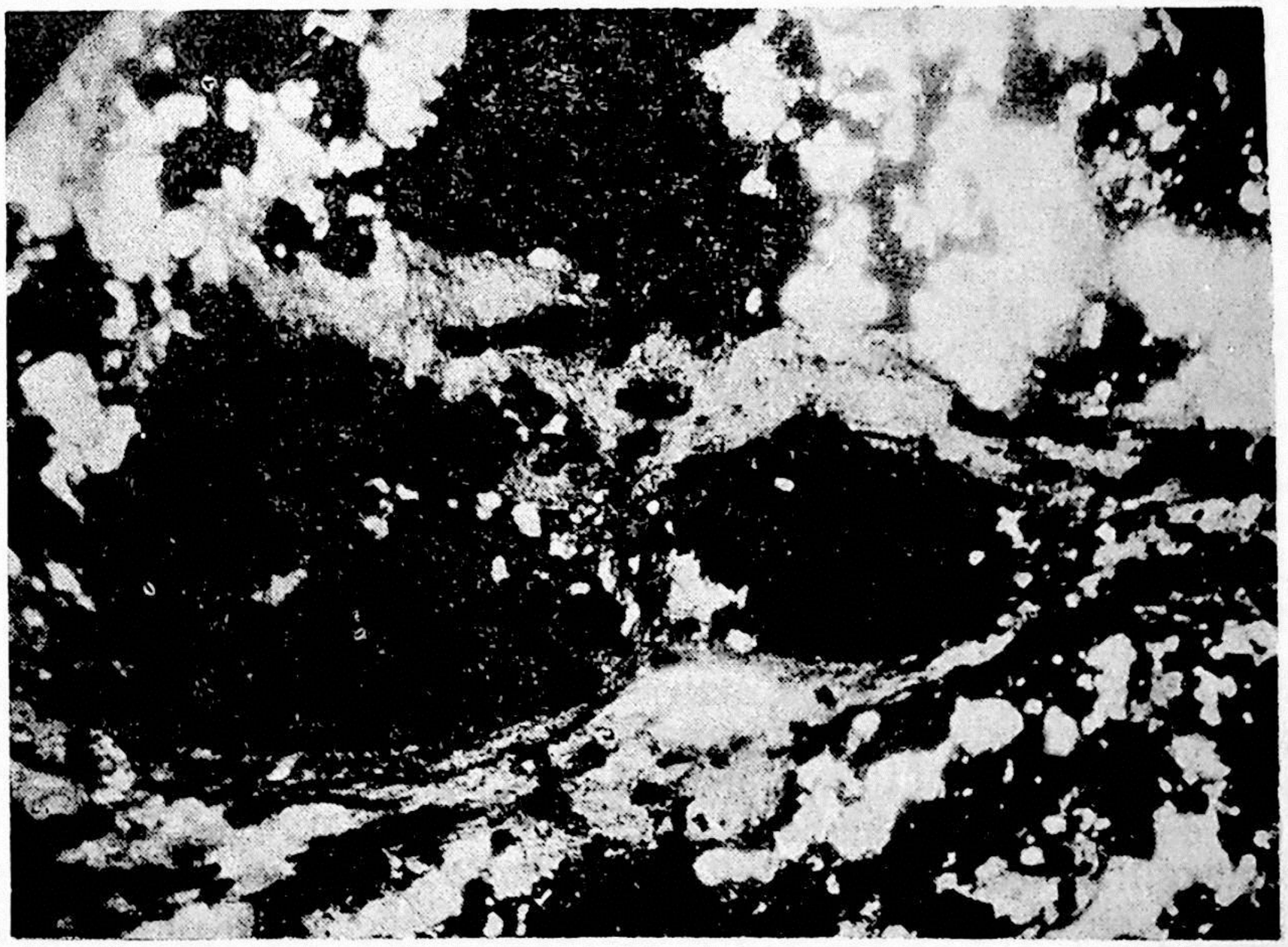


Sl. 60. Hipotetična udubljenja u reljefu morskog dna gde je moglo doći do obrazovanja Fe-mineralizacija daleko od vulkanskog centra.
1 — Fe-mineralizacije, 2 — ostali sedimenti.

Fig. 60. Hypothetical recesses in the relief of an ocean bottom. Fe-mineralization can be formed far from the volcanic centre.
1 — Fe-mineralization, 2 — other sediments.

Prvobitno pihtijasta silicija dijagenezom je prevedena u rožnace, čiji se vanredno lepi relikti nalaze na Gradini kod Dvizovića u Bosni, da bi u toku regionalnog metamorfizma bili prevedeni u kvarcite.

Paralelno sa razvojem silicije išla je i evolucija Fe-sedimenata.



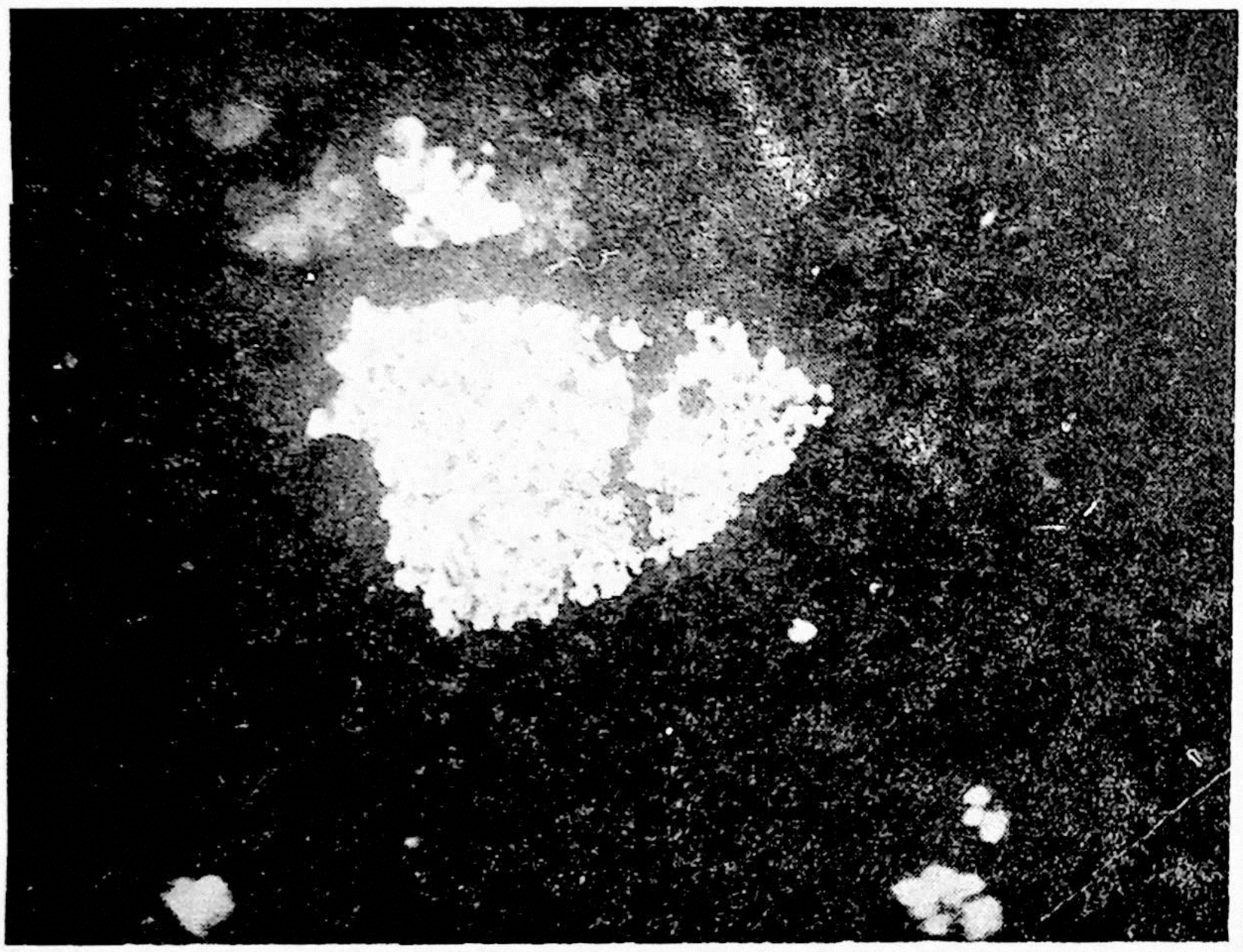
Sl. 61. Fe-hlorit sa konturama deformisanih oolita (donji deo slike).

Fig. 61. Fe-chlorite with contours of deformed oolithes (the lower part of the photo).

Pihtijasta gvožđevita masa, bogata aluminijumom i magnezijumom u uslovima slabih kretanja pravila je okruglaste forme, čije smo relikte našli (sl. 61.). To su svakako oolitne forme i naročito su dobro razvijene u Fe--hloritima. Obzirom na mesto u stubu prvo se izdvajao Fe-hlorit, a potom su dolazili oksidi, u prvom redu, magnetit.

Relikti, primarnog načina pojavljivanja magnetita, sačuvani su kao delovi oolita (sl. 62.) i tzv. »praškasti« magnetit. Oni dovoljno ubedljivo govore o postanku tog magnetita. Ovi tipovi mineralizacija, očito su stvarani u redukcionim fizičko-hemijskim uslovima.

Hematitski slojevi, koji su prisutni danas u stubu, nisu stvoreni primarno kao hematit, već su i to bile magnetitske mineralizacije ali postgenetskim promenama, svakako višefaznim, jedan deo magnetita preveden je u hematit, bilo martitizacijom ili metasomatozom ili rekristalizacijom, o čemu je bilo reči u poglavlju o pojavama Fe-mineralizacija.



Sl. 62. Očuvana polovina deformisanog oolita magnetita.

Fig. 62. Preserved part of a deformed oolithe of magnetite.

Sa smirivanjem vulkanske aktivnosti prestaje prinošenje gvožđa, a dolazi do normalne sedimentacije karbonata čiji su produkti današnji mermeri i mermerisani krečnjaci ili krečnjački škriljci.

Na osnovu debljine karbonatnih slojeva (između 0,20 m i 0,60 m), može se govoriti o relativno kraćoj ili dužoj pauzi u aktivnosti vulkanizma.

Na taj način završava se jedan ciklus, a sa novim izlivima započinje drugi.

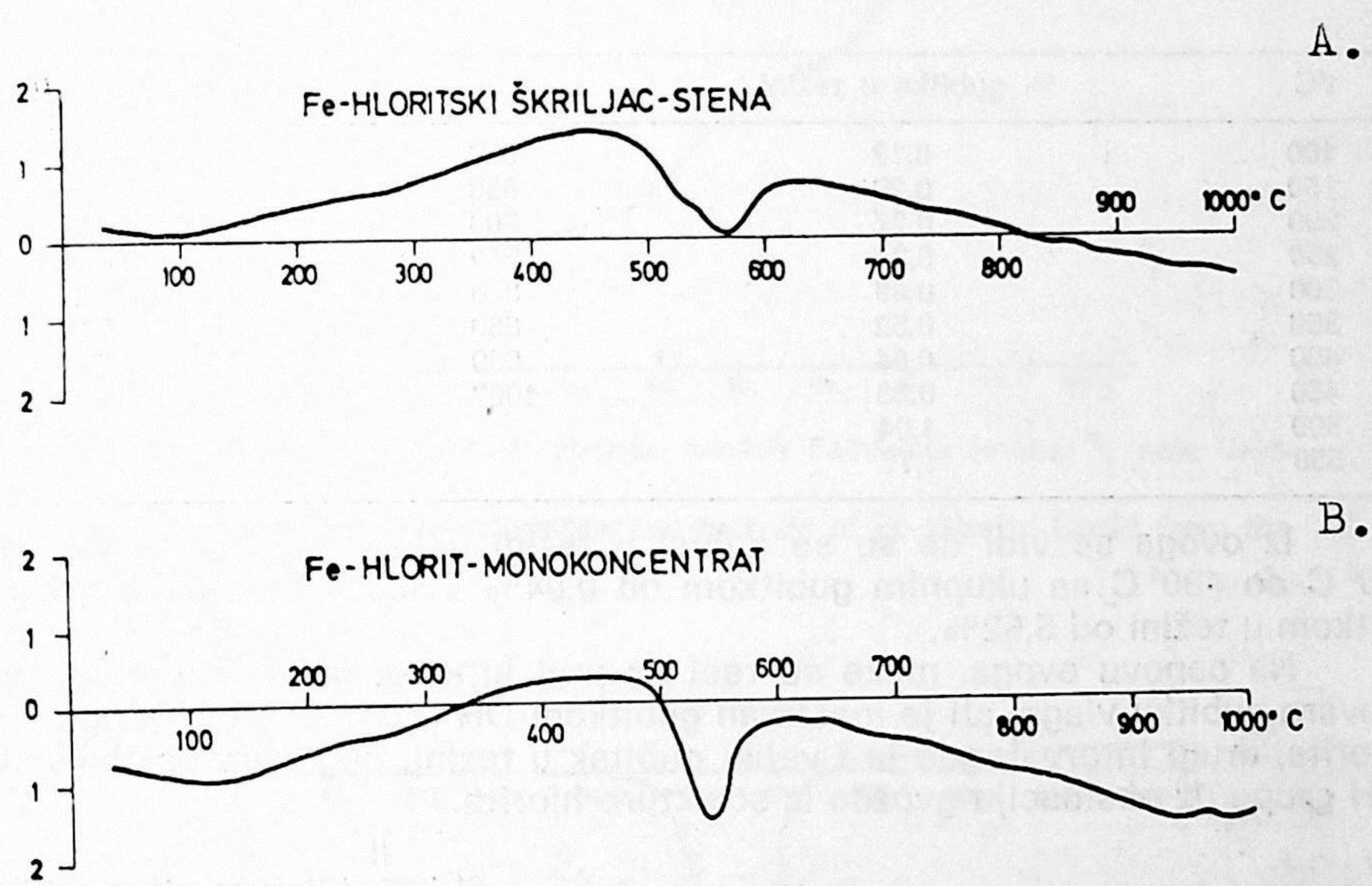
Koliko je puta to ponavljano nije, utvrđeno.

Kako je u mineralizacijama gvožđa, na ovom terenu prisutan i Fe-hlorit, mineral iz grupe Fe-hlorita koji se izdvaja u prvoj fazi formiranja Fe-mineralizacije i koji je igrao značajnu ulogu, u prvobitnom mineralizacionom substratu, posvećena mu je posebna pažnja.

Fe-hlorit je mineral sa sadržajem gvožđa između 26% i 30%, u kome se gvožđe nalazi pretežno u obliku fero-oksida.

U cilju identifikacije minerala, iz grupe F-hlorita izvršena su termička*) i rentgenska ispitivanja.**)

Napravljen je monokoncentrat Fe-hlorita i podvrgnut ispitivanjima, kao i Fe-hlorit-stena iz s. Višesave.



Sl. 63. Dijagrami diferencijalno-termičkih analiza Fe-hlorita iz sela Višesave.

Fig. 63. Diagrams of differential thermal analyses of Fe-chlorite from the Višesava village.

Diferencijalno-termička i termogravimetrijska ispitivanja pokazala su, da se u procesu zagrevanja odvijaju promene u više mahova.

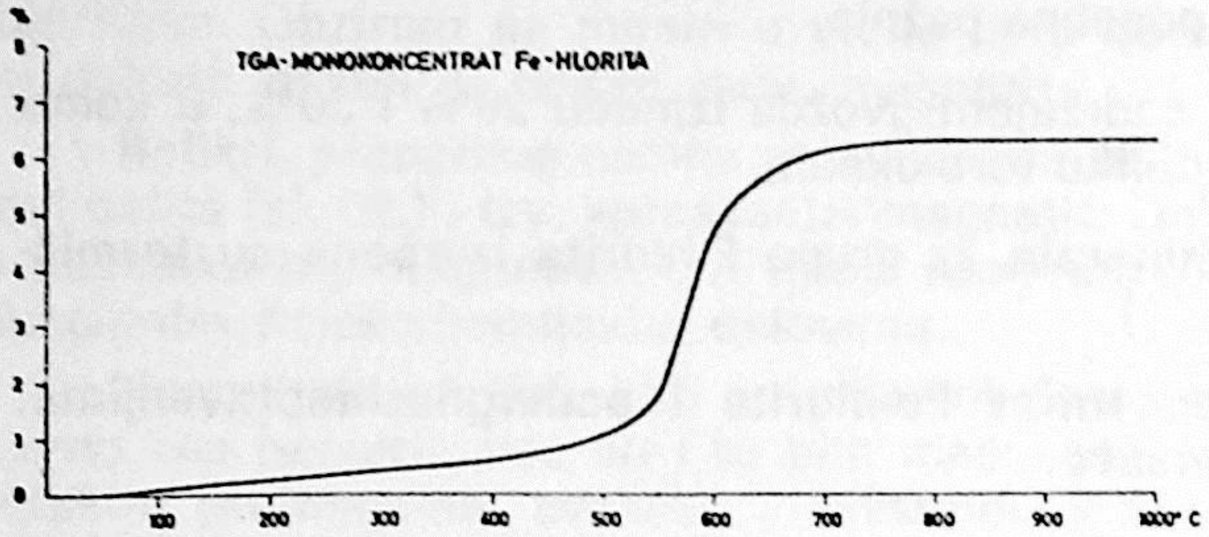
Endotermne promene događale su se na temperaturama između 470°C i 540° C gde se desila jaka reakcija, zatim od 590° C do 620° C, sa maksimumom na 605°C i 615°C, a najslabija reakcija desila se između 750°C i 770° C.

---

*) Ispitivanja izvršila S. Hadžipopović.

**) Ispitivanja izvršio I. Krstanović.

Druga, pak, analiza — termogravimetrijska, pokazala je pri zagrevanju do 1000°C sledeće gubitke u težini, tabela:



Sl. 64. Dijagram termogravimetrijske analize Fe-hlorita iz sela Višesave.

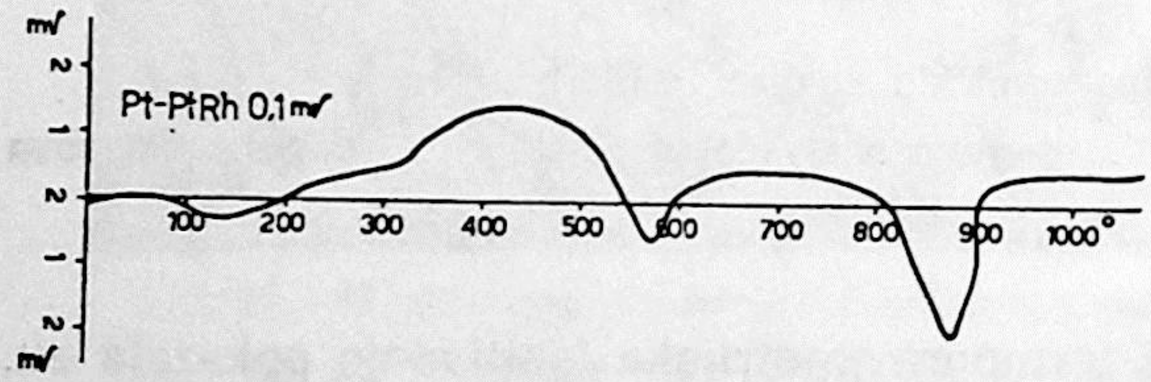
Fig. 64. Diagram of thermogravimetric analysis of Fe-chlorite from the Višesava village.

Tabela 36.

t°C	% gubitka u težini	t°C	% gubitka u težini
100	0,12	600	4,80
150	0,20	650	5,68
200	0,27	700	6,14
250	0,31	750	6,16
300	0,43	800	6,26
350	0,52	850	6,26
400	0,64	900	6,26
450	0,83	1000	6,26
500	1,04		
550	1,77		

Iz ovoga se vidi da su se gubici u težini dešavali u intervalima od 20° C do 480° C sa ukupnim gubitkom od 0,64% i 400° C do 800° C sa gubitkom u težini od 5,62%.

Na osnovu ovoga, može se reći da prvi interval gubitka u težini odgovara gubitku vlage, ali je maskiran gubitkom OH grupe iz brucitskog sloja hlorita, drugi interval, gde je i veliki gubitak u težini, odgovara oslobađanju OH grupe uz oksidaciju gvožđa iz strukture hlorita.



Sl. 65. Dijagram diferencijalno-termičke analize Fe-hlorita iz sela Višesave.

Fig. 65. Diagram of differential thermal analysis of Fe-chlorite from the Višesava village.

Svi ovi podaci govore da se radi o Fe-hloritu.

Drugi, pak, uzrok ali Fe-hlorit stena takođe iz s. Višesave, pokazao je nekoliko endotermnih procesa i to na temperaturama 100° C, 300° C, 500° C i od 800° do 900° C.

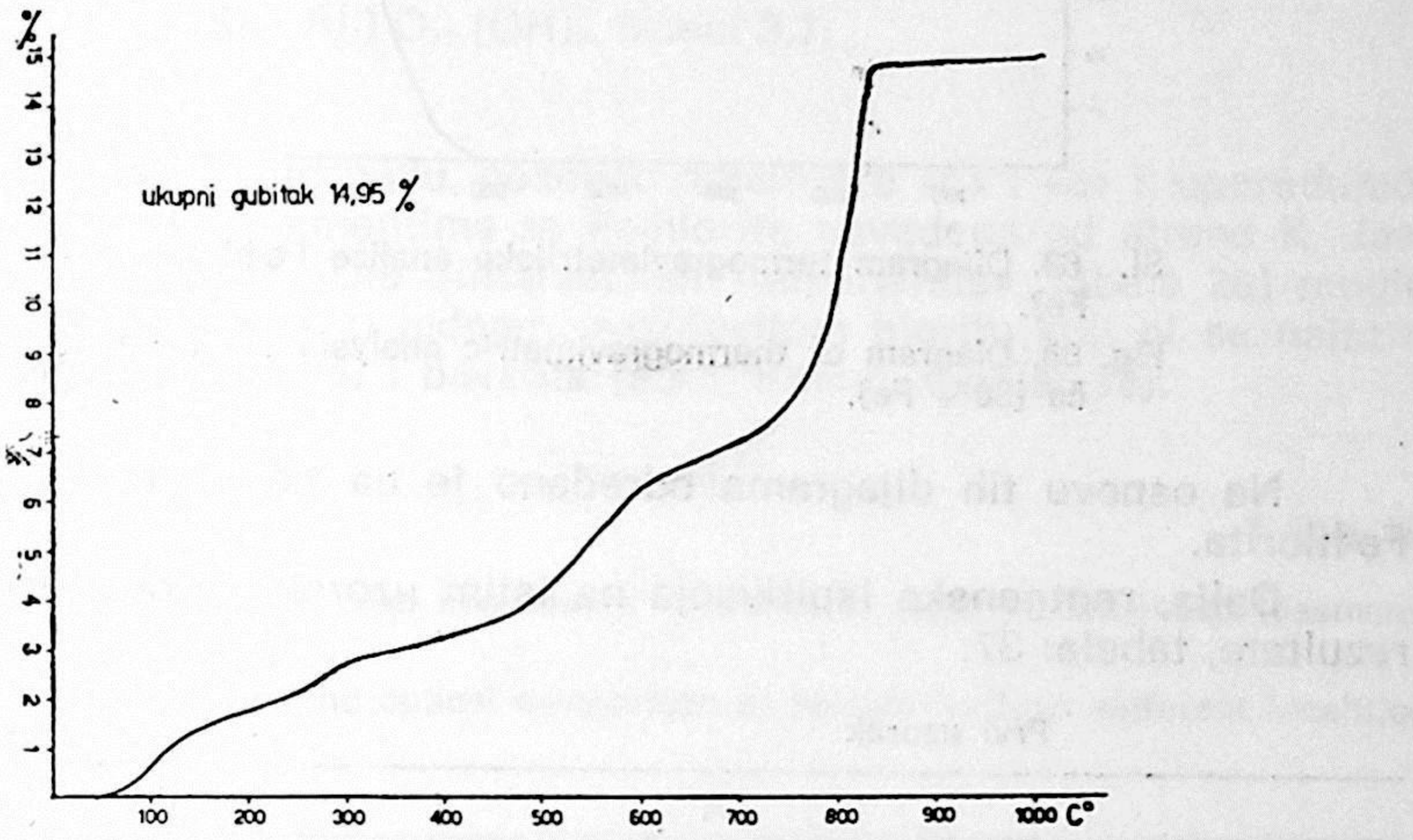
Ukupan gubitak u težini iznosio je 14,95%.

Do 150° C izgubljeno je 1,38% u težini, od 150° C do 200° C još 0,38%.

U intervalu od 200° C do 320° C izgubljeno je 1,22% težine, a od 350° C do 600° C gubitak je iznosio 3,27%. Najveći gubitak desio se između 600° C i 1000° C i iznosio je 8,70% (slika 66.).

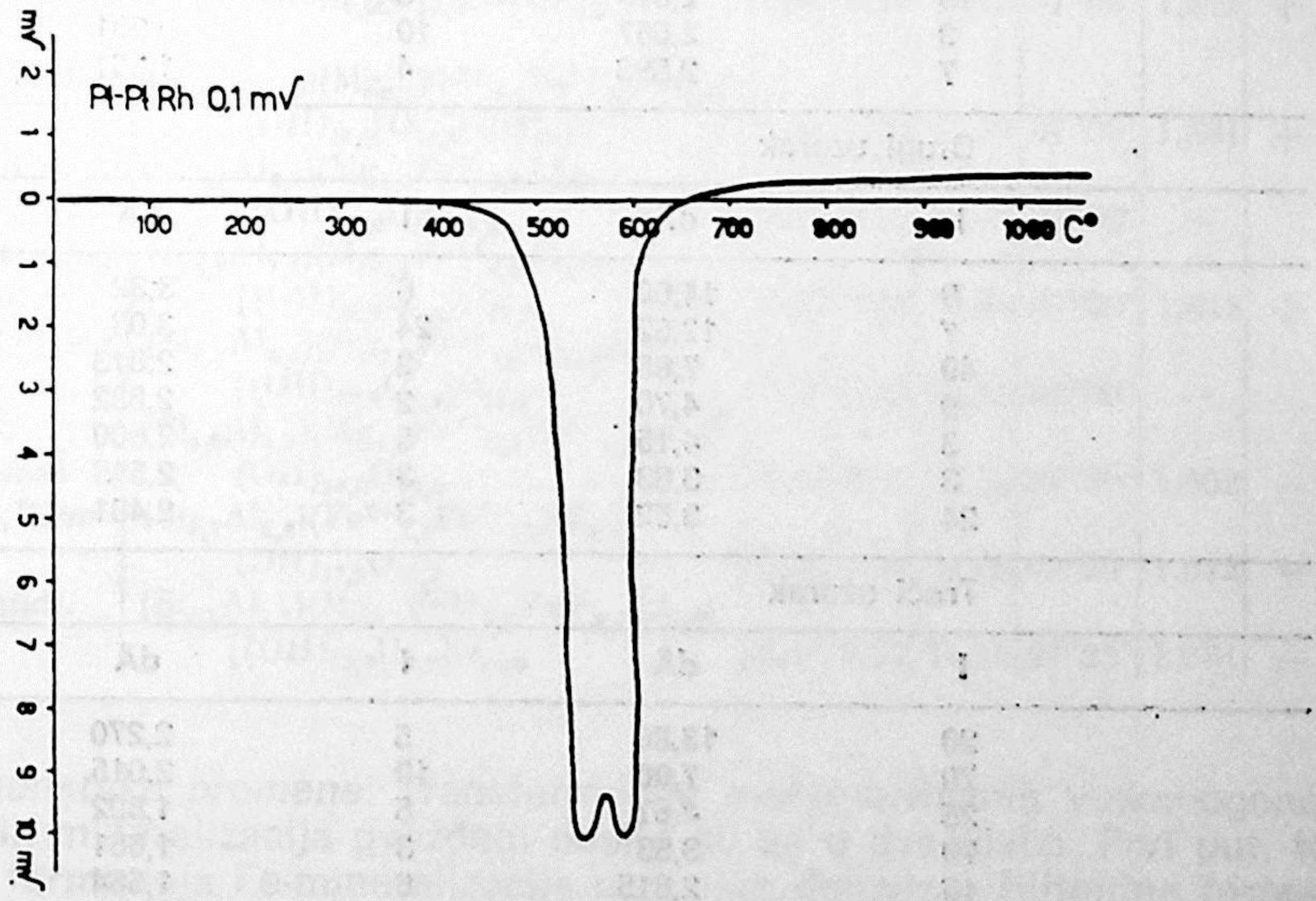
Na ovom uzorku određeni su Fe-hlorit, getit (nastao dezintegracijom Fe-hlorita) i kalcit.

Na uzorcima sa Kamenjače je takođe izvršeno ispitivanje Fe-hlorita, pri čemu je utvrđeno da je ukupan gubitak u težini iznosio 5,43% i da se desio između 500° C i 700° C.



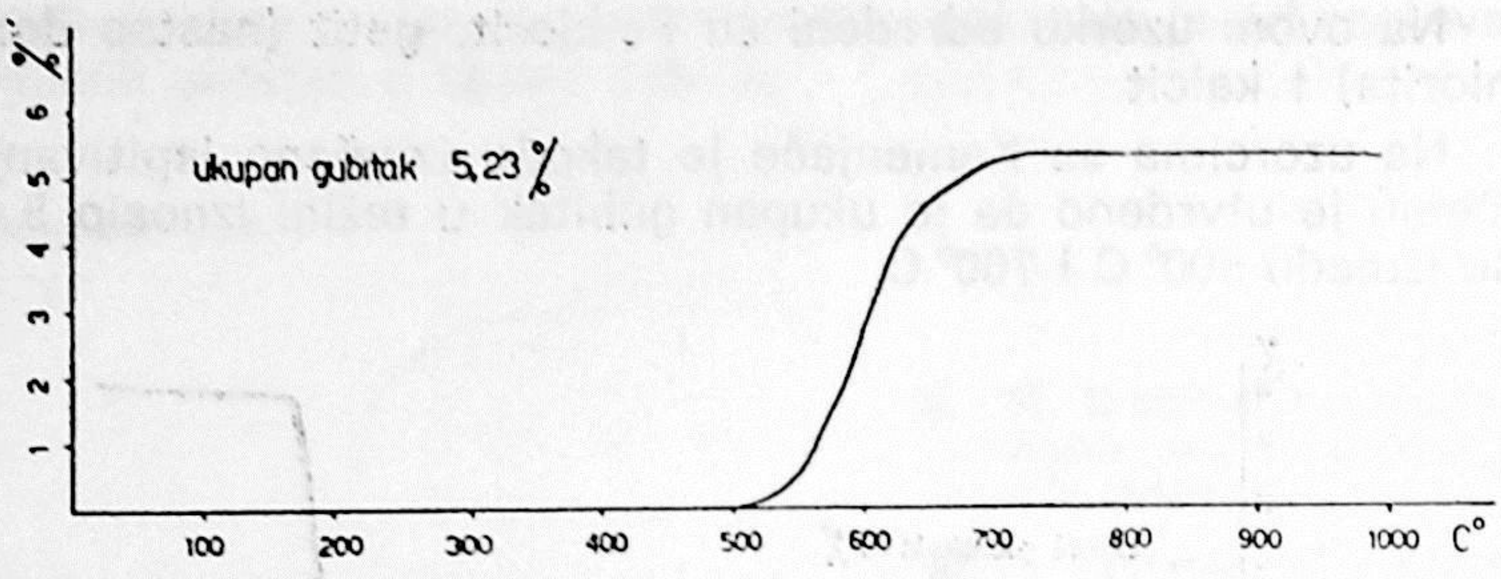
Sl. 66. Dijagram termogravimetrijske analize Fe-hlorita (stena) iz sela Višesave.

Fig. 66. Diagram of thermogravimetric analysis of Fe-chlorite (rock) from the Višesava village.



Sl. 67. Dijagram diferencijalno-termičke analize Fe-hlorita sa Kamenjače (30% Fe).

Fig. 67. Diagram of differential thermal analysis of Fe-chlorite from Kamenjač (30% Fe).



Sl. 68. Dijagram termogravimetrijske analize Fe-hlorita sa Kamenjača (30% Fe).

Fig. 68. Diagram of thermogravimetric analysis of Fe-chlorite from Kamenjača (30% Fe).

Na osnovu tih dijagrama određeno je da taj mineral pripada grupi Fe-hlorita.

Dalja, rentgenska ispitivanja na istim uzorcima pokazala su sledeće rezultate, tabela: 37.

Tabela 37.

Prvi uzorak

I	dÅ	I	dÅ
37	**13,80**	4	2,564
70	**7,03**	5	2,456
35	**4,67**	5	2,392
72	3,51	2	2,332
15	2,813	5	2,264
3	2,667	10	2,001
7	2,593	4	1,881

Drugi uzorak

I	dÅ	I	dÅ
9	**14,00**	6	3,32
7	12,62	24	3,03
40	**7,08**	2	2,813
9	**4,70**	2	2,682
3	**4,15**	5	2,600
3	**3,83**	3	2,545
24	3,52	3	2,481

Treći uzorak

I	dÅ	I	dÅ
20	**13,80**	5	2,270
70	**7,00**	10	2,015
25	**4,67**	5	1,892
70	**3,53**	3	1,661
16	**2,815**	6	1,564
6	**2,600**	6	1,554
4	**2,550**	3	1,520
6	**2,460**	4	1,410
8	**2,400**	6	1,393

Na osnovu svih tih ispitivanja utvrđeno je prisustvo hlorita bogatog gvožđem, odnosno Fe-hlorit.

Koristeći se rentgen-ispitivanjima, I. Krstanović (u Izveštaju R. Popovića, 1978.) utvrdio je da se radi o gvožđevitom hloritu sa parametrima b = 9,336 Å, c = 14,08 Å, a na osnovu parametra »b« vrednost »y« u formuli $(Mg_{6-x-y}\ Fe^{2+}_{y})\ (Si_{4-x}\ Al_{x})\ O_{10}\ (OH)_{8}$, iznosi 3,7.

Imajući u vidu tu formulu, posebno parametre »b« i »c« i, upoređujući ih sa odgovarajućim elementima za Fe-hlorite navedene od strane K. Jasmund-a, (1955. U knjizi »Die Silicatischen Tonminerale«, tabela 20) moglo bi se zaključiti da je reč o jednom gvožđevitom hloritu koji bi se nalazio između turingita (Zirmsee) i bavalita (südl. Brieuc, tabela: 38).

Tabela 38.

Hemijsko, kristalografsko i optičko upoređenje Fe-hlorita iz različitih lokalnosti (Jesmund K., 1955.)

Chemical, crystallographical and optical comparison of Fe-chlorite from different localities (Jesmund, 1955.)

Mineral	Formel	a_0	b_0	c_0	β	n_β	opt. Ch.
1. Leuchtenbergit, Philipsburg. Mont.	$(Si_{5,8}Al_{2,2})(Mg_{10,1}Al_{1,8})$ $(OH)_{18,0}[O_{19,8}(OH)_{0,2}]$	5,30	9,19	14,25	97°09′	1,572	+
2. Sheridanit, Miles Co., Mont.	$(Si_{5,2}Al_{2,8})(Mg_{0,1}Fe^{2+}_{0,1}Fe^{3+}_{0,2}Al_{2,6})$ $(OH)_{16,0}[O_{19,8}(OH)_{0,2}]$	5,32	9,21	14,24	97°09′	1,581	+
3. Chlorit, Burra Burra, Tenn.	$(Si_{5,1}Al_{2,9})(Mg_{7,7}Fe^{2+}_{1,4}Al_{2,9})$ $[(OH)_{15,0}O]O_{20,0}$	5,32	9,21	14,21	97°09′	—	
4. Prochlorit, Longhill, Conn.	$(Si_{4,9}Al_{3,1})(Mg_{5,4}Fe^{2+}_{4,6}Al_{2,0})$ $[(OH)_{10,8}O_{4,4}]O_{20,0}$	5,35	9,26	14,18	97°09′	1,618	+
5. Chlorit, Bolivien	$(Si_{5,5}Al_{2,5})(Mg_{2,5}Fe^{2+}_{5,1}Al_{4,4})$ $[(OH)_{10,8}O_{5,4}]O_{18,3}$	5,35	9,27	14,15	97°09′	—	
6. Thuringit, Schmiedefeld	$(Si_{4,8}Al_{3,2})(Mg_{1,4}Fe^{2+}_{7,4}Fe^{3+}_{1,5}Al_{1,7})$ $(OH)_{16,0}O_{20,0}$	5,37	9,30	14,10	97°20′	1,662	—
7. Thuringit, Zirmsee	$(Si_{5,4}Al_{2,6})(Fe^{2+}_{7,7}Fe^{3+}_{1,5}Al_{2,3})$ $(OH)_{17,3}O_{20,7}$	5,38	9,31	14,06	97°20′	1,672	—
8. Bavalit, südl. Brieuc	$(Si_{4,5}Al_{3,5})(Mg_{0,7}Fe^{2+}_{9,5}Fe^{3+}_{0,1}Al_{1,6})$ $[(OH)_{15,8}O_{0,2}]O_{20,0}$	5,40	9,35	14,10	97°25′	1.681	—

Postgenetske promene. Transformacije metamorfisanih vulkanogeno-sedimentnih mineralizacija gvožđem desile su se u dva maha. Prvi put, to je bilo pre formiranja Fe-mineralizacija u donjim delovima filitoidne formacije. Dakle, u prekambriji. Ovo stoga, što pojave i promene o kojima će biti govora nisu zapažene na mineralizacijama vezanim za filitoidnu formaciju, za razliku od druge faze koja je ostavila tragove na svim mineralizacijama gvožđa u drinskom metamorfikumu.

U tom smislu izvršena su i odgovarajuća ispitivanja.

Najpre se pošlo od kuvanja uzorka Fe-hlorita u HCl, pripremljenog prethodno za hemijsku analizu (dimenzija zrna bila je 150 mikrona).

Samleveni uzorak potopljen je u ključalu HCl u koncentraciji 1 : 1. Nakon 2 minuta našlo se u rastvoru 28,35% gvožđa od ukupnog sadržaja od 29,16%.

Posle ovog, opit je ponovljen na istom uzorku, ali ovog puta sa hlorovodičnom kiselinom čija je koncentracija bila 1:10, na temperaturi ključanja, za isto vreme, tj. 2 minuta, u rastvor je prešlo 22,20% Fe.

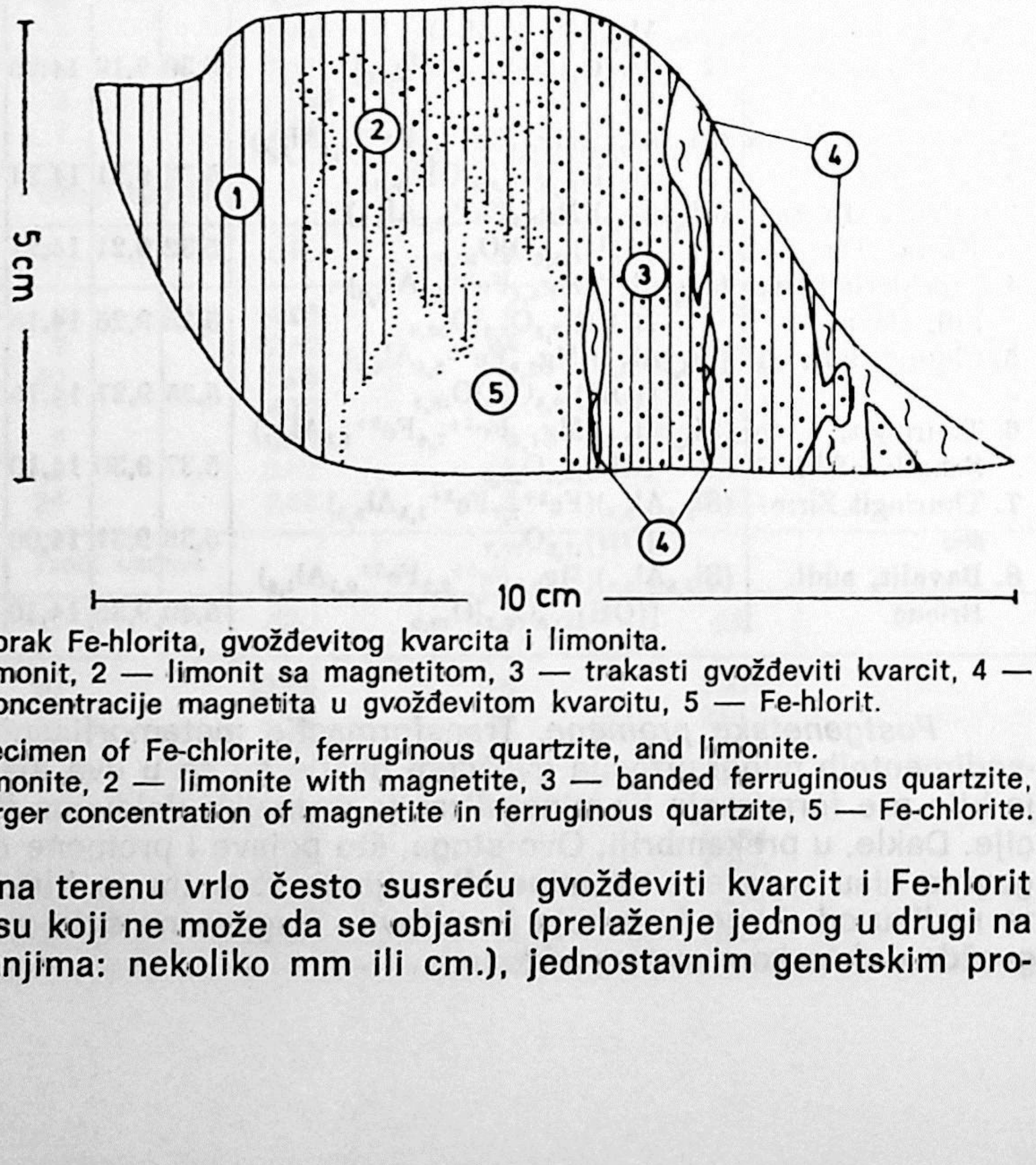
Nakon ovih podataka, koristeći se istim uzorkom, ali ovog puta nesamlevenim, tj. odlomljen je komadić stene i potopljen u hlorovodoničnu kiselinu, koncentracije 1:10 i ostavljen na sobnoj temperaturi da stoji 48 časova. Nakon toga, urađena je hemijska analiza rastvora i tom prilikom utvrđeno je da je u rastvor prešlo 2,60% gvožđa.

To znači da bi za oko 22 dana celokupno rastvorno gvožđe prešlo u rastvor.

Iz ovoga se jasno vidi koliko je brz proces prelaska gvožđa iz pomenutih Fe-hlorita u rastvor pod dejstvom HCl, a to dalje, dovoljno ubedljivo govori da je gvožđe slabo vezano u tim mineralima.

Uostalom, za minerale iz grupe šamozita to je poznato od ranije.

Ovi podaci su iskorišćeni da bi se razjasnile najranije postgenetske promene koje su zahvatile Fe-hloritske mineralizacije.



Sl. 69. Uzorak Fe-hlorita, gvožđevitog kvarcita i limonita.
1 — limonit, 2 — limonit sa magnetitom, 3 — trakasti gvožđeviti kvarcit, 4 — veće koncentracije magnetita u gvožđevitom kvarcitu, 5 — Fe-hlorit.

Fig. 69. Specimen of Fe-chlorite, ferruginous quartzite, and limonite.
1 — limonite, 2 — limonite with magnetite, 3 — banded ferruginous quartzite, 4 — larger concentration of magnetite in ferruginous quartzite, 5 — Fe-chlorite.

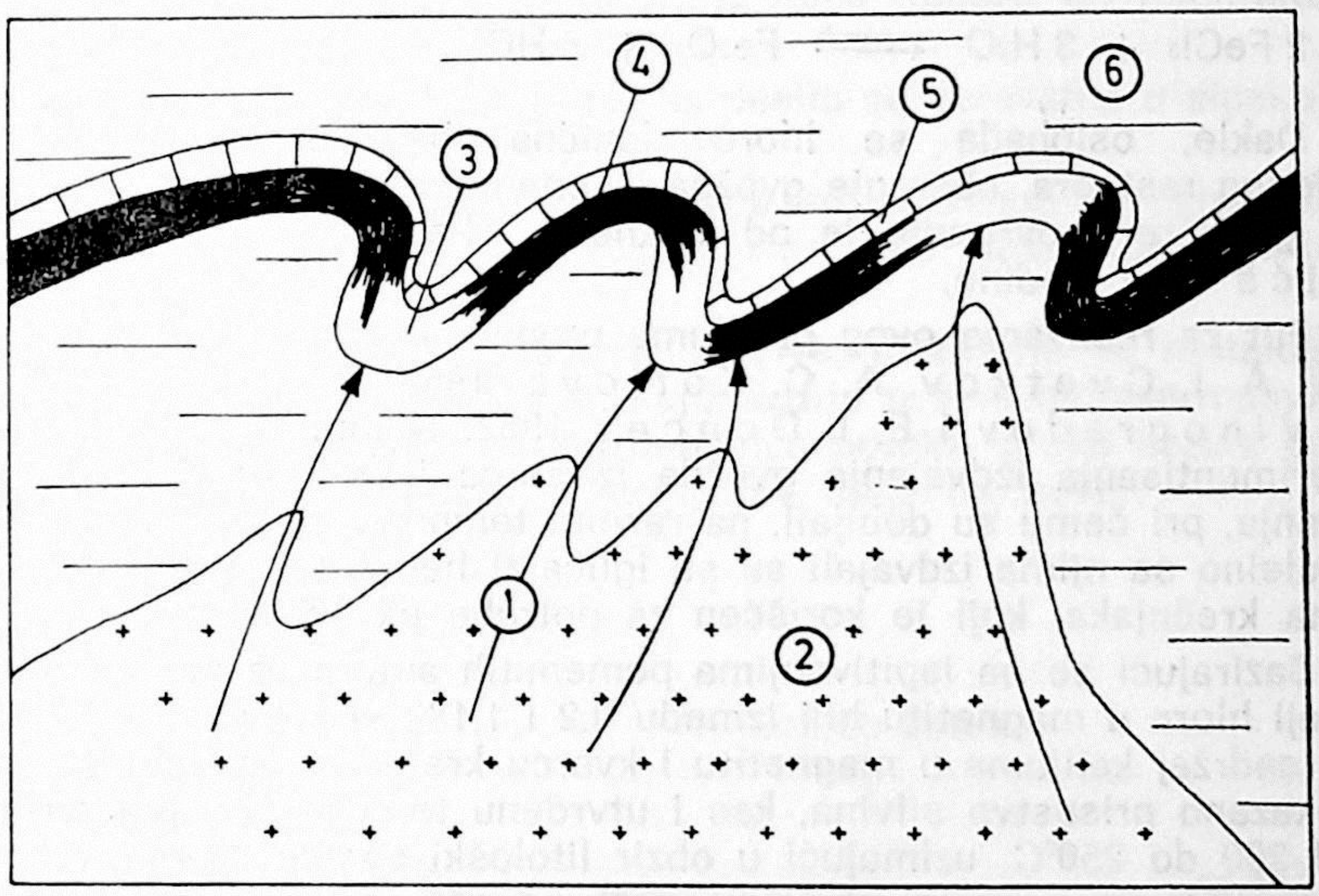
Kako se na terenu vrlo često susreću gvožđeviti kvarcit i Fe-hlorit u takvom odnosu koji ne može da se objasni (prelaženje jednog u drugi na kratkim rastojanjima: nekoliko mm ili cm.), jednostavnim genetskim pro-

cesom, često su se postavljala pitanja kakva je njihova međusobna genetska veza i da li ona zaista postoji?

Posle dužih proučavanja i dopunskih ispitivanja, došlo se do predpostavke koja je dosta logična i prihvatljiva.

Na prvom mestu se uzima da su Fe-hloritske mineralizacije vulkanogeno-sedimentnog porekla, zatim se predpostavlja da su po okončanju njihovog formiranja, pre ili kasnije, pojedini delovi dospeli pod uticaj hidrotermi bogatih hlorovodoničnom kiselinom, a u manjoj meri ostalim agresivnim jedinjenjima.

Iako nam danas nije poznat sastav hidrotermi, na osnovu očuvanih minerala, ipak se može govoriti, o njihovom bar delimičnom sastavu.



Sl. 70. Šematizovani prikaz pretvaranja Fe-hlorita u gvožđeviti kvarcit. 1 — gasovi i pare bogati hlorovodoničnom kiselinom; 2 — hipotetični izvor agresivnih fluida; 3 — gvožđeviti kvarcit; 4 — Fe-hlorit; 5 — karbonatna krovina; 6 — okolne vulkanogeno-sedimentne stene.

Fig. 70. Schematic presentation of the transformation of Fe-chlorite into the ferruginous quartzite, 1 — gases and vapours rich in hydrochloric acid, 2 — hypothetical source of aggressive fluids, 3 — ferruginous quartzite, 4 — Fe-chlorite, 5 — carbonate roof rocks, 6 — surrounding volcanic-sedimentary rocks.

Laboratorijskim ispitivanjima utvrđeno je prisustvo silvina, fluorita, kalcita i vode u mineralizacijama gvožđa.

Kalijum i hlor dokazani su termometrijskim ispitivanjima i elektronskom mikrosondom u magnetitu i kvarcu, fluor je dokazan na osnovu prisustva flourita u hloritskim škriljcima, prisustvo CO_2 predpostavljeno je, zahvaljujući prisustvu kalcijum karbonata u gvožđevitim kvarcitima, a voda je jedan od najvažnijih sastojaka svake hidroterme.

Polazeći od tih podataka i eksperimenata izvedenih sa kuvanjem Fe--hlorita u HCl, došlo se do predpostavke da su pojedini delovi primarnog Fe-hlorita bili zahvaćeni hlorovodoničnom kiselinom, čija je temperatura morala da bude veća od temperature ključanja, zbog čega je došlo do razaranja Fe-hlorita i razdvajanja gvožđa i silicije, u obliku pihtijastog hidroksida gvožđa i silicije sa vodom.

Kako se u Fe-hloritu nalazi dvovalentno gvožđe i kako je ono slabo vezano u kristalnoj rešetki, pod dejstvom hlorovodonične kiseline lako »ispada« i vezuje se za hlor, pri čemu se stvara ferohlorid. Međutim, u svakoj hidrotermi ima, pored jedinjenja i slobodnih elemenata u gasovitom stanju, pa na osnovu toga, logično je prisustvo i slobodnog hlora u gasovitom stanju. Zahvaljujući tome $FeCl_2$ lako je prelazio u $FeCl_3$. Dalji razvoj događaja trebalo bi da je išao preko reakcije $FeCl_3$ i vode, tj.

$$2\,FeCl_3 + 3\,H_2O \rightleftharpoons Fe_2O_3 + 6\,HCl$$

Dakle, oslobađa se hlorovodonična kiselina. U uslovima, zakiseljenog rastvora, obaranje gvožđa je onemogućeno. Ovako pojednostavljeno gledište opovrgnuto je od strane H. Herdera, 1965. i M. Petkovića 1960. godine.

Put za rešavanje ovog problema pronađen je u radovima N. V. Pavlov, A. I. Cvetkov, A. G. Kotlova, 1965., S. I. Naboko, 1959., A. I. Vinogradov i E. I. Doncev 1952. Naime, oni su vršili razna eksperimentisanja izdvajanja gvožđa iz stena i iz mineralizacija, putem hloriranja, pri čemu su dobijali, na raznim temperaturama, hloride gvožđa, a paralelno sa njima izdvajali su se igličasti hematit i magnetit, na površinama krečnjaka, koji je korišćen za potrebe eksperimenta.

Bazirajući se na ispitivanjima pomenutih autora uz napomenu da su sadržaji hlora u magnetitu bili između 0,2 i 1,1%, a u kvarcitu 0,2 i 0,5%, zatim sadržaj kalijuma u magnetitu i kvarcu kretao se između 0,1 i 1,0%, uz dokazano prisustvo silvina, kao i utvrđenu temperaturu postanka kvarca od 200 do 250°C, uzimajući u obzir litološki sastav terena, gde preko Fe-mineralizacija u većini slučajeva leži mermer, mermerisani krečnjak ili krečnjački škriljac, onda se vidi da ima dovoljno elemenata za jedno logično tumačenje celog procesa, uključujući i neutralizaciju kiselosti rastvora.

Iz svega navedenog, jasno izlazi da je prisustvo kalijuma i vode omogućavalo delimično stvaranje bazične sredine, a kalcijum karbonat, kao krovina Fe-mineralizacija, s druge strane, ponašao se, takođe, kao bazna sredina, neutrališući deo hlorovodonične kiseline i, omogućavajući obaranje oksida gvožđa.

Razdvajanje gvožđa i silicije iz Fe-hlorita išlo je najpre preko jedne pihtijaste mase koja je gubitkom jednog dela vode prelazila u limonit tj. $Fe_2O_3 \times n\,H_2O$ i amorfnu siliciju tj. $SiO_2 \times XH_2O$.

U daljim fazama razvoja, pogotovu prolaskom kroz varisciski i alpski tektono-magmatski ciklus, dolazilo je do daljeg gubitka vode i konačnog formiranja oksida gvožđa (pretežno magnetita) i kvarcita, odnosno gvožđevitog kvarcita. Na taj način postao je jedan deo gvožđevitog kvarcita.

Kako Fe-hloritske mineralizacije nose veću količinu Al_2O_3 (i do 20%) i MgO (do 5%), postavlja se pitanje, šta se sa njima desilo u navedenom procesu? Al_2O_3 mogao je da uđe u sastav sericita, biotita, a jedan deo je ostajao i u gvožđevitom kvarcitu kao Al_2O_3 (između 0,2 i 11%).

MgO delimično je ušao u sastav ankerita čiji su blokovi nađeni kod sela Višesava.

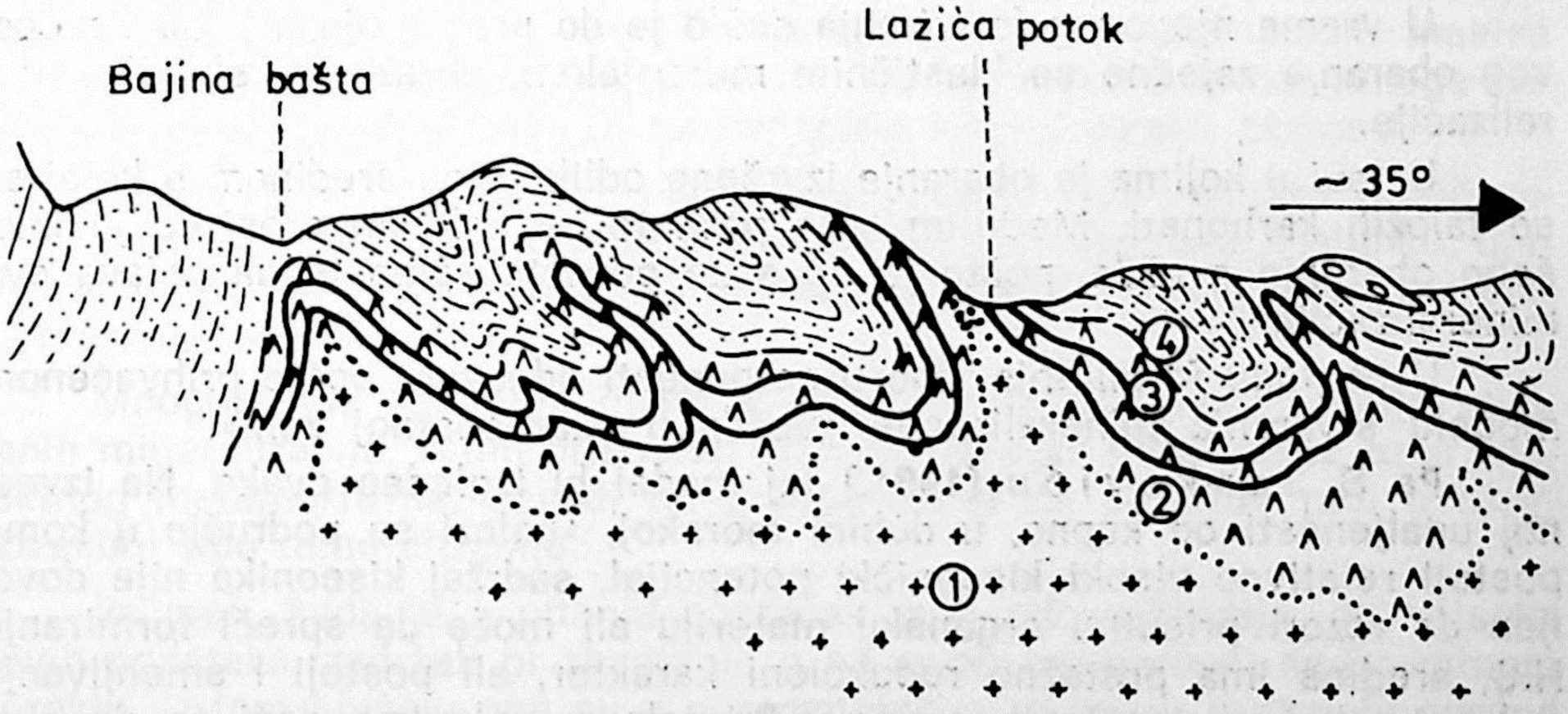
Ako bi posmatrali koncentraciju gvožđa u Fe-hloritima i gvožđevitim kvarcitima, postalim na opisani način, onda se može reći da je sadržaj gvožđa u Fe-hloritima daleko ravnomernije zastupljen nego u gvožđevitim kvarcitima. Tako se sadržaj Fe u Fe-hloritu kreće između 25% i 30%, a u gvožđevitim kvarcitima između 10% i 40%, a mestimično i preko 40%, što je logično, ako se uzmu u obzir promene koje su se desile.

Na taj način dato je jedno tumačenje prve faze izmena Fe-mineralizacija, na osnovu čega bi se dalja istraživanja geneze tih mineralizacija mogla ubuduće usmeravati.

Druga faza postgenetskih promena desila se verovatno u alpskoj metalogenetskoj epohi.

Nju vezujemo za utiskivanje, za sada, hipotetičnog intruziva. Na osnovu geohemijskih ispitivanja to bi trebalo da bude intruziv srednjekiselog sastava sl. 71.

Sa njim su u asocijaciji anomalije žive, prikazane na metalogenetskoj karti i sulfidne mineralizacije, najizrazitije u zoni hidrotermalnih manifestacija, koje se prostiru od Petronijevića potoka, preko Lazića potoka, Orašina, Porčića (Kostojevića) i pružaju se dalje na sever.



Sl. 71. Predpostavljeni položaj kiselog intruziva.
1 — kiseli intruziv, 2 — zona kontaktnog metamorfizma, 3 — metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija, 4 — filitoidna formacija.

Fig. 71. Supposed position of acidic intrusive.
1 — acidic intrusive, 2 — zone of contact metamorphism, 3 — metamorphosed volcanic-sedimentary formation, 4 — phyllitic formation.

Pod dejstvom ovog magmatizma desile su se snažne promene i na mineralizacijama gvožđa. One se manifestuju pored prisustva pojedinih sulfida i izrazitim prekristalizacijama.

Ovo se najbolje vidi preko prevođenja magnetita u hematit, bolje rečeno ljuspasti hematit — spekularit, i kroz razvoj novih kristala magnetita, čiji oktaedri mogu da budu i preko 300 mikrona, čak do 1 mm veličine.

Ovde bi samo izneli jednu predpostakvu. Naime, obzirom na asocijaciju elemenata: Be, Bi, Pb, Zn, Cu, Mo itd. i upoređeno to sa najbližim okolnim metalogenetskim jedinicama, može se predpostaviti da bi taj magmatizam mogao biti u direktnoj vezi sa granodioritskim magmatizmom koji je dao boranjski masiv, kao i niz manjih tela koja leže između Boranje i granita Čemerna.

Primera radi pomenućemo nalazak jednog vanredno lepog proboja granodiorita kroz serpentin kod Donjeg Dubca, gde se jasno vidi promena njegovog sastava usled reakcije sa okolnim serpentinom pri čemu se u njemu nalaze visoki sadržaji Ni i Cr.

Slična je situacija kod proboja dacita istočno od Ivanjice.

Kako je u kontaktu tih intruzija utvrđeno prisustvo skarnovskih mineralizacija gvožđa (Boranja — magnetit, Novakovača — mušketovit, Stanča — mušketovit), mogla bi se očekivati i veća skarnovska mineralizacija gvožđa u metamorfikumu drinske oblasti.

Geneza mineralizacija gvožđa vezanih za filitoidnu formaciju

Najstarije mineralizacije gvožđem, u filitoidnoj formaciji, nalaze se u njenom donjem delu, izgrađenom, pretežno, od krečnjačkih škriljaca.

Ovaj deo formacije je hemogeno-klastičnog karaktera.

U vreme njegovog formiranja došlo je do prinošenja gvožđa i njegovog obaranja zajedno sa klastičnim materijalom, obrazujući sloj Fe-mineralizacije.

Uslovi u kojima je obaranje izvršeno odlikuje se sredinom u kojoj su se taložili karbonati. Međutim, nije poznato na kolikom prostoru je izvršeno obaranje gvožđa, pošto je do sada poznata samo jedna pojava ove mineralizacije.

U pogledu formiranja, ono u potpunosti odgovara opšte prihvaćenom modelu stvaranja mineralizacije gvožđa u »karbonatnoj zoni«.

Po S. Jankoviću (1981.) taj model bi izgledao ovako. Na izvesnoj udaljenosti od kopna, u dubini morskoj, »nalazi se područje u kome postoji relativno visoki kiseonički potencijal, sadržaj kiseonika nije dovoljan da razori prisutnu organsku materiju ali može da spreči formiranje H_2S, sredina ima pretežno redukcioni karakter, ali postoji i smenjivanje redukcionih i oksidacionih sredina. Pri takvim uslovima doći će do obaranja gvožđa kao fero-jedinjenja-siderita ili kao fero-feri u vidu magnetita«. Na primeru Petronijevića potoka prisutan je upravo ovaj drugi slučaj tj. magnetit, fero-feri oksid.

Na osnovu podataka o hemijskom i mineraloškom sastavu, predpostavlja se da gvožđe vodi poreklo sa kontinenta, od neke starije kore ras-

padanja razvijene na bazičnim stenama. Na ovakvu predpostavku upućuju sadržaji Ti (preko 1%), vanadijuma (do 700 gr/t), nikla (do 200 gr/t), magnezijuma (0,4 pa i preko 1%) itd. a od minerala rentgenom su dokazani hlorit i mineral iz grupe serpentina.

Moguće je da je starija vulkanogeno-sedimentna formacija, u vreme stvaranje ove mineralizacije gvožđem, bila jednim delom kopno i izložena razaranju, pri čemu je gvožđe prineto površinskim vodama u morsku sredinu.

Druga je mogućnost da je primarno egzistirala neka mineralizacija, postala na kori raspadanja i da je ona, ali opet na kontinentu, razorena i pretaložena, u obliku današnje mineralizacije u Petronijevića potoku.

Ovaj problem ostaje otvoren, pošto je poznata samo jedna mala pojava i nije bilo mogućnosti za studioznija njene proučavanja.

U okviru filitoidne formacije, postoje i druge pojave Fe-mineralizacija. To su one kod Karana i vezane su za gornje delove filitoidnog kompleksa.

Postanak ovih mineralizacija B. Marković (1957.) je vezao za raspadanje serpentinskih masiva Zlatibora i Maljena, prenosom rastvorenog gvožđa u morsku sredinu i njegovim izlučivanjem klasičnim tumačenjem.

Odmah treba istaći da su sadržaji Cr, Ni i Co na koje se autor poziva tako mali da ne mogu poslužiti kao dokaz za njegovu predpostavku. S druge strane, serpentin bi trebao da bude stariji od filitoidne formacije. Međutim, serpentinski masivi Zlatibora i Maljena nisu metamorfisani za razliku od filitoidne formacije, tako da iz toga izlazi da su pojave Fe-mineralizacija starije od serpentina i, najzad, treće, mnogobrojne termalne manifestacije i prisustvo minerala iz zone kontaktnog metamorfizma, isključuju svaku genetsku vezu ovih Fe-mineralizacija i serpentinskih masiva Zlatibora i Maljena. U ostalom, većina istraživača danas iznosi mnoge podatke o tome da su pomenuti serpentinski masivi jurske starosti.

Geneza ovih pojava je vrlo problematična. Dosadašnjim proučavanjima nisu nađeni sigurni dokazi o primarnom sedimentnom postanku, uprkos utisku o njihovom stratiformnom načinu pojavljivanja i prisustvu elementarnog gvožđa.

Mnogobrojne termalne manifestacije i prekristalizacija, ranije stvorenih mineralizacija, zatim prisustvo granata i drugih minerala iz zone kontaktnog metamorfizma, navodi na predpostavku da se ovde radi o skarnovskom tipu mineralizacije.

Pa ipak, kada je u pitanju postanak ovih mineralizacija, do nalaska novih podataka, zadržali bi shvatanje o njihovom primarnom sedimentnom poreklu. U tom slučaju one su u postgenetskom procesu pretrpele snažne termalne i druge promene, što je onemogućilo nalaženje sedimentnih struktura.

ZAKLJUČAK

Polazeći od dosadašnjih rezultata proučavanja metamorkifuma drinske oblasti može se reći sledeće:

— U geodinamičkom razvoju metamorfikum drinske oblasti prošao je kroz više tektono-magmatskih ciklusa koji su ostavili svoje tragove na njemu.

— U jednom, relativno dugom vremenskom periodu, koji je trajao blizu jedne milijarde godina, desila su se četiri tektono-magmatska ciklusa, koji su praćeni stvaranjem raznih mineralizacija.

— Najranije, do sada poznate geološke formacije, a sa njima i rudne stvarane su u prvim fazama bajkalske revolucije. To su vulkanogeno-sedimentne tvorevine. U vezi sa tim, bajkalska metalogenetska epoha vezana je za bazaltoidni vulkanizam, koji pripada okeanskom toleitskom tipu. Ovaj vulkanizam je posledica otvaranja okeanske kore u području dubokog mora, pri čemu su stvarani vulkaniti dijabaz-spilitoidnog sastava.

U vezi sa pomenutim vulkanizmom dolazilo je do prinošenja gvožđa u marinsku sredinu koje se obaralo u udubljenim delovima morskog dna sa ograničenom cirkulacijom. Stvaranje Fe-mineralizacija odvijalo se, pretežno preko silikata i preko oksida gvožđa. Ono je prinošeno u više mahova, što se raspoznaje u, za sada utvrđenom, jednom »paketu« debljine oko 40 m, horizont sa hematitom i prisustvom još tri horizonta u kojima se nalazi više odvojenih slojeva Fe-mineralizacija.

Kod svih tih starih mineralizacija primarna parageneza je jednostavnog sastava. Od rudnih minerala prisutni su: Fe-hlorit, magnetit i hematit.

— U poznijim fazama bajkalske revolucije došlo je do prvog ubiranja i transformacija prvobitno stvorenih Fe-hloritskih mineralizacija.

Ove transformacije, verovatno su vezane za intrakambrijske tektonomagmatske događaje. One su se odigrale na taj način što su fluidi (gasovi, pare) bogati hlorovodoničnom kiselinom, prodrli u domen Fe-hloritskih mineralizacija i izvršili razdvajanje gvožđa i silicije, da bi u toku kasnijeg razvoja, pod uticajem metamorfizma, izgubili vodu i prešli u hematit i magnetit, odnosno, u kvarcit.

Pod uticajem visokih temperatura jedan deo hematita gubio je višak kiseonika i prelazio u magnetit, a pojedini delovi magnetitskih mineralizacija, prolazeći kroz Kirijevu tačku, gubili su magnetno svojstvo, što je dovelo do formiranja nehomogenog, odnosno, mozaičnog magnetnog polja.

— Paleozojske metalogenetske epohe karakterišu Fe-mineralizacije vezane za filitoidnu formaciju. Pri tome, magnetitska mineralizacija, smeštena u donjim delovima filitoidne formacije, pripadala bi kaledonskoj metalogenetskoj epohi i, predstavljala pretaložene delove razorene starije kore raspadanja. Hematitska mineralizacija je vezana za gornje delove filitoidne formacije, i pripada varisciskoj metalogenetskoj epohi. Za ovu poslednju mineralizaciju, iako još nema čvrstih dokaza, smatra se da je prvobitno stvorena sedimentnim putem, a da su naknadno, pod termalnim uticajima, u njoj izvršene krupne promene, zbog čega i nisu očuvane njene sedimentne karakteristike.

— Najzad, najmlađa metalogenija vezana je za alpsku metalogenetsku epohu. Nju karakterišu sulfidne mineralizacije. Postale su hidrotermal-

nim putem, zahvaljujući intruzivu kiselijeg sastava, čije su manifestacije zapažene na mnogim mestima. U vezi sa tom intruzijom stoje i sve promene, nastale u postbajkalskom periodu.

Zahvaljujući pojavi skarnova i termalnim promenama registrovanim u metamorfikumu drinske oblasti, zauzeto je stanovište da u području egzokontakta pomenutog intruziva, treba očekivati prisustvo i skarnovskih mineralizacija gvožđem, čime se povećava ekonomska potencijalnost predmetne oblasti. Smatra se da sulfidne mineralizacije pripadaju istom metalogenetskom području i istoj metalogenetskoj epohi kojoj pripadaju i ostale sulfidne mineralizacije tercijalnog magmatizma zapadne Srbije i severoistočne Bosne.

— Posmatrajući, u celini, mineralizacije gvožđem u drinskom metamorfikumu jasno se ističe vertikalan zonaran raspored među njima. Najniže predstavljene su Fe-hloritom i magnetitom, zatim sledi, hematitska, pa gvožđeviti kvarciti (ili kvarciti sa magnetitom), zatim magnetit sa sulfidima i, najzad, hematit i podređeno magnetit. Sve te mineralizacije su stratiformnog, odnosno, slojevitog načina pojavljivanja. Kod vulkanogeno-sedimentnih nađena su zrna koja predstavljaju delove deformisanih oolita.

— Upoređujući pojave Fe-mineralizacija metamorfikuma drinske oblasti sa ostalim u Jugoslaviji, moguće je naći izvesne sličnosti, prvenstveno sa mineralizacijama vezanim za prekambrijske komplekse zelenih škriljaca. U tom pogledu jasno se ističe jedna metalogenetska zona koja obuhvata zelene škriljce planine Beljanice, u istočnoj Srbiji i Zagrebačke gore.

Željezonosne formacije u toj metalogenetskoj zoni, karakterišu se vulkanogeno-sedimentnim poreklom (koje su u kasnijem razvoju metamorfisane), veoma sličnim mineralnim sastavom (Fe-hlorit, magnetit, hematit, kvarc), istog, slojevitog načina pojavljivanja, trakaste teksture i sličnog hemijskog sastava.

Mineralizacije gvožđem u sve tri oblasti imaju još jednu zajedničku osobinu, a to je da se javljaju u više rudonosnih horizonata, što znači da je stvaranje Fe-mineralizacija bilo višefazno.

— U globalnim korelacijama Fe-mineralizacija »zelenog kompleksa« drinske oblasti za nas su veoma interesantna ležišta ruda gvožđa u zelenim škriljcima Altaja. Kao najmarkantnije sličnosti ogledaju se u litostratigrafskom, genetskom, paragenetskom, u strukturnom i teksturnom pogledu. Takođe, izvesna sličnost može se naći sa Krivoroškim ležištem (Kremenčug) i sa južnim Uralom. Na žalost, za sada se ne može govoriti i o sličnom ekonomskom značaju.

— Globalno korelisanje mineralizacije gvožđem ima i drugog smisla, naročito ako se uzmu u obzir palinspatičke rekonstrukcije rasporeda kopna i mora u gornjem proterozoiku, po kojima bi se u to vreme zona: Zagrebačka gora — drinska oblast — Beljanica, Krivi rog, južni Ural i Altaj nalazili u istom okeanu. U tom slučaju taj okean trebao je da leži između Gondvane i delova kontinenata Evrope, Azije i severne Amerike.

— U pogledu metalogenetskog rejoniranja mineralizacije gvožđem metamorfikuma drinske oblasti, mogle bi se svrstati u mediteransko metalogenetsko područje, u unutrašnje dinarsku zonu i drinsku oblast.

— Zahvaljujući obavljenim proučavanjima, u pogledu mineralizacija gvožđem, dokazano je da na područjima bajkalskih i kaledono-hercinskih metamorfnih oblasti Jugoslavije, treba tražiti nove mineralizacije gvožđem.

Činjenica da su naše najstarije formacije metalogenetski nedovoljno proučene pruža mogućnost za nalaženje većeg broja novih i nepoznatih, različitih rudnih mineralizacija.

LITERATURA — BIBLIOGRAPHIE

Антула Д., 1898.: Резултати геолошких испитивања у црногорском срезу округа Ужичког, Записници СГД за 1898. год., Београд

Billimgs P. M., 1954.: Structural Geology. Second edition. Englewood Cliffs N, J. Prentice — Hall, inc.

Channell J. E. T. Horvath F., (1976): The African Adriatic Promontory as a Paleogeographical Premise for Alpine Orogeny and Plate Movements in the Carpatho-Balkan Region. Tectonophysics, 35, str. 71—101.

Цвијић J., 1924.: Геоморфологија, књ. 1. Штампарија Краљевине СХС Београд.

Ћирић Б., и Gaepther P. H. 1962.: О проблему варисцијског убирања у Југославији. Весник ЗГГИ., Књ. XX, Сер. А. Београд. Стр. 279—288.

Dimitrijević M. D. 1969.: Strukture des terrains paleozoiques d'Ivanjica Serbie, Yugoslavie. Bull. Soc. Geol. de France, 7. XI, str. 894—903.

Димитријевић М. Д., 1971.: Варисцијски метаморфизам у аксијалном делу Балканског полуострва (могућности нове генетске интерпретације). Записници СГД, стр. 115—124.

Димитријевић М. Д., 1974.: Динариди: један модел на основама „Нове глобалне тектонике". Металогенија и концепције: геотектонског развоја Југославије. Издање РГ факултета у Београду, стр. 119—151.

Dimitrijević M. D., 1974.: Tectonics of the Dinarides. Implication on teritiary Volcanism. Acta Geol. Acad. Sci. Hung., 18 str. 3—4.

Dimitrijević M. D., Grubić A., 1977.: Models of geotectonic Development of the northeastern Mediterranean. Metallogeny and plate tectonices in the northeastern Mediteranean. Faculty of mining and geology, University of Beograd, str. 21—103.

Ђоковић И., 1975.: Склоп ширег подручја Јелове горе. Зборник радова Рударско-геолошког факултета, св. 18, Београд, Стр. 9—19.

Ђоковић И., 1975.: Седиментолошке карактеристике карбонских творевина у широј околини Шековића. Записници СГД, Београд, стр. 183—188.

Ђоковић И., 1975.: Склоп палеозојских творевина у долини Дрињаче и Тишће. Записници СГД, Београд, стр. 189—193.

Ђоковић И., 1975.: Одређивање правца палеотранспорта у полифазно набраним подручјима (пример ивањичког палеозоика). II скуп седиментолога Југославије, Београд, стр. 87—99.

Ђоковић И., 1976.: Коришћење сканограма „Ландсат" при изради геолошке карте средње размере. I симпозијум о даљинској детекцији, Београд.

Ђоковић И., 1980.: Примена структурне анализе на решавање грађе палеозојских творевина дринско-ивањичке области. Београд. Докторска дисерт.

Ерцеговац М., 1975.: О наласку старопалеозојских микрофлористичких остатака у „Дринском палеозоику" западне Србије. Записници Српског геолошког друштва за 1974. годину, Београд.

Garny Dž.: Dalzil I., M. J. de Vit, 1980.: Kompleks kraevogo basena »rokas verdea« v južnom Čili-model obrazovania arheiskih zeleno-kamenih pojasev. Ranaja istorija Zemli. Izdatelstvo »Mir«. Moskva (prevod sa engleskog na ruski).

Grin D., 1975.: Magmatičeskaja aktivnost kak osnovnoj proces himičeskoj evoluciji zemnoj kori i mantia. Verhnaja mantija, pod redakcie, A. Ritsemi. Fundamentalnie trudi zarubežnih učenih po geologii, geofizike i geohimii. Izdatelstvo »Mir«. Moskva.

Грубић А., 1959.: Тектонски склоп терена између Титовог Ужица и Косјерића. Весник ЗГГИ НР Србије, књига XVII, стр. 31—36.

Грубић А., Обрадовић Ј., 1975.: Седиментологија. Грађевинска књига. Београд.

Grubić A., 1972.: Epoques Tectogènètiques prècambriennes du globe, Glasnik prirodnjačkog muzeja, Serija A, Knjiga 27.

Хардер Х., 1965.: Да ли су македонске руде гвожђа створене под утицајем раствора распадања. Трудови на Геолошкиот завод на СРМ., св. 12, Скопје.

Јанковић С., 1967.: Металогенетске епохе и рудноносна подручја Југославије. Рударско-геолошки факултет, Београд.

Јанковић С., 1967.: Лежишта металичних минералних сировина. Рударско-геолошки факултет, Београд.

Јанковић С., 1981.: Лежишта минералних сировина — генеза рудних лежишта. Рударско-геолошки факултет. Београд.

Jasmund K., 1955.: Die silicatischen Tonminerale. Monographien. zu »Angewandte Chemie« und »Chemie-ingenieurtechnik«. No. 60 Verlag Chemie, GMBH, Weinheim Bergstr.

Jurković I., 1962.: Rezultati naučnih istraživanja rudnih ležišta Hrvatske. Geološki vjesnik — Glasilo Instituta za geološka istraživanja u Zagrebu i Hrvatskog geološkog društva, sv. 15, br. 1, Zagreb.

Карамата С., 1955.: Петролошка студија магматских и контактнометаморфних стена Борање. Гласник природњачког музеја Српске земље, књ. IV, Београд.

Катзер Ф., 1926.: Геологија Босне и Херцеговине, 1, Сарајево.

Кнежевић-Ђорђевић В. и П. Ђорђевић, 1975.: Основи петрографије. Издавачко-информативни центар студената Београд.

Креминац Н., 1981.: Извештај претходна петрохемијска студија протерозоика и палеозоика Србије као потенцијалних носилаца руда гвожђа, у Студији протерозоика и палеозоика Србије као потенцијалних носилаца руда гвожђа од Р. Поповића 1981. год. Фонд стручних докумената Геоинститута.

Кубат И., Мојсиловић С., са сарадницима, 1973.: Тумач за основну геолошку карту СФРЈ, лист Љубовија 1:100.000 Фонд стручне документације Института за геолошка истраживања Сарајево.

Macdonald G. A., Katsura T., 1964.: Chemical composition of Hawaian lavas. J. Petrol vol. 5.

Марковић Б. и Протић М., 1954.: О појавама гвоздене руде у Карану код Ужица. Записници Српског геолошког друштва за 1954. годину. Београд, 1956. год.

Марковић Б., Роглић Ч., 1957.: О појавама руда гвожђа у околини Карана код Ужица. Зборник радова Геолошког института „Јован Жујовић", књ. IX, Београд.

Miholić S., 1953.: Određivanje geološke starosti kamenja radioaktivnim metodama. JAZ — Rad. knj. 292, Zagreb.

Милојевић С., Протић М., 1935.: Проучавање и картирање на секцији Ужице. Извештај о раду Геолошког института Југославије за 1934. годину, Београд.

Милованвић Б., 1935.: Геолошко испитивање на секцији Вардиште. Извештај о раду Геол. инст. Југославије за 1934. годину, Београд.

Милованović Б., 1949.: Општа геологија. Издавачко предузеће Министарства рударства ФНРЈ, Београд.

Мојсиловић С., 1977.: Тумач за основну геолошку карту СФРЈ, лист Љубовија 52. Фонд стручних докумената ЗГГИ, Београд.

Мојсиловић С., са сарадницима, 1966.: Тумач за основну геолошку карту СФРЈ, лист Ваљево 1:100.000. Издање СГЗ, Београд.

Мојсиловић С., Јовановић Ч. и сарадници, 1968.: Тумач за основну геолошку карту СФРЈ, лист Зворник 1:100.000. Фонд стручних докумената ЗГГИ, Београд.

Мојсиловић С., Баклајић Д., Ђоковић И., Аврамовић В., 1971.: Тумач за основну геолошку карту СФРЈ, лист Титово Ужице 1:100.000. Фонд стручних докумената ЗГГИ, Београд.

Николић Д., 1968.: Извештај о минералошко-хемијском испитивању 11 узорака стена и руда из околине Т. Ужице. Београд, Фонд стручних докумената Ваљаонице бакра и алуминијума „Слободан Пенезић-Крцун", Севојно.

Pavlov V. N., Cvetkov I. A., Kotlova G. A., 1964.: O vinose železa pri vzaimodeistvii trapavogo rasplava c NaCl. Geologia rudnih mestoroždeniy. Tom VI, No. 6. Izd. »Nauk« — Moskva.

Pearce J. A., 1975.: Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. Tectonophysics, No. 25.

Perri K. E., Ten K. F., Mori B. G., 1975.: Geologie i geohimia stabilnih izotopov železorudnoi formacii Bivabik, severnaja Minnesota. Dokembriskie železorudnie formacii mira. Nauki o zemli. Fundamentalnie trudi zarubežnih učenih po geologii, geofizike i geohimii. Izdatelstvo »Mir«. Moskva. Prevod na ruski jezik »Mir« 1975.

Петковић М., 1960.: Тријаско металогенетско подручје Вареша. Докторска дисертација. Зборник радова Руд. геолош. факултета, св. 8. Београд, 1961/1962.

Петковић М., 1965.: Студија геолошко-економска проблематика метала Југославије. Фонд стручних докумената Савезног геолошког завода, Београд.

Петковић М., Ромић К., Чобић Т., 1980.: Прогнозирање ендогених лежишта у рудном пољу Сребреница. Зборник радова Руд. геол. факултета, све. 22., Београд.

Pezdič J., 1980.: Izotopni sastava kisika v silikatnih in oksidnih mineralih. IJS Delovalo porocilo — Institut »Jožef Štefan«, Ljubljana.

Pride E. D. and Hagner F. A., 1972.: Geochemistry and Origin of the Precambrian Iron Formation Near Atlantic City, Fremont County, Wyoming. Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists. Volume 67, No. 3.

Поповић Р., 1975.: Материјали за прво саветовање „Геологија железних руда у СФРЈ", књ. II, Љубија, новембар 1975. год., Београд 1976. Дискусија.

Поповић Р., Милутиновић Д., Покрајац С., Вишић С., 1976.: Извештај о комплексним геолошко-геофизичким истраживањима у региону Драксин-заовине (Јелова гора — планина Тара). Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Поповић Р., Буковић Ј., Јаковљевић М., Наумовић Д., 1977.: Извештај, Студија протерозоика и палеозоика Србије као потенцијалних носилаца руда гвожђа. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Поповић Р., Станић Б., Галечић М., Вукашиновић С., 1977.: Извештај о комплексним геолошко-геофизичким истраживањима палеозоика западне Србије. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Поповић Р., Буковић Ј., Цветић С., 1978.: Студија протерозоика и палеозоика као потенцијалних носилаца руда гвожђа. Извештај за 1977. годину. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Поповић Р., Вукашиновић С., 1978.: О рудној појави гвожђа на Градини (источна Босна). Записници Српског геолошког друштва за 1978. годину. Београд, 1979.

Поповић Р., Буковић Ј., Клеут Д., 1979.: Студија протерозоика и палеозоика Србије као потенцијалних носилаца руда гвожђа. Извештај за 1978. годину. Фонд стручних докумената Геоинститута. Београд.

Поповић Р., Клеут Д., 1979.: О рудним појавама гвожђа у студеничкој серији. Радови Геоинститута, књ. 13, Београд.

Поповић Р., 1979.: Белешка о новооткривеним појавама руда гвожђа између Јелове горе и Бајине баште (западна Србија). Записници Српског геолошког друштва, Београд.

Поповић Р., 1979.: Извештај о предходној провери и селекцији аеромагнетских аномалија у палеозоику западне Србије (Јадарска област). Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Поповић Р., Копривица Д., Вукашиновић С., 1980.: Извештај о геолошко-геофизичким истраживањима руда гвожђа у палеозоику западне Србије. Фонд струч. докум. Геоинститута, Београд.

Поповић Р., Буковић Ј., Цветић С., 1980.: Студија протерозоика и палеозоика Србије као потенцијалних носилаца руда гвожђа. Извештај за 1979. годину. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Поповић Р., 1981.: Студија протерозоика и палеозоика Србије као потенцијалних носилаца руда гвожђа. Б. Западна Србија. Завршни елаборат за период 1976—80. год. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Pavlov N. V., Cvetkov A. I., Kotlova A. G., 1964.: O vinose železa pri vzaimodeistvii trappovogo rasplava s NaCl. Geologi rudnih mestoroždenii, 6, Moskva.

Rittmann A., 1963.: Les volcans et leur activitè. Masson et cie Editeurs. Edition Francaise par H. Tazieff, Paris.

Semenenko N. P., 1966.: Metamorfizm podvižnih zon Kiev. »Naukova dumka«.

Shaw M. D., 1972.: The Origin the Apsley Gneiss, Ontario. Canadian Journal of Earth Sciences.

Симић В., 1935.: Прилог тектоници западне Србије — подринске планине. Весник геолошког института Кр. Југославије, књига 3, Београд.

Симић В., 1938.: О фацијама млађег палеозоика у западној Србији. Весник Геолошког института Кр. Југославије, књ. 6, Београд.

Симић В., 1954.: Метаморфне латеритске руде гвожђа на Радочелу. Весник Завода за геолошка и геофизичка истраживања СР Србије, књ. XI, Београд.

Спасов Т., Миличић М.: 1970. Извештај. Бакрове појаве у палеозојским шкриљцима и дијабаз-рожној формацији околине Бајине Баште. Мајданпек, Фонд стручних докумената Ваљаонице бакра и алуминијума „Слободан Пенезић Крцун", Севојно.

Svjatislavkia E. A., 1975.: Regionalnaja vulkanologija »Nedra« Moskva.

Višnevskaya J. J., 1962.: O zelenih slancah Rudnogo Altaya. Dokladi A. N. SSSR. Tom 147, No. 3. Izd. A. N. SSSR. Moskva.

Вукашиновић С., 1973.: Интерпретација аеромагнетских података дринско-јадарске области, добијених успутно при аерорадиометријској проспекцији урана 1967. год. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Вукашиновић С., 1975.: Извештај о аеромагнетским испитивањима на терену западне Србије. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Вукашиновић С., 1977.: Извештај о аеромагнетским испитивањима лежишта гвожђа у западној Србији 1976. године. Фонд стручних докумената Геоинститута, Београд.

Wenhua Z., Jiliang Li., Bolin C., 1978.: Preliminary Study on Protolith reconstruction of Lage Archen metamorphyc Iron-Bearing formation and Iron-genesis Types in Sout-West part of nort China faul block. Scientia Geologica Sinica. No. 4.

Zonenšain P. L., Kuzmin I. M., Moralev M. B., 1976.: Globalnaja tektonika magmatizm i metalogenija. »Nedra«, Moskva.

Жујовић Ј., 1893.: Геологија Србије, део први, Београд.

Summary

Metallogeny of Metamorphic Complex of the Drina River Region (western Serbia)

by

RADULE POPOVIĆ*)

At the beginning of the year 1974 the author of this study proposed the investigation of the oldest geological formations exposed in Serbia aimed at evaluating their iron ore potentiality. The proposal was not then accepted, however, the next year having been engaged in exploration for copper in an area close to Bajina Bašta, the author succeeded to notice numerous occurrences of magnetite on the northwestern slopes of the Jelova Gora Mt. After this discovery interest for the area aroused and the geological investigation of metamorphic rocks of the Drina River Region began in 1976.

In the first period of the investigation, airborne as well as ground geophysical exploration and reconnaissance of mineral occurrences were accentuated. In this phase the study of the geology was oriented towards general reconnaissance and the clearing of regional geological problems.

After completion of these works the presence of several horizons bearing iron mineralization was discovered. Their outcrops are distributed in an area between Karan and Užička Požega extending nearly up to Srebrnica in Bosnia but being most frequently concentrated between the Jelova Gora Mt. and the Drina river.

The geology of the Drina River Region is complex in both stratigraphical and structural sense. The rocks are included in the following formations: metamorphosed volcanic-sedimentary, phyllitic, metamorphosed conglomerate and metasandstone. Based on facts collected during the field works, all iron mineralizations occur in the two firstly mentioned formations, the later ones are barren.

Review of Stratigraphy and Structural Features

The palaeontological investigations were carried out only in the phyllitic formation where a poorly preserved material was found. Ercegovac (1974) has proved the presence of Cambrian, Ordovician, Silurian and Devonian, and the presence of Carboniferrous was previously known.

Besides the forms belonging to older Paleozoic, the palaeontological material, collected by the author of this research work, yielded fragments of bluishgreen algae as follows: Protosphaeridium sp. Trachysphaeridium sp. (cf. laminaritium), Podoliella sp., Polyforma sp. although these are not characteristic forms, Ercegovac points to the possible presence of even Riphaen.

---

*) Geoinstitut, Rovinjska 12, Beograd.

The Drina River Region is a tectonically interesting area with a very intricate tectonic history. Regional tectonic construction played main role in producing three generations of folds represented by strikingly different axial orientation.

The volcanic-sedimentary formation is folded, with axes striking E-W and B-axes dip steeply (45°) towards W. These oldest folds are observed only in the beds of ferrugionous quarzite and this folding can be ascribed to the second phase of Baïkalian tectogenesis, which induced metamorphism too.

The phyllitic formation, covering with a angular unconformity the volcanic-sedimentary formation is deformed with folds trending NE-SW and N-S. These plicative deformations are attributed to the Variscan tectogenesis. The youngest Alpine folds observed in these formations are of NW--SE orientation.

Considering the afore mentioned observations, it may be concluded that the strata of phyllitic formation were deposited during Paleozoic, but its lowest part, containing of bluishgreen algae, may belong to Riphean. Besides the angluar unconformity, the fact that only the volcanic-sedimentary formation was affected by al three structural disturbances indicates that the so called "Green Complex" originated in Precambrian, more precisely, in the early Baïkalian tecto-magmatic cycle and the first folding took place most probably during the late Baïkalian revolution.

Having in mind this evidence, the iron mineralization, located in the volcanic-sedimentary formation, originated in the Baïkalian metallogenetic epoch. Mineralized outcrops, found in lower parts of the phyllitic formation, are related to the Caledonian metallogenic epoch, and those located in upper parts of this formation, are of the Variscan epoch.

Comparing the metamorphic rocks of the Drina Region with those of the Jadar and Ivanjica regions, the differences among them are evident, espacially from metallogenetic point of view, since from those two regions iron mineralization have not been reported. In the Jadar and Ivanjica regions have not been distinguished formations which could be ascribed to the Precambrian, only the metamorphic rocks of Radočelo and Čemernc of uncertain age, have some similarity with the "Green Complex". I seems that the geologic evolution and the metallogenic character of the "Gren Complex", is closer to the Zagrebačka Gora Mts.

Petrology of Metamorphic Complex

Metamorphic rocks of the Drina Region are represented by: formation of metamorphosed volcanic-sedimentary or "Green Complex", phyillitic formation or "phyllitoid complex", formation of metamorphosed conglomerate and formation of metasandstone with traces of coal. The rocks range in age and each of these formations has developed differently and has deposits of a specific type.

"Green Complex" of the metamorphic rocks consists of metamorphosed gabbro, metamorphosed gabbro-diabase, metamorphosed diabase, metamorphosed spilite, marble, calc-schist, Fe-mineralization, and pre-

vailing green-schists, composed of material of magmatic and sedimentary origin.

Within green-schists have been determined following rocks: amphibole-epidote schist, chlorite-sericite schist, chlorite-calcite schist, Fe-chlorite-schist, chlorite quarzite and others.

Strata of the phyllitic formation were deposeted in Cambrian, Ordovician, Silurian, Devonian and partly in Carboniferrous. They are widely exposed and composed of clastic and chemical sediments. The phyllitic formation has been subjected to a lower degree of metamorphism than the rocks of the volcanic-sedimentary formation.

The phyllitic formation consists mainly of slightly metamorphosed shale, argillite, argillo-phyllite, phyllite, sericite, schist, graphite schist, metamorphosed quartz sandstone, sericite-muscovite quarzite, calc-shist, recrystallized limestone, marble, muskovite quarzite, and quarzite with hematite.

The thickness of the phyllite formation is estimated to be less than 1100 m.

Carboniferrous in age, the metamorphosed conglomerate formation is conformable on the underlying phyllitic formation. It is found only as erosional remains scattered over the area. Owing to its both low mechanical resistance and small thickness (below 100 m.), the erosion has progressed and easily destroyed it.

In Western Serbia the formation of metasediments with traces of coal crops out only in a tunnel close to Perućac, lying immediately below the Triassic limestone of the Tara Mt. This formation is rather well developed in the area situated to the West of Drina. The Carboniferrous age of these deposits was assigned by Katzer (1926).

Besides magmatic rocks included in "Green Complex", outcrops of younger gabbros have been observed.

Near Drmanovina and in the Jelova Gora Mt. metamorphosed gabbros probably of Variscan age intruded the phyllitic formation. The intrusion of younger pyroxen gabbro, which still retains its original petrological characteristics, appears in Prisojnica NE of Bajina Bašta. This rock is attributed to early Alpine age.

It is necessery to emphasize that altering solutions have affected both gabbros and numerous thermal manifestations have been observed (hydrothermal mineralization of sulfides, skarns, high-temperature minerals etc.). All these phenomena are related to a young probably granodioritic magmatism, which lies at a low depth but is not yet exposed.

Reconstruction of origin of the metamorphosed volcanic-sedimentary formation was performed on the basis of petrochemistry of main elements. Concerning the obtained results, it can be said that chlorite-schists include partly volcanics of basic composition, in part sedimentary rocks and a mixture of probably finegrained tuff of basic composition and sediments. Results of petrochemical calculations of Niggli values show that magmatic rocks of "Green Complex«, belong to basaltic or gabbro magma. Comparisions were made with young basic magmatism using Miashiro's, Pearce's & Mc. Donald's diagrams, and according to their geochemical

characteristics, primary magmatic rocks of "Green Complex" correspond to ocean floor tholeiites.

On the other hand, concentrations of some trace elements in these rocks may at the first moment cause confusion. Contents of nickel and chromium, reaching 2.500 gr/t and 500 gr/t respectively, have been found in the volcanic-sedimentary formation. Solutions responsible for leaching and redeposition of chromium and nickel were released in the final phase of a younger granodioritic intrusion.

Thus, it can be assumed that here primarly probably existed an oceanic type of Earth crust.

Strata of the phyllitic formation were deposited in shallow depositional environment with dominant participation of clastic sediments. Changes of physicochemical conditions from time to time made possible deposition of chemical sediments.

The relationship between clastic and chemical sediments is manifested in $CaCO_3$ concentrations in clastic sediments (going up to 10%) and the presence of clastic material in carbonate deposits. In this way it is possible to trace the gradual transition betwen clastic and chemical sediments.

Tectonic Evolution of Metamorphic Complex of the Drina River Region

Geotectonic development of this region began by the opening of Earth crust and a diabase-spilite volcanism. This intense tecto-magmatic activity can be ascribed to the Baïkalian cycle. Intra-Cambrian tectogenesis affected already deposited volcanic-sedimentary formation, in which, as mentioned earlier, E-W striking folds with a well defined B-axis are visible.

After these events began a break in the further evolution of the basin demonstrated by the angular unconformity between Upper Proterozoic and Phanerozoic. Clastic and chemical sediments of Paleozoic were developed in a new depositional environment, and without volcanic activity.

Both the volcanic-sedimentary formation and already deposited phyllitic formation were deformed by the Variscan tectonic events. The volcanic-sedimentary formation was refolded. These folds are of meters, decameters and chectometers dimensions striking in NE — SW and N-S. These folds are developed in quarzite beds, while in the phyllitic formation folds of smaller sizes are visible. Structural elements like cleavage of axial plane and linear elements are recognized in the phyllitic formation.

It is considered that metamorphosed gabbros of Drmanovina and Jelova Gora Mt. are products of a magmatism, probably of small intensity in Western Serbia, related to these tectonic processes.

The geotectonic activity ceased after the Variscan folding what is evidenced by the development of slightly metamorphosed sandstones with traces of coal.

The last folding phase, related to the Alpine tectogenesis, shaped for the second time the volcanic-sedimentary formation and refolded

strata of the phyllitic formation with B-axial orientation in the NW-SE direction.

This structural event was followed, by an igneous phase when pyroxene-gabbro (at Prisojnica) was emplaced. However the chemistry of numerous thermal manifestations could be related only to a more felsic magmatism, which took place in the Tertiary.

The present most prominent features in the studied area represents an antiform, generally striking NW-SE, accompanied by a great number of minor folds whose B-axial orientation is the same.

Fe-mineralizations of Metamorphic Complex of the Drina River Region

According to the data of the geological survey obtained in the Drina Region, twelve occurrences of iron and four of sulfide mineralizations have been discovered up to the present.

Based on the stratigraphic position, metallogenetic period of their formation and lithologic environment, a vertical division of the iron mineralizations was performed. All Fe-mineralizations are located in six horizons.

The first four being in the "Green Complex" as follows:

— horizon with magnetite impregnation,
— horizon with hematite (specularite),
— horizon of darkgrey quarzite with magnetite,
— horizon of lightgrey ferruginous quarzite.

The oldest horizon is characterized by the presence of magnetite and Fe-chlorite. Magnetite occurs as impregnations in chlorite schists in amounts of 10—20%. Fe-chlorite appears in stratiforms, from 0,20 to 1,00 m thick. This type of mineralization is visible on the Višesava Mt. and in the Lazića stream.

Being the most complex iron mineralization, hematite occurences are localized in two beds 0,60 and 1,00 m thick, with Fe-chlorite intercalation. The lower hematite bed and Fe-chlorite are accompanied with a characteristics white marble which nowhere else was observed.

Occurences of the mentioned mineralization are known in the Lazića stream and on the northern slopes of Gradina (NE from Petronijevići), as well as in the Ignjatovići hamlet. They are distributed in an unit build up of chlorite-schists, apparently thick about 40 m.

Owing to oval texture, representing probably former oölites, these mineralizations are considered as of volcanic-sedimentary origin. They are strongly regenerated and hydrothermally changed by the influence of a younger, acid intrusive, which is responsible for occurrences of scarn.

Horizon of darkgrey quarzite with magnetite as dominant ore mineral is represented by two mineralizations, which are in places boudinaged. This mineralization is massive and banded and in places shows

signs of a conspicuous regeneration. Fairly nice remains of oval forms pointing to the presence of ex-oölites exist.

Some occurrence of this horizon are spatially related to calc-schist.

Occurrences of this type of mineralization are discovered in the village of Lazići, in Petronijevići, in the Višesava village and on the Gradina Mt. (in Bosnia). The last occurrence in Bosnia contains well preserved remains of red chert, what, in addition to its banded texture, suggests the possibility of presence of jaspilite.

Iron grade in mentioned quarzite is irregular and ranges between 10 and 40%.

Iron mineralizations located in the horizon of lightgrey ferruginous quarzite display some similarity with the previosly described ones. The only difference seems to be in their origin.

This is the uppermost horison developed in the volcanic-sedimentary formation, whose occurrences of Fe-mineralizations are observed on Kamenjača, on the Kamenjača — Orašac road and in Blagojevići.

The thickness of ferruginous quarzite ranges betwen 1,00 to 3,00 m.

Ferruginous quarzite is mostly composed of quartz and magnetite, amounting more then 90% of all constituents.

As stated earlier, several layers of Fe-chlorite are also present in this horizon, however, they do not mix with quarzite.

The primary Fe-mineralization was deposited in sedimentary conditions what is witnessed by the presence of pyrite in the form of mineralized bacteria reflecting reduction conditions during sedimentation.

As the others, these mineralizations were subjected to a considerable influence of additional changes that caused the regeneration of the primary mineralization.

Magnetite mineralization, found in the lower part of "Phyllitoid Complex", is represented by a bed, 0,40 m. thick. Its outcrops are found in the Petronijevića Stream. Due to the supposedly Cambrium age of the phyllitic formation, the mineralization is attributed to the Caledonian metallogenic epoch.

It is a metasandstone composed of quartz, hydromica, biotite, chlorite, minerals from the group of serpentine and magnetite. Such a mineral composition and the absence of a syngenetic magmatism point out a sedimentary origin of these mineralizations partly composed of redeposited material of former basic and ultrabacis weathering crust.

In addition, a hydrothermal paragenesis is here present as well as the regeneration, which are related to the same magmatism whose influence was noticed on the older mineralizations.

The uppermost horizon of Fe-mineralization within the metamorphic rocks of the Drina Region is represented by a so-called thin-layered hematite. The outcrops, from 0,10 to 0,30 m. thick, are found on the Ćatića Hill, in the Madžarevac Stream and on the Metaljka.

Hematite and magnetite are the most abundant minerals with a considerable participation of a thermal paragenesis where garnets are the most striking (size of crystals up to 4 mm).

Hydrothermal alteration and regeneration have completly destroyed the primary sedimentary features of these mineralizations, which are ascribed to the Variscan epoch.

In addition to the iron mineralizations, occurrences of sulfide mineralizations are found in the metamorphic complex of the Drina Region. These are Pb, Zn, Cu mineralization in Orašine (village Draksin), pyrite mineralization in Porčići (Kostojevići), and in Biljezi (the Lazići village) and pyrite, chalcopyrite mineralization in Duboko.

Pyrite, sphalerite, galena and tetrahedrite, as impregnations and accumulations in quarzite, silicified rock and scarn, have been discovered at Orašine.

Pyrite is present near Porčići with characteristic contents of microelements as: Mo = 7—19 gr/t, Be = 28 gr/t, Ag = 3,5 gr/t, Cu = 110 gr/t etc.

The mineralization at Biljezi is pyritic, but its genesis has not yet been cleared.

The occurrences, composed of oxide and sulfide minerals, located in Duboko is close to the scarn type, but as it has not been studied, this problem remains open.

Except for the pyrite mineralization at Biljezi, the others are of hydrothermal origin and related to a Tertiary granodioritic magmatism. Consequently, this mineralization can be attributed to the Alpine metallogenic epoch.

Genetic and post-Genetic Features of Fe-Mineralizations

The metamorphosed volcanic-sedimentary formation is a product of the Baïkalian tectomagmatic cycle, and the volcanism synchronously developed in submarine conditions aded considerable amount of iron which partly contributed to the formation of Fe-mineralization.

It is considered that iron is of magmatogenic origin and its addition in exogenetic environment took place during submarine volcanic activity. The addition of iron occurred in several phases and it coincided with effusions (producing impregnations in the chlorite schist.) and by the action of hydrothermal solutions. A part of iron was also precipitated and it is supposed that basic rocks subjected to weathering provided solutions with iron.

In the process of addition of iron to a basin with restricted circulation, was formed a mineralized sediment with oölites composed of Fe-chlorite, hematite, and magnetite.

Proved by differential-thermal and X-rey investigations, the Fe-chlorite seems to be close to a mineral of composition between bavalite and thuringite. Fe-chlorite of this region contains from 26 to 30% Fe, showing a high degree of solubility (95% of the total). Its composition is the following: $^{(Mg}6\text{-}x\text{-}y\ Fe_y^{2+}\ )\ ^{(Si}4\text{-}x\text{-}^{Al}x)\ (O_{10}/OH)_8$ and the parameters b = 9,336Å and c = 14,08Å. On the basis of the parameter "b" the value "y" in the cited formula corresponds to 3,7.

Further development of Fe-mineralizations located in the volcanic--sedimentary formation passed through many phases of postgenetic alterations.

First transformations occurred before the deposition of the phyllitic formatiton and they are visible only on the mineralizations located in the volcanic-sedimentary formation.

After the formation of Fe-chlorite mineralizations, they were affected by the influence of hydrothermal solutions. Partial investigations show that hydrothermal solutions contained HCl, CO_2, K and F (detailed investigations have not been carried out). With regard to the presence of sylvite, found as inclusions in magnetite and quartz, it is possible quite reliably to conclude that hydrochloric acid was sufficiently present in hydrothermal solutions to cause destruction of Fe-chlorite.

According to tests, soluble iron under the influence of HCl passes very quickly from Fe-chlorite to solution. In such conditions iron and silica were separated, but the presence of carbonate of calcium (marble and calcschist above Fe-mineralizations) and sylvite provided the neutralization of solutions and made posible the precipitation of iron in the form of hydrooxides and formatiotn of jelly silica. Metamorphism had an important role in further development, causing the loss of water and the transformation of hydrooxides into magnetite and silica into quartzite respectively.

Younger postgenetic changes, as the result of the Tertiary magmatism, are very pronounced, more intense and cover a much larger area. Thermal processes caused a strong regeneration manifested by destruction of texture and paragenetic association of primary mineralization, Circumstances were partly more complicated by a restricted addition of material, especially of sulfides what resulted in reaching in places 1000 gr/t of copper.

Occurrences of specularite, developed along planes of cleavage, is related to this influence which is particularly represented in the Lazići Stream.

According to the association of microelements, hydrothermal mineralizations, and contact alterations, magmatism which effected these changes is supposed to be related to the same granodioritic magmatism which emplaced the granodioritic massif of Boranja and a number of smaller bodies located between Boranja and granite of Čemerno.

With regard to the fact that Fe-mineralizations of scarn type are found along the contact of granodiorite of Boranja and other granodioritic intrusives in Western Serbia, it could be expected the presence of scarn type iron mineralization in the metamorphic rocks of the Drina region, but their depth is still unknown.

Concerning the genesis of Fe-mineralizations situated in "Phyllitoid Complex", it can be said that primary mineralization was formed in sedimentary conditions when the addition of clastic material and iron was synchronous. The formation of layers of Fe-mineralization corresponds completely to a widey accepted model of formation of mineralization especially of iron ores in "zone of carbonates".

Based on chemical and mineral composition, it is assumed that iron derived from an older weathering crust of basic rocks. This is indicated by titanium (over 1%), vanadium (up to 700 gr/t) and nickel (up to 200 gr/t), contents. X-ray analyses proved chlorite and a mineral from the group of serpentine.

This mineralization uderwent regeneration too.

Finally, in the upper parts of the phyllitic formation occurs "thin layered" iron mineralization. It was also under strong thermal influences which masked all features of primary conditions of formation. The "thin layered" mode of appearance points to the sedimentary conditions of its formation.