GEOINSTITUT

UDK 553.31+553.32(497.17)
ISBN 86-7156-003-1

Posebna izdanja, knjiga 16

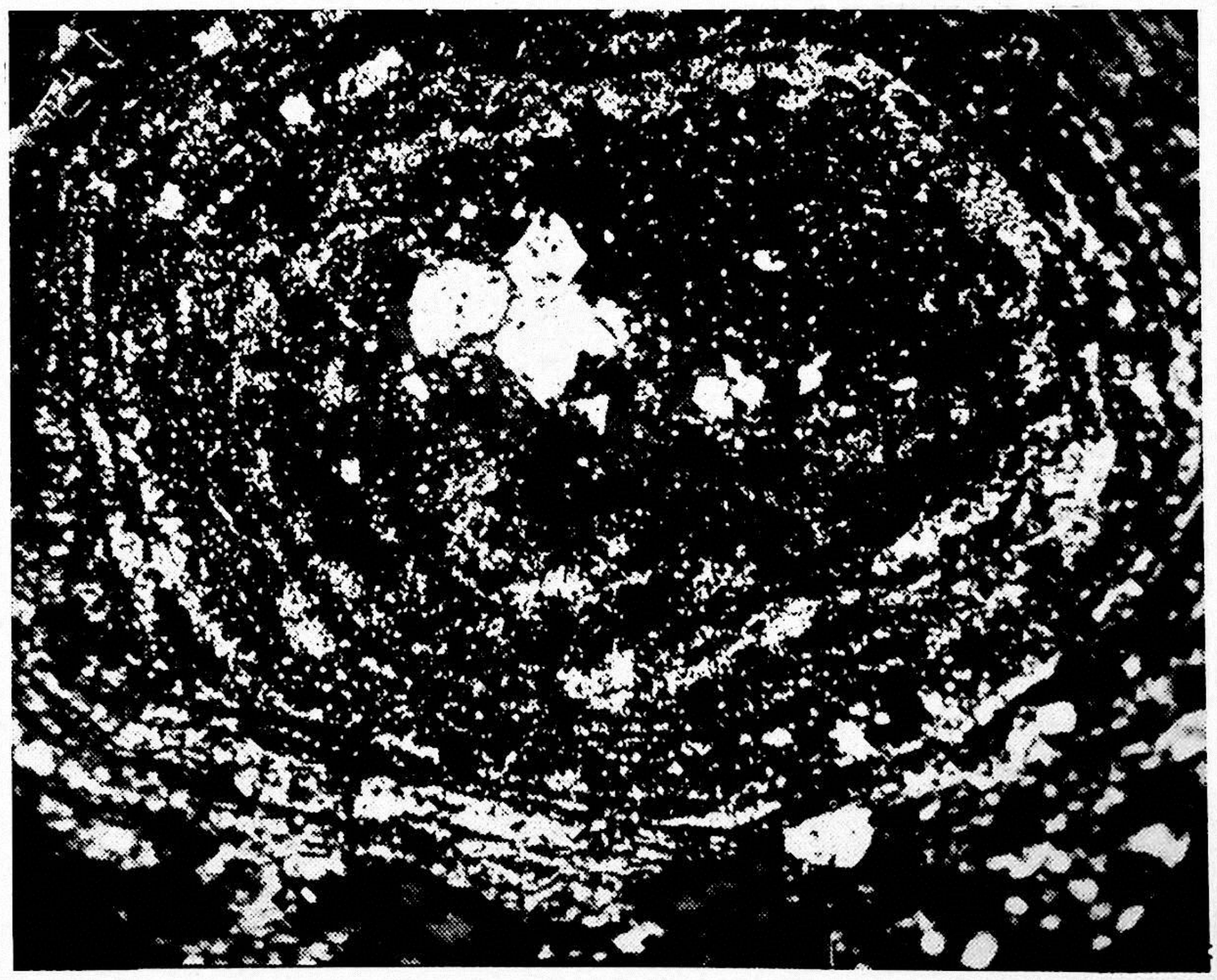
GVOŽĐE I MANGAN ZAPADNE MAKEDONIJE

(Metalogenetske epohe i rudna ležišta)

Iron and Manganese of Western Macedonia

(Metallogenic Epochs and Ore Deposits)

Radule Popović



BEOGRAD,
1995

GEOINSTITUT

Zahvaljujući stručnosti i iskustvu svojih kadrova, GEOINSTITUT već pola veka u Jugoslaviji i drugim zemljama sveta izvodi sve vrste geoloških i geofizičkih istraživanja:

- Projektovanje, programiranje, izvođenje i nadzor geoloških istraživanja energetskih, metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina, građevinskog i ukrasnog kamena, uključujući rudarska istraživanja, evaluaciju mineralnih ležišta, elaborate o rudnim rezervama i geološko-ekonomske i druge studije;

- Izradu svih vrsta generalnih, detaljnih i specijalnih geoloških, geofizičkih, geohemijskih, hidrogeoloških, inženjersko-geoloških karata u svim razmerama;

- Regionalna i detaljna metalogenetska istraživanja svih tipova geoloških formacija, uz izradu odgovarajućih metalogenetskih karata, izveštaja i studija;

- Hidrogeološka i inženjerska geološka istraživanja za prostorno planiranje i vodosnabdevanje naselja i individualnih potrošača;

- Aeromagnetska, aerogamaspektrometrijska i nadzemna geofizička ispitivanja u cilju istraživanja mineralnih sirovina (metala, nemetala, ugljovodonika) i rešavanja različite geološke-strukturne problematike;

- Istražno bušenje za mineralne sirovine do 1000 metara dubine, kao i bušenje bunara za vodosnabdevanje individualnih domaćinstava;

- Istraživanja u cilju zaštite životne sredine;

- Sve vrste laboratorijskih analiza za interna istraživanja i za potrebe drugih izvođača geoloških radova;

- Terensko i laboratorijsko merenje prirodne i veštačke radioaktivnosti sa aspekta istraživanja mineralnih sirovina i zaštite životne sredine.

Beograd, Rovinjska 12

Tel. 381 11 / 488 99 66, Fax. 381 11 / 488 52 96

UDK 553.31+553.32(497.17)
ISBN 86-7156-003-1

Radule Popović

GVOŽĐE I MANGAN ZAPADNE MAKEDONIJE
(Metalogenetske epohe i rudna ležišta)

Iron and Manganese of Western Macedonia
(Metallogenic Epochs and Ore Deposits)

Posebna izdanja, knjiga 16 • BEOGRAD, 1995.

REDAKCIJSKI ODBOR

Prof. Dr Adam DANGIĆ
Prof. Dr. Aleksandar GRUBIĆ
Dr Branislav KRSTIĆ
Dr Milan MILOJEVIĆ
Dr Veljko OMALJEV
Dr Radule POPOVIĆ
Mr Milosav SIMIĆ

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dr Veljko OMALJEV

RECENZENTI

Dr Antonije ANTONOVIĆ, naučni savetnik

Dr Čedomir MUDRINIĆ,
redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Autor je naučno odgovoran za svoja izlaganja

U troškovima izdavanja ove monografije učestvovali su:

- MINISTARSTVO ZA NAUKU I TEHNOLOGIJU,
Beograd, Nemanjina 22-24

- REPUBLIČKI DRUŠTVENI FOND ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA,
Beograd, Rovinjska 12

PREDGOVOR

Višegodišnja ispitivanja i istraživanja metaličnih mineralnih sirovina u zapadnoj Makedoniji omogućila su da se sakupi vanredno veliki broj informacija. Da bi se svi ti podaci mogli sistematizovati i obraditi na osnovama savremenih naučnih saznanja, Geoinstitut je iz svog Fonda za naučni rad izdvojio jednu sumu finansijskih sredstava kako bi se uradila dopunska ispitivanja, koja nisu ranije rađena i kako bi se izvršila savremena interpretacija geološke evolucije, petrogeneze, geotektonike i metalogenije zapadne Makedonije. Na osnovu tog Projekta urađena je studija koja je 1989. godine objavljena pod naslovom: "Geologija zapadne Makedonije (prekambrija i paleozoik)" što u suštini predstavlja samo prvi deo. Sada su se stvorili uslovi da se uradi i drugi, metalogenetski deo te Studije. Zahvaljujući tome dobiće se jedno geološko delo koje će predstavljati celokupan prikaz zapadne Makedonije u prealpskom vremenu. Ocenjuje se da je ono potrebno pre svega zato što zapadna Makedonija predstavlja u stratigrafskom, petrološkom, tektonskom, geotektonskom, metalogenetskom i u svakom drugom geološkom smislu, jedan mali segment Zemljine kore na Balkanskom poluostrvu, koji je veoma složen i mnogi problemi neće imati zadovoljavajuće naučno rešenje za dugi niz godina. To je oblast koja, u metalogenetskom pogledu, predstavlja jednu od najinteresantnijih na Balkanskom poluostrvu. U njoj su stvarane geološke formacije počev od pre više od jedne milijarde godina i sa kraćim ili dužim prekidima razvijale se zaključno sa srednjim devonom. Istovremeno sa stvaranjem geoloških formacija, a što je vezano za određene geotektonske događaje, vezuju se i odgovarajuće metalogenetske epohe koje su praćene i specifičnim uslovima u kojima su postale mineralizacije i ležišta različitih metala.

Obzirom da se, za prilike na Balkanskom poluostrvu, u toj oblasti, nalaze velika ležišta gvožđa i mangana i da postoje realni geološki preduslovi da se otkriju ekonomski interesantne koncentracije i drugih metala (Cu, Pb, Zn, Mo, Nb, Ce, itd.), neophodno je postojanje jedne sinteze u kojoj će biti prikazane sve pojave i ležišta, ruda i mineralizacija na današnjem stepenu poznavanja. Ona dobija u značaju ako se zna da su već danas mnoga geološka dokumenta izgubljena ili uništena. Ovo se naročito dešavalo, a dešava se i dalje kroz višekratne reorganizacije raznih institucija i preduzeća, što je posebno bilo izraženo poslednjih dvadesetak godina. To se prvenstveno odnosi na one institucije koje su finansirale geološka istraživanja, a sada su ugašene, ili ako je neka od njih i ostala, danas se nalazi u različitim državama stvorenim na temeljima SFR Jugoslavije; ili pak ako je reč o radnim organizacijama (geološki zavodi, geološki instituti, razni geološki biroi, rudarska preduzeća, rudnici, itd.) koje su bile nosioci geoloških istraživanja u jeku ekonomske i političke krize, jedna za drugom se gase, pri čemu fondovski materijali vrlo često stradaju (kao stara hartija). Takve pojave su za najoštriju osudu, jer su u fondovima bili prikupljeni podaci višedecenijskog rada i postavlja se pitanje kada će se ponovo ukazati slična prilika da se takvi podaci sakupe.

Stepen istraženosti rudnih pojava i ležišta gvožđa u zapadnoj Makedoniji

veoma je različit, te je shodno tome i pojedinačan prikaz neujednačen; tako na primer za neka ležišta i pojave ima dosta podataka pošto su i istraživanja bila obimnija, pa su njihovi prikazi opširniji i dokumentovaniji, dok je kod drugih sa malo podataka i prikaz bio znatno skučen, jer su i istraživanja bila oskudna.

Značajno je napomenuti da su obavljena mnogobrojna istraživanja naročito početkom pedesetih godina, kada su te radove vodili prospektori i u većini slučajeva rađeni su samo potkopi i raskopi. Oprobavanja su bila nesistematska, često proizvoljna (nepropisna). Probe su analizirane samo na sadržaje Fe i SiO_2, nije pravljena odgovarajuća dokumentacija, tako da se danas ne raspolaže ni osnovnim podacima o tim radovima. S druge strane čak i u onim lokalnostima gde su rađeni obimniji radovi i gde je postojala stručna dokumentacija više je ili nema ili se nalazi samo delimično sačuvana u nekim arhivama, tako da su ti podaci danas praktično nedostupni. Zato pisanjem ove monografije treba da se prikupi bar veći deo sačuvanih podataka na jedno mesto kako bi se sačuvali za budućnost. Mišljenja smo da je ovo poslednji trenutak, pogotovo što je veliki broj istraživača, koji su imali ta dokumenta, danas u dubokoj starosti, mnogi od njih nisu više u životu, a njihove beleške i podaci su izgubljeni.

Imajući sve to u vidu, kao i naučni interes, pristupilo se ovom poduhvatu, kako bi ovakvom jednom sintezom i njenim objavljivanjem bar delimično bili sačuvani podaci za duže vreme. Značaj ovog poduhvata ogleda se i u tome što je ostao još mali broj aktivnih istraživača koji su u posleratnom periodu, naročito do sedamdesetih godina, istraživali u zapadnoj Makedoniji.

Kada je reč o publikovanju uopšte, mora se istaći da je priličan broj istraživača koji iz raznih razloga ne navode radove drugih autora o istoj tematici i istoj oblasti, ignorišući na taj način doprinos drugih naučnih radnika.

Metalogenetski prikaz zapadne Makedonije koncipiran je tako da se, na osnovu geotektonskih i petrogenetskih uslova formiranja asocirajućih rudonosnih formacija i formacija uopšte, rasčlani na metalogenetske epohe i, u zavisnosti od specifičnosti svake od njih, prikažu rudna ležišta i pojave ruda i mineralizacija. Nije se težilo za sveukupnim davanjem ekonomske ocene svih ležišta i pojava, već samo u onim slučajevima gde su za to postojali odgovarajući uslovi i podaci.

Naučni koncept, na kome je zasnovana ova monografija predstavlja rezultat sopstvenog naučnog rada i istraživanja zbog čega se mnoge interpretacije podataka ne uklapaju u već poznate šeme, po čemu se ova monografija izdvaja kao poseban naučni rad o metalogeniji zapadne Makedonije.

Juna, 1995. godine

Autor

SADRŽAJ

UVOD 9
TEKTONOMAGMATSKE I METALOGENETSKE EPOHE 10
GRENVILSKA METALOGENETSKA EPOHA 12
PREGLED RUDNIH POJAVA
(način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav) 13
GVOŽĐE I TITAN 13
Srbica 16
Dolno Divjaci 17
Slansko 18
Dobra Voda 22
Brezovec 24
Bušova planina 31
Sulfidne mineralizacije 33
BAJKALSKA METALOGENETSKA EPOHA 33
PREGLED RUDNIH POJAVA I LEŽIŠTA
(način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav) 39
GVOŽĐE I TITAN 39
Požaranska planina 41
Orman planina 41
Kolari, Lešnica, Raštani 42
Dolenci i Dobri Maž 45
Pelister 46
Midinci 47
KALEDONSKA METALOGENETSKA EPOHA 51
PREGLED RUDNIH LEŽIŠTA I POJAVA
(način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav) 57
GVOŽĐE 57
Podinska rudna serija 58
Pojave na Stogovu 59
Babin Srt 59
Ržanski Rid 65
Aero Argač 68
Kodžadžik 68
Ehloec 68
Darda Kula (Tajmište) 70
Krovinska rudna serija 71

Požaranska planina 71
Ravenski potok 72
Rudno polje "Tajmište" 75
Glavne litološke karakteristike rudnog polja "Tajmište" 77
Malkoec 87
Orlov Kamen 89
Svinjište 92
Kozica 93
"Demir Hisar" 93
Sapotnica - Novo Selo 96
Vardino 102
Crvena Voda 102
Visoko Drvo 104
Bolno 108
GLAVNI ASPEKTI GENEZE SILIKATNO-KARBONATNO-OKSIDNIH RUDA I MINERALIZACIJA GVOŽđA ZAPADNE MAKEDONIJE 109
HEMATITSKA RUDONOSNA FORMACIJA ILI FORMACIJA METAMORFISANIH KVARCNIH PEŠČARA I KONGLOMERATA SA HEMATITOM 114
Hematitski škriljac 115
PREGLED RUDNIH POJAVA I RUDNIH LEŽIŠTA HEMATITSKIH ŠKRILJACA 116
Planina Bistra 116
Berikovo 116
Judovo 116
Rudnik mangana "Cer" 119
Grkopolje 122
Kuratica 124
Izvor 129
Osoje 130
Izbište 131
MANGAN 134
PREGLED RUDNIH POJAVA I RUDNIH LEŽIŠTA 134
POJAVE I LEŽIŠTA MANGANA RANE FAZE KALEDONSKE METALOGENETSKE EPOHE 134
Planina Stogovo 134
POJAVE I LEŽIŠTA MANGANA MLAĐE FAZE KALEDONSKE METALOGENETSKE EPOHE 139
Baba Sač 139
Pojave kod Malog Ilina 145

Pojave kod Kuartice 146
O POSTANKU Mn - MINERALIZACIJA TIPA "CER" 147
HERCINSKA METALOGENETSKA EPOHA 149
GVOŽĐE 149
PREGLED RUDNIH POJAVA 149
Kriveni 149
Berikovo i Padalište 150
ALPSKA METALOGENETSKA EPOHA 152
MANGAN 152
POJAVE NA PLANINI BISTRI
(način pojavljivanja, mineralni i hemijski sastav) 152
LITERATURA 154
ABSTRACT 162
IRON AND MANGANESE OF WESTERN MACEDONIA
(Metallogenic Epoch and Ore deposits) 162
GRENVILLIAN METALLOGENIC EPOCH 162
BAIKALIAN METALLOGENIC EPOCH 165
CALEDONIAN METALLOGENIC EPOCH 167
IRON 168
FORMATION OF METAMORPHOSED QUARTZOSE
SANDSTONES AND CONGLOMERATES 171
MANGANESE 171
HERCYNIAN METALLOGENIC EPOCH 172

Ključne reči: Metalogenija, metalogenetska epoha, grenvilska, bajkalska, kaledonska, hercinska, ležište, gvožđe, mangan, tipovi ležišta, magmatogena, vulkano-geno-sedimentna, sedimentna, regenerisana, skarnovska, metamorfogena, zapadna Makedonija.

Key words: Metallogeny, Metallogenic epoch, Grenvillian, Baikalian, Caledonian, Hercynian, Deposits, Iron, Manganese, Type of deposits, Magmatogenic, Volcanic-sedimentary, Sedimentary, Regenerated, Skarn type, Metamorphogenic, Western Macedonia

UVOD

Pominjanje zapadne Makedonije većinu geologa asocira na ležište silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvožđa Tajmište. Međutim, malom broju istraživača poznato je da je olovo metal čija je eksploatacija u zapadnoj Makedoniji najranije započela. Zna se naime da je blizu sela Openice (kod Ohrida) još u antičko vreme vađen galenit sa visokim sadržajem srebra. Znatno kasnije, u srednjem veku, pre turskog perioda, počinje eksploatacija, verovatno gvožđa, na Berikovu. U vreme turske okupacije vadi se magnetit iz rečno-jezerskih sedimenata u dolini reke Treske i gips blizu Kosovrasti kod Debra. Između dva svetska rata otvara se rudnik mangana "Cer" blizu Kičeva i pokušava se sa obnovom eksploatacije galenita kod Openice. Posle drugog svetskog rata otpočinju veoma intenzivna istraživanja svih mineralnih sirovina, naročito gvožđa i mangana. Rezultat ovih radova su novootkrivena ležišta, kasnije otvoreni rudnici: gvožđa - Tajmište i Demir Hisar, uglja - Oslomej, gline - Vraneštica, mermera na Babi Sač i u Pustoj Reci, zatim kvarcita, itd.

U istraživanju mineralnih sirovina u zapadnoj Makedoniji učestvovao je veliki broj istraživača, prvenstveno na izradi Osnovne geološke karte, potom na istraživanju ruda i mineralizacija gvožđa. Manji broj je radio na istraživanju mineralizacija mangana, a na ostalim metaličnim sirovinama samo po neko.

O gvožđu je najviše objavljeno radova i u tom pogledu najpoznatiji su radovi Izmajlova (1956a i 1956b), Cissarz-a (1954, 1956), Kleuta (1966), Vujanovića et al (1966), Antonovića (1967-1968), Popovića (1968 i kasnije), Novakovskog (1975) i drugih istraživača. Ipak u celini posmatrano malo ima objavljenih radova što predstavlja paradoks obzirom na brojnost ležišta i pojava gvožđa, njihovu genezu, petrogenetsku sredinu obrazovanja, tektoniku i ekonomski značaj.

Poznato je da zapadna Makedonija zahvata površinu od oko 7.500 km^2 na kojoj se nalazi veliki broj ležišta i pojava različitih mineralnih sirovina, koje su stvarane u dugom vremenskom periodu, počev od pre oko 1,1 milijarde godina pa zaključno sa alpskim vremenom.

Kako se ova monografija odnosi prvenstveno na prealpski period, onda je jasno da je vreme geološke evolucije od oko 900 miliona godina dovoljno dugo da bi se stvorili složeni ne samo metalogenetski, nego i svi drugi geološki uslovi i odnosi; počev od stratigrafije, litologije, tektonike, geohemije pojedinih hemijskih elemenata, geneze i uslova obrazovanja različitih ležišta i pojava mineralnih sirovina.

Zapadna Makedonija se po nekim novim koncepcijama uklapa u pelagonsko-rodopski masiv, sa kojim čini jedinstvenu celinu u vremenu na koje se odnosi ova monografija (grenvilski-hercinski period). U toku svoje geotektonske evolucije pretrpela je velike transformacije tako da se u njoj nalaze delovi koji pripadaju različitim geotektonskim sredinama formiranja. No, njena celokupna evolucija imala je generalno posmatrano jedan smer: on je vodio od okeanskog područja ka kontinentalizaciji. U tom razvoju alpski događaji su odigrali značajnu ulogu, s tim što su dalje komplikovali tektonski sklop ovog područja. Ako se uzmu u obzir nagoveštaji Aubouin-a, 1980/81 da bi pelagonsko-rodopski masiv mogao biti navučen preko dinaridsko-helenidskog mezozoika onda se dolazi do nekih sagledavanja koja bi mogla imati dalekosežne posledice po geološka shvatanja o debljini i građi Zemljine kore ne samo u zapadnoj Makedoniji, već i na Balkanskom poluostrvu.

U svetlu tih podataka zapadna Makedonija se izdvaja kao jedna veoma specifična oblast u području Mediterana. Ukratko rečeno ona je deo paleokontinenta ispred koga se nalazio ostrvski luk, da bi njihovom kolizijom došlo do formiranja aktivnog oboda kontinenta. Sve tri geotektonske sredine formirale su se u odgovarajućim tektomagmatskim ciklusima i metalogenetskim epohama, a ove pak sa druge strane svaku za sebe prati i odgovarajuća metalogenetska specifičnost.

Sve to skupa čini zapadnu Makedoniju veoma komplikovanom za istraživanje, čini je veoma zanimljivom i predstavlja pravi izazov za svakog istraživača.

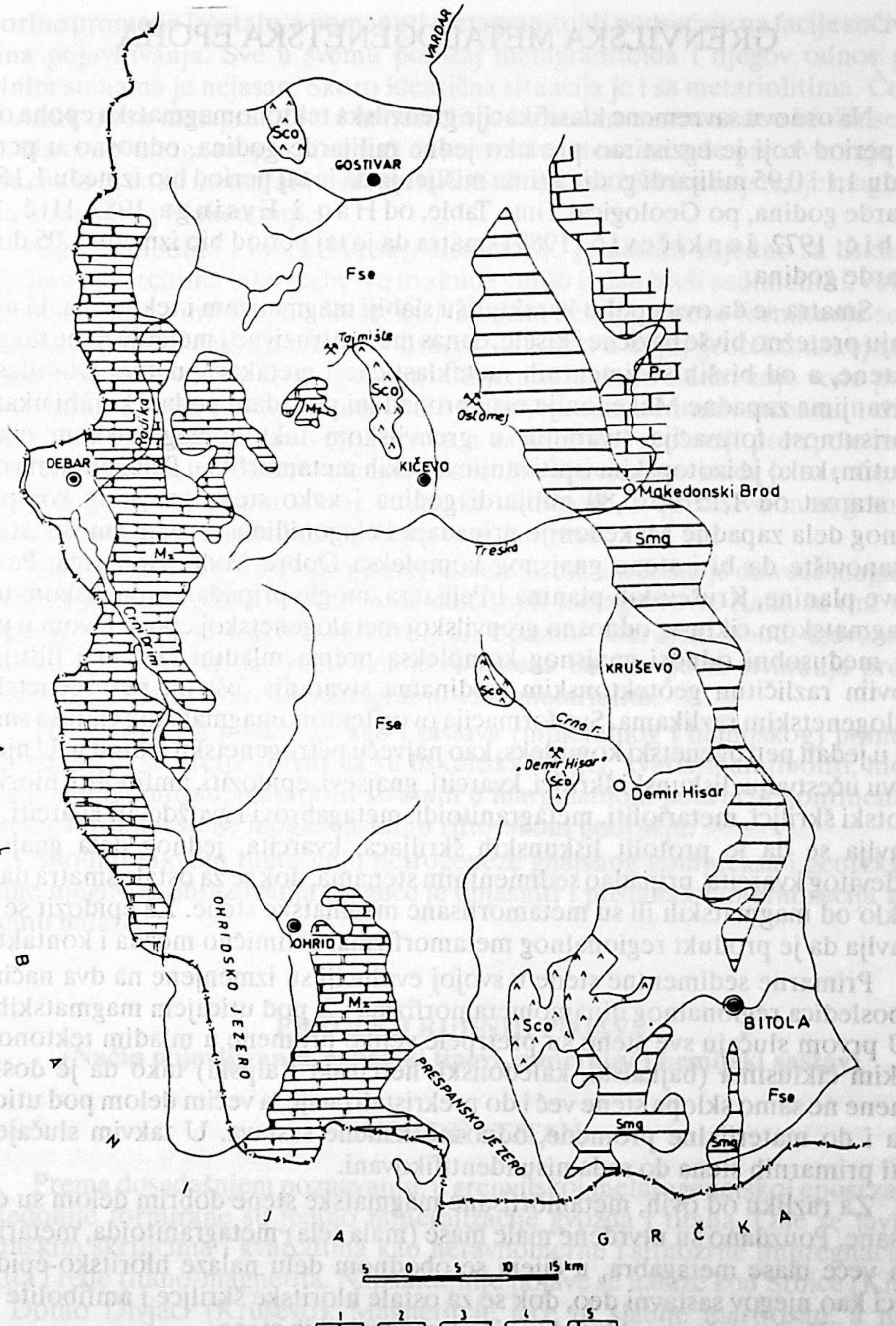
TEKTONOMAGMATSKE I METALOGENETSKE EPOHE

Ispitivanja paleontološkog materijala i izotopska ispitivanja pojedinih granitoida, dozvoljavaju da se govori o dokazanoj starosti paleozojskih formacija. Naime, ispitivanjima Radoičićeve i Petkovskog, 1974, dokazano je da su neke metaklastične stene sa Stogova stvarane u kambrijumu, a pre toga je utvrđeno, takođe na Stogovu (Babin Srt), na osnovu trilobitske faune, da su slične stene stvarane i u ordovicijumu (Antonović, Popović, Stojanović-Kuzenko, 1966), dok je Popović (1977c) sa manje pouzdanih paleotoloških dokaza pretpostavio silur u karbonatnim stenama, koje se kao facija javljaju u metaklastitima, i najzad, devonska starost karbonatne formacije dokazana je u više mahova o čemu se nalazi dosta podataka u Tumačima za listove Osnovne geološke karte zapadne Makedonije, razmere 1:100.000 i u Geologiji zapadne Makedonije (Popović, 1989).

Svi paleozojski metasedimenti svrstani su u jedan petrogenetski kompleks, izdvojen kao filitoidni, a u njemu su identifikovane filitična, metaklastična, metakarbonatna i metaintruzivno-efuzivna formacija.

S druge strane izotopskim ispitivanjima granitoida sa Pelistera (Šoptrajanova, 1967) izmerena je starost od oko 456 miliona godina, dok je Deleon (1969) za granitoide Vrutoka odredio starost od oko 290 miliona godina.

Na osnovu navedenih podataka i odnosa filitoidnog i niže ležećeg zelenog kompleksa, a imajući u vidu njihovu međusobnu uglovnu diskordanciju, pretpostavilo se da je zeleni kompleks stvaran u bajkalskoj tektonomagmatskoj eposi. Sledstveno tome gnajsni kompleks, koji se nalazi u istočnom delu zapadne Makedonije i predstavlja vezu između kristalina zapadne Makedonije i Pelagonida (čiji neposredan kontakt sa zelenim kompleksom nije još uvek otkriven), a koji se znatno razlikuje u petrološkom sastavu, stepenu metamorfizma i ukupnom odnosu sa zelenim i filitoidnim kompleksom, stalo se na stanovište da je stariji od bajkalske epohe pa je svrstan u grenvilsku. U tu svrhu mogu poslužiti i metalogenetske karakteristike po kojima se oštro razlikuje od svih mlađih kompleksa. Prema tome najstarije formacije zapadne Makedonije su one koje se nalaze u okviru gnajsnog kompleksa.



Sl. 1 - Raspored pojedinih petrogenetskih kompleksa u zapadnoj Makedoniji
1. Mezozoik, 2. filitoidni kompleks, 3. zeleni kompleks, 4. gnajsni kompleks, 5. Pelagonidi

Fig. 1 - Distribution of petrogenic complexes in western Macedonia
1. Mesozoic, 2. Phyllitoid complex, 3. Green complex, 4. Gneiss complex, 5. Pelagonides

GRENVILSKA METALOGENETSKA EPOHA

Na osnovu savremene klasifikacije grenvilska tektonomagmatska epoha obuhvata period koji je egzistirao pre oko jedne milijarde godina, odnosno u periodu između 1,1 i 0,95 milijardi godina (ima mišljenja da je taj period bio između 1,15 i 1,0 milijarde godina, po Geological Time Table, od Haq i Eysinga 1987, Ilić, 1974, Grubić, 1972. Jankičević (1989) smatra da je taj period bio između 1,05 do 1,00 milijarde godina.

Smatra se da ovu epohu karakterišu slabiji magmatizam i tektonika. U njoj se javljaju pretežno bivše bazične i kisele, danas metaintruzivne i metaefuzivne magmatske stene, a od bivših sedimentnih metaklastične i metakarbonatne. Dosadašnjim ispitivanjima zapadne Makedonije nisu pronađeni pouzdani podaci koji bi ukazivali na prisutnost formacija stvaranih u grenvilskom tektonomagmatskom ciklusu. Međutim, kako je izotopskim ispitivanjima nekih metamorfita u Pelagonidima dokazana starost od 1,15 do 0,80 milijardi godina i kako stene gnajsnog kompleksa istočnog dela zapadne Makedonije pripadaju Pelagonidima u užem smislu, stalo se na stanovište da bi i stene gnajsnog kompleksa Dobre Vode, Brezovca, Pesjaka, Bušove planine, Kruševskih planina i Pelistera, mogle pripadati grenvilskom tektonomagmatskom ciklusu, odnosno grenvilskoj metalogenetskoj eposi. Ovom u prilog idu i međusobni odnosi gnajsnog kompleksa prema mlađim (zeleni i filitoidni), njihovim različitim geotektonskim sredinama stvaranja, oštrim petrogenetskim i metalogenetskim razlikama. Sve formacija ovog tektonomagmatskog ciklusa smeštene su u jedan petrogenetski kompleks, kao najveću petrogenetsku jedinicu. U njenom sastavu učestvuju: liskunski škriljci, kvarciti, gnajsevi, epidoziti, amfiboliti, hloritsko-epidotski škriljci, metarioliti, metagranitoidi, metagabrovi i gvožđeviti kvarciti. Pretpostavlja se da je protolit liskunskih škriljaca, kvarcita, jednog dela gnajseva i gvožđevitog kvarcita, pripadao sedimentnim stenama, dok se za ostale smatra da vode poreklo od magmatskih ili su metamorfisane magmatske stene. Za epidozit se pretpostavlja da je produkt regionalnog metamorfizma, delimično možda i kontaktnog.

Primarne sedimentne stene u svojoj evoluciji su izmenjene na dva načina: 1. kao posledica regionalnog dinamometamorfizma i 2. pod uticajem magmatskih fluida. U prvom slučaju sve stene su pretrpele velike promene u mlađim tektonomagmatskim ciklusima (bajkalski, kaledonski, hercinski i alpski) tako da je došlo do promene ne samo sklopa stene već i do prekristalizacije, a većim delom pod uticajem fluida i do materijalne promene, odnosno izmene sastava. U takvim slučajevima relikti primarnih stena do sada nisu identifikovani.

Za razliku od ovih, metamorfisane magmatske stene dobrim delom su determinisane. Pouzdano su utvrđene male mase (mala tela) metagranitoida, metariolita, zatim veće mase metagabra, u čijem se obodnom delu nalaze hloritsko-epidotski škriljci kao njegov sastavni deo, dok se za ostale hloritske škriljce i amfibolite samo pretpostavlja da vode poreklo od bazičnih magmatskih stena.

O geotektonskoj sredini, u kojoj su stvarane stene gnajsnog kompleksa, veoma je teško govoriti. Isto tako veliki problem predstavlja nerešena relativna starost metagranitoida i metariolita, sa jedne strane prema liskunskim škriljcima, kvarcitima i jednim delom gnajsevima (za koje se pretpostavlja da vode poreklo od sedimentnih stena) i s druge strane njihov međusobni odnos uopšte. Naime,na Brezovcu su izdvojene male mase, bolje rečeno mali blokovi (po slobodnoj proceni ne veći od 1 000m^3) metagranitoida, koji se ponašaju kao sastavni deo gnajseva. Kontaktno-me-

tamorfne promene izostaju, a pomenuti metagranitoidi podsećaju na facije sočivastog načina pojavljivanja. Sve u svemu položaj metagranitoida i njegov odnos prema okolnim stenama je nejasan. Skoro identična situacija je i sa metariolitima. Često se ima utisak da su metagranitoid i metariolit jednostavno sastavni deo bivših sedimenata. Na osnovu toga moglo bi se reći da su ove dve stene nastale pre stvaranja bivših sedimenata ili da su metagranitoid i metariolit Brezovca i Srbice najstarije magmatske stene u zapadnoj Makedoniji.

Deo amfibolita i hloritskih škriljaca mogao je nastati zajedno sa liskunskim škriljcima i kvarcitima tako da bi sve to skupa činilo jedan bivši sedimentni, vulkano-geno-sedimentni i intruzivni kompleks. Najvećim delom njihovo formiranje se odvijalo u morskom basenu, ali u kom području, odnosno u kojoj geotektonskoj sredini, o tome je za sada veoma teško govoriti. Činjenica je da su stene, koje vode poreklo od bazičnih i kiselih vulkanita, izmešane sa bivšim sedimentnim stenama i da ih je danas teško međusobno razdvojiti, jer su u zajedničkoj evoluciji pretrpele mnogobrojne transformacije. Ovakva situacija dozvoljava pretpostavku da je tu reč o tvorevinama koje su stvarane u vreme vulkanke aktivnosti, a prisustvo metagranitoida govori o sinhronom dubinskom kiselom magmatizmu.

Nakon okončanja formiranja navedenih formacija došlo je do veće magmatske aktivnosti čiji su produkti velike mase današnjih metagabrova. Kada su oni nastali pitanje je na koje je teško odgovoriti, ali očuvani uškriljeni obod, izdvojen kao epidosko-hloritski škriljac govori da je ova stena nastala posle stvaranja protolita liskunskih škriljaca, kvarcita, metagranitoida i metariolita.

Na osnovu tih podataka, kao i sastava (mineralnog i hemijskog) pomenutih stena moglo bi se pretpostaviti da su liskunski škriljci, kvarciti, amfiboliti, hloritski škriljci, metagranitoid, metariolit stvarani u marginalnom području kontinenta dok su metagabroidne stene mogle nastati u riftovskom području.

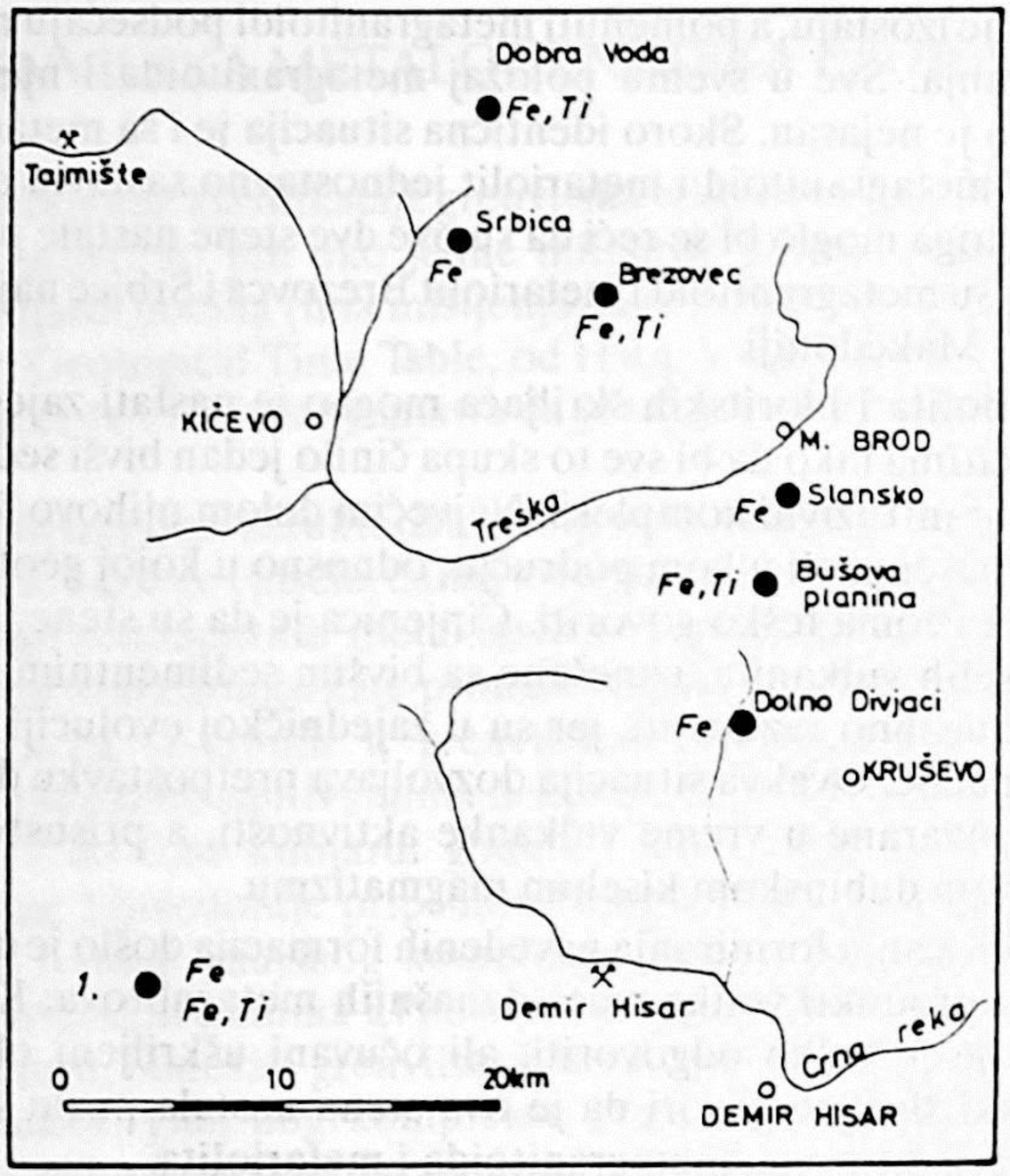
Shodno takvom tumačenju petrogeneze gnajsnog kompleksa i geotektonske sredine njegovog obrazovanja moguće je objasniti i postanak mineralizacija koje se u njemu nalaze.

PREGLED RUDNIH POJAVA
(Način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav)

GVOŽĐE I TITAN

Prema dosadašnjem poznavanju, u grenvilskoj metalogenetskoj eposi zapadne Makedonije formirane su jedino mineralizacije gvožđa i titana. One se javljaju u liskunskim škriljcima i kvarcitima kao neravnomerne i sitnozrne impregnacije magnetita i ređe titano-magnetita. Najznačajnije pojave se nalaze kod Srbice (Kičevo) i kod Dolno Divjaci (Kruševo). Magnetit je jače ili slabije martitisan, a njegove koncentracije su niske. Maksimalni sadržaji ne prelaze 12% svih sastojaka u steni. Zbog niskog sadržaja magnetita, iako su postignuti odlični rezultati magentnom separacijom, ove impregnacije su bez ekonomskog interesa.

Drugi tip po načinu pojavljivanja je sočivasta mineralizacija. Za sada je registrovana samo kod Slanskog (Makedonski Brod, sl. 2). To je rudno telo, jako ubrano i sa visokom koncentracijom magnetita. Na žalost ono je usamljeno i malih je dimenzija.



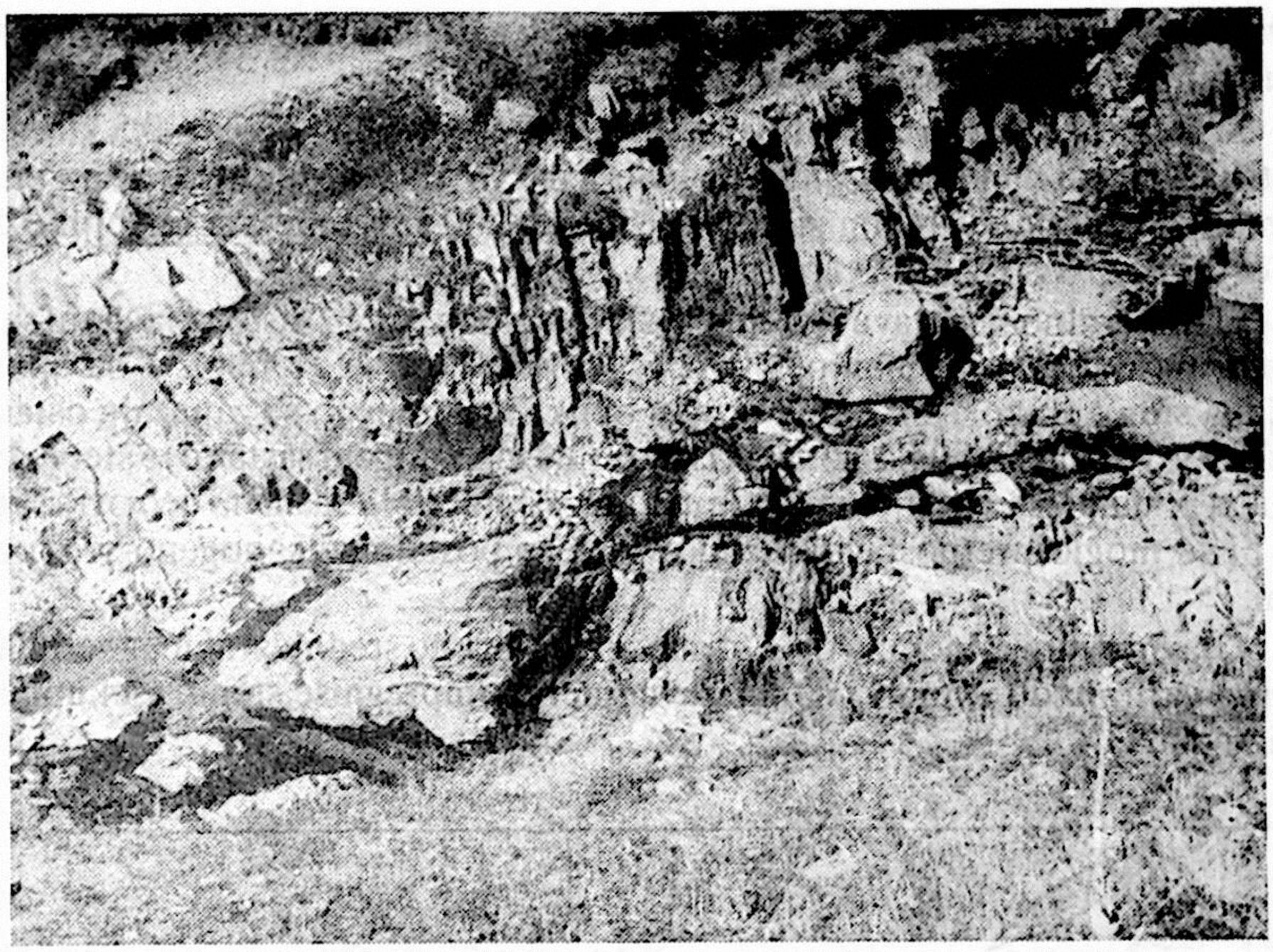
Sl. 2 - Rasprostranjenje mineralizacija grenvilske epohe u zapadnoj Makedoniji
1. Pojave Fe i Fe-Ti-mineralizacija

Fig. 2 - Distribution of mineralizations of Grenvillian epoch in western Macedonia
1. Occurrences of Fe and Fe-Ti mineralizations

Obe mineralizacije najverovatnije su primarno sedimentnog porekla, a u kasnijoj evoluciji su pretrpeli snažne metamorfne promene. U prilog ovakvoj pretpostavci mogla bi da ide, osim trakastog i sočivastog pojavljivanja, i asocijacija mikroelemenata. Izuzev glavnih elemenata (gvožđe, mangan i barijum) svi ostali, pa i mikroelementi, su niskog sadržaja. Na primarno sedimentno poreklo mogla bi da ukaže i petrogenetska sredina. Ako bi pošli od takvog shvatanja, moguće je da gvožđe vodi poreklo sa kontinenta, da je došlo u obliku hidroksida i da je tokom evolucije, gubljenjem vode hidroksid gvožđa prešao u magnetit.

Danas je to u svakom slučaju metamorfogeni tip na čijem su oblikovanju odlučujuću ulogu odigrali pritisak i delimično temperatura. To je trakasta mineralizacija (Sl. 7), koja sa okolnom stenom nema oštru granicu, a tragovi najranijih, sinkinematskih aktivnosti do sada nisu pronađeni. Međutim, treba napomenuti da su kod Dolno Divjaci nađene naborne strukture u kornitima, koje se ne mogu uporediti ni sa jednim drugim sistemom. To su nabori čije su b-ose često subvertikalne (Sl. 3), za razliku od mlađih, prvenstveno fanerozojskih nabora čije b-ose imaju diskordantno pružanje prema ovim naborima kod Dolno Divjaci. Na osnovu toga pretpostavlja se da su nastali u starijoj fazi bajkalske revolucije (Popović, 1989a).

U vezi sa tim moglo bi se reći da je u vreme formiranja protolita liskunskih škriljaca, kvarcita, gnajseva, hloritskih škriljaca i amfibolita egzistirala relativno



Sl. 3 - Naborne strukture sa subvertikalnim b-osama nabora kod Dolno Divjaci
Fig. 3 - Folded structures with subvertical b-axes near Dolno Divjaci

mirnija tektonika, koja je praćena magmatizmom slabijeg intenziteta, što u osnovi predstavlja jednu opštu karakteristiku grenvilskog tektono-magmatskog ciklusa na području savremene zapadne Makedonije.

Grenvilsku metalogenetsku epohu, u osnovi karakteriše jasno definisana rudonosna formacija. Ona je predstavljena liskunskim škriljcima u kojima su zastupljeni muskovit, sericit i podređenije biotit. Za biotit je karakteristično da se u njemu često nalaze zrna cirkona sa radioaktivnim oreolom. U sastavu ovih škriljaca, kao jedan od najobilnijih sastojaka, javlja se i kvarc.

Pretpostavlja se da su primarne stene bile glinovite ili glinovito-peskovite u kojima se nalazilo gvožđe kao sastavni deo sedimenta i koje je tokom evolucije prevedeno u magnetit. U delovima gde je bilo veće nagomilanje formirano je sočivo, kakav je slučaj kod Slanskog. Malo je čudno da do danas nije nađeno ni jedno drugo magnetitsko sočivo u gnajsnom kompleksu iako je evidentno da su odgovarajući uslovi postojali. Veruje se da je to posledica dubine erozionog nivoa i mlađe tektonike koja je inače deformisala ne samo mineralizacije već i ceo gnajsni kompleks. Veruje se da su sačuvani relativno mali delovi formacije sa magnetitskim mineralizacijama, a prvobitni rudni slojevi su iskidani tako da su ostali samo neki delovi dostupni direktnom osmatranju, dok bi ostali mogli biti skriveni u manjoj ili većoj dubini ili su jednostavno erozijom odneseni.

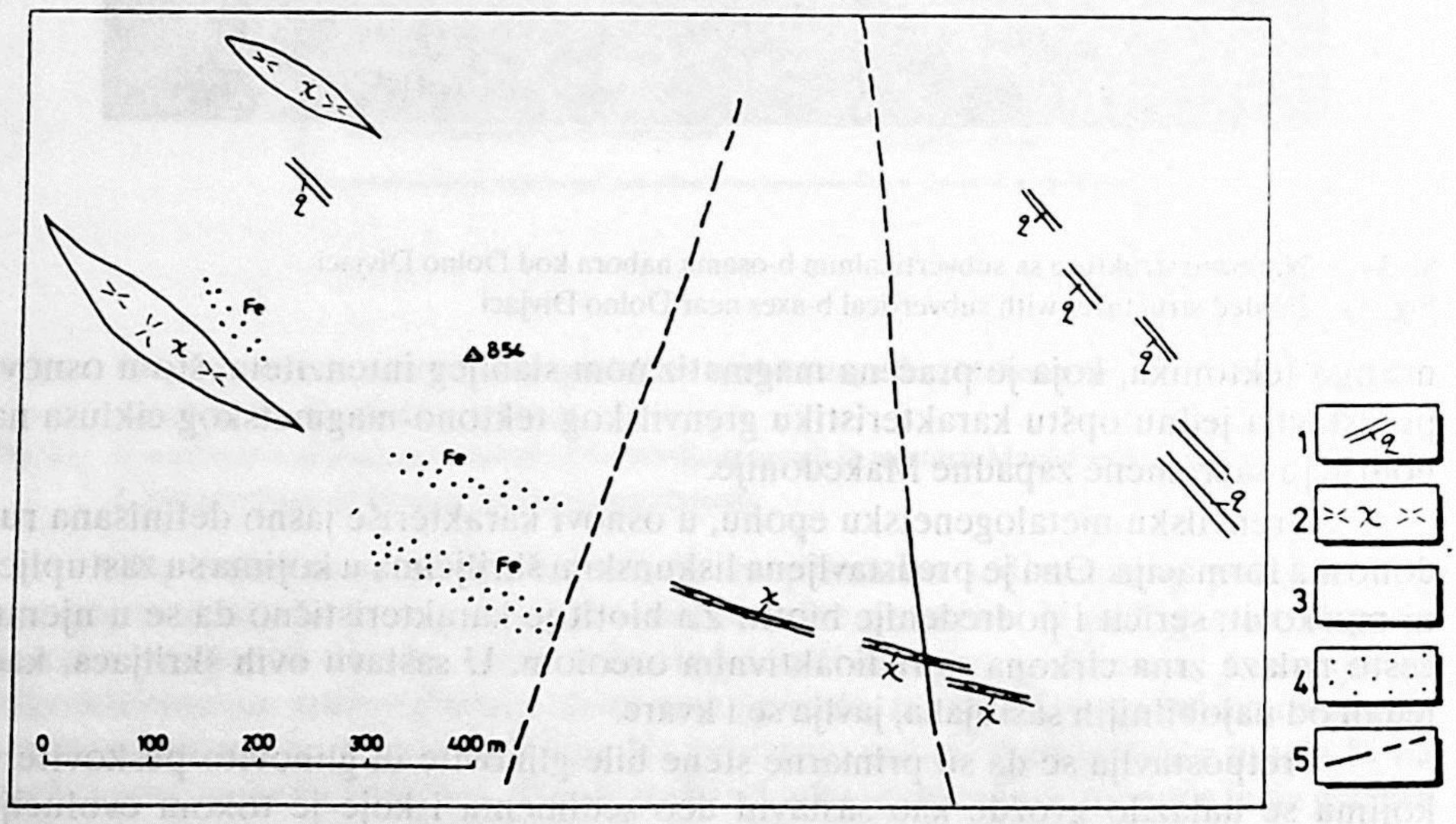
Kada je reč o rudnoj paragenezi ona je jednostavna: magnetit kao najobilniji rudni mineral, praćen je sa manje ili više martita, u zavisnosti od stepena martitizacije. Minerali mangana spadaju, takođe u važnije paragenetske sastojke. Na kraju ne treba

zaboraviti ni barit koji se takođe javlja u ovoj paragenezi, bez obzira što sadržaji barijuma nisu visoki.

Srbica (oko 10 km SI od Kičeva). Ovde se na površini od oko 0,5 km^2 javljaju sericitski škriljci i metamorfisani rioliti. Sericitski škriljci su feldspatizirani i ispresecani mnogobrojnim kvarcnim žicama dužine do 100 i više metara i debljine do 1 m (Jančić, Popović, Cvetić, 1963).

U mineralnom sastavu sericitskih škriljaca kao glavni sastojci javljaju se kvarc, feldspat, potom slede u manjoj ili većoj količini hlorit i amfibol, a od sporednih sastojaka sfen i leukoksen. Pored drugih oblika mestimično se zapažaju ostaci bipiramidalnog kvarca što bi moglo sugerisati primarno tufogeni sastav ove stene. Imajući u vidu taj podatak kao i činjenicu da je metamorfisani riolit sastavni deo ovih škriljaca, onda bi se moglo pretpostaviti da su ove stene postale vulkanogeno-sedimentnim putem.

Glavni rudni mineral u ovoj formaciji je sitno do srednjezrni magnetit (dimenzije zrna variraju do 0,5 mm). On neravnomerno impregniše stenu, a ukupna mu je količina mala.



Sl. 4 - Geološka karta Srbice
1. Metamorfisani riolitporfir, 2. sericitski škriljac, 3. pojava magnetitske impregnacije, 4. kvarcna žica, 5. Rased.

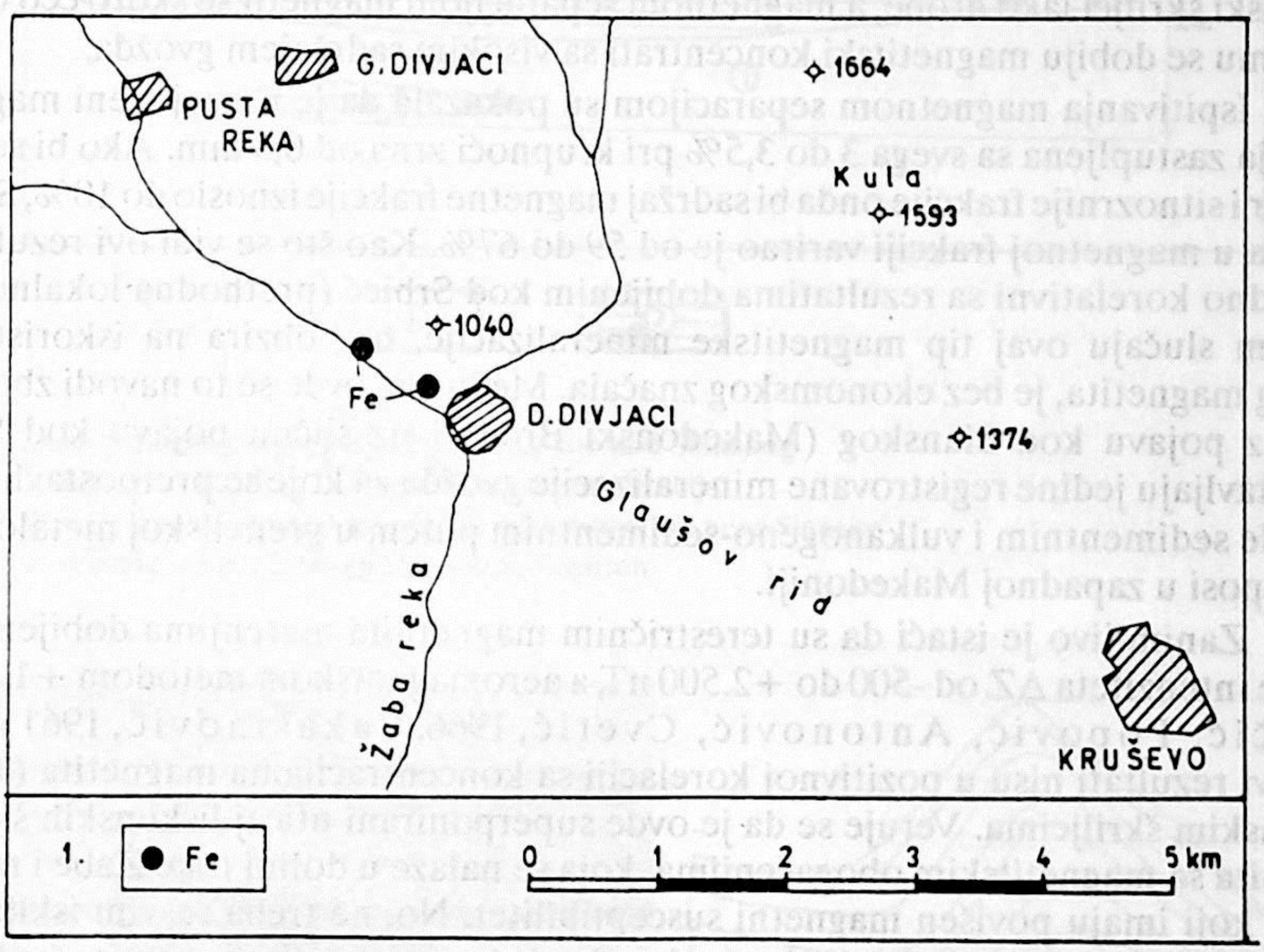
Fig. 4 - Geological map of Srbica
1. Metamorphosed rhyolite-porphyre, 2. Sericite schist, 3. Occurrence of magnetite impregnation, 4. Quartz vein, 5. Fault.

Po površinama zrna javlja se martit, čija je zastupljenost neravnomerna i zavisna je od stepena martitizacije magnetita. Uz magnetit ide i malo titana, jer se njegov sadržaj kreće do 1,3%. Sadržaj Fe varira između 8 i 12%, mangana 0,14%, Al_2O_3 - 15,32%, Si_2O - 52,35%, fosfora 0,019%, a sumpora još manje - 0,0037%.

Ova mineralizacija pripada metamorfogenom tipu, ali obzirom da nema većeg rasprostranjenja i da joj je niska koncentracija magnetita ona je u ekonomskom

pogledu beznačajna. Interesantna je samo s obzirom na metalogenetsku epohu u kojoj je stvorena.

Dolni Divjaci. Ova pojava nalazi se oko 10 km udaljena SZ od Kruševa.



Sl. 5 - Skica pojave magnetitske impregnacije u Dolno Divjacima
1. Magnetitske impregnacije

Fig. 5 - Sketch map of magnetite impregnation near Dolno Divjaci
1. Impregnation of magnetite

U geološkom sastavu ove lokalnosti učestvuju liskunski škriljci (muskovitski i biotitski), metamorfisani gabro, metamorfisani riolitporfir i što je posebno karakteristično za Dolno Divjake, kontaktno metamorfne stene (korniti, nastali verovatno u procesu kontaktnog metamorfizma Kruševskog granitoida* i starijih stena u koje je utisnut, a čije se veće mase nalaze zapadno i severoistočno od magnetitske impregnacije). Sve metastene su snažno tektonski deformisane, naročito korniti u kojima se zapažaju naborne strukture čije b-ose imaju različite pravce pružanja i često su subvertikalne. U takvoj tektonski deformisanoj sredini nalaze se liskunski škriljci sa neravnomernim magnetitskim impregnacijama.

Ove mineralizacije pripadaju metamorfogenom tipu. Od rudnih minerala utvrđen je magnetit kao najobilniji, često martitiziran, zatim pirit jače ili slabije limonitisan i ilmenit koji se većim delom pretvara u rutil. Ponekad se u magnetitu javljaju pirit, halkopirit i pirhotin.

Ilmenit je mestimično znatnije zastupljen. Njegova zrna su odvojena od magnetita. Ali kako je prisutan i ilmenohematit moguće je da ima mešanih zrna u obliku

---

* Kruševski granitoid je jurske starosti.

ilmenomagnetita, pri čemu je magnetit martitiziran i preveden u martit formirajući ilmeno-hematit.

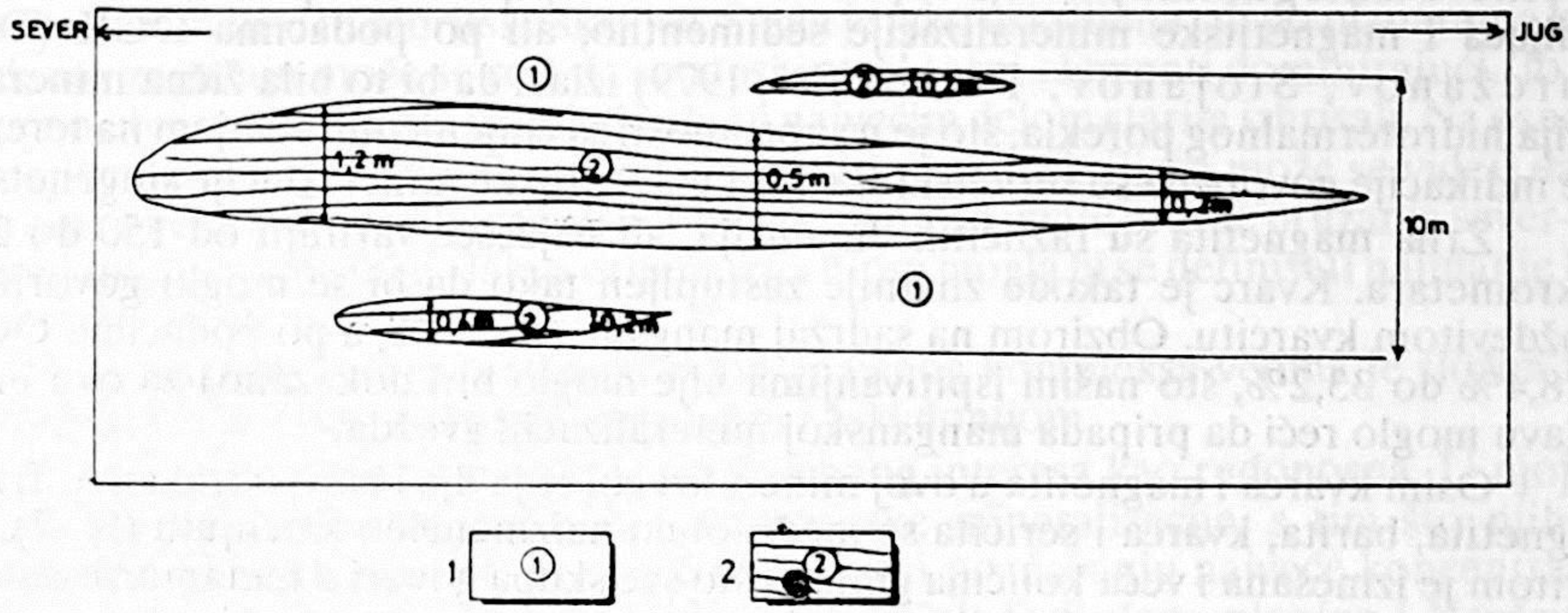
Samo mestimično koncentracije magnetita su oko 10%, ali kako su ovi škriljci veoma trošni to je poslužilo kao povod za detaljnija ispitivanja. Utvrđeno je da se liskunski škriljci lako drobe, a magnetnom separacijom magnetit se skoro ceo odvoji, pri čemu se dobiju magnetitski koncentrati sa visokim sadržajem gvožđa.

Ispitivanja magnetnom separacijom su pokazala da je u ovoj steni magnetna frakcija zastupljena sa svega 3 do 3,5% pri krupnoći zrna od 0,3 mm. Ako bi se uzele u obzir i sitnozrnije frakcije onda bi sadržaj magnetne frakcije iznosio do 10%, Sadržaj gvožđa u magnetnoj frakciji varirao je od 59 do 67%. Kao što se vidi ovi rezultati su vanredno korelativni sa rezultatima dobijenim kod Srbice (prethodna lokalnost). U svakom slučaju ovaj tip magnetitske mineralizacije, bez obzira na iskoristljivost samog magnetita, je bez ekonomskog značaja. Međutim, ovde se to navodi zbog toga što, uz pojavu kod Slanskog (Makedonski Brod) i uz sličnu pojavu kod Srbice, predstavljaju jedine registrovane mineralizacije gvožđa za koje se pretpostavlja da su postale sedimentnim i vulkanogeno-sedimentnim putem u grenvilskoj metalogenetskoj eposi u zapadnoj Makedoniji.

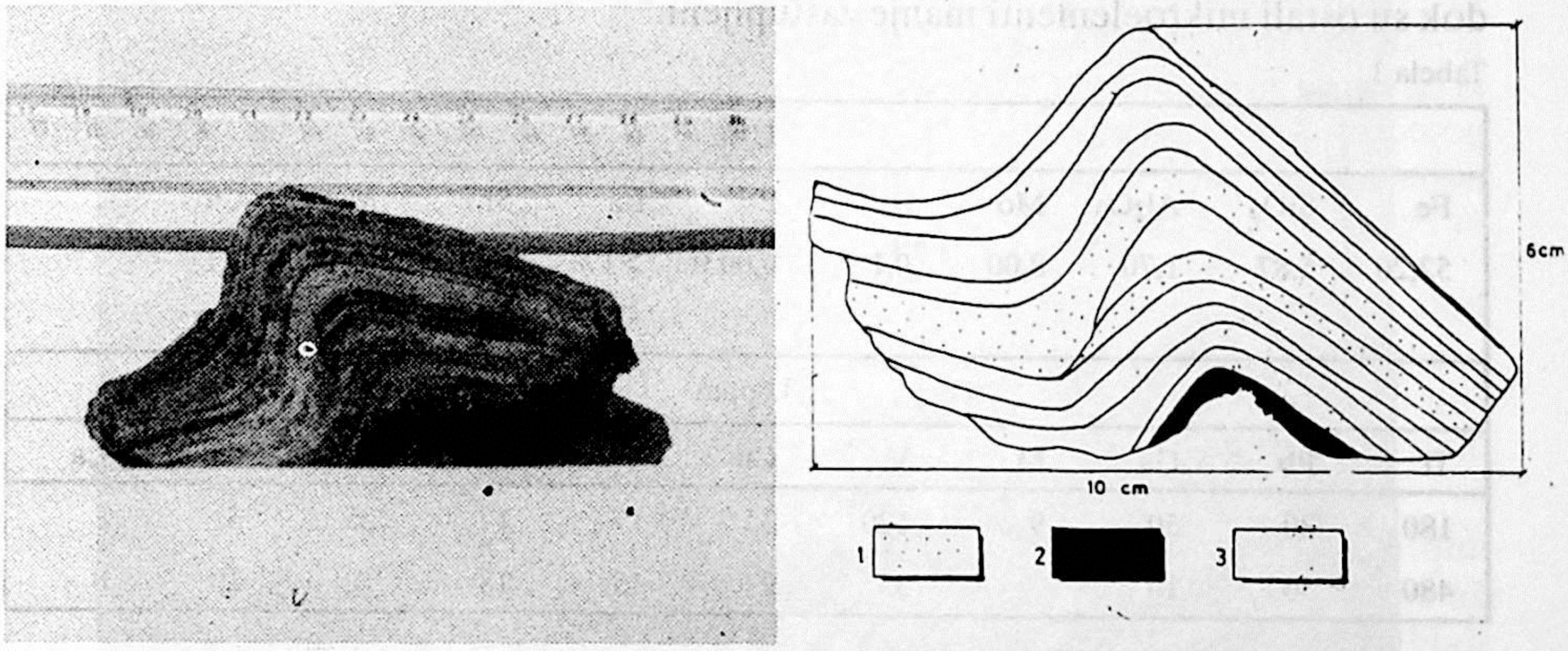
Zanimljivo je istaći da su terestričnim magnetnim merenjima dobijene anomalije intenziteta ΔZ od -500 do +2.500 nT, a aeromagnetskom metodom +1.200 nT (Jančić, Popović, Antonović, Cvetić, 1966, Vukašinović, 1961 i 1982). Ovakvi rezultati nisu u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijama magnetita (10%) u liskunskim škriljcima. Veruje se da je ovde superponirani uticaj liskunskih škriljaca i kornita sa magnetitskim obogaćenjima, koja se nalaze u dolini reke Žabe i metagabrova koji imaju povišen magnetni susceptibilitet. No, ne treba sasvim isključiti ni mogućnost da se u dubljim delovima nalaze i veće koncentracije magnetita što bi onda u potpunosti moglo da objasni totalno magnetno polje od 3.000 nT (-500 do +2.500 nT).

Slansko. Pojava u selu Slansko nalazi se na oko 3 km južno od Makedonskog Broda. Pisci Tumača OGK SFRJ, list Kruševo, razmere 1:100.000 (Dumurdžanov et al, 1979) smatraju da je ovo manganska pojava. Za takvo tumačenje nema dovoljno opravdanja iz prostog razloga što je reč uglavnom o descedentnim mineralima i što su u pitanju samo mala obogaćenja manganom. To je prvenstveno magnetitska mineralizacija, koja se javlja u jako ubranim sericitskim škriljcima, trakastog načina pojavljivanja, gde se smenjuju trake kvarcita sa trakama sericitskog škriljca. Naborne strukture su najčešće "mm" do "dm" dimenzija. Pravac pružanja b-osa savremenih nabora je sever-jug, a to je i pravac pružanja magnetitske mineralizacije. Ona je predstavljena sa tri sočiva. Severni kraj srednjeg sočiva je debeo 1,2 m, a prema jugu isklinjava svodeći se na debljinu od 0,20 m. Osmatrana dužina mu je oko 15 m, ali obzirom na pokrivenost terena može se smatrati da mu je dužina oko 50 m, a možda i veća. Druga dva sočiva su paralelna sa glavnim. Zapadno ima debljinu 0,40 m i dužinu oko 3 m (osmatrana dužina) dok je istočno debelo 0,20 m i vidljive dužine oko 2 m. Sva tri sočiva su smeštena u sericitskim škriljcima u rasponu od 10 m prividne debljine (Sl. 6).

Kao što je već rečeno ovaj tip mineralizacije do danas nije nigde pronađen van ove lokalnosti, iako je bilo dovoljno razloga da se traži, jer su mineralni i hemijski sastav veoma interesantni. Parageneza ove mineralizacije pomalo je čudna. U njoj je naime magnetit najzastupljeniji mineral, a i minerali mangana imaju relativno visoko



Sl. 6 - Skica trakaste magnetitske mineralizacije kod Slanskog
1. Sericitski škriljac, 2. Magnetitska mineralizacija
Fig. 6 - Sketch map of banded magnetite mineralization near Slansko
1. Sericite schist, 2. magnetite mineralization



Sl. 7 - Karakterističan trakasti tip magnetitske mineralizacije kod Slanskog
A. Fotografije jednog uzorka, B. Crtež istog uzorka
1. magnetit sa dosta kvarca i barita
2. magnetit sa dosta mangana i limonita
3. magnetit sa manje mangana i limonita, barita i kvarca
Fig. 7 - Characteristic banded type of magnetite mineralization near Slansko
Photo of one sample, B. Draw of same sample
1. magnetite with much quartz and barite
2. magnetite with much manganese and limonite
3. magnetite with lesser manganese, limonite, barite and quartz.

učešće (uglavnom descedentni piroluzit, psilomelan, braunit, hausmanit, manganit), potom sledi martit koji se javlja po površinama zrna magnetita i barit.

Kada se posmatraju zrna magnetita zapaža se njihova intenzivna polomljenost, što je rezultat tektonskih naprezanja. Mineralizacija je trakasta, dakle ista kao i sericitski škriljci, što govori o njihovoj genetskoj i hronostratigrafskoj povezanosti.

Na osnovu takvog načina pojavljivanja može se reći da je primarno poreklo sericitskih škriljaca i magnetitske mineralizacije sedimentno, ali po podacima OGK (Dumurdžanov, Stojanov, Petrovski, 1979) izlazi da bi to bila žična mineralizacija hidrotermalnog porekla, što je u suprotnosti sa činjeničnim stanjem na terenu. Sve indikacije govore da su sericitski škriljci i magentitske mineraizacije singenetski.

Zrna magnetita su različitih dimenzija, ali najčešće variraju od 150 do 240 mikrometara. Kvarc je takođe znatnije zastupljen tako da bi se moglo govoriti o gvožđevitom kvarcitu. Obzirom na sadržaj mangana (oko 8%, a po podacima OGK od 8,4% do 33,2%, što našim ispitivanjima nije moglo biti dokazano) za ovu bi se pojavu moglo reći da pripada manganskoj mineralizaciji gvožđa.

Osim kvarca i magnetita u ovoj mineralizaciji se javlja i barit u trakama. Trake magnetita, barita, kvarca i sericita se međusobno naizmenično smenjuju (Sl. 7). Sa baritom je izmešana i veća količina granata što sve skupa govori o metamorfogenom genetskom tipu ove mineralizacije.

Veruje se da je manji deo minerala mangana (braunit i hausmanit) nastao u procesu metamorfizma, a drugi deo ova dva minerala, koji se nalaze u magnetitu, možda su prineseni zajedno sa gvožđem. Ostali minerali su postali descedentnim putem. Međutim, postavlja se pitanje odakle je barit? Moguće da je postao sedimentnim putem.

Što se tiče hemijskog sastava utvrđen je povišen sadržaj stroncijuma (do 0,4%) dok su ostali mikroelementi manje zastupljeni.

Tabela 1

U %										
Fe	SiO_2	Al_2O_3	Mo	S	P	Ba	Sr	Mg	Ca	
52,20	5,87	1,70	8,00	0,1	0,003	>1%	0,4	0,035	0,1	
								0,15	0,5	
U ppm										
Ti	Pb	Ga	M	V	Cu	Y	Ni	C	Cr	La
180	20	50	9	120	35	17	17	25	3	
480	50	10		35	9	15	18	10	10	8

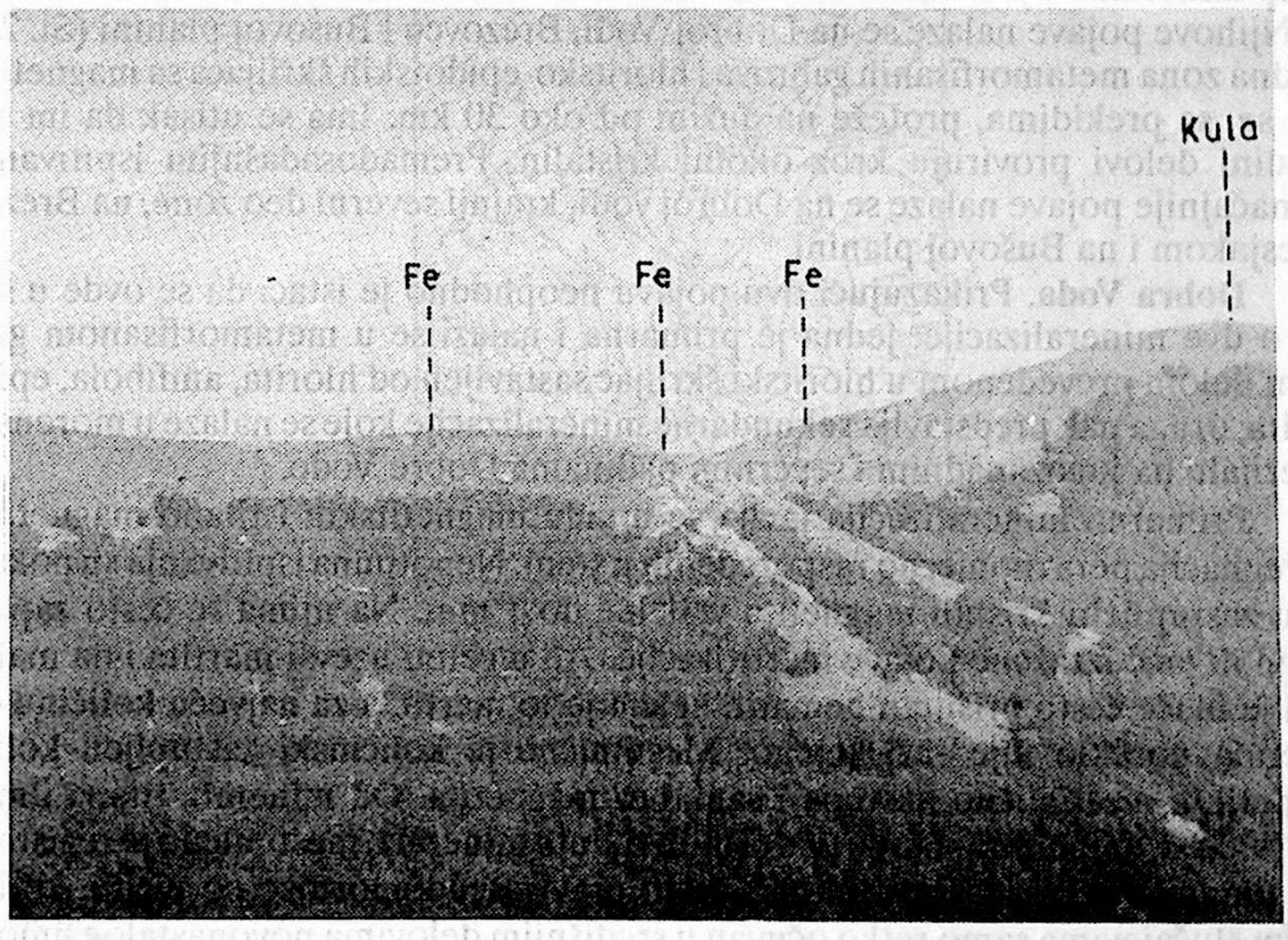
Kao što se vidi, ovu mineralizaciju ne karakterišu povišeni sadržaji mikroelemenata, izuzev stroncijuma i barijuma.

Metamorfisana magmatogena formacija, definisana kao rudonosna, očigledno obuhvata samo one stene u kojima se nalaze Fe i Ti mineralizacije, a te su metagabro i hloritsko-epidotski škriljac. U osnovi obe stene pripadaju meta-gobroidnom masivu, s tim što hloritsko-epidetski škriljac predstavlja obodni deo metagabra, koji je za sada izdvojen samo na Brezovcu. Vreme formiranja ove formacije nije određeno, svrstana je u grenvilsku epohu, mada bi možda mogla pripadati i bajkalskoj. Međutim, kako se asocijacija formacija vezanih za bajkalski kompleks razlikuje od ove, metagabroidne formacije, svrstana je u grenvilsku epohu. Ona se proteže središnjim delom planinskog venca Dobra Voda - Brezovac - Bušova planina - Kruševske planine - Pelister i nastavlja se, verovatno dalje na jug u Grčku. Male je širine. Pretpostavlja se da je to posledica tektonskih sažimanja, obzirom da se nalazi u graničnom području regionalne strukture, koja ograničava zapadni obod Pelagonije (Pelagonska potolina).

Metagabroidne stene snažno su metamorfisane tako da su pojedini delovi prešli u amfibolite ili hloritske škriljce. Stena je jako uškriljena, ali po planarama koje se danas zapažaju može se reći da su alpski strukturni elementi dominirajući. To je i logično obzirom da su oni najmlađi i da su najvećim delom starije izbrisali. Na osnovu smenjivanja metagabroidnih stena i delova liskunskih škriljaca može se videti da su očuvane i neke starije naborne strukture čije bi b-ose imale pravac pružanja sever-jug sa tonjenjem prema jugu. Takva orijentacija b-osa mogla bi se definisati najmanje kao variscisko vreme ubiranja.

U svakom slučaju tektonski sklop gnajsnog kompleksa veoma je složen kao uostalom što je slučaj sa celom zapadnom Makedonijom.

Metagabroidna formacija je od posebnog interesa kao rudonosna. U njoj se, naime javljaju titanomagnetitske i magnetitske mineralizacije, s tim što njihova koncentracija veoma varira. Prema dosadašnjem poznavanju najveće koncentracije nalaze se na Brezovcu i Dobroj Vodi, a potom slede Bušova planina i Kruševske planine. Zanimljiva je pojava da se magnetit javlja dvojako: kao krupni kristali (veličine do 3 mm) i kao finozrni (često ispod 0,1 mm). Pretpostavlja se da je sitnozrni magnetit najstariji i da je magmatogenog porekla (singenetski sa stenom). Kristalni magnetit nastao je regeneracijom ranije stvorenog.



Sl. 8 - Fotografija Brezovca sa pojavama Fe i Fe-Ti mineralizacija
Fig. 8 - Photo of the Brezovec Mountain with occurrences of the Fe and Fe-Ti mineralizations

Drugi deo ovog magnetita formiran je izluživanjem gvožđa iz petrogenih minerala (femskih sastojaka), a treći deo je mogao postati hidrotermalnim prinosom. U ovom slučaju kristalni magnetit predstavlja produkt mnogobrojnih tektonskih, magmatskih i hidrotermalnih promena do kojih je došlo pod uticajem krupnih višekratnih tektonomagmatskih događaja i regionalnog metamorfizma.

Na Bušovoj i Kruševskim planinama karakterističnо je da se u metagabroidnim stenama nalaze veoma krupni kristali pirita (u nekim slučajevima i do 2 cm). Njihov postanak se vezuje za mlađe hidrotermalne aktivnosti. Ovaj pirit je u većini slučajeva potpuno limonitisan, pri čemu novostvoreni limonit pravi pseudomorfoze po piritu. On u sebi često sadrži sitna zrna magnetita. Pretpostavlja se da taj magnetit pripada poslednjoj fazi stvaranja rudnih minerala, a ona bi se mogla dovesti u vezu sa poslednjim tektonskim događajima koji su omogućili da taj limonit izgubi vodu i delimično pređe u magnetit.

Najzad, poseban značaj ove mineralizacije (limonitisani pirit) manifestuje se u izrazito visokom sadržaju cirkonijuma. Ove vrednosti variraju od 250 g/t do 1.200 g/t (Popović, 1994). Obzirom da je limonitisani pirit poreklom iz metagabroidnih stena može se zaključiti da se upravo ove stene na Bušovoj planini odlikuju povišenim sadržajem cirkonijuma. U tom slučaju relativno visoke koncentracije cirkonijuma u sedimentima Pelagonije mogu se jednim delom dovesti u vezu sa ovim metabagroidnim stenama. To znači da bi one mogle biti jedan od izvora tog metala (iako ne predstavljaju pravu matičnu i geohemijsku sredinu), odakle je ispiran i prenošen u kvartarne sedimente Pelagonije.

Magmatogne magnetitske i titanove mineralizacije predstavljaju drugi genetski tip mineralizacija formiranih uslovno rečeno u grenvilskoj metalogenetskoj epohi.* Njihove pojave nalaze se na Dobroj Vodi, Brezovcu i Bušovoj planini (Sl. 2). To je jedna zona metamorfisanih gabrova i hloritsko-epidotskih škriljaca sa magnetitom, koja se, sa prekidima, proteže na dužini od oko 30 km. Ima se utisak da im samo pojedini delovi proviruju kroz okolni kristalin. Premadosadašnjim ispitivanjima najznačajnije pojave nalaze se na Dobroj vodi, krajnji severni deo zone, na Brezovcu sa Pesjakom i na Bušovoj planini.

Dobra Voda. Prikazujući ovu pojavu neophodno je istaći da se ovde u stvari radi o dve mineralizacije: jedna je primarna i nalazi se u metamorfisanom gabru, većim delom prevedenom u hloritski škriljac sastavljen od hlorita, amfibola, epidota i albita; druga pak predstavlja sekundarne mineralizacije koje se nalaze u morenskom materijalu na jugozapadnim i severnim padinama Dobre Vode.

Primarna mineralizacija javlja se u vidu magnetitskih i titano-magnetitskih impregnacija neravnomerno raspoređenih u steni. Nepotpuna ispitivanja su pokazala da su zastupljeni kristali magnetita veličine do 1 mm. Na njima se često zapažaju slabije ili jače izražene pojave martitizacije. Ali u celini uzevši martita ima malo. U steni je inače često prisutan hematit, nekad je to martit, a za najveću količinu ovog minerala poreklo nije razjašnjeno. Mestimično je količinski zastupljen koliko i magnetit, a mestimično nastupa i sam, bez magnetita. Od minerala titana ilmenit, rutil i sfen su najobilniji. Što se tiče ostalih rudnih minerala, mestimično je registrovan jako limonitisan pirit. Ovaj limonit često pravi pseudomorfoze po piritu, koji je u takvim slučajevima samo retko očuvan u središnjim delovima novonastalog limonita. Često je moguće utvrditi kako je bivši pirit bio razvijen u obliku kocke veličine oko 1 mm.

Ispitivanja su pokazala da sadržaj gvožđa vezanog za magnetit i hematit varira između 18 i 20% (ovo se odnosi na deo terena gde se nalazi maksimum aeromagnetske

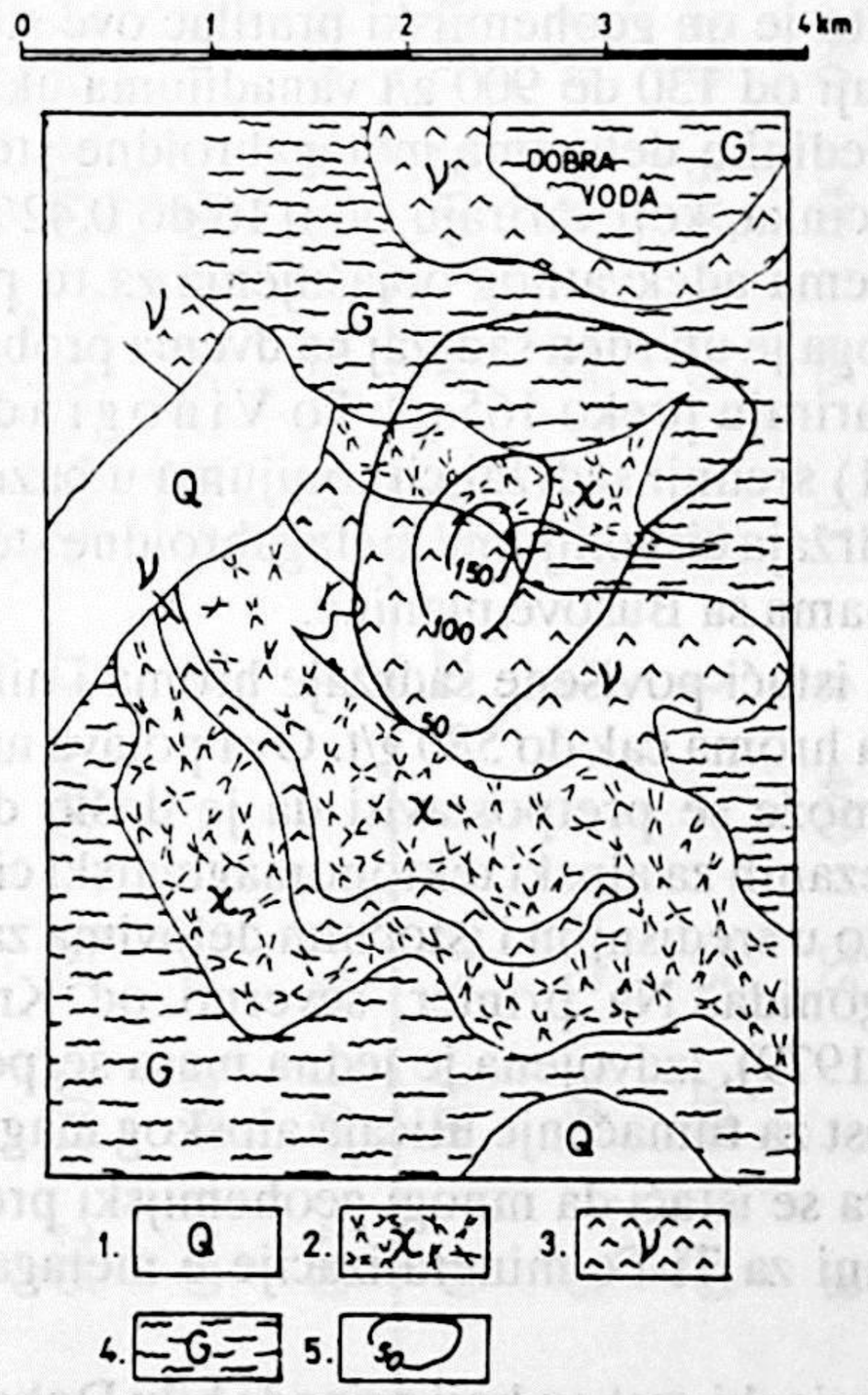
---

* Obzirom na prostornu i geološku povezanost metagabrova i hloritsko-epidotskih škriljaca sa magnetitom i stena gnajsnog kompleksa, a nemajući drugih podataka o starosti, metagabroidne stene i magnetitske mineralizacije u njima, svrstane su u grenvilsku metalogenetsku epohu pošto joj pripadaju i gnajsevi o kojima je već bilo reči.

anomalije (od -1.000 do +2.000 nT), Vukašinović (1961 i 1986) i Jančić, Popović, Cvetić (1963), dok sadržaj TiO_2 varira oko 4%.

Kod ovog tipa mineralizacije valja istaći da se na širem prostoru Dobre Vode nalaze, u osulinskom nanosu, komadi hematita u vidu rozeta čiji je prečnik i do 2 cm. Poreklo ovog hematita nije razjašnjeno, ali se pretpostavlja da pripada mlađim metalogenetskim epohama i da je kontaktnometamorfnog postanka.

Pored navedenih, i metamorfisani riolitporfir, koji se takođe nalazi na ovom terenu, često je jače ili slabije impregnisan magnetitom, povremeno potpuno martitisanim, tako da aeromagnetska anomalija registrovana od strane Vukašinovića (1961 i 1986) predstavlja superponirani uticaj magnetita iz metamorfisanog gabra i metariolita. Ne treba isključiti ni mogućnost uticaja i nekog trećeg uzročnika koji je za sada nepoznat.



Sl. 9 - Geološka skica (Popović et al, 1970) sa aeromagnetskom anomalijom (Vukašinović, 1961, 1986) na Dobroj Vodi.
1. Kvartarni sedimenti, 2. metariolit, 3. metagabro, 4. gnajsni kompleks, 5. izoanomale Δ T intenziteta.

Fig. 9 - Geological sketch map (Popović et al, 1970) with aeromagnetic anomaly (Vukašinović, 1961, 1986) on the Dobra Voda mountain.
1. Quaternary sediments, 2. Metarhyolite, 3. Metagabbro, 4. Gneiss complex, 5. Isoanomalies of ΔT intensity

Najzad, ovde treba napomenuti da se na severnim i jugozapadnim padinama Dobre Vode nalaze ostaci morenskog materijala (nadmorska visina Dobre Vode je 2.062 m i sa nje su se tokom ledenog doba, spuštali lednici prema Železnoj reci i prema Oslomejskoj dolini) sa povećanim koncentracijama magnetita koji vodi poreklo iz metagabroidnih stena.

Na severnim padinama Dobre Vode nalaze se tragovi koji podsećaju na rudarenje. Verovatno su Turci, u vreme ispiranja magnetita iz jezerskih sedimenata u dolini reke Treske, nizvodno od Makedonskog Broda, ispirali i ovde. Ovo tim pre što su koncentracije magnetita u morenskom materijalu, na severnim padinama Dobre Vode, veće nego što je to slučaj u kvartarnim sedimentima u dolini Treske (samo oko 3% magnetne frakcije). U jednoj probi težine 10 kg sa severnih padina Dobre Vode nađeno je 40% magnetne frakcije od ukupne količine materijala.

Istorija je zabeležila da su Turci u Istanbulu veoma cenili "rudu" iz Samokova. Takođe zna se da su postojale topionice i kovnice gvožđa u dolini Treske, a Toma Smiljanić - Bradina (1925) piše da ih je bilo i na padinama Dobre Vode i Brezovca.

Posmatrajući tabelu 2 zapaža se da je kod metagabroidnih stena sadržaj titana povišen, bez obzira što je on geohemijski pratilac ove stene. Slična je situacija i sa vanadijumom. Sadržaji od 130 do 900 g/t vanadijuma ukazuju na njegovo značajno koncentrisanje u pojedinim delovima metagabroidne stene. Zatim tu se javljaju 4 probe sa sadržajima cinka, koji variraju od 0,16 do 0,42% što je izrazito anomalan sadržaj, ali za sada nema adekvatnog objašnjenja za tu pojavu. Sličan je slučaj i sa cirkunijumom kod koga je utvrđen sadržaj na dvema probama od 700 g/t do 2.100 g/t, a svi ostali sadržaji variraju preko 165 g/t. Po Vinogradovu (1962), Turekian, Wedepohlu, (1961) srednji sadržaj cirkonijuma u bazičnim stenama (gabrovi) je 100 g/t. U pogledu sadržaja cirkonijuma metagabroidne stene sa Dobre Vode su slične metagabroidnim stenama sa Bušove planine.

Posebno treba istaći povišene sadržaje hroma i nikla. Naime, utvrđeno je da nikla ima do 430 g/t, a hroma čak do 580 g/t. Ova pojava nije za sada protumačena na egzaktan način, ali može se pretpostaviti da je došlo do naknadnih magmatskih procesa, verovatno vezanih za alpski tektonomagmatski ciklus čiji se produkti nalaze kako u zapadnim, tako u središnjim i istočnim delovima zapadne Makedonije, odnosno na obodu Pelagonida. Na primer, severno od Kruševa po podacima Dumuržanova et al (1979), izdvojena je jedna masa serpentinita, pa bi to moglo da posluži kao mogućnost za tumačenje uticaja alpskog magmatskog ciklusa.

Međutim, mora se istaći da mnogi geohemijski problemi zone Dobra Voda - Bušova planina, vezani za Ti-Fe mineralizacije u metagabroidnim stenama, ostaju otvoreni.

Brezovac je planinski greben koji pripada bilu Dobra Voda - Brezovac - Pesjak. Nalazi se na oko 16 km severoistočno od Kičeva. Deo grebena na kojem se javljaju najinteresantnije koncentracije magnetita i minerala titana zahvata površinu od oko 2,25 x 1,25 km. Inače ova se zona produžava prema JI obuhvatajući greben Pesjaka, gde su ove koncentracije znatno niže u odnosu na Brezovac. Dalje prema JI ova zona je presečena rekom Treskom, da bi se posle nastavila na Buševoj planini.

Litološka građa Brezovca je identična sa Dobrom Vodom. Razlike se javljaju jedino kod zastupljenosti pojedinih članova. Tako na primer metagabrovi zahvataju veću površinu dok su metarioliti manje prisutni.*

Složen tektonski sklop doveo je do izrazitog deformisanja metagabroidnog

---

* Ovo se odnosi samo na onaj deo stena koje su mogle biti identifikovane (determinisane) kao takve, pošto se smatra da jedan deo liskunskih škriljaca ili gnajseva pripada metariolitima, koji su toliko metamorfisani da im nisu ni relikti očuvani, već su prevedeni u škriljce višeg stepena kristaliniteta.

Tabela 2. Sadržaji mikroelemenata u metariolitporfiru i metagabroidnoj steni sa Dobre Vode
Table 2. Contents of microelements in metarhyolite-porphyre and metagabbroid rock on the Dobra Voda Mountain

	ppm																
	Mg	Ca	Ti	Mn	Pb	V	Cu	Zn	Y	Zr	Ni	Co	Sc	La	Cr	Ba	Sr
METARIOLITPORFIR SA MAGNETITOM	3160	3160	380	1000	25	11	6	400	35		8	1	24	84	10	1100	130
	1200	200	450	316	50	3	2		55	280	10	2	32	50	2	1400	15
	700	200	450	316	45	6	1		13	280	6	1			2	550	9
	4500	6500	2700	1500	50	190	120		15	316	19	6	36		24	350	100
	>1%	>1%	8000	2000	28	215	1		9	165	430	48	63		245	1100	760
	>1%	>1%	8500	3160	25	215	12		26	250	140	36	36		58	316	110
METAMORFISANA GABROIDNA STENA SA MAGNETITOM	>1%	>1%	>1%	3160	37	280	15	1600	55	200	215	48	86		500	450	480
	>1%	100	7000	1500	90	190	2	3600	48	150	190	36	32	55	580	500	10
	>1%	>1%	>1%	3800	12	900	140	3600	15	225	230	48	84		5	50	150
	>1%	150	>1%	3160	50	27	9	4200	48	2100	24	4	40	290	2	50	10
	>1%	3160	>1%	2200	65	130	5		55	700			32	150	48	4000	150



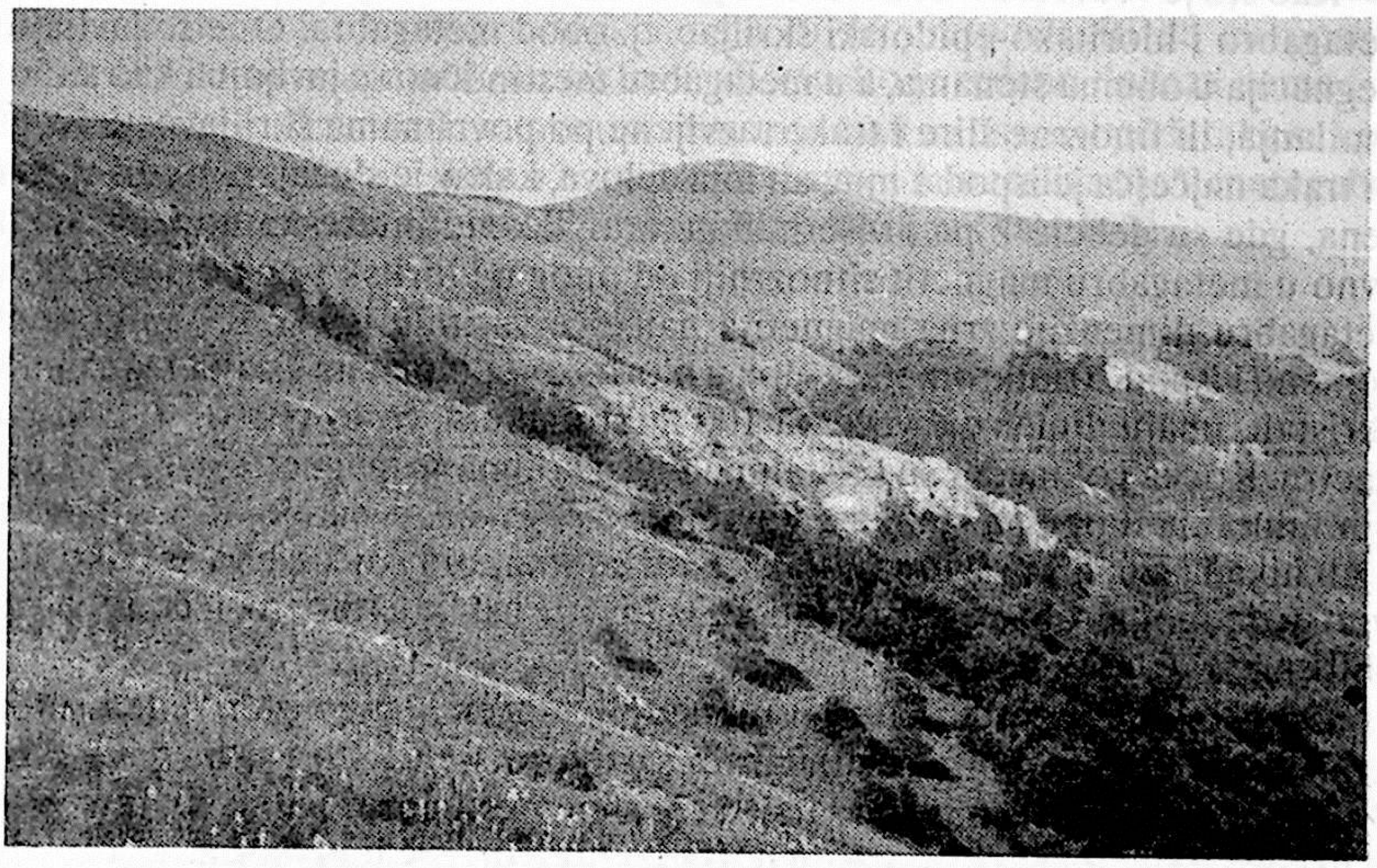
Sl. 10 - "dm" nabori u muskovitiskim škriljcima Brezovca
Fig. 10 - "dm" folds in muskovite schist on the Brezovec Mt.

masiva, što je uslovilo čest sočivast način pojavljivanja u liskunskim škriljcima i gnajsevima.

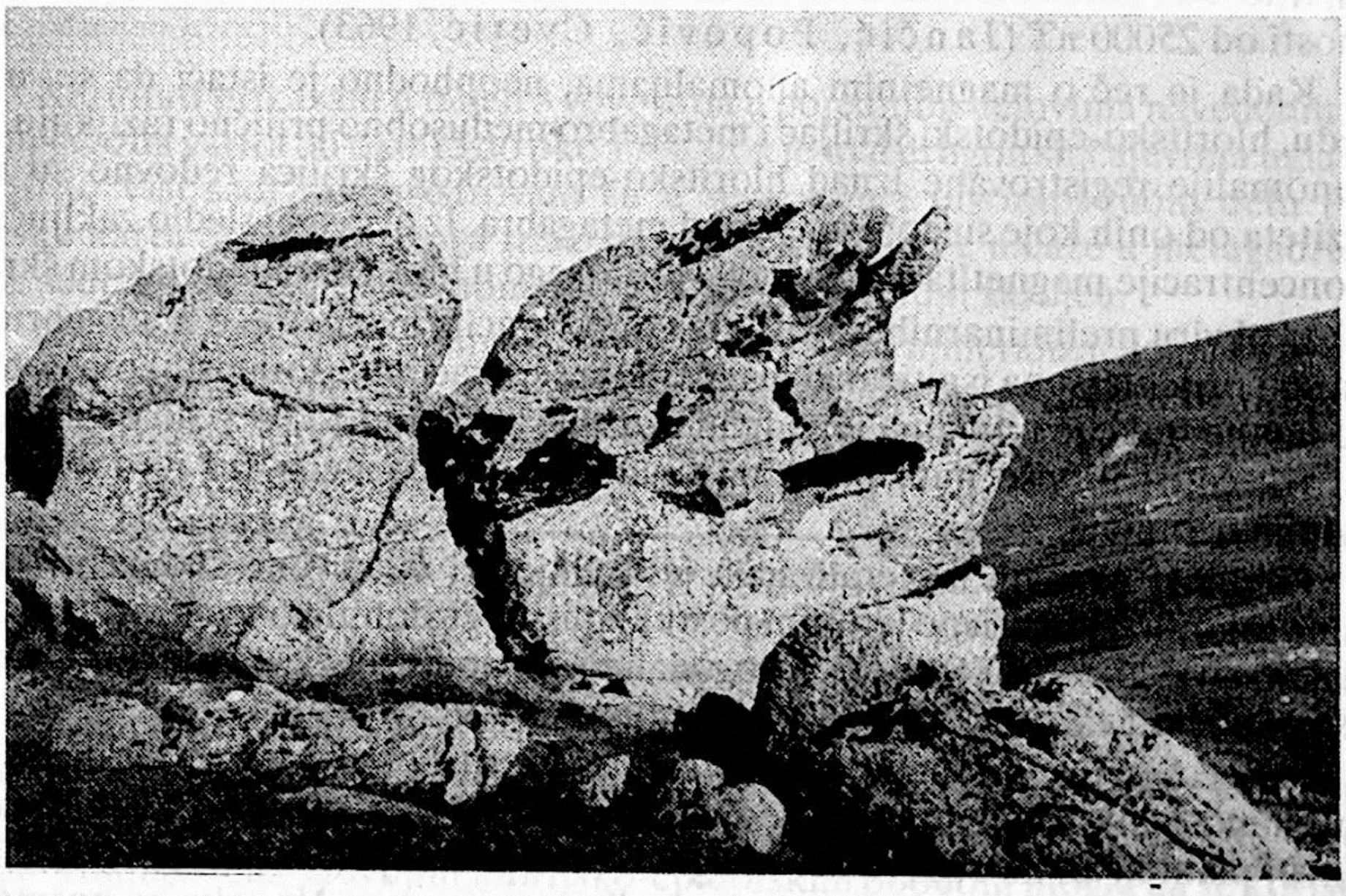
Obzirom na petrogenetsku sredinu, u kojoj se nalaze Fe i Ti mineralizacije, treba istaći da se u okviru metagabroidne stene izdvajaju dve facije, jedna koja predstavlja metagabro, u kome su očuvana sva glavna petrografska obeležja, kao što su granoblastična i lepidoblastična struktura i mineralni sastav. Hlorit, albit, epidot, hornblenda, mestimično granularni kvarc su glavni sastojci, a od sporednih apatit, cirkon, alanit (ortit) i rudni minerali (od kojih magnetit, sfen i leukoksen često po količini prelaze okvire sporednih sastojaka; sem ovih javljaju se još martit i pirit).

Za razliku od metagabra, druga facija se javlja u njegovom obodnom, tj. kontaktnom delu prema muskovitskim škriljcima i gnajsevima, javlja se hloritsko-epidotski škriljac. U ovoj lokalnosti on je stalni pratilac metagabra, pa bi se mogao i okarakterisati kao njegov obodni deo. Jako je uškriljen i izmenjen tako da se makroskopski primarne karakteristike gabra ne raspoznaju, ali između metagabra i njegovog oboda (hloritsko-epidotskih škriljaca) postoje svugde postupni prelazi. Po mineralnom sastavu i strukturi skoro da se ne razlikuje od metagabra. Razlike se javljaju kod količinske zastupljenosti albita, amfibola i kvarca. Naime, prva dva minerala se javljaju u manjoj količini ili izostaju, dok je kvarc obilniji nego što je to slučaj kod metagabra. Muskovit je redovno prisutan u maloj količini dok u metagabru izostaje. Zanimljivo je da je cirkon znatno ređi nego u metagabru.

Osmatrana prividna debljina hloritsko-epidotskih škriljaca varira oko 15 m.



Sl. 11 - Pogled na severni deo grebena Brezovec
Fig. 11 - Part of the Brezovec mountain ridge (observer is looking north)



Sl. 12 - Jako magnetična gromada metagabra (25000 nT) u središnjem delu grebena Brezovec (Jančić et al, 1963)
Fig. 12 - Outcrop of highly magnetic mass of metagabbro (25000 nT) in the middle part of Brezovec ridge (Jančić et al, 1963)

Kao što je već rečeno titanove i magnetitske mineralizacije su vezane isključivo za metagabro i hloritsko-epidotski škriljac, tj. obod metagabra. One se javljaju kao impregnacija u obema stenama, a u metagabru mestimično se javljaju i kao sitnozrna nagomilanja, ili finozrne šlire i trake razvijene po površinama škriljavosti. Debljina šlira i traka najčešća je ispod 1 mm, ali ima delova, kakav je slučaj na središnjem delu grebena, gde su debele 2 pa i više milimetara. Takođe interesantno je istaći da je redovno u metagabru magnetit sitnozrniji od onog u hloritsko-epidotskom škriljcu. U metagabru dimenzije zrna magnetita najčešće variraju ispod 100 mikrometara, povremeno i ispod 20 mikrometara, dok u hloritsko-epidotskim škriljcima zrna, bolje reći kristali, imaju dimenzije veće od 100 mikrometara, često više od 1, 2 ili čak tri milimetra. Kocka i oktaedar su kristalni oblici u kojima se magnetit javlja. Osim ovih rudnih minerala u obema stenama povremeno se javlja, u manjoj ili većoj količini, pirit, ali nikada iznad 1% svih sastojaka. Sadržaj sumpora najčešće varira oko 100 g/t, a samo u jednoj probi registrovano je 0,75%. Pirit je sitnozrn i često potpuno limonitisan.

Od ostalih minerala znatnije su zastupljeni sfen i leukoksen, ređe i rutil. Ovi minerali često prelaze obim sekundarnih sastojaka stene, što i uslovljava povećan sadržaj TiO_2 u steni. Važan je podatak da je sfen mestimično jedini titanov mineral, dok s druge strane ima delova gde je potpuno pretvoren u leukoksen.

Cirkon je u metagabru češće prisutan, dok je u hloritsko-epidotskom škriljcu ređi. Ovaj problem kao i anomalno visok sadržaj cirkonijuma u metagabru na Brezovcu, Dobroj Vodi i Bušovoj planini nije proučavan i ostaje otvoren.

Pojedini delovi metamorfisanog gabra sadrže i preko 35% magnetita. Ovi delovi lako se razdvajaju magnetnim merenjima, pošto se iznad njih dobijaju anomalije znatno većeg intenziteta. Na pojedinim izdancima, na Brezovcu, izmerene su vrednosti od 25000 nT (Jančić, Popović, Cvetić, 1963).

Kada je reč o magnetnim anomalijama, neophodno je istaći da se, u tom pogledu, hloritsko-epidotski škriljac i metagabro međusobno prilično razlikuju. Naime, anomalije registrovane iznad hloritsko-epidotskog škriljca redovno su nižeg intenziteta od onih koje su dobijene iznad metagabra. Iz ovoga bi sledio zaključak da su i koncentracije magnetita veće u metagabru nego u hloritsko-epidotskom škriljcu.

U okviru preliminarnih ispitivanja koncentracija magnetita u metagabru obavljena su i orijentaciona ispitivanja magnetnom separacijom. Tom prilikom dobijene su magnetne frakcije u kojima je sadržaj gvožđa varirao od 67,85% do 68,55%, a to iznosi tri, četiri ili više puta povećanje sadržaja gvožđa nego što je dobijeno na prirodnim uzorcima.

Prednost ovakvih mineralizacija je u činjenici da su one skoncentrisane u stenama iz kojih se, relativno jeftinim postupkom mogu dobiti koncentrati sa visokim sadržajem gvožđa, zatim što je teren pogodan za ekonomičnu eksploatacionu metodu i što se u blizini nalaze savremene saobraćajnice.

Što se tiče rasprostranjenja metagabra i hloritsko-epidotskog škriljca sa pomenutim mineralizacijama za sada se zna da se one nalaze na Dobroj Vodi, Brezovcu i Bušovoj planini, ali na osnovu aeromagnetskih ispitivanja (Vukašinović, 1961 i 1986) može se reći da su im sve tri dimenzije impozantne. No, ako se posmatraju metagabro i hloritsko-epidotski škriljac, onda se veće rasprostranjenje prvenstveno odnosi na metagabro, jer je hloritsko-epidotski škriljac, za sada, registrovan samo na Brezovcu.

Starost ovih mineralizacija i njihovih matičnih stena do sada nije pouzdano

rešena. Istina, one leže u gnajsnom kompleksu, odnosno u formaciji liskunskih škriljaca i kvarcita i na osnovu toga moglo bi se pretpostaviti da su postale u grenvilskom tektonomagmatskom ciklusu, ali kao što je rečeno dokaza nema.

Iako nisu izvršena sistematska oprobavanja ipak na osnovu podataka sa kojima se raspolaže može se dobiti slika o hemijskom sastavu mineralizacija u metagabroidnoj steni i njenom obodu - hloritsko-epidotskom škriljcu (Tabela 3).

Tabela 3. Hemijski sastav Fe i Ti mineralizacija na Brezovcu
Table 3. Chemical composition of Fe and Ti mineralizations in the Brezovec mountain

u %								
Fe	SiO_2	Mn	TiO_2	Al_2O_3	S	P	Cr	Vrsta stene
17,56	43,74	0,32	4,76	12,03	0,004	0,10	x	metagabro
15,42	45,28	0,29	4,51	11,09	0,010	0,30	x	hloritsko-epidotski škriljac
13,82	44,72	0,18	3,30	12,75	0,75	0,21	x	metagabro
16,75	44,15	0,34	4,46	10,81	0,01	0,07	x	metagabro
12,33	51,70	0,50	2,70	13,95	0,01	0,31	x	hlor-epid. škrilj
10,94	45,47	1,64	x	x	x	x	0,034	metagabro
10,05	45,22	1,86	x	x	x	x	0,024	hlor-epid. škrilj
13,90	42,88	2,32	x	x	x	x	0,030	metagabro
16,81	40,40	-	5,48	x	x	x	0,015	metagabro

x - nije rađeno

Rezultati prikazani u tabeli 3 govore da u pojedinim delovima navedenih stena sadržaj gvožđa varira od oko 15 do oko 17%, dok je to u drugim slučajevima uglavnom oko 10%. Viši sadržaji registrovani su u severnom i jugozapadnom delu (videti geološku kartu Sl. 13). Iz ovoga izlazi da se viši sadržaji Fe nalaze u metagabru, dok su niži sadržaji dobijeni uglavnom u hloritsko-epidotskom škriljcu.

Ono što je posebno interesantno je to da u ovim mineralizacijama ima relativno malo mešanih zrna i da se uglavnom titanovi minerali i magnetit razdvajaju. Potvrda za ovakvo shvatanje nalazi se u magnetnoj separaciji (ručnim magnetom) jedne probe pri čemu je dobijeni sledeći rezultat:

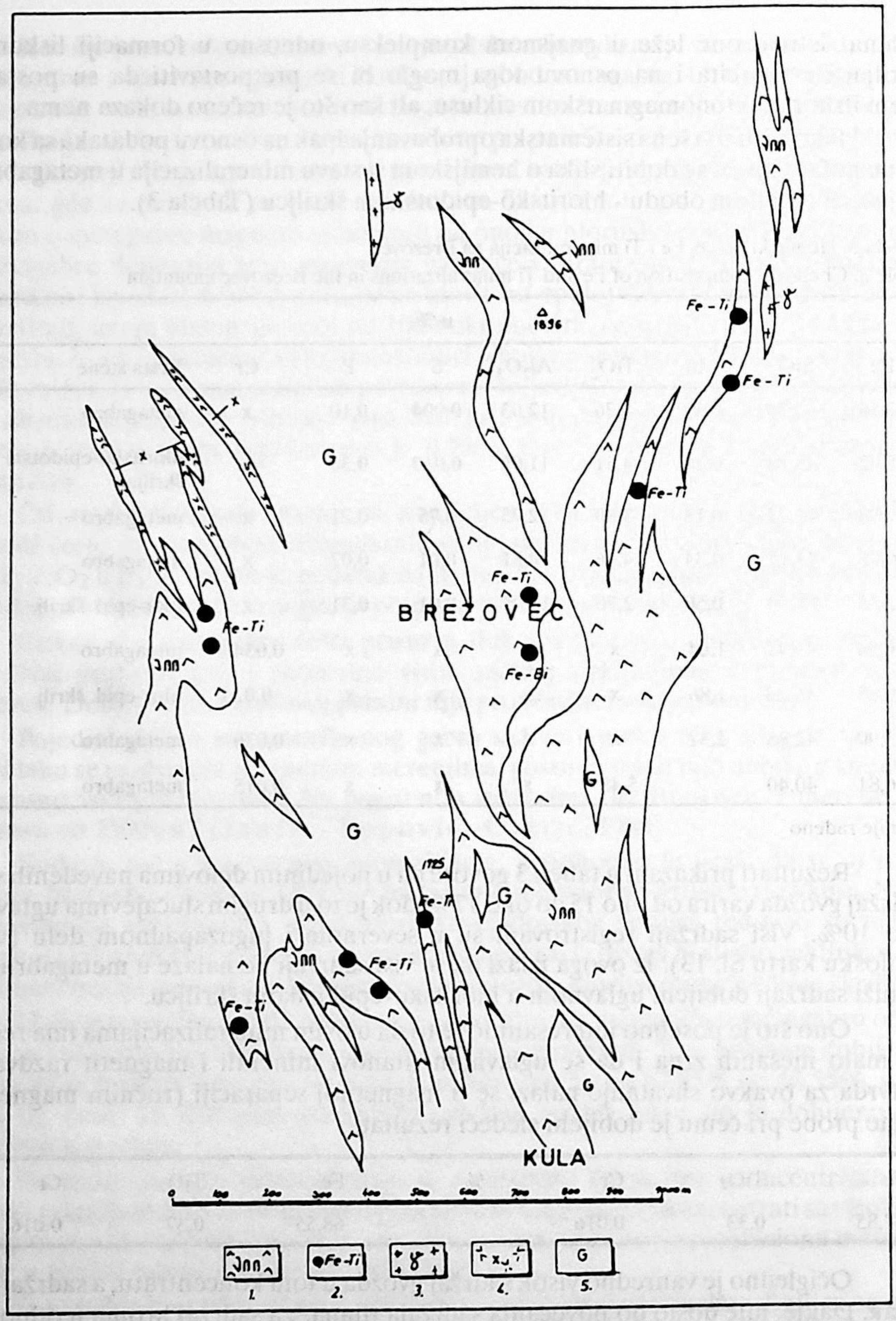
Fe	TiO_2	Cr	%	Fe	TiO_2	Cr
67,85	0,33	0,016		68,55	0,37	0,016

Očigledno je vanredno visok sadržaj gvožđa u tom koncentratu, a sadržaj TiO_2 nizak. Dakle, nije došlo do povećanja sadržaja titana,*, a sadržaj hroma u odnosu na primarnu probu takođe je znatno smanjen. Iz ovih podataka evidentno je da bi metagabroidna stena sa svojim hloritsko-epidotskim obodom mogla da se koristi kao zadovoljavajuća sirovina za dobijanje gvožđa.

Nizak sadržaj titana logičan je ako se ima u vidu, već rečeno, da se najveći deo

---

* Ovo su noviji rezultati ispitivanja, i oni se razlikuju od ranije objavljenih (Popović, 1987)



Sl. 13 - Geološka karta Brezovca
1. Metagabroidna stena (sa hloritsko-epidotskim škriljcem u obodnom delu), 2. Fe i Ti mineralizacija, 3. metagranitoid, 4. metariolit, 5. liskunski škriljac i kvarcit (gnajsni kompleks).

Fig. 13 - Geological map of the Brezovec mountain.
1. Metagabbroid rock (with chlorite-epidote schist in the margin part), 2. Fe and Ti mineralization, 3. metagranitoid, 4. metarhyolite, 5. mica-schist and quartzit (gneiss complex).

tog metala nalazi u njegovim mineralima sfenu i leukoksenu, a malo u rutilu. Još jedna pojava je zanimljiva, naime, u dosadašnjim ispitivanjima nisu ni u jednom slučaju zapažena mešana zrna magnetita i minerala titana, odnosno nisu primećena titanomagnetitska zrna, što je jedna od prednosti ove sirovine.

Kada je reč o titanu, neophodno je naglasiti, da uprkos relativno povišenim sadržajima TiO_2 i eventualnoj mogućnosti povećanja sadržaja pri separaciji titanovih minerala, ovakva sirovina za sada je vanbilansna iz prostog razloga što je sav titan vezan za sfen i leukoksen, dok je rutila veoma malo, a ilmenit do sada nije registrovan.

Najzad značajan je podatak da se pored napred navedenih metaličnih minerala na nekoliko mesta javljaju halkopirit i bornit. Mestimično su halkopirit i bornit uklopljeni u pirit, a u drugim slučajevima halkopirit i pirt su razdvojeni iako pripadaju istoj paragenezi. Navedeni sulfidi su registrovani samo mikroskopski, a nalaze se u severoistočnom, centralnom i zapadnom delu Brezovca. Značaj ovih sulfida ogleda se samo u genetskom pogledu, jer govore da se u ovoj lokalnosti ne nalaze čisto oksidne (magnetitske) mineralizacije, već uz njih ide i malo sulfida, a njihova ukupna zastupljenost je mala, što se može proceniti na osnovu niskog sadržaja sumpora (tabela 3).

Posmatrajući u celini litološki sastav Brezovca i uzimajući u obzir oblik zrna albita u pojedinim delovima hloritskog škriljca, koji se javlja kao facija u muskoviskim škriljcima i gnajsevima, dakle izvan metagabroidnog masiva, kao i pronađene masice metadijabaza u zapadnom podnožju Brezovca, dozvoljava se pretpostavka da liskunski škriljci, kvarciti i gnajsevi sa metariolitom i metadijabazom predstavljaju metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju. U tom slučaju gnajsni kompleks Dobre vode, Brezovca i Bušove planine bi primarno vodio poreklo od sedimentne vulkanogeno-sedimentne i intruzivne gabroidne formacije. Za sada zna se da je ova treća mineralizovana, dok se o prvim dvema u tom pogledu ne zna ništa određenije izuzev pojava kod Srbice, Slanskog i Dolno Divjaka.

Bušova planina nalazi se između Kruševa na jug-jugoistoku i reke Treske na severu. To je greben koji predstavlja južni, odnosno jugoistočni produžetak grebena Dobra Voda - Brezovec - Pesjak - Ravna Preslap - Kula - Jezerca - Bušova planina. Litološki sastav ovog grebena je na celoj dužini isti, ali za razliku od severnog, odnosno severozapadnog dela ovaj deo je slabo proučen. Izuzev aeromagnetskih ispitivanja (Vukašinović, 1961, 1986) i prethodne provere i selekcije aeromagnetskih anomalija (Vukašinović, Popović, 1987), kao i izrade OGK (list Kruševo, razmere 1:100.000), drugih radova ovde nije bilo.

Ima se utisak da u okviru liskunskih škriljaca i gnajseva osim metagabra ima jako metamorfisanih vulkanita (bazičnih, srednjekiselih i kiselih). U stenama za koje se pretpostavlja da bi mogle pripadati metagabru i metavulkanitima često se zapažaju impregnacije pseudomorfoza limonita po piritu. Bivši kristali pirita, a sada limonitske pseudomorfoze, imaju često oblik kocke veličine pretežno do 0,5 cm^3. Zanimljivo je istaći da se kod ovih limonitskih pseudomorfoza, u središnjim delovima, retko nađu očuvani tragovi pirita, ali zato se skoro redovno nalaze magnetit, rutil, ilmenomagnetit sa ilmenitskim lamelama. Ovo otvara čitav niz pitanja vezanih za paragenezu i genezu primarnog pirita, odnosno sada limonita. Taj limonit je često prešao u getit, što znači da je već izgubio jedan deo vode.

Obzirom da limonitske pseudomorfoze po piritu lako ispadaju iz stene i da sadrže u sebi magnetit, koncentrišu se u magnetnoj frakciji. Ispitivanjem takvog koncentrata utvrđeno je da sadrži titan preko 1%, vanadijuma do 550 g/t, itrijuma

Tabela 4. Sadržaji mikroelemenata u pojedinim stenama i u pseudomorfozama limonita po piritu
Table 4. Content of microelements in some rocks and pseudomorph limonite after pyrite

u g/t

Vrsta stene	Ca	Mg	Ti	Mn	Pb	Ga	V	Cu	Y	Zr	Ni	Co	Cr	Ba	Sr	Yb	La	Mo
	600	3500	> 1%	2500	40	16	500	60	100	1200	250	100	900	300	1200	9	45	11
Pseudomorfoze limonita po piritu	800	1500	> 1%	600	55	16	200	80	38		320	130	250	280	40	9	45	70
	2300	5000	> 1%	1000	55	16	35	24	38		320	100	200	240	40	9	30	15
	2300	3500	> 1%	1500	30	16	200	18	100	800	110	12	90	280	70	20	130	25
Hloritski škriljac	6000	3000	> 1%	300	10	16	200	7	100	500	50	18	50	550	130		130	
Škriljac (metavulkanit)	> 1%	7500	6000	600	8	5	8	7	15	180	10	3	40	230	60		70	
Hloritski škriljac	6000	> 1%	3800	1500	10	5	40	200	23	180	23	10	10	150				

oko 100 g/t, cirkonijuma čak 1200 g/t, što je izrazito visoko, ali i elemente koji karakterišu ultrabazične stene, kao što su kobalt sa sadržajem do 130 g/t, nikal do 320 g/t i hrom čak do 900 g/t. Pored ovih hemijskih elemenata registrovan je iterbijum od 9 do 20 g/t, lantan 30 do 130 g/t, barijuma je bilo do 400 g/t i stroncijuma do 1200 g/t.

Sadržaji pojedinih mikroelemenata prikazani su u tabeli: 4. Pri posmatranju ove tabele pada u oči da je u steni sadržaj cirkonijuma malo povećan u odnosu na klark (180 g/t prema 100 g/t), dok je kod većine uzoraka, koji predstavljaju separisane pseudomorfoze limonita po piritu i verovatno u nekom drugom, za sada nedeterminisanom mineralu, sadržaj cirkonijuma izrazito visok.

Sve su ovo neke geohemijske manifestacije koje su prilično zagonetne. Na osnovu podatka koji se odnose na celu zonu može se reći da jedan deo cirkonijuma u nanosima Pelagonije vodi poreklo iz stena ove zone, koju smo svrstali u grenvilsku metalogenetsku epohu, odnosno grenvilski tektono-magmatski ciklus. Tamo gde su očuvani metagabrovi takođe se zapažaju magnetitske impregnacije i one su neposredno uzročnik aeromagnetskih anomalija. Asocijacija elemenata koja je prikazana na tabeli 4, očigledno govori o metalogenetskoj složenosti ove zone, ali istovremeno i o tome da je ona često bila pod uticajem raznih geoloških događaja pri čemu je bilo prinosa pojedinih hemijskih elemenata što je i uslovilo ovakvu njihovu asocijaciju.

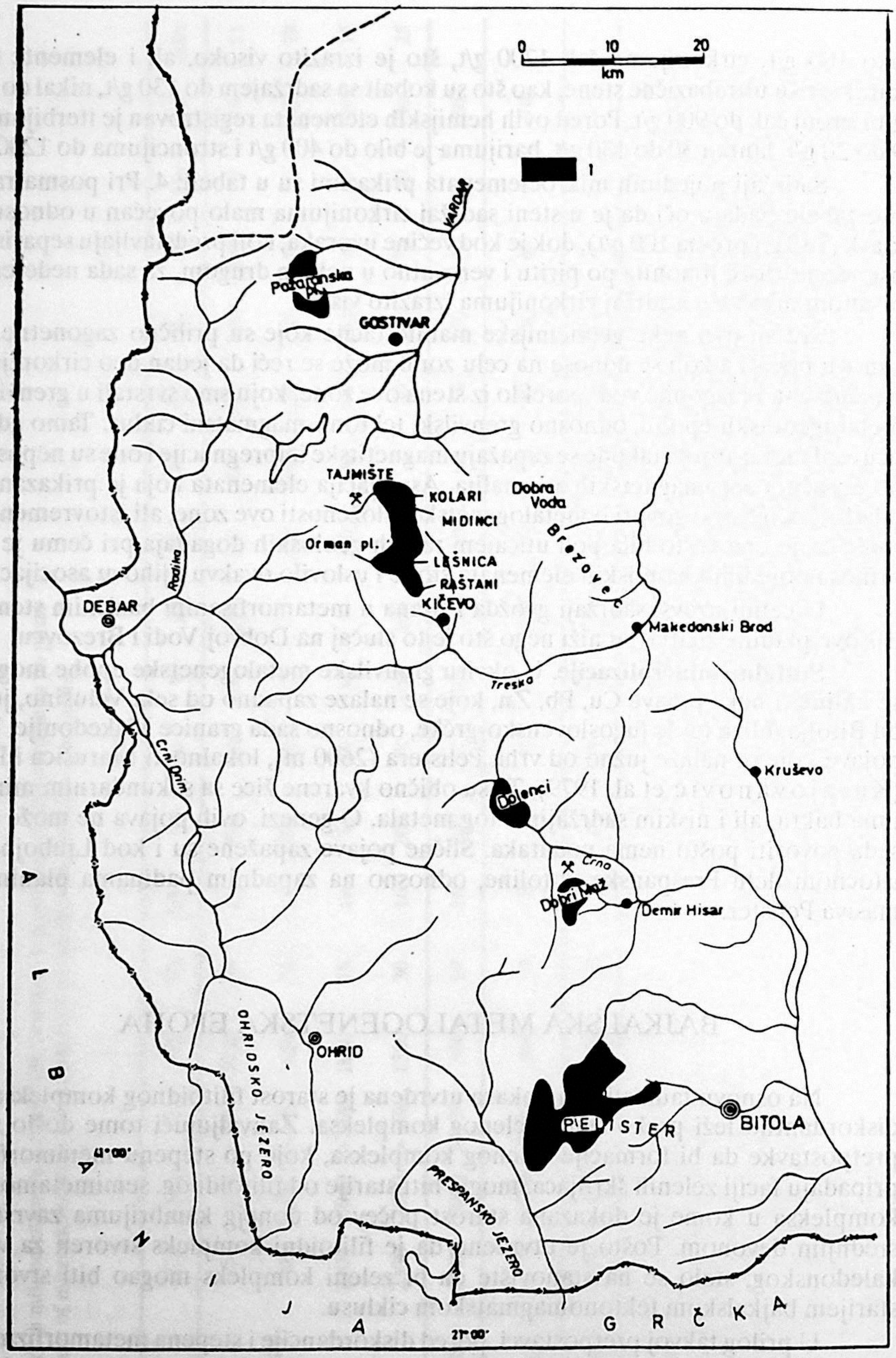
U celini uzevši sadržaji gvožđa i titana u metamorfisanim bazičnim stenama Bušove planine znatno su niži nego što je to slučaj na Dobroj Vodi i Brezovcu.

Sulfidne mineralizacije. U okviru grenvilske metalogenetske epohe mogle bi se uključiti neke pojave Cu, Pb, Zn, koje se nalaze zapadno od sela Velušino, južno od Bitolja, blizu bivše jugoslovensko-grčke, odnosno sada granice Makedonije, kao i pojave koje se nalaze južno od vrha Pelistera (2600 m), lokalnosti Marušica i Porta (Karajovanović et al, 1979). To su obično kvarcne žice sa sekundarnim mineralima bakra, ali i niskim sadržajima tog metala. O genezi, ovih pojava ne može se za sada govoriti pošto nema podataka. Slične pojave zapažene su i kod Ljubojna, na istočnom delu Prespanske potoline, odnosno na zapadnim padinama planinskog masiva Pelister.

BAJKALSKA METALOGENETSKA EPOHA

Na osnovu faunističkih dokaza utvrđena je starost filitoidnog kompleksa koji diskordantno leži preko stena zelenog kompleksa. Zahvaljujući tome došlo se do pretpostavke da bi formacije zelenog kompleksa, koje po stepenu metamorfizma, pripadaju faciji zelenih škriljaca, mogle biti starije od filitoidnog, semimetamorfnog kompleksa u kome je dokazana starost počev od donejg kambrijuma završno sa srednjim devonom. Pošto je utvrđeno da je filitoidni kompleks stvoren za vreme kaledonskog, stalo se na stanovište da bi zeleni kompleks mogao biti stvoren u starijem bajkalskom tektonomagmatskom ciklusu.

U prilog takvoj pretpostavci, pored diskordancije i stepena metamorfizma idu i veoma različita metalogenetska obeležja ta dva kompleksa. Doda li se tome da su u sericitskim kvarcitima, koji leže između zelenog i filitoidnog kompleksa, sačuvani nabori čije se b-ose pružaju u pravcu istok-zapad, dok se u paleozojskim formacijama b-ose nabora pružaju u pravcu sever-jug i severozapad-jugoistok, onda je očigledno da višeležeći filitoidi leže pod uglovnom diskordancijom preko zelenih škriljaca.



Sl. 14 - Pregledna skica rasprostranjenja stena zelenog kompleksa u zapadnoj Makedoniji
1. Stene zelenog kompleksa

Fig. 14 - Sketch map of distribution of green complex in western Macedonia.
1. Rocks of green complex

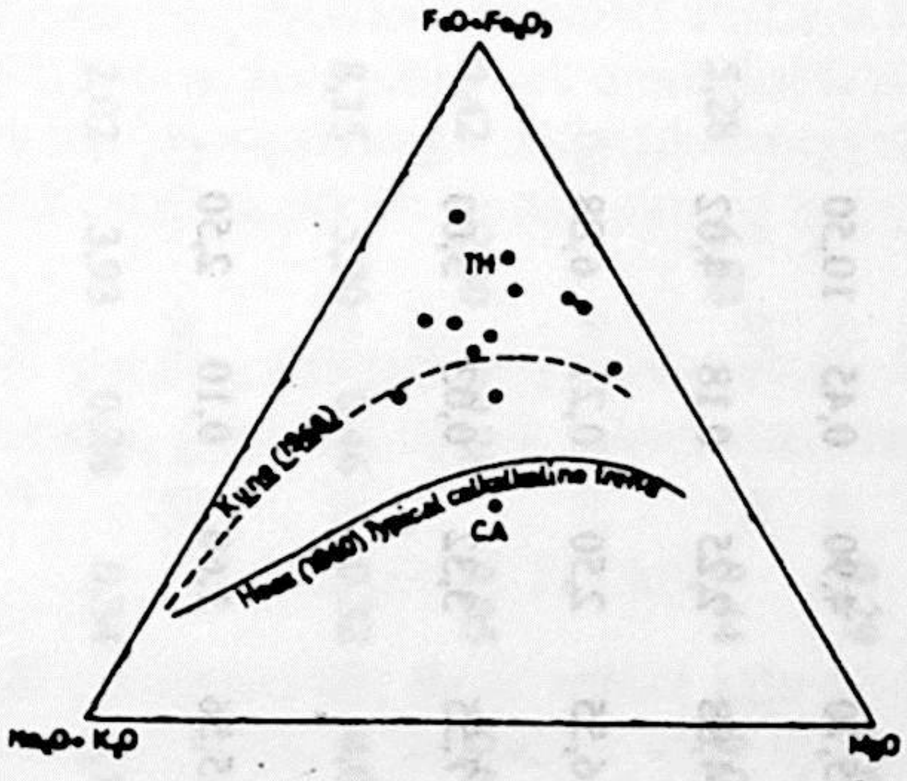
Stene ovog kompleksa javljaju se u jednoj uzanoj zoni koja se proteže od Šar planine na severozapadnom kraju, pa kroz središnji deo zapadne Makedonije, preko Pelistera nastavljaju u Grčku. Smatra se da ova zona pripada jednoj lokalnoj antiformi, koja je filitoide podelila na dve sinforme: istočnu i zapadnu (Popović, 1980). Zeleni škriljci se javljaju na Požaranskoj planini (SZ od Gostivara), na Orman planini, kod Lešnice (SZ od Kičeva) u Raštanima (kod Kičeva), kod Dolenaca (SZ od Rudnika "Demir Hisar"), na Dobrom Mažu (kod Demir Hisara) i na Pelisteru (Sl. 14).

U okviru ovog kompleksa za sada se izdvajaju sledeće jasno individualisane petrogenetske celine: hloritski škriljci u širem smislu, gvožđeviti kvarciti, sericitski kvarciti, metagabroidne stene, metagranitoidne stene, metarioliti sa metadacitima, metatufovi, metaaglomerati i metamorfisani tufozni peščari. Dakle jedna metamorfisana vulkano-intruzivna i metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija.

U metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji registrovano je obilje deformisanog i polomljenog albita, koji se javlja u ovalnim formama učestvujući u formiranju ooida sastavljenih od albita, kalcita i kvarca. Ovo navodi na pretpostavku da jedan deo hloritskih škriljaca u stvari predstavlja primarne spilite.

Međutim, zbog regionalnog metamorfizma mnoge stene iz ovog kompleksa prevedene su u amfibolitsku faciju ili u manjoj meri u mikašiste i gnajseve, što govori da regionalni metamorfizam nije ravnomerno zahvatio ni ovaj kompleks.

Delimična petrogenetska ispitivanja (Popović, 1989) pokazala su da stene ovog kompleksa pripadaju toleistkoj seriji (Sl. 15).



Sl. 15 - Dijagram A, F, M (Na_2-OK_2O; FeO-Fe_2O_3; MgO) zelenih stena zapadne Makedonije (Popović, 1989)

Fig. 15 - A, F, M, diagram of green schists of the western Macedonia region (Popović, 1989)

Koristeći se Pearce-ovim (1973 i 1975) dijagramom odnosa titana i hroma za stene zelenog kompleksa zapadne Makedonije (Sl. 16) može se konstatovati da stene zelenog kompleksa zapadne Makedonije padaju u polje bazalta ostvrskog luka.

Dosadašnja ispitivanja su pokazala da je ovde reč o magmatizmu čiji hemizam varira od bazičnog do kiselog (ili čak ultrakiselog), što je posledica višefaznog magmatizma. Za sada je moguće izdvojiti dve magmatske faze: starija je dala obilje bazičnog intruzivno-vulkanogenog materijala, u kome je povremeno bilo obilnijeg

Tabela 5. Hemijski sastav stena zelenog kompleksa zapadne Makedonije
Table 5. Chemical composition of rocks from green complex in Western Macedonia

u %

Lokalnost i stena	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	MnO	FeO	Fe	Fe_2O_3	Ca	MgO	CO_2	P_2O_5	S	Na_2O	K_2O	H_2O^+	H_2O^-
Požaranska planina																
hloritski škriljac	47,00	15,70	4,90	0,45	10,50		2,56	3,60	5,93	1,10	1,00	0,08	3,30	0,01	3,83	0,01
amfibolski škriljac	48,59	14,88	2,25	0,18	4,02		8,85	7,50	5,41	0,18	0,53	0,10	4,32	0,04	2,94	0,23
"	47,86	16,55	2,50	0,21	6,88		4,57	6,15	4,73	1,93	0,40	0,10	4,50	0,62	2,88	0,10
amfibolit	37,63	7,55	3,32	0,03	5,00		18,15	10,82	11,20	0,55	1,54	0,08	1,02	1,63	1,23	0,12
Pelister																
amfibolski škriljac	55,30	15,56	1,60	0,10	2,50		4,00	4,68	7,56	0,37	0,17	0,07	2,96	3,26	1,78	0,10
Kolari																
hloritsko kalc. škrilj.	50,30	12,84	1,62	0,46	8,58		1,43	4,94	7,90	0,44	0,56	0,07	1,38	0,10	9,25	0,07
Đavato																
epidot amf. škriljac	49,25	14,48	3,68	0,20	6,08		5,27	9,90	5,75	0,28	0,12	0,10	1,46	0,05	3,23	0,12
Raštani																
metagabro	43,40	12,30	5,06	0,27	9,00		10,25	6,05	5,56	0,18	0,20	0,15	2,60	0,60	3,84	0,36

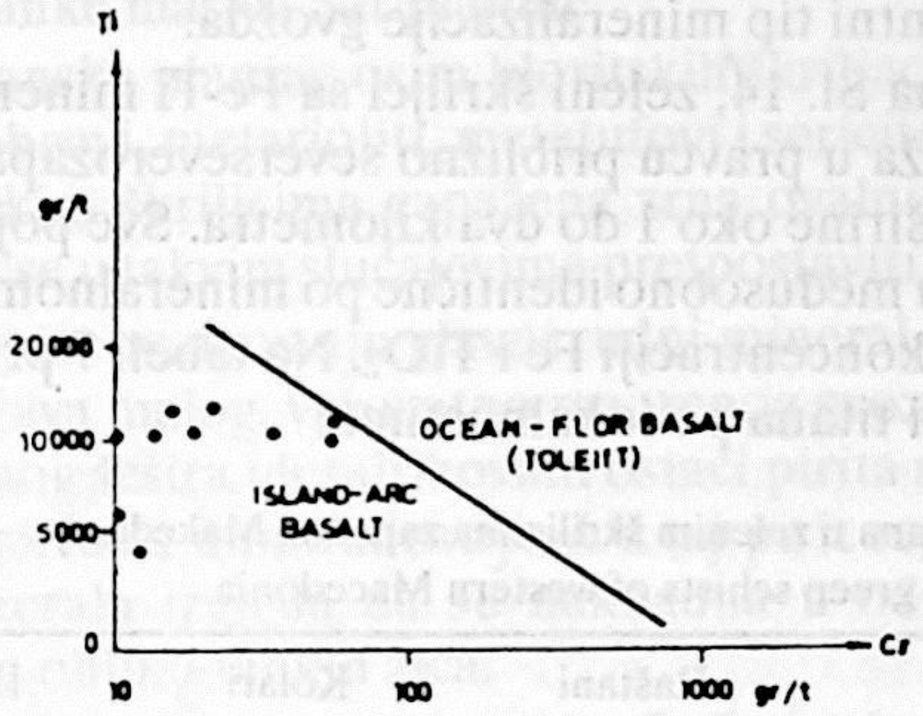
Tabela 5 (nastavak)
Table 5 (continue)

Lokalnost i stena	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	MnO	FeO	Fe	Fe_2O_3	Ca	MgO	CO_2	P_2O_5	S	Na_2O	K_2O	H_2O^+	H_2O^-
hlor. škrilj.	38,62	13,38		0,39		12,37					0,26	0,06				
"	43,05	13,26		0,38		11,43					0,29	0,06				
"	41,55	11,62	3,40	0,10	11,27		6,46	5,28	6,88		0,44	0,09	3,20	0,66		
Dolenci																
sericitski škrilj.	64,32	13,14	2,50	0,24	1,15		8,75	0,42	2,30	0,28	0,05	0,08	2,14	2,48	2,00	0,05
hloritski škriljci	45,82	14,03	6,38	0,22	4,33		10,75	8,15	5,30	0,46	0,32	0,07	2,68	0,66	0,72	0,10
Midinci																
hloritski škriljac	53,23	14,16	4,02	0,13	4,38		9,20	2,02	3,93	0,28	0,34	0,10	5,36	0,18	2,62	0,08
Lešnica																
metagabro	49,18	13,45	3,03	0,21	4,62		7,37	7,70	4,83	2,40	0,22	0,12	3,64	0,50	0,50	0,10
Slepče																
hloritski škriljac	45,96	19,15	3,80	0,15	8,50		4,45	0,30	7,63	0,05	0,12	0,08	3,04	1,0	5,65	0,07

Tabela 6. Sadržaji mikroelemenata u stenama zelenog kompleksa zapadne Makedonije
Table 6. Contents of microelements in rocks of green complex in western Macedonia

u g/t

Šarplanina	Mn	Pb	Ga	V	Cu	Y	Zr	Ni	Co	Sc	Cr	Ba	Sr	Yb	La
- epidot-kalc. škriljac	700		24	200	18	24	90	23	10	18	180	120	160	3	
- amfibolski škriljac	800	10	12	450	30	18	70	50	40		165	60	100		
- amfibolit	750	10	3	160	25	10	25	7	10	18	16	140			60
- amfibol. hlor. škriljac	1500	10	16	200	24	15	30	6	12	12	10	70	130		
- hloritski škriljac	800	10	16	150	7	24	180	6	7		3	280	200	3	100
Kolari															
- hloritski škriljac	600	17	16	250	60	25	180	550	30		1100	60	40	3	130
Đavato-Pelister															
- epidot-amf. škriljac	1500	10	20	250	18	50	180	40	23	26	40	180	130		
- amfibolski škriljac	300	13	10	100	1	10	35	250	10	12	250	550	300		
Raštani															
- metagabro	2500	13	30	600	150	30	230	50	40	20	30	280	70	3	
Dolenci															
- ser. hlor. škr.	600	13	7	100	5	15	70	30	10		10	180	40		45
- hlor. škrilj.	1500	10	13	300	50	15	70	50	30		80	120	500		
Midinci															
- hlor. škrilj.	750	10	13	80	4	12	150	2	5		1	20	40		
Lešnica															
- metagabro	2000	10	16	250	120	15	230	50	30	36	80	150	350		
Slepče															
- hlorit. škrilj.	600	10	7	200	30	15	90	40	10		25	120	30		



Sl. 16 - Položaj stena zelenog kompleksa zapadne Makedonije na Pearce-ovom dijagramu Ti, Cr (Popović, 1989)

Fig. 16 - Position of rocks from green complex of western Macedonia on the Pearce's Ti, Cr diagram (Popović, 1989)

prinosa slobodne silicije, od koje su postali kvarciti, i gvožđa koje je ušlo u sastav magnetitskih impregnacija i hematitske mineralizacije kod Midinaca. Za mlađu fazu mogu se vezati kiseli intruzivno-vulkanogeni magmatski produkti (čija su metalogenetska i druga obeležja za sada potpuno nepoznata u zapadnoj Makedoniji, Popović, 1989).

Smatra se da se glavna magmatska aktivnost desila u starijoj bajkalskoj fazi, a da su prva ubiranja zahvatila ovaj kompleks već u mlađoj fazi bajkalskog tektonomagnetskog ciklusa, što se kasnije odrazilo na diskordantno (tektonska diskordancija) taloženje paleozojskih sedimenata preko stena zelenog kompleksa.

PREGLED RUDNIH POJAVA
(Način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav)

GVOŽĐE I TITAN

Ako bi se pošlo od pretpostavke da je zeleni kompleks zapadne Makedonije formiran u području ostrvskog luka, a imajući u vidu njegov petrogenetski sastav i karakter magmatizma, onda su i metalogenetske karakteristike ovog kompleksa sasvim određene. Na žalost, stepen izučenosti bajkalske metalogenetske epohe zapadne Makedonije veoma je nizak. Litološki sastav i geotektonska sredina ovog kompleksa imaju ne samo naučni već i praktičan značaj, jer se otvaraju mogućnosti za pronalaženje mineralizacija, koje mogu biti od ekonomskog interesa.

Prema dosadašnjem poznavanju u ovom kompleksu za sada su registrovane samo mineralizacije gvožđa i delimično titana. Te pojave se nalaze u zelenim škriljcima Požaranske planine, Orman planine, Lešnice, Midinaca, Raštana, Dolenaca, Dobrog Maža i Pelistera (sl. 14). Mineralizacije gvožđa u zelenom kompleksu mogu se podeliti u dve glavne grupe: 1. metamorfisane magmatogene impregnacije i 2. sedimentne metamorfisane.

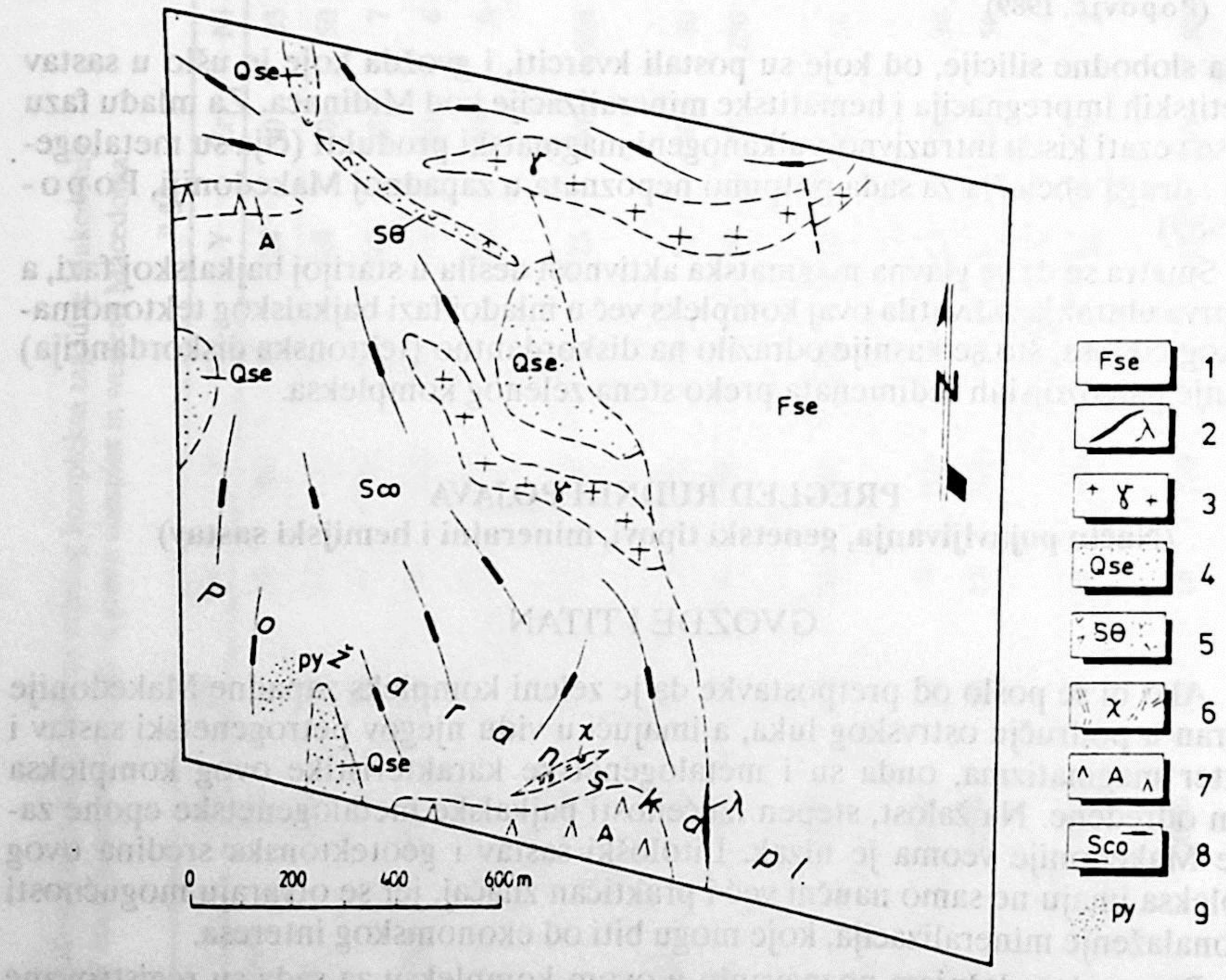
Primarne magmatogene mineralizacije predstavljene su titano-magnetitskim

impregnacijama i nalaze se u svim pomenutim lokalnostima izuzev Midinaca, gde se nalazi primarni sedimentni tip mineralizacije gvožđa.

Kao što se vidi na Sl. 14, zeleni škriljci sa Fe-Ti mineralizacijama nalaze se u jednoj zoni koja se pruža u pravcu približno severseverozapad-jugjugoistok, dužine oko 120 km i prosečne širine oko 1 do dva kilometra. Sve pojave mineralizacije koje se javljaju u ovoj zoni su međusobno identične po mineralnom sastavu, genezi, načinu pojavljivanja, starosti i koncentraciji Fe i TiO_2. Na tabeli 7 prikazani su orijentacioni srednji sadržaji gvožđa i titana po lokalnostima:

Tabela 7. Sadržaji gvožđa i titana u zelenim škriljcima zapadne Makedonije
Table 7. Contents of Fe, Ti in green schists of western Macedonia

Požaranska planina		Raštani	Kolari	Dolenci	Pelister
Fe %	11	18	7	10	8
Ti%	3	3	1	4	2



Sl. 17 - Geološka karta Požaranske planine.
1. Sericitski filit, 2. metalamprofir, 3. metagranitoid, 4. sericitski kvarcit, 5. metatuf, 6. metariolit, 7. amfibolit, 8. hloritsko-sericitski škriljac, 9. piritizacija

Fig. 17 - Geological map of the Požaranska mountain.
1. Sericite phyllite, 2. metalamprophyre, 3. metagranitoid, 4. sericite quartzite, 5. metatuff, 6. metarhyolite, 7. amphibolite, 8. hlorite-sericite schist, 9. pyritization

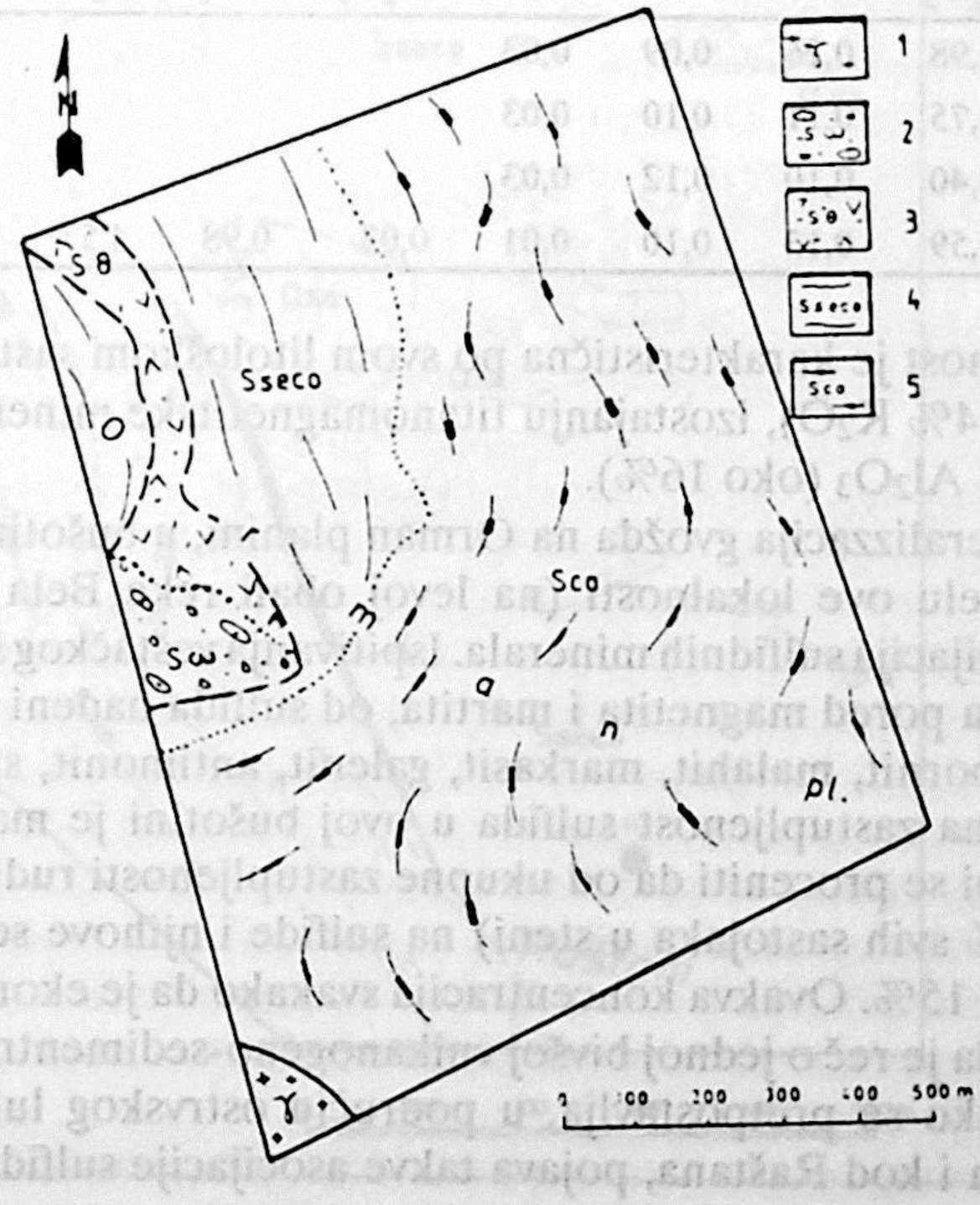
Požaranska planina, nalazi se oko 10 km severozapadno od Gostivara i predstavlja istočne ogranke masiva Šar planine.

U sastavu Požaranske planine osim hloritskih škriljaca i amfibolita učestvuju metagranitoidi, metagabrovi, metarioliti, metatufovi i sericitski kvarciti. Obzirom da su u pojedinim hloritskim škriljcima zapažena zrna ovalnih oblika sastavljena od kalcita i albita moglo bi se u takvim slučajevima pretpostaviti da se radi o metaspilitu.

Prema dosadašnjem poznavanju glavni rudni mineral je magnetit. Na jednom mestu zapažena je i pojava malog, verovatno razorenog gvozdenog šešira. Kako su u limonitu iz tog gvozdenog šešira identifikovani ostaci pirita stalo se na stanovište da je u pitanju primarna piritska mineralizacija. Uz taj pirit registrovan je i halkopirit kao pratilac. Oba minerala izgleda da su naknadna u odnosu na petrogenetsku sredinu, jer se javljaju u obliku tankih žica.

Detaljna ispitivanja ovih mineralizacija na Požaranskoj planini nisu obavljena. Jedino je prikupljen manji broj proba u kojima je registrovan sadržaj Fe oko 11% i TiO_2 od oko 3%.

Orman planina je udaljena oko 12 km SZ od Kičeva, odnosno oko 6 km južno od rudnika "Tajmište". Ako bi se posmatrao savremeni položaj zone zelenih škriljaca od Požaranske planine do Pelistera zapazila bi se interesantna pojava, naime, na zapadnom obodu ove zone nalaze se pretežno metamorfisane magmatske stene



Sl. 18 - Geološka karta Orman planine
1. Metagranitoid, 2. metaaglomerat, 3. metatuf, 4. Sericitsko-hloritski škriljac, 5. hloritsko-sericitski škriljac

Fig. 18 - Geological map of the Orman mountain
1. Metagranitoid, 2. metaaglomerat, 3. metatuff, 4. sericite-chlorite schist, 5. chlorite-sericite schist.

kiselijeg sastava, dok je istočni deo predstavljen metamorfitisanim bazičnim magmatskim stenama.

U litološkom sastavu Orman planine učestvuju kvarciti, hloritošisti, sericitsko-hloritski i hloritsko-sericitski škriljci, mikašisti, gnajsevi, metamorfisani riodaciti, metamorfisani tufovi, metamorfisani aglomerati i kataklazirani granitoid. Veoma važnu karakteristiku ovih stena predstavlja snažna feldspatizacija i liskunizacija. Ove promene su dovele do obrazovanja mikašista i gnajseva. Kao što se vidi, ovde je reč o snažnoj kalijskoj metasomatozi. Pretpostavlja se da je to u vezi sa kataklaziranim granitoidom, čija starost do sada nije identifikovana. Sigurno je da je utisnut posle formiranja metariodacitskih stena, moguće je da pripada mlađoj bajkalskoj fazi, ili pak kaledonskom, ili hercinskom ciklusu. Istina, kontaktnometamorfne promene nisu zapažene; ako bi se izuzele pomenute alteracije, onda relativna starost ovog kataklazikranog granitoida je pod velikim znakom pitanja.

Kada se govori o mineralizacijama, ovu lokalnolst karakterišu magnetitske impregnacije. Magnetit se javlja u obliku kristala čije dimenzije variraju do 3 mm. U celini uzevši njihova koncentracija je ravnomerna i mala, što se vidi i iz sadrž.aja gvožđa.

Tabela 8. Hemijski sastav mineralizacije na Orman planini
Table 8. Chemical compositioin of mineralizations on the Orman mountain

Fe	SiO_2	Al_2O_3	MnO	P	S	Cr_2O_3	TiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
6,05	63,28	15,98	0,26	0,09	0,03						
6,67	61,97	15,75	0,11	0,10	0,03						
6,68	59,73	16,40	0,10	0,12	0,03						
7,28	60,11	15,59	0,13	0,10	0,01	0,03	0,98	4,57	2,13	0,93	3,09

Ova lokalnost je karakteristična po svom litološkom sastavu, kalijskoj metasomatozi (preko 4% K_2O), izostajanju titanomagnetitske mineralizacije i relativno visokom sadržaju Al_2O_3 (oko 16%).

Osim mineralizzacija gvožđa na Orman planini, u bušotini koja je locirana u jugozapadnom delu ove lokalnosti (na levoj obali reke Bela voda), utvrđena je interesantna asocijacija sulfidnih minerala. Ispitivanja veštačkog šliha jezgra bušotine u dvema probama pored magnetita i martita, od sulfida nađeni su: pirit, halkopirit, halkozin, zatim bornit, malahit, markasit, galenit, antimonit, sfalerit, arsenopirit i tetraedrit. Ukupna zastupljenost sulfida u ovoj bušotini je manja od magnetita i martita i moglo bi se proceniti da od ukupne zastupljenosti rudnih minerala (a njih je svega oko 12% svih sastojaka u steni) na sulfide i njihove sekundarne minerale otpada svega oko 15%. Ovakva koncentracija svakako da je ekonomski neinteresantna, ali obzirom da je reč o jednoj bivšoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji, koja je uz to nastala, kako se pretpostavlja, u području ostrvskog luka, i kako je slična situacija utvrđena i kod Raštana, pojava takve asocijacije sulfida na Orman planini postaje interesantna, u prvom redu sa naučnog aspekta, pogotovo što se ocenjuje da je reč o vulkanogeno-sedimentnom tipu mineralizacije.

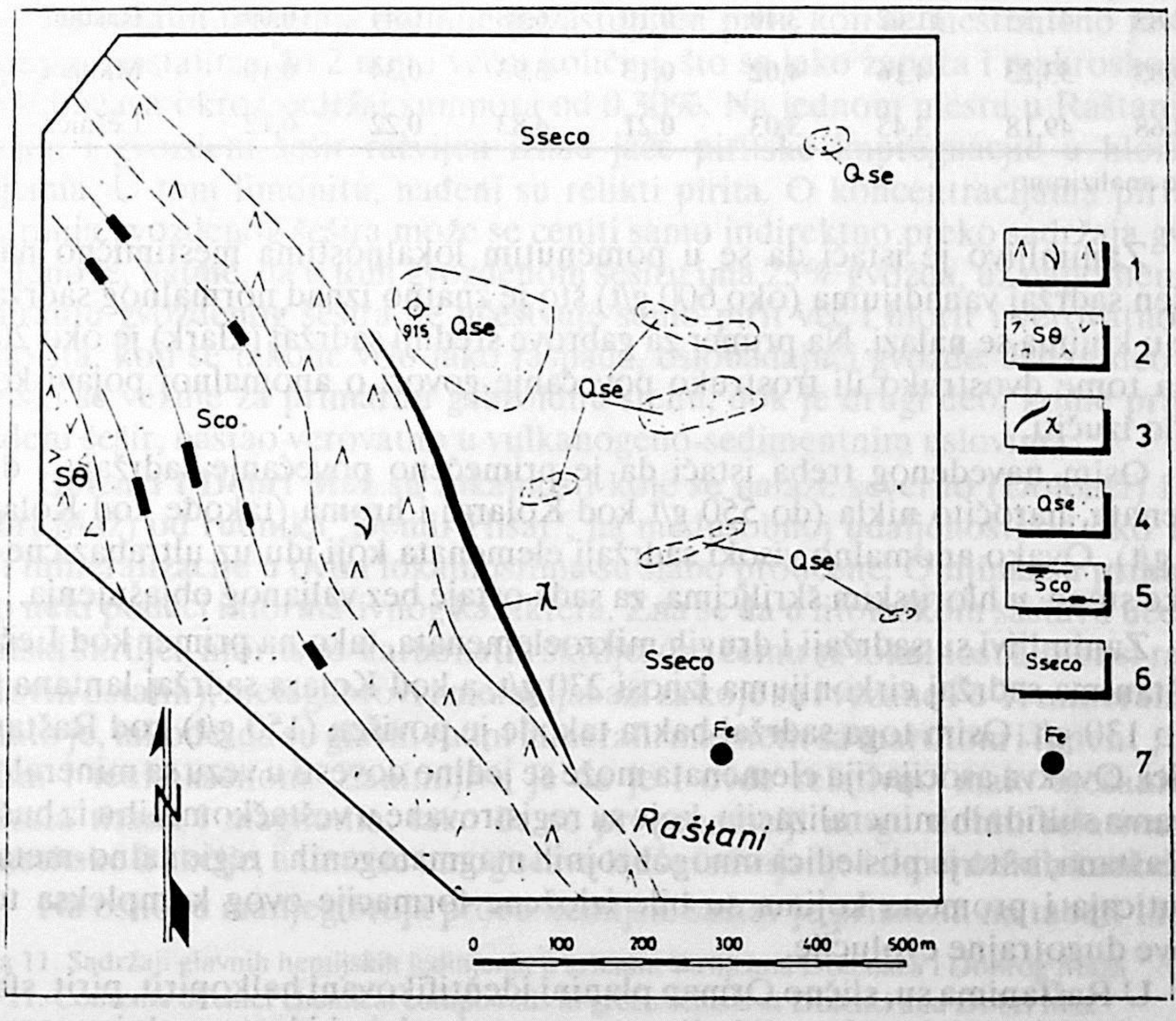
Kolari, Lešnica, Raštani. Sve tri lokalnosti predstavljaju jednu petrogenetsku i metalogenetsku celinu u vremenu i prostoru. nalaze se, počev od Raštana (SZ kraj Kičeva) do Bele Vode. Najbolje proučena, iako takođe na niskom nivou, je lokalnost Raštani, ujedno ona je i najzanimljivija. U litološkoj građi učestvuju metagabro,

metadijabaz, metaspilit i razni hloritski škriljci, čiji protolit nije bilo moguće identifikovati. Pretpostavlja se medutim, da veliki njihov deo vodi poreklo od bazičnih magmatskih stena. Dalje, kao sastavni deo zelenog kompleksa, i ovde se javljaju metarioliti, metariodaciti, metadaciti i njihovi metamorfisani tufovi. Kao i na Orman planini tako i u Raštanima kiselije magmatske stene se javljaju na zapadnom obodu zelenog kompleksa, dok su na istočnom delu ove zone prisutne bazične magmatske stene, svakako metamorfisane.

Prema dosadašnjim saznanjima moguće je izdvojiti tri genetska tipa mineralizacija: magmatogeni, metamorfisani, vulkanogeno-sedimentni, takode metamorfisani i sedimentni metamorfisani.

U većini slučajeva gvožde i titan se kod Raštana javljaju zajedno ali retko kao titanomagnetit. To je magmatogeni tip mineralizacije, a impregnacija je jedini način pojavljivanja. Ona je neravnomerna, što se manifestuje varijabilnim sadržajima gvožda i titana u zelenim škriljcima.

Ovaj genetski tip mineralizacija javlja se u sve tri lokalnosti, s tim što su najslabije mineralizacije kod Kolara, dok su u Lešnici i kod Raštana koncentracije veće.



Sl. 19 - Geološka karta Raštana
1. Metagabro, 2. metatuf, 3. metariolit, 4. sericitski kvarcit, 5. hloritsko-seiricitski škriljac, 6. sericitsko-hloritski škriljac, 7. gvozdeni šešir

Fig. 19 - Geological map of the Raštani village
1. Metagabbro, 2. metatuff, 3. metarhyolite, 4. sericite quartzite, 5. chlorite-sericite schist, 6. sericite-chlorite schist, 7. iron hat

Bez obzira na zajedničko javljanje magnetita i titanovih minerala oni retko kad formiraju mešovita zrna, drugim rečima to znači da su magnetit i minerali Ti razdvojeni. To su impregnacije u kojima se javljaju magnetit, ilmenit, rutil, sfen i leukoksen (ovo je posebno karakteritstično za Raštane). Dok je magnetit zahvaćen jačom ili slabijom martitizacijom, ilmenit je zahvaćen jačim ili slabijim pretvaranjem u sfen i leukoksen. Uz napomenu da su sfen i lekukoksen podrdeno zastupljeni u odnosu na ilmenit, a njihovo učešće najčešće se svodi na sporedne sastojke u steni. Magnetit se javlja u obliku kocke, ređe i u obliku oktaedra. Dimenzije kristala variraju do 2 mm. Delimična ispitivanja hemijskog sastava dala su sledeće rezultate:

Tabela 9. Hemijski sastav zelenih škriljaca
Table 9. Chemical composition of green schists

u %

Fe^{*}	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	MnO	MgO	P_2O_5	S	Lokalnost
13,93	43,40	12,30	5,06	0,27	5,56	0,20	0,15	Raštani
12,37	38,62	13,38	x	0,39	x	0,26	0,06	Raštani
11,43	43,05	11,26	x	0,38	x	0,29	0,06	Raštani
12,83	41,55	11,62	3,40	0,10	6,88	0,44	0,09	Raštani
9,83	53,23	14,16	4,02	0,13	3,93	0,34	0,10	Midinci
8,68	49,18	13,45	3,03	0,21	4,83	0,22	0,12	Lešnica

x - nije analizirano

Zanimljivo je istaći da se u pomenutim lokalnostima mestimično nalazi i povišen sadržaj vanadijuma (oko 600 g/t) što je znatno iznad normalnog sadržaja za stene u kojima se nalazi. Na primer za gabrove srednji sadržaj (klark) je oko 200 g/t, prema tome dvostruko ili trostruko povećanje govori o anomalnoj pojavi koju bi trebalo izučiti.

Osim navedenog treba istaći da je primećeno povećanje sadržaja i drugih elemenata, naročito nikla (do 550 g/t kod Kolara) i hroma (takođe kod Kolara do 1100 g/t). Ovako anomalno visoki sadržaji elemenata koji idu uz ultrabazične magmatske stene, u hloritskim škriljcima, za sada ostaje bez valjanog objašnjenja.

Zanimljivi su sadržaji i drugih mikroelemenata, tako na primer kod Lešnice i u Raštanima sadržaj cirkonijuma iznosi 230 g/t, a kod Kolara sadržaj lantana kreće se oko 130 g/t. Osim toga sadržaj bakra takođe je povišen (150 g/t) kod Raštana i u Lešnici. Ovakva asocijacija elemenata može se jedino dovesti u vezu sa mineraloškim pojavama sulfidnih mineralizacija, koje su registrovane u veštačkom šlihu iz bušotine kod Raštana, a što je posledica mnogobrojnih magmatogenih i regionalno-metamorfnih uticaja i promena kojima su bile izložene formacije ovog kompleksa tokom njegove dugotrajne evolucije.

U Raštanima su, slično Orman planini identifikovani halkopirit, pirit, sfalerit, antimonit, galenit i dr. minerali koji verovatno pripadaju hidrotermalnim paragenezama.

Sadržaji pojedinih mikroelemenata prikazani su u tabeli 10.

---

* Mestimično, kao što je slučaj u nekim bušotinama sadržaj Fe bio je 18%

Tabela 10. Sadržaji mikroelemenata u stenama zelenog kompleksa Kolara, Lešnice i Raštana
Table 10. Contents of microelements in rocks of green complex in Kolari, Lešnica and Raštani

Mn	Pb	Ga	V	Cu	Y	Zr	Ni	Co	Sc	Cr	Ba	Sr	Yb	La	Lokalnost
6000	17	16	250	60	25	180	550	30	-	1100	60	40	3	130	Hloritski škriljac Kolari
2500	13	30	600	150	3	230	50	40	20	30	280	70	3	-	Metagabro Raštani
750	10	13	80	4	12	150	2	5	-	1	20	40	-	-	Hloritski škriljac Midinci
2000	10	16	250	120	15	230	50	30	36	80	150	350	-	-	Metagabro Lešnica

Što se tiče glavne mineralizacije kod Raštana može se reći da je jednostavna. Magnetit je najvažniji i najobilniji rudni mineral; mestimično je udružen sa mineralima titana, kao titanomagnetit, zatim martit, koji u različitom stepenu martitiše magnetit; mestimično su zapaženi hematit i ilmenohematit (za koju bi se moglo pretpostaviti da većim delom predstavlja martitisani titanomagnetit).

Od titanovih minerala najzastupljeniji je ilmenit, potom slede rutil, sfen i leukoksen, koji su sekundarni i podređeni u odnosu na ilmenit, što može imati uticaja na ocenu potencijalnosti mineralizacija titana.

Od ostalih minerala obilnije je zastupljen pirit, koji se mestimično javlja i u krupnijim kristalima do 2 mm i većoj količini, što se lako zapaža i makroskopski, a to se odražava i kroz sadržaj sumpora od 0,30%. Na jednom mestu u Raštanima je izdvojen i gvozdeni šešir razvijen iznad jače piritske impregnacjie u hloritskim škriljcima. U tom limonitu, nađeni su relikti pirita. O koncentracijama pirita pre formiranja gvozdenog šešira može se ceniti samo indirektno preko sadržaja gvožđa. Utvrđeno je, naime, da u tom gvozdenom šeširu ima 25% gvožđa, uz napomenu da u formiranju gvozdenog šešira ne učestvuje samo pirit već i hlorit i verovatno malo Fe-hlorita, koji se takođe vrlo lako raspada, oslobađajući gvožđe. Jedan deo pirita genetski se vezuje za primarnu gabroidnu stenu, dok je drugi deo, kome pripada i gvozdeni šešir, nastao verovatno u vulkanogeno-sedimentnim uslovima.

Dolenci i Dobri Maž su lokalnosti koje se nalaze severno (Dolenci) i južno (Dobri Maž) od rudnika "Demir Hisar", na međusobnoj udaljenosti od oko 15 km. Fe-Ti mineralizacije u ovim lokalnostima su slabo proučene. O njima su prikupljeni samo neki podaci informativnog karaktera. Zna se da u litološkom sastavu učestvuju hloritski škriljci, hloritsko-karbonatni škriljci (po čemu se lokalnost Dolenci razlikuje od svih ostalih), metagabrovi i metadijabazi za koje su i vezane Fe-Ti mineralizacije. Poznato je, takođe, da su glavni rudni minerali: magnetit sa martitom i ilment , praćen sfenom i leukoksenom. Zanimljivo je da je i ovde relativno malo mešanih zrna minerala titana i magnetita, tako da se pri separaciji mogu dobiti relativno čiste magnetitske frakcije, a time se omogućava lakše izdvajanje i ilmenitskih koncentrata.

Na osnovu manjeg broja proba hemijski sastav je prikazan na tabeli 11.

Tabela 11. Sadržaji glavnih hemijskih jedinjenja u zelenim škriljcima Dolenaca i Dobrog Maža
Table 11. Contents of chief chemical compounds in green schists at Dolenci and Dobri Maž

u %

FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	MnO	MgO	P_2O_5	S	Na_2O	K_2O	Lokalnost
1,15	8,75	64,32	13,14	2,50	0,24	2,30	0,05	0,08	2,14	2,48	Dolenci
4,33	8,78	45,82	14,03	6,38	0,22	3,93	0,34	0,10	5,36	0,18	Dolenci
8,50	4,45	45,96	19,15	3,80	0,15	7,63	0,12	0,08	3,04	1,00	Dobri Maž

Dok se sadržaji mikroelemenata znatno razlikuju od lokalnosti kod Kičeva.

Tabela 12. Sadržaji mikroelemenata u zelenim škriljcima kod Dolenaca i Dobrog Maža
Table 12. Contents of microelements in green schists near Dolenci and Dobri Maž

u g/t

Pb	Ga	V	Cu	Y	Zr	Ni	Co	Cr	Ba	Sr	La
13	7	100	45	15	70	30	10	10	180	40	45
10	13	30	50	15	70	50	30	80	120	500	-
10	7	200	30	15	90	40	10	25	120	30	-

Iz ove dve tabele vidi se jedino da je kod Dolenaca sadržaj TiO_2 relativno visok. Od uzete dve probe u jednoj je zastupljen TiO_2 sa preko 6%, što predstavlja najveći sadržaj u odnosu na ostale lokalnosti. To je veoma interesantno pošto je u pitanju ilmenit, po čemu bi ova pojava mogla biti i ekonomski interesantna.

Pelister predstavlja najjužniju lokalnost zelenih škriljaca zapadne Makedonije sa Fe-Ti mineralizacijama. I ovde je reč o impregnacijama sličnim ili istim sa ostalim lokalnostima. Kristali magnetita su više ili manje martitisani i javljaju se u obliku kristala kocke ili oktaedra veličine do 1 mm. Oni impregnišu hloritske škriljce, metagabrove i metadijabaze.

Zanimljivo je istaći da se u ovoj lokalnosti, u zelenim škriljcima mestimično javljaju kvarcno-magnetitske žice, kakav slučaj nije zabeležen ni u jednoj prethodnoj lokalnosti. U vezi sa tim verovatno stoje tragovi starog rudarenja na zapadnim padinama Pelistera (šljačišta). Pretpostavlja se da su u vreme okupacije Turci eksploatisali, ne samo morenski materijal, u kome se nalazi značajnije koncentracije magnetita, već i ove kvarcno-magnetitske žice. Oprobavanjima zelenih škriljaca (istina uzete su samo dve probe) nisu dokazani sadržaji Fe koji bi odstupili od sadržaja u ostalim lokalnostima zone zelenog kompleksa, što se vidi i na priloženoj tabeli 13

Tabela 13. Sadržaji glavnih hemijskih jedinjenja u zelenim škriljcima sa Pelistera
Table 13. Contents of chief compounds in green schists of Pelister Mountain

u %

FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	MnO	MgO	P_2O_5	S	Na_2O	K_2O
2,50	4,00	55,30	15,56	1,60	0,10	7,56	0,17	0,07	2,96	3,26
6,08	5,27	49,25	14,48	3,68	0,20	5,75	0,12	0,10	1,46	0,05

a kao prateći mikroelementi učestvuju sa sledećim sadržajima, tabela 14

Tabela 14. Sadržaji mikroelemenata u zelenim škriljcima sa Pelistera
Table 14. Contents of microelements in green schists of Pelister Mountain

u g/t

Pb	Ga	V	Cu	Y	Zr	Ni	Co	Sc	Cr	Ba	Sr
10	20	250	18	50	150	40	23	26	40	180	130
13	10	100	1	10	35	250	10	12	250	550	300

Najzad treba pomenuti da Karajovanović et al, 1979, navode da u ovim škriljcima ima Cu, Pb i Zn pojava. Ovde to spominjemo iako verujemo da te mineralizacije pripadaju mlađim metalogenetskim epohama, a ne Bajkalskoj.

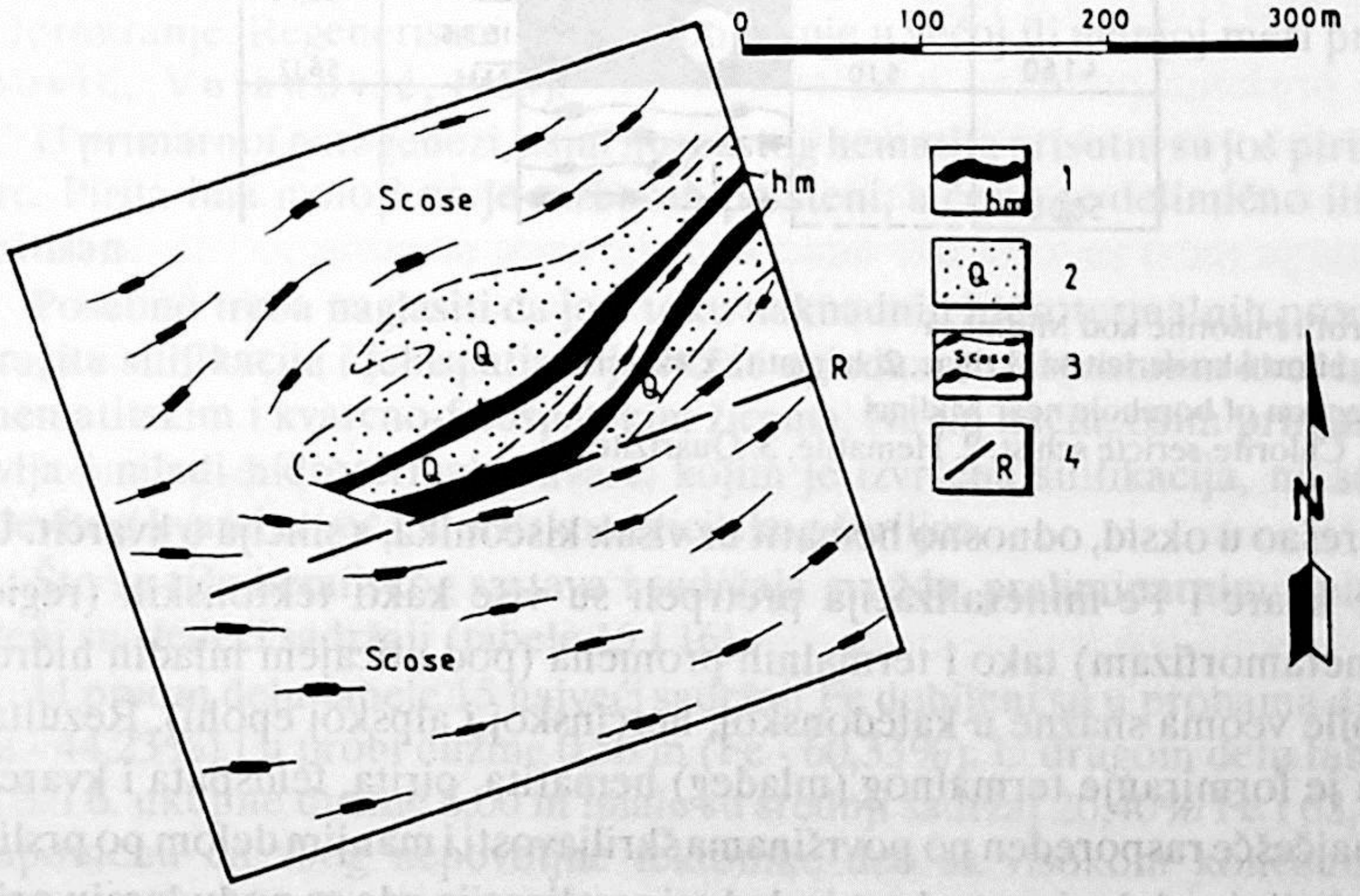
Metamorfisani vulkanogeno-sedimentni genetski tip do sada nije registrovan u zoni zelenog kompleksa Požaranska planina - Pelister, ali obzirom na pretpostavljenu geotektonsku sredinu formiranja magmatskih stena (ostrvski luk), asocijaciju elemenata i rudnih minerala, koji su nađeni u stenama ovog kompleksa, kao i petrogenetsku sredinu u kojoj se nalaze (matične stene), logično je očekivati pronalaženje mineralizacija i ovog genetskog tipa, u zoni zelenog kompleksa o kojoj je reč.

Midinci. Pojava mineralizacije gvožđa u ovoj lokalnosti nalazi se 200 m zapadno od puta Zajas - Tajmište (Kičevo - Gostivar), a oko 350 m severno od sela Midinci.

Ako se posmatra cela zona zelenog kompleksa počev od Šar planine do Pelistera, odnosno do grčke granice, do sada je zabeležena samo jedna pojava hematitske mineralizacije koja bi pripadala primarno sedimentnom, kasnije metamorfisanom tipu. Mineralizacija se nalazi u kvarcitu.

U litološkom sastavu ove lokalnosti učestvuju hloritski, hloritsko-sericitski škriljci i hematitom mineralizovani kvarcit. Kvarcit je sočivastog načina pojavljivanja, a hematitska mineralizacija u njemu je stratiformna. Osmatrana je na dužini od oko 150 u pravcu istok-zapad, što je ujedno i njen pravac pružanja, i oko 50 m u pravcu sever-jug.

Po dubini mineralizacija je praćena do 60 m. Koncentracija hematita u kvarcitu je veoma neravnomerna. To je trakasta mineralizacija, kod koje su trake različite debljine (uslovno rečeno proslojci); variraju od tragova po površinama škriljavosti



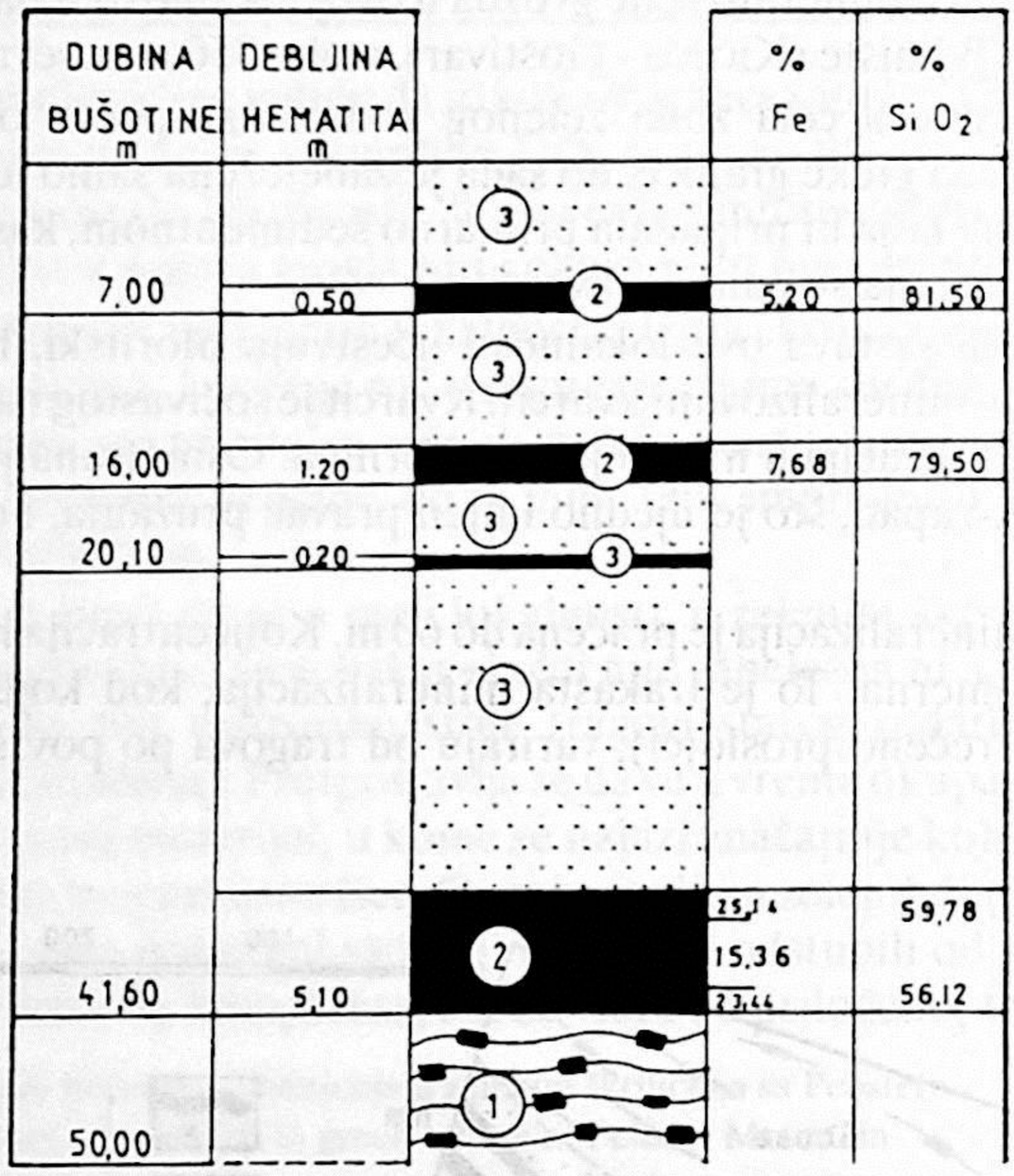
Sl. 20 - Geološka karta hematitske pojave kod Midinaca
1. Hematit, 2. kvarcit, 3. hloritsko-sericitski škriljac, 4. rased

Fig. 20 - Geological map of hematite occurrence near Midinci
1. Hematite, 2. Quartzite, 3. Chlorite-sercite schist, 4. Fault

do 2 mm. U ovom kvarcitu moglo bi se izdvojiti više zasebnih intervala sa hematitskim obogaćenjima, čije debljine variraju od 10 cm do 10 m. Najveća, do sada registrovana koncentracija hematita zapažena je na površini terena i taj deo je debeo 1,50 m.

Podinu kvarcitu sa hematitom čine hloritsko-sericitski i hloritski škriljci, bivše izlivne bazične stene sa slabim piritskim impregnacijama.

Hematitska mineralizacija pripada sedimentnom metamorfisanom genetskom tipu. Pretpostavlja se da su gvožđe i silicija prineseni vulkanskim hidrotermama, da su se najpre formirali kao hidroksidi gvožđa i silicije, da bi u daljoj evoluciji hidroksid

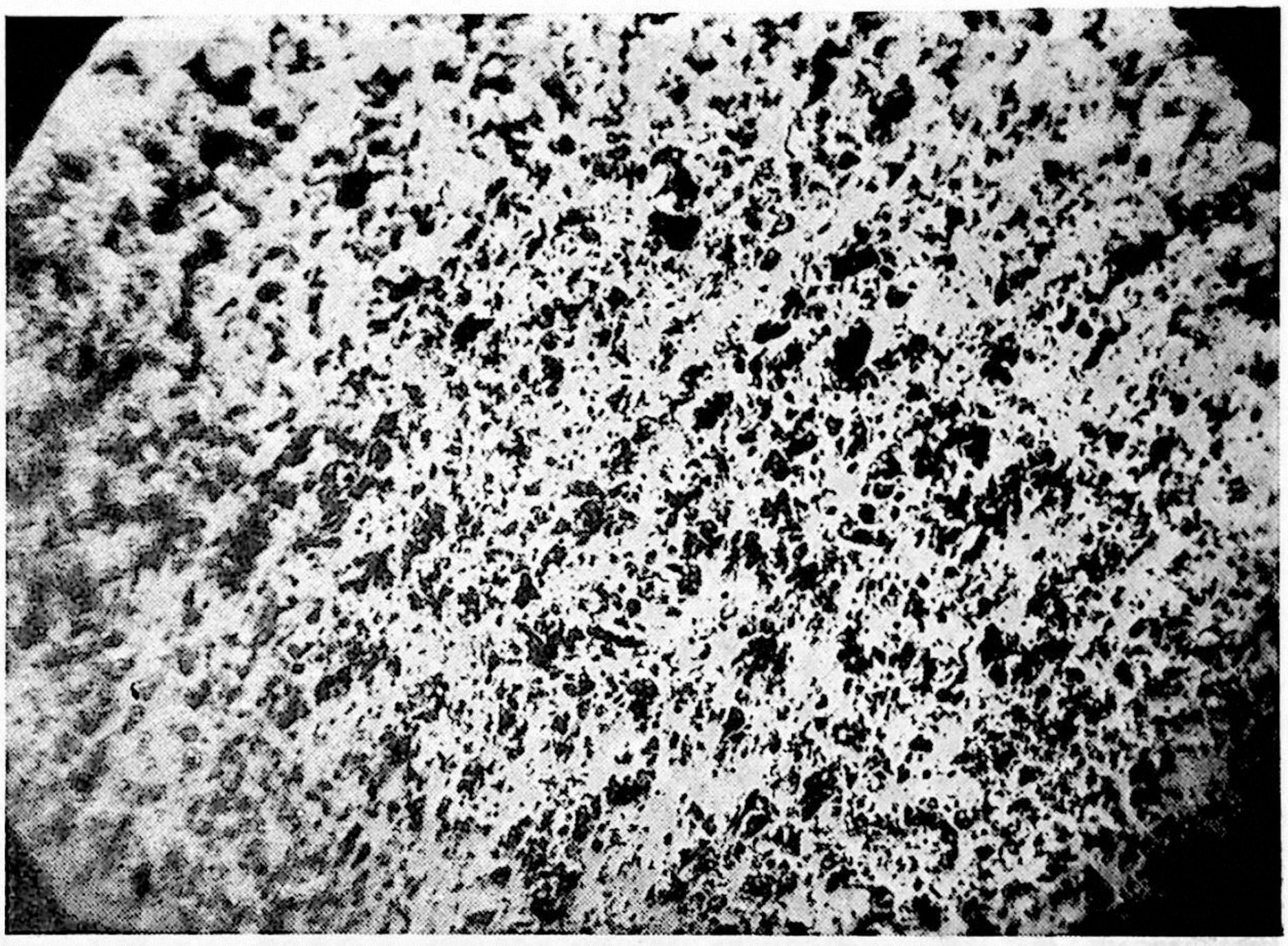


Sl. 21 - Profil bušotine kod Midinaca
1. Hloritsko-sericitski škriljac, 2. hematit, 3. kvarcit

Fig. 21 - Section of borehole near Midinci
1. Chlorite-sericte schist, 2. Hematite, 3. Quartzite

gvožđa prešao u oksid, odnosno hematit uz višak kiseonika, a silicija u kvarcit. U toku evolucije kvarc i Fe-mineralizacija pretrpeli su više kako tektonskih (regionalni dinamometamorfizam) tako i termalnih promena (pod uticajem mlađih hidrotermi koje su bile veoma snažne u kaledonskoj, hercinskoj i alpskoj epohi). Rezultat svih promena je formiranje termalnog (mlađeg) hematita, pirita, feldspata i kvarca. Hematit je najčešće raspoređen po površinama škriljavosti i manjim delom po prslinama, otud u pojedinim delovima trakast izgled mineralizacije gde se podudaraju primarni (sedimenti) i regenerisani (termalni) hematit (sl. 22, 23).

"Regenerisani hematit se jasno razlikuje od primarnog, jer skoro uvek pokazuje kristalnu formu (ljuspasti hematit), a kristali mu mogu dostići dužinu i do 2 cm. Krupni kristali hematita zapaženi su i u prslinama u steni gde su imali veći prostor za



Sl. 22 - Primarni hematit, u kvarcitu (ulje, uvećanje 180 puta, foto Vujanović, iz Jančić et al, 1964)
Fig. 22 - Primary hematite in quartzite (oil immersion, 180x, photo Vujanović, from Jančić et al, 1964)

svoje formiranje. Regenerisani hematit potiskuje u većoj ili manjoj meri primarni..." (Popović, Vujanović, 1965).

U primarnoj paragenezi, osim ljuspastog hematita prisutni su još pirit, feldspat i kvarc. Pirita ima malo i on je razbacan po steni, a često je delimično ili potpuno limonitisan.

Posebno treba naglasiti da je u toku naknadnih hidrotermalnih procesa došlo do izrazite silifikacije i feldspatizacije što se ogleda u novonastalim kvarcnim, kvarcno-hematitskim i kvarcno-feldspatskim žicama. Na taj način, osim primarnog ovde se javlja i mlađi hidrotermalni kvarc, kojim je izvršena silifikacija, ne samo ovog gvoždevitog kvarcita već i hloritsko-sericitskog škriljca.

Što se tiče hemijskog sastava i sadržaja gvožđa, preliminarnim ispitivanjima, utvrđeni su sledeći sadržaji (tabele 15 i 16).

U prvom delu tabele 15 najveći sadržaji Fe dobijeni su u probama dužine 1,50 m (Fe - 44,23%) i u probi dužine 0,50 m (Fe - 60,33%). U drugom delu tabele probe 3., 4., 5. i 6. ukupne dužine 6,00 m imale su srednji sadržaj 20,40% Fe i 62,48% SiO_2 uz napomenu da zbog nepovoljne tektonike deo sa visokom koncentracijom u raskopima nije presečen bušotinom.

Posebnu karakteristiku ove pojave predstavlja jača ili slabija limonitizacija sve do 60 m dubine. Istina ona nije kontinuirana već se javlja sa prekidima. Pretpostavlja se da je posledica raspadanja sulfida gvožđa.

Takođe treba pomenuti da je ova mineralizacija presečena jednim rasedom čiji



Sl. 23 - Primarni hematit potisnut ljuspastim hematitom u kvarcitu. Uvećanje 180 puta (foto Vujanović, iz Jančić et al, 1964)

Fig. 23 - Primary hematite replaced by hydrothermal flaky hematite. Enlarged 180 x (photo Vujanović, from Jančić et al, 1964)

je pravac pružanja približno istokseveroistok - zapadjugozapad. Deo hematitske mineralizacije, odnosno gvožđevitog kvarcita, koji pripada južnom bloku ovog raseda nije ispitivan tako da se ne zna da li je taj blok sačuvan ili ne.

Kada je reč o značaju ove mineralizacije onda se može reći da se on ogleda prvenstveno u metalogenetskom pogledu. Ona je, naime za sada jedina poznata pojava u zelenom kompleksu zapadne Makedonije, za koji je pretpostavljeno da pripada bajkalskoj metalogenetskoj eposi.

Kada se govori o zelenom kompleksu neophodno je istaći da je Vukašinović (1961), radeći na aeromagnetskim ispitivanjima zapadne Makedonije, imao uređaj (aeromagnetometar) sa dva kanala; jedan je služio za ispitivanje totalnog magnetskog polja dok je drugim merena radioaktivnost iz vazduha. Tom prilikom u metariolitskim tufovima kod Raštana registrovao je radioaktivnost intenziteta od 5 mikrorentgena na čas (merenje je obavljeno iz helikoptera). Ova radioaktivnost je lokalnog karaktera i u odnosu na okolne stene ona je anomalna. Ona verovatno, obzirom da je reč o metavulkanitima, potiče od nekih malih koncentracija urana, za sada neinteresantnih. No, u svakom slučaju zanimljiva je obzirom da nigde u blizini nije registrovana ni približno slična, čak ni u metavulkanitima riolitskog sastava susednih lokalnosti. U svakom slučaju bilo bi zanimljivo utvrditi sve karakteristike ove radioaktivnosti i uporediti je sa na primer pojavom uranske mineralizacije u Vrutoku kod Gostivara.

Tabela 15. Sadržaji glavnih hemijskih jedinjenja i elemenata u Midincima
Table 15. Contents of chief chemical elements and compounds in Midinci

u %

Fe	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Mn	S	P	dužina probe
Raskopi Trenchs							
44,23	33,52	1,01	0,50	0,083	0,08	0,025	1,50 m
47,18	26,29	x	x	x	x	x	0,30 m
18,95	63,36	x	x	x	x	x	0,60 m
21,04	64,77	x	x	x	x	x	0,50 m
60,33	8,36	1,32	0,21	1,44	0,47	-	0,50 m
16,69	69,74	3,31	0,98	0,21	0,25	-	0,20 m
19,59	65,96	4,84	0,26	0,43	0,021	-	1,00 m
Bušotina Drill hole							
25,21	59,53	x	x	x	x	x	
11,55	73,45	x	x	x	x	x	
25,82	59,78	x	x	x	x		rezultati iz
18,42	65,59	x	x	x	x	x	bušotine gde je
13,20	68,44	x	x	x	x	x	bila dužina proba od 0,80
24,15	56,12	x	x	x	x	x	m do 6,00 m
17,13	72,92	x	0,37	0,56	0,069	x	
16,96	74,95	x	0,36	0,49	0,16	x	

x - nije analizirano

KALEDONSKA METALOGENETSKA EPOHA

U ovoj metalogenetskoj eposi stvarane su stene koje pripadaju filitoidnom kompleksu (Popović, 1989), a u čijem se sastavu nalaze metamorfisane intruzivno-vulkanogene i vulkanogeno-sedimentne tvorevine (formacije). Među njima izdvajaju se metaklastiti, metakarbonati, metavulkaniti, metagabrovi i metagranitoidi. Starost stena ovog kompleksa utvrđena je na osnovu faunističkih podataka u metaklastitima i metakarbonatima (Antonović, Popović, Stojanović-Kuzenko, 1966 i Radojičić, Petkovski, 1974) kao i na osnovu ispitivanja izotopske starosti nekih granitoida Pelistera (Šoptrajanova, 1967).

Kaledonske formacije leže diskordantno preko formacija zelenog kompleksa. Na osnovu međusobnog odnosa b-osa naboranih struktura zelenog kompleksa, čiji je pravac pružanja približno istok - zapad i kaledonskih čiji je pravac pružanja približno

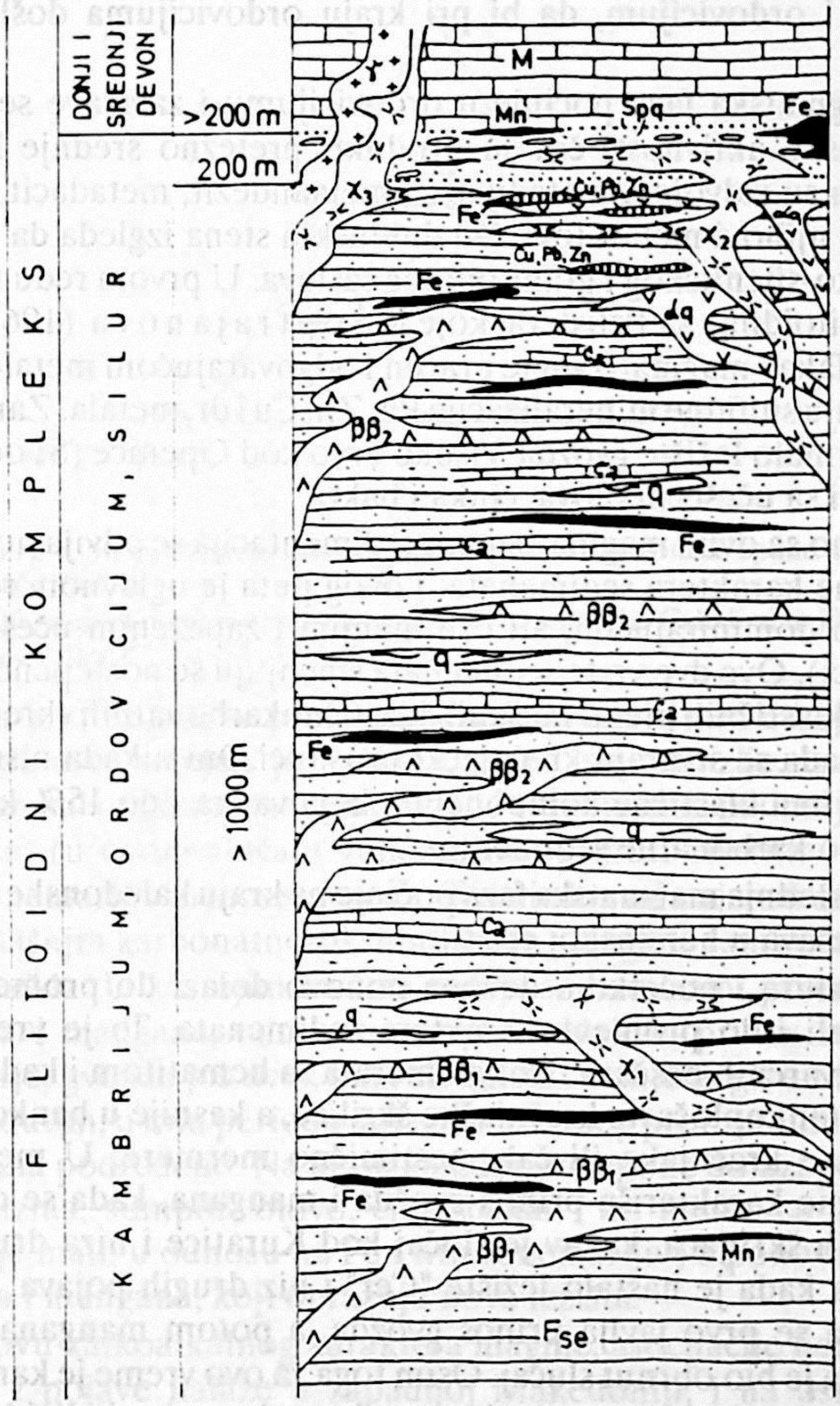
TEKTONSKO-MAGMATSKI CIKLUSI	METALOGE-NETSKA EPOHA	VREME U MILIONIMA GODINA /10^6/	STRATIGRAFSKA KLASIFIKACIJA		
			EON	ERA	PERIODA
			FANEROZOIK	KENOZOIK	TERCIJAR
	ALPSKA	100			KREDA
ALPSKI	KIMERIJSKA	240		MEZOZOIK	JURA
					TRIJAS
HERCINSKI (VARISCISKI)	HERCINSKA	380			PERM
					KARBON
					GORNJI DEVON
					SREDNJI DEVON
					DONJI DEVON
					SILUR
					ORDOVICIJUM
KALEDONSKI	KALEDONSKA	590		PALEOZOIK	KAMBRIJUM
BAJKALSKI-MLADJA FAZA		700	PROTEROZOIK		
BAJKALSKI-STARIJA FAZA	BAJKALSKA	950		GORNJI	
GRENVILSKI		1100			
		1800		SREDNJI	
		2500		DONJI	

Sl. 24 - Tektonomagmatska, metalogenetska i stratigrafska klasifikacija zapadne Makedonije na osnovu podataka Grubića (1972), Ilića (1974), Haq, Eysinga (1987), Jankičevića (1989).

Fig. 24 - Tectonomagmatic, metallogenic and stratigraphic classification of western Macedonia based on data Grubić (1972), Ilić (1974), Haq, Eysinga (1987) and Jankičević (1989)

severseveroistok - jugjugozapad do sever - jug, vidi se da se formacije jednog i drugog kompleksa nalaze u međusobnom odnosu pod uglom od oko 70° do 90°. Takav njihov međusobni odnos nastao je kao rezultat tektonske diskordancije.

Mnogobrojnim paleontološkim ispitivanjima, kao što je već rečeno, pouzdano su dokazani kambrijum, ordovicijum, delimično silur, donji i srednji devon. U periodu kambrijum - devon stvoren je jedan veoma složen kompleks stena počev od klastita do karbonata i od intruziva do vulkanita. Stvaranje ovih formacija odvijalo se u uslovima koji su se često menjali. Na početku, u kambrijumu, formiraju se prvenstveno klastični sedimenti praćeni submarinskim vulkanizmom. U ovom vremenu nastaju metagabro, metadiorit, metagranitoid, metadijabaz, metaspilit, metadacitoidne i metariolitske stene i njihovi metatufovi. Oni se mešaju sa sedimentima, a vulkanskim hidrotermama prinose se velike količine metala; najpre mangana, kada se obrazuju ležišta na Stogovu, a potom sledi gvožđe, kada se formiraju velika ležišta, kao što su Tajmište i Demir Hisar i mnogobrojna manja ležišta i pojave. to je vreme bazičnog, a potom i kiselog magmatizma, koji reprezentuju savremene metagabriodne, metadioritske i metagranitoidne stene, a u efuzivnom području metadijabazne, metaspilitske, metariolitske stene sa njihovim metatufovima. Ova magmatska faza (aktivnost) traje



Sl. 25 - Geološki stub paleozoika zapadne Makedonije (Popović, 1989a)
1. Metagranitoid, 2. metariolit "3", 3. meramerisani krečnjak, 4. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat, 5. sulfidne mineralizacije, 6. metariolitporfir "2", 7. metadacito-andezit, 8. metadijabaz "2" i metaspilit, 9. kvarcit, 10. kalkšist, 11. metariolit "1", 12. ležišta mangana i gvožđa, 13. metadijabaz "1", 14. sericitski filit

Fig. 25 - Geological column of Paleozoic units in western Macedonia (after Popović, 1989a)
1. Metagranitoid, 2. Metarhyolite "3", 3. Limestone marmorized, 4. Metamorphozed quartzose sandstone and conglomerate, 5. Sulfide mineralization, 6. Metarhyolite "2", 7. Metadacite-andezite, 8. Metadiabase "2" and metaspilite, 9. Quartzite, 10. Calcschiste, 11. Metarhyolite "1", 14. Sericite plyllite.

kroz kambrijum i ordovicijum, da bi pri kraju ordovicijuma došlo do promene hemizma.

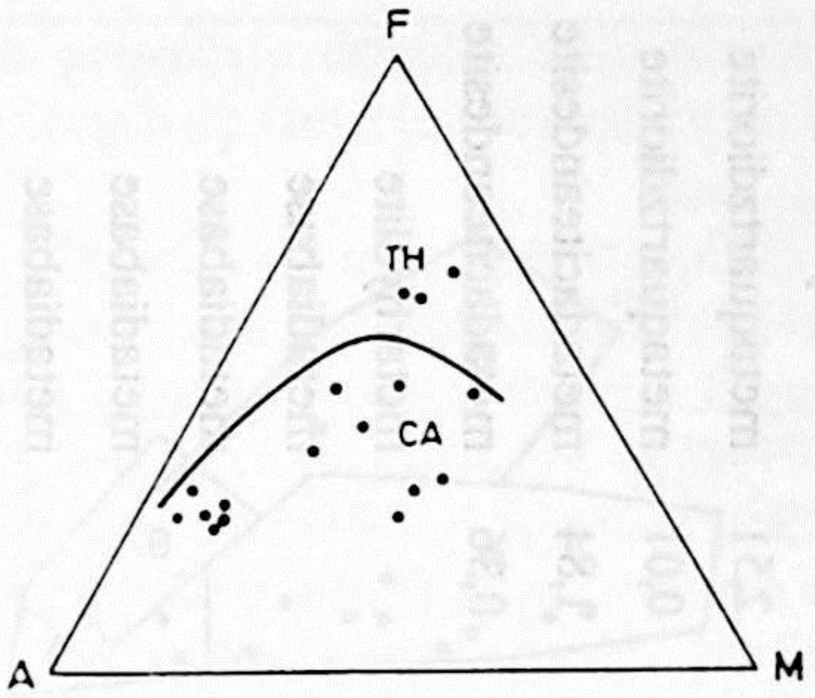
Druga magmatska faza počinje u ordovicijumu i završave se u siluru, kada dolazi do vulkanske aktivnosti čiji su produkti pretežno srednje kiseli do kiseli vulkaniti. Za sada su izdvojeni metadijabaz, metaandezit, metadacit, metadacitoandezit, metariolit i njihovi metatufovi. Od dubinskih stena izgleda da ovde pripadaju stene monconitsko-sijenitskog i granitoidnog sastava. U prvom redu tu bi moglo biti reči o nekim granitoidima sa Pelistera, koje je Šoptrajanova (1967) odredila kao ordovicijumske. Takav magmatizam je praćen i odgovarajućom metalogenijom. Tada se, naime, formiraju sulfidne mineralizacije Pb, Zn, Cu i dr. metala. Zanimljivu pojavu predstavlja jedno malo ležište gvožđa Visoko drvo kod Openice (SI od Ohrida), koje je tada nastalo, ali sa učešćem olova, cinka i bakra.

Istovremeno sa ovim magmatizmom sedimentacija se odvija normalno, jedino dolazi do promene karaktera sedimenata. I ovog puta je uglavnom reč o klastičnim sedimentima, kao dominirajućim, ali i sa manjim i zapaženim učešćem karbonata (krečnjački škriljci). Ove dve vrste sedimenata smenjuju se postepeno u vertikalnom pravcu: počev od klastičnih preko mešanih klastičnokarbonatnih (krečnjački škriljci) do karbonatnih kada se stvaraju krečnjački proslojci.Oni nikada nisu potpuno čisti već uvek u njima ima klastične komponente, koja varira i do 15% kada počinju da prelaze u klastično karbonatne sedimente.

Najzad, poslednja magmatska faza počinje na kraju kaledonske epohe, a glavna joj se aktivnost dešava u hercinskoj eposi.

Pri kraju silura i početkom devona ponovo dolazi do promene hemizma u prinosu metala, ali i do promene karaktera sedimenata. To je vreme formiranja metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i kada oni postupno prelaze, najpre u tankopločaste krečnjačke škriljce, a kasnije u bankovite i masivne, danas mermerisane krečnjake ili čak mestimično mermere. U metalogenetskom pogledu, ovo vreme karakteriše prinos gvožđa i mangana, kada se obrazuju velika ležišta hematitskih škriljaca, kakav je slučaj kod Kuratice i niza drugih lokalnosti, takođe i mangana kada je nastalo ležište "Cer" i niz drugih pojava. Za ovu fazu je karakteristično da se prvo javlja prinos gvožđa, a potom mangana, za razliku od najranije faze kada je bio obrnut slučaj. Osim toga za ovo vreme je karakteristično da su gvožđe i mangan uglavnom razdvojeni; rudna tela su im individualisana. Samo mestimično ima mešanja i to je prvenstveno rezultat magmatskih aktivnosti u kasnijim vremenima. Rudna tela su, naročito primarna, oštro odvojena i to tako što se manganska nalaze isključivo u kontaktu sa devonskim mermerisanim krečnjacima, dok se hematitski škriljci javljaju u starijim delovima metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata.

Uzimajući ceo ovaj kompleks u obzir, na osnovu ograničenih petrohemijskih ispitivanja, utvrđeno je da magmatske stene ovog kompleksa pripadaju primarnoj bazaltoidnoj magmi kalkoalkalnog niza. Njihovu geotektonsku sredinu obrazovanja kao i svih tipova mineralizacija, odnosno formiranja kompleksa kao celine, moguće je rekonstruisati na sledeći način. Paleontološkim ispitivanjima i merenjem izotopske starosti nekih metamorfisanih magmatskih stena, pouzdano je utvrđeno da je ceo filitoidni, primarno vulkanogeno-sedimentni kompleks, stvaran tokom kaledonskog tektono-magmatskog ciklusa, kada se na ovom delu Balkanskog poluostrva odvijala snažna magmatska aktivnost, čije produkte nalazimo u svim nivoima filitoidnog kompleksa.



Sl. 26 - Dijagram A, F, M. metamorfisanih magmatskih stena kaledonske epohe zapadne Makedonije (Popović, 1989a)

Fig. 26 - A-F-M- diagram of metamorphozed magmatic rocks of the Caledonian Epoch in the western Macedonia (after Popović, 1989a)

Ostrvski luk, za koji se pretpostavlja da je egzistirao u bajkalskom tektono-magmatskom ciklusu, "sabijen" je pod kontinent. Usled kolizije, na obodu kontinenta, razvija se snažan kalkoalkalni magmatizam. U vulkanskom području, kroz emanacije, taj magmatizam (u ovom slučaju vulkanizam) prinosi enormne količine gvožđa i mangana uz zanemarljiv prinos sumpora. To je jedan od najznačajnijih preduslova za formiranje današnjih karbonatno-oksidnih ruda mangana i silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvožđa. U kasnijim fazama menja se hemizam, prvenstveno u pogledu prinosa gvožđa i mangana, odnosno sumpora. Naime, prinos mangana praktično potpuno izostaje, gvožđa još uvek ima, ali daleko manje nego u ranoj fazi vulkanske aktivnosti. Međutim, u tom periodu dolazi do znatnog prinosa sumpora, olova, bakra, cinka i dr. metala podređeno. Na kraju kaledonske epohe dolazi ponovo do značajne promene hemizma; sumpor, olovo, cink, bakar i dr. metali se povlače (praktično njihov prinos je mali, u odnosu na Fe i Mn zanemarljiv) a ponovo dolazi do velikog prinosa gvožđa i mangana, koji obrazuju nova ležišta.

Na osnovu kalkoalkalnog karaktera magme, asocijacije hemijskih elemenata, čija se ležišta i pojave nalaze u zapadnoj Makedoniji, i na osnovu korelacije sa Zonenšainovom et al, 1976., geotektonskom i metalogenetskom rejonizacijom (Sl. 28), može se reći da ovo područje pripada obodu kontinenta, a promene u hemizmu vulkanizma i metalogenije, tokom kaledonske epohe, mogle bi se vezati za magmatske procese nastale stapanjem subdukovane okeanske kore, ostrvskog luka i delimičnim topljenjem donjih delova kontinentalne kore.

Navedenu ideju treba ipak uzeti sa rezervom, obzirom na broj uzoraka i njihovo nesistematsko prikupljanje.* Iako je ideja interesantna ipak podaci su nedovoljni za serioznije zaključke.

Pođe li se od pretpostavke, zasnovane na preliminarnim petrohemijskim ispitivanjima magmatskih stena filitoidnog kompleksa, da područje zapadne Makedonije pripada, u geotektonskom pogledu, obodu kontinenta, može se oceniti da se otvara

---

* Silikatne hemijske analize su uzete iz Tumača OGK SFRJ i iz izveštaja autora ovog rada Sadržaji Ti i Zr odnose se na iste stene na kojima su rađene i hemijske analize, ali nisu od istih uzoraka što otežava potpunu i objektivnu korelaciju..

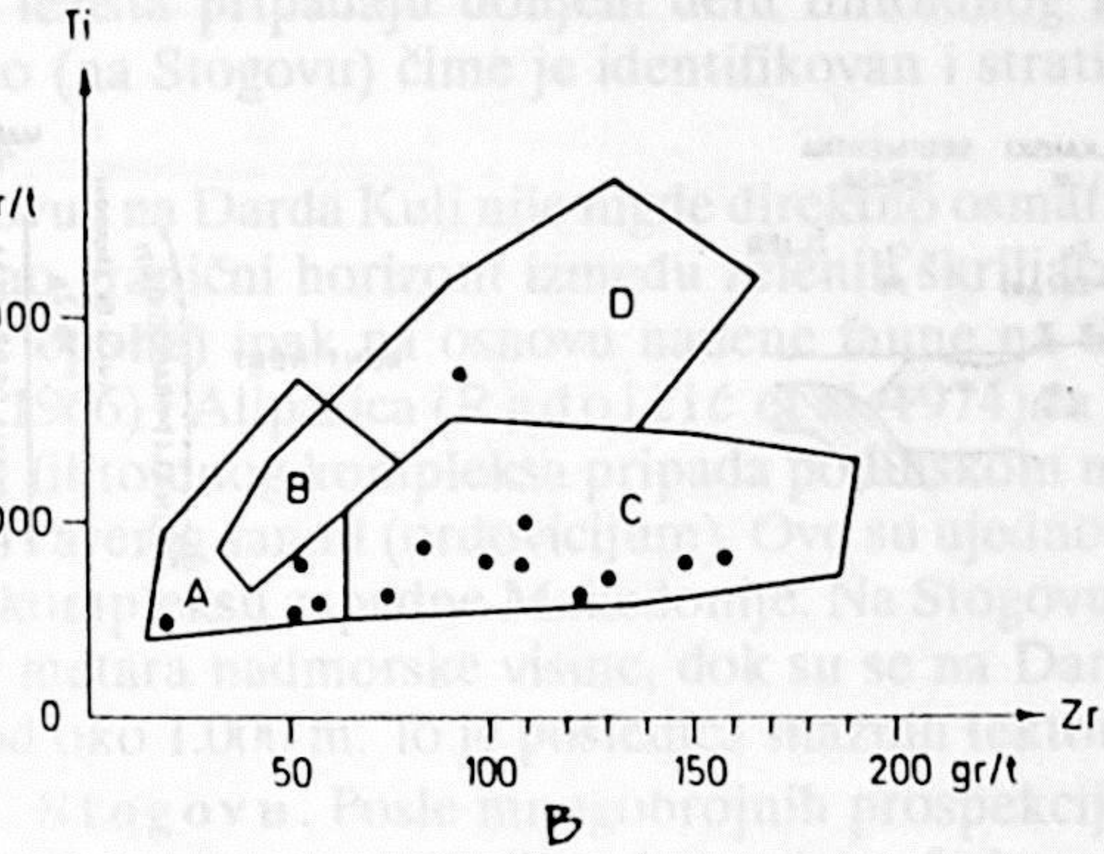
Tabela 16. Hemijske analize metamorfisanih magmatskih stena kaledonske epohe zapadne Makedonije (Popović, 1989a)
Table 16. Chemical analyses of Caledonian metamorphosed magmatic rocks in western Macedonia (Popović, 1989a)

u %

1.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O	H_2O^+	H_2O^-	CO_2	Rock
1.	65,18	0,77	15,39	1,40	5,12	0,41	3,69	1,60	3,06	0,70	0,55	1,94	0,02	0,033	Metarhyolite
2.	73,88	0,17	13,07	2,03	0,72	0,15	0,92	0,50	1,72	4,42	0,28	1,82	0,24		metarhyolite
3.	73,64	0,17	12,20	3,61	0,36	0,21	0,50	0,87	2,31	6,22	0,05	0,60	0,05		metarhyolite
4.	54,26	0,86	12,04	3,16	4,89	0,09	9,02	4,20	4,46	4,01	0,64	0,37	0,15	2,51	metaquartzdiorite
5.	63,52	0,82	15,51	1,79	4,13	0,13	3,70	0,89	4,22	0,64	0,33	4,01	0,12	0,01	metaquartzdiorite
6.	61,65	1,05	15,75	7,70	0,32	0,10	2,33	2,32	5,62	0,72	0,12	0,12	0,10	1,84	metadaciteandesite
7.	64,20	1,08	16,30	2,52	3,25	0,06	2,86	0,43	5,18	1,30	0,17	1,93	0,15	0,36	metadaciteandesite
8.	73,88	0,24	13,88	2,41	0,25	0,11	0,45	0,62	2,80	3,90	0,14	1,08	0,04		metarhyolite
9.	44,80	3,37	13,63	11,35	7,05	0,38	6,63	5,75	2,60	0,20	0,23	4,26	0,10		metadiabase
10.	47,34	1,88	16,61	5,42	5,12	0,22	7,46	8,45	3,40	0,60	0,29	3,40	0,06		metadiabase
11.	43,40	1,60	19,57	2,56	7,54	0,22	8,06	8,20	3,00	trag	0,25	5,62	0,08		metadiabase
12.	47,14	2,96	15,74	8,53	5,67	0,27	4,33	7,78	4,00	0,30	0,96	2,96	0,06		metadiabase
13.	44,82	2,00	17,45	6,30	7,61	0,22	5,34	8,54	3,78	0,40	0,36	3,42	0,08		metadiabase
14.	66,61	0,50	17,38	2,27	0,75	0,11	1,40	0,70	4,92	3,38	0,21	1,62	0,04		metadiabase
15.	47,76	1,62	19,37	4,52	0,49	0,22	6,04	8,75	4,05	0,44	0,32	2,62	0,06		metadiabase
16.	60,48	0,40	14,26	2,51	2,48	0,08	6,86	1,06	5,00	2,40	0,12	4,20	0,06		metadiabase
17.	68,62	0,67	16,24	0,17	3,02	0,05	1,44	0,18	3,94	3,15	0,16	2,00	0,10	0,08	metaquartzporphyry

NAPOMENA: Analize rednog broja 7 do 17 uzete su iz Tumača za OGK SFR Jugoslavije

NOTE: analyses 7 to 17 have been taken from Explanatory Booklet of Geological map of SFR Yugoslavia



Sl. 27 - Dijagrami odnosa Ti i Zr: A. Pearce i B. Zapadna Makedonija (Popović, 1989a)
Fig. 27 - Diagrams of Ti and Zr relation: A. Pearce and B. Western Macedonia (after Popović, 1989a)

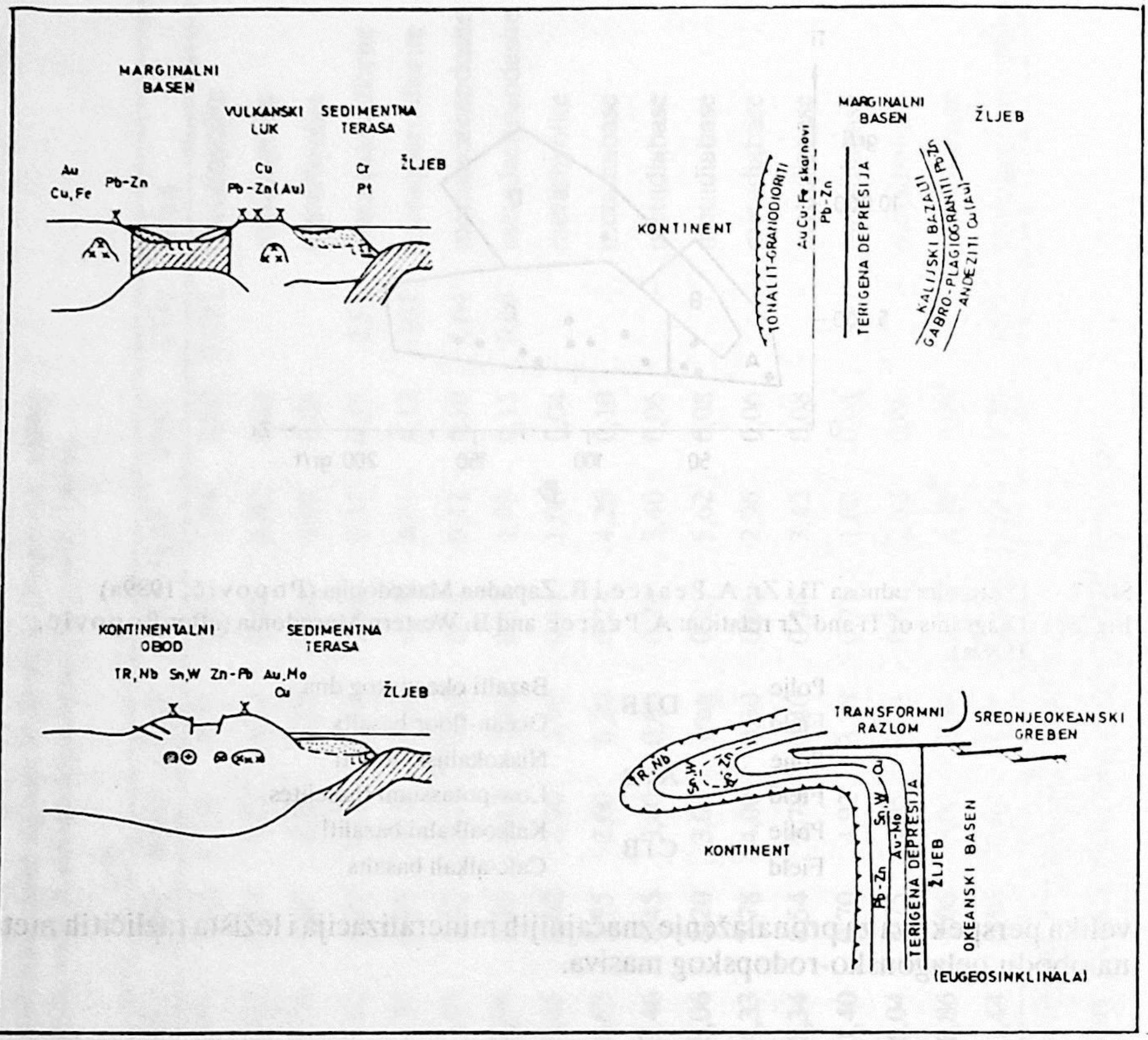
Polje	D i B	Bazalti okeanskog dna
Field		Ocean-floor basalts
Polje	A i B	Niskokalijski toleiti
Field		Low-potassium tholeiites
Polje	C i B	Kalkoalkalni bazaliti
Field		Calc-alkali basalts

velika perspektiva za pronalaženje značajnijih mineralizacija i ležišta različitih metala na obodu pelagonsko-rodopskog masiva.

PREGLED RUDNIH LEŽIŠTA
(Način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav)

GVOŽĐE

Rudna ležišta i pojava gvožđa nalaze se u svim delovima zapadne Makedonije koji su izgrađeni od stena filitoidnog kompleksa. Njihovo formiranje, sa kraćim prekidima, odvijalo se kroz ceo stariji paleozoik, zbog čega se pojave i ležišta gvožđa javljaju u svim stratigrafskim nivoima i horizontima. Pa ipak, generalno posmatrano mogle bi se izdvojiti četiri glavne faze nastanka ovih ležišta i pojava u zapadnoj Makedoniji: prva faza pripadala bi kambrijum-ordovicijumu (kada nastaju silikatno-karbonatno-oksidne rude tipa Darda Kula na Tajmištu, Aero Argač i Babin srt, na Stogovu). U drugoj fazi nastaju mineralizacije tipa Visoko drvo, kod Openice i pojava kod Crvene vode, kada gvožđe asocira sa olovom, cinkom i bakrom. To je vreme ordovicijuma i silura. Treća faza pripada siluru kada se formiraju ležišta i pojave tipa Čaušice na Tajmištu (tu spadaju Demir Hisar, Malkoec, Bolno, Izbište, Orlov kamen, Rosula i dr.). Najzad četvrta faza dešava se u vreme silur-devon, kada su stvorena velika ležišta hematitskih škriljaca vezanih za metamorfisane kvarcne peščare i



Sl. 28 - Metalogenetska rejonizacija u zavisnosti od geotektonske sredine (Zonenšain et al, 1976)
Fig. 28 - Metallogenic localisation in dependence of geotectonic setting (Zonensain et al, 1976)

konglomerate. Tada su nastala ležišta kod Kuratice, kod Grkopolja, Judovo, Rudnik "Cer", Železnec, mnogobrojne pojave na Bistri planini, kod Turije itd.

Sve pojave i ležišta ruda gvožđa su stratiformna ili slojevita po načinu pojavljivanja i sva su metamorfisana.

Po svom stratigrafskom položaju sva se mogu razdvojiti na podinsku i krovinsku rudnu seriju (ili nivo) i hematitom obogaćene metamorfisane kvarcne peščare i konglomerate.

Podinska rudna serija

Prema dosadašnjem poznavanju ovoj rudnoj seriji pripadaju: Darda Kula (kod Tajmišta), Babin Srt, Aero Argač, Ržanski Rid i Kodžadžik (?) (sve na Stogovu). Ostale poznate pojave pripadaju krovinskoj rudnoj seriji.

Kako je filitoidni kompleks očuvan u dvema sinformama (Sl. 31) u tim delovima sačuvane su negde sve tri rudonosne serije, negde dve, a negde samo jedna.

Navedene pojave i ležišta pripadaju donjem delu filitoidnog kompleksa, što je i faunistički dokazano (na Stogovu) čime je identifikovan i stratigrafski položaj ove rudne serije (nivoa).

Iako na Stogovu i na Darda Kuli nije nigde direktno osmatrana krajnja podina (sericitski kvarcit kao granični horizont između zelenih škriljaca bajkalske epohe i filitoida kaledonske epohe) ipak na osnovu nađene faune na Stogovu (Babin Srt, Antonović et al, 1966) i Alipašica (Radoičić et al, 1974) sa sigurnošću se može tvrditi da ovaj paket filitoidnog kompleksa pripada podinskom nivou; tim pre što su utvrđeni kambrijum i arenig-landil (ordovicijum). Ovo su ujedno i najdublji erozioni nivoi u filitoidnom kompleksu zapadne Makedonije. Na Stogovu oni su izdignuti na oko 2.000 do 2.500 metara nadmorske visine, dok su se na Darda Kuli zadržali na nadmorskoj visini od oko 1.000 m. To je posledica snažnih tektonskih poremećaja.

Pojavf na Stogovu. Posle mnogobrojnih prospekcijskih istraživanja na ovoj planini izdvojena su tri rudna tela ili rudne pojave. Jedno se nalazi na istočnoj padini Babinog Srta, neposredno ispod vrha, drugo je na Ržanskom Ridu i treće na Aero Argaču. U neposrednoj blizini prve pojave nalaze se i dva rudna tela mangana Užinice i Karadere. Međutim, gvožđe i mangan su prostorno i stratigrafski razdvojeni. Manganske mineralizacije su stvarane ranije od mineralizacija gvožđa.

Babin Srt. Od svih pojava na Stogovu ova je najznačajnija. Smeštena je istočno od kote 2.242 m na Babinom Srtu, na jednom strmom odseku. Izdanak je dobro otkriven, tako da se može pratiti po pružanju oko 500 m, s tim što se idući prema jugu, posle prekida od oko 400 m, ponovo nastavlja u dužini više od 100 m. Svakako da je ovde reč o primarno jedinstvenom slojevitom rudnom telu koje je imalo impozantnu horizontalnu dimenziju - više od 600 m.

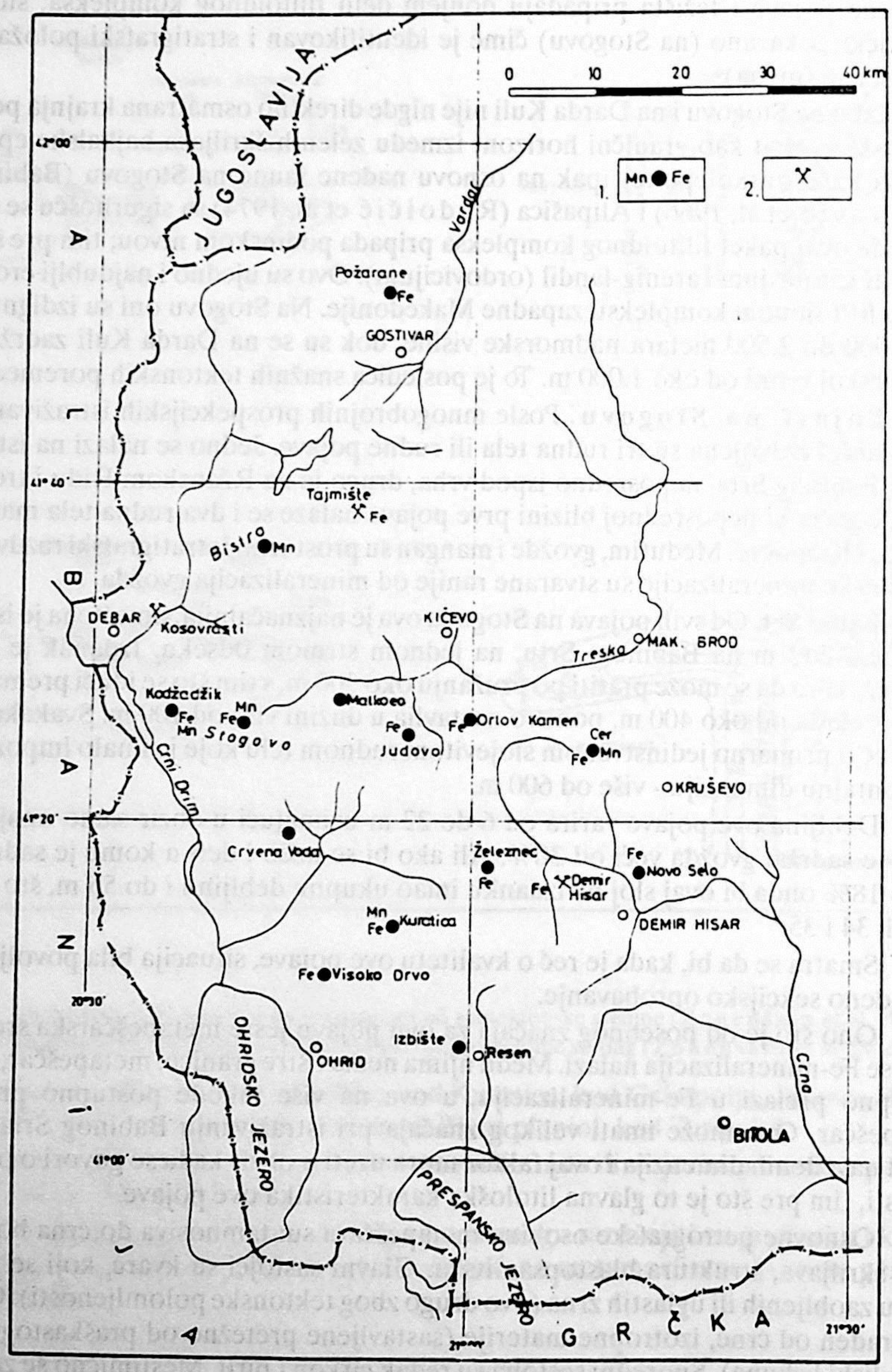
Debljina ove pojave varira od 6 do 22 m uzimajući u obzir samo onaj deo u kome je sadržaj gvožđa veći od 30%. Ali ako bi se uzeo i deo u kome je sadržaj Fe preko 18% onda bi ovaj sloj na izdanku imao ukupnu debljinu i do 55 m, što se vidi i na Sl. 34 i 35.

Smatra se da bi, kada je reč o kvalitetu ove pojave, situacija bila povoljnija da je urađeno sekcijsko oprobavanje.

Ono što je od posebnog značaja za ovu pojavu jeste metapeščarska sredina u kojoj se Fe-mineralizacija nalazi. Među njima nema oštre granice; metapeščar, naime, postupno prelazi u Fe-mineralizaciju, a ova na više takođe postupno prelazi u metapeščar. Ovo može imati velikog značaja pri istraživanju Babinog Srta, jer se pored navedenih dimenzija i ovaj faktor mora uzeti u obzir kada se govori o potencijalnosti, tim pre što je to glavna litološka karakteristika ove pojave.

Osnovne petrografske osobine metapeščara su: tamnosiva do crna boja, tekstura škriljava, struktura blastopsamitska. Glavni sastojci su kvarc, koji se javlja u obliku zaobljenih ili uglastih zrna (ovo drugo zbog tektonske polomljenosti). Cement je izgrađen od crne, izotropne materije (sastavljene pretežno od praškastog pirita i sitnih liski liskuna). Sporedni sastojci su redak cirkon i pirit. Mestimično se zapažaju hlorit, karbonat i barit.

Za ovu stenu je posebno karakteristično da, kada se u njoj javlja hlorit, skoro uvek ima vretenast ili okruglast oblik, što se jasno determiniše kao deformisani oolit. Sa njim se tada javlja primarni siderit. Uz taj tzv. običan hlorit često se javlja i Fe-hlorit (iz grupe šamozita). Zahvaljujući mestimično mikroskopskoj identifikaciji deformisanog nepokretnog crnog krsta koji je inače karakterističan za turingit, ovaj Fe-hlorit



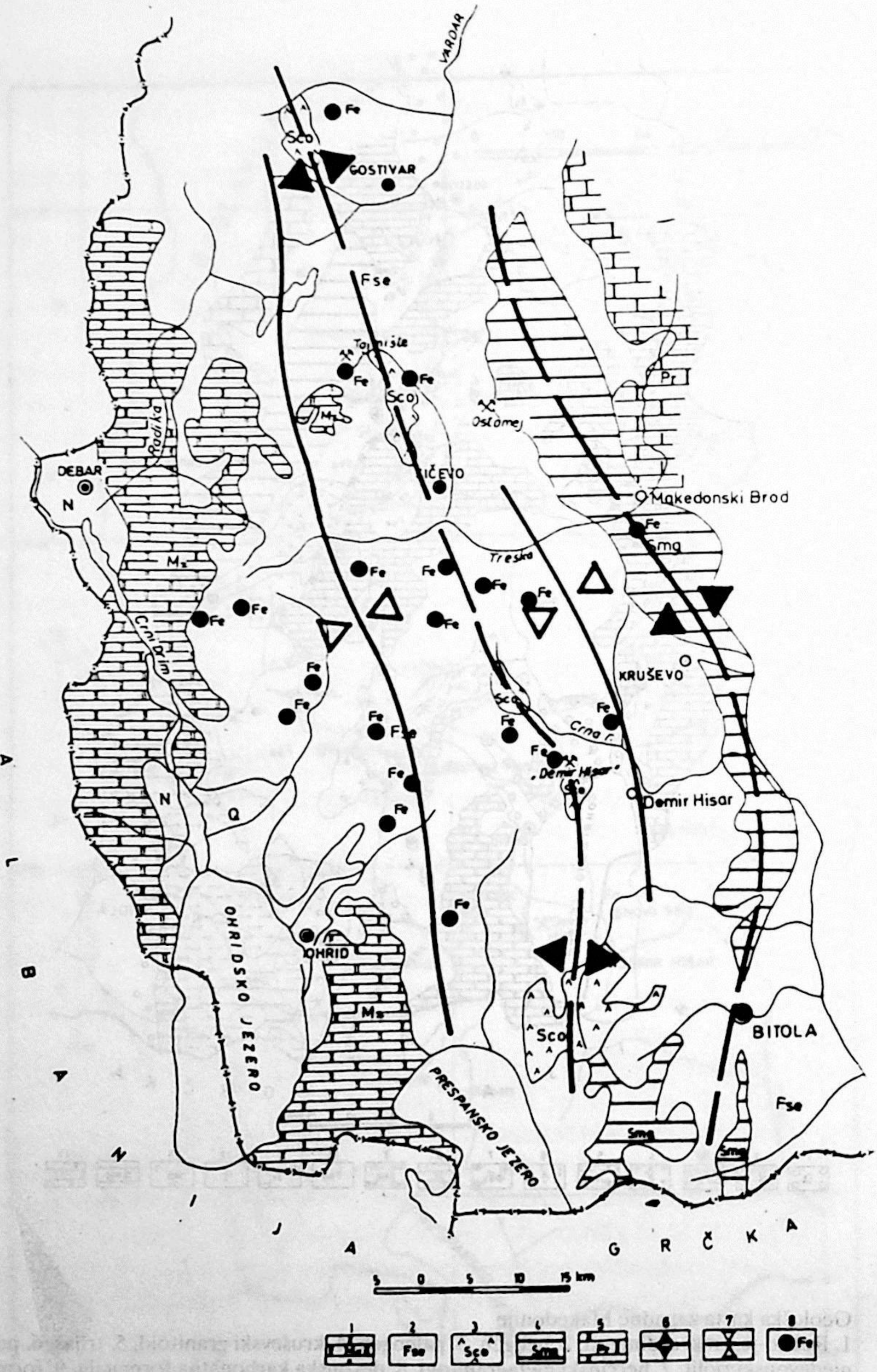
Sl. 29 - Pregledna karta rudnih ležišta gvožđa i mangana kaledonske epohe u zapadnoj Makedoniji
1. Rudna ležišta gvožđa i mangana, 2. aktivni rudnici

Fig. 29 - Sketch map of iron and manganese ore deposits of Caledonian epoch in western Macedonia
1. Fe and Mn ore deposits, 2. Active mine



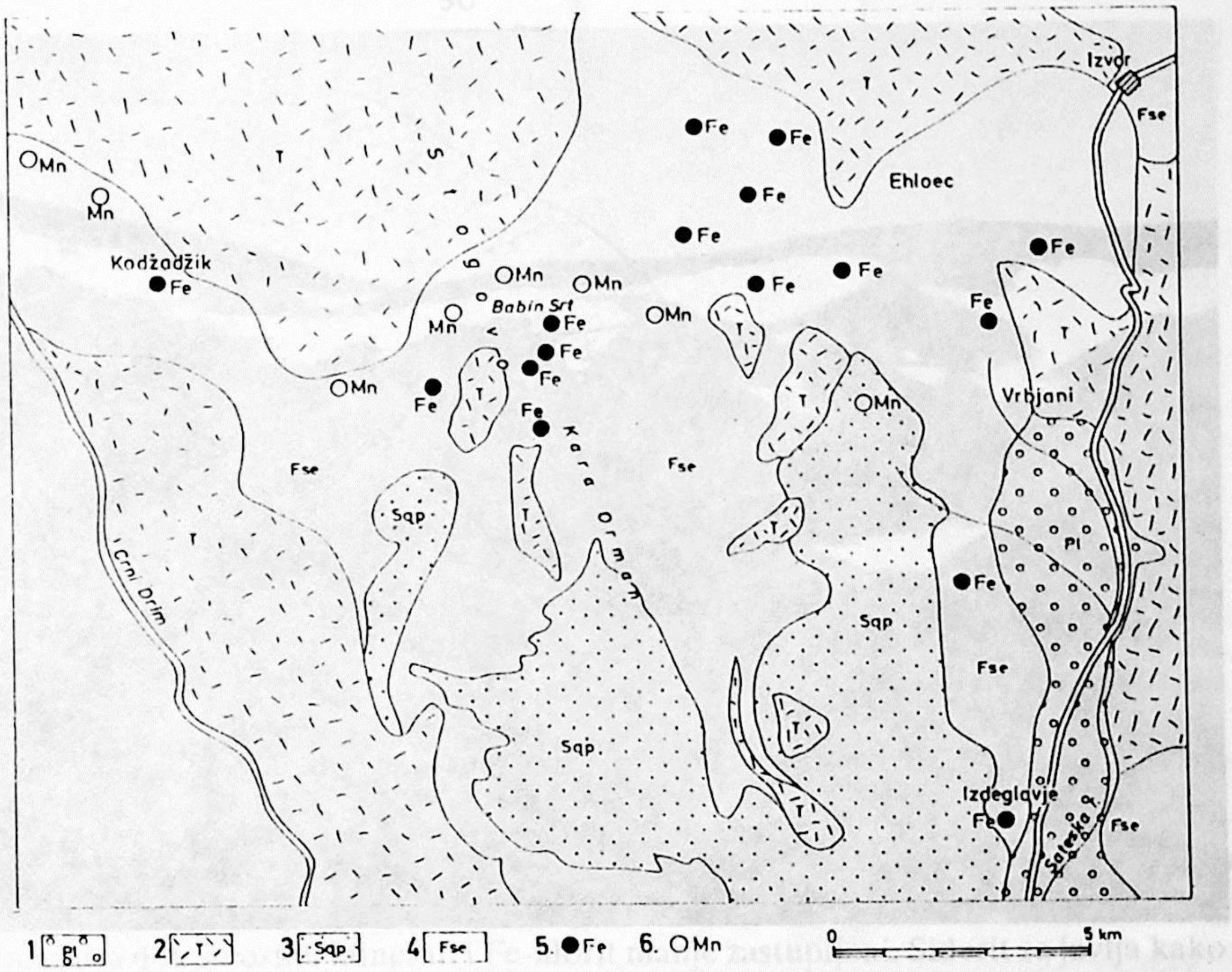
Sl. 30 - Geološka karta zapadne Makedonije
1. Rečno-jezerski sedimenti, 2. neogen, 3. paleogen, 4. kruševski granitoid, 5. trijas, 6. postsrednjedevonski riolit, 7. hercinski metagranitoid, 8. devonska karbonatna formacija, 9. formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata, 10. filitična formacija, 11. kaledonski metagranitoid, 12. sericitski kvarcit, 13. zeleni kompleks, 14. gnajsni kompleks, 15. mermeri Pelagonida

Fig. 30 - Geological map of western Macedonia
1. Fluvial-lacustrine sedimentns, 2. Neogene, 3. Paleogene, 4. Granitoid of Kruševo, 5. Triassic, 6. Post Middle Devonian, rhyolite, 7. Hercynian metagranitoid, 8. Devonian carbonate formation, 9. Metamorphosed quartzose sandstone and conglomerate formation, 10. Phyllitic formation, 11. Caledonian metagranitoid, 12. Sericite quartzite, 13. Green complex, 14. Gneiss complex, 15. Marbles of Pelegonides.



Sl. 31 - Geološko-geotektonska skica zapadne Makedonije sa glavnim ležištem Fe
1. Mezozoik, 2. filitoidni kompleks, 3. zeleni kompleks, 4. gnajsni kompleks, 5. mermeri Pelagonida, 6. antiforma, 7. sinforma, 8. glavna ležišta gvožđa.

Fig. 31 - Geologic-geotectonic sketch map of western Macedonia with main iron deposits
1. Mesozoic, 2, Phyllitoid complex, 3. Green complex, 4. Gneiss complex, 5. Marb le of Pelagonides, 6. Antiform, 7. Synform, 8. Iron deposits



Sl. 32 - Geološka karta šireg područja Stogova sa rudnim pojavama mangana i gvožđa
1. Pliocen, 2. trijas, 3. metamorfisani kvarcni peščari, 4. sericitski filit, 5. pojave Fe, 6. pojave Mn

Fig. 32 - Geological map of Stogovo and surrounding area with ore occurrences of iron and manganese
1. Pliocene, 2. Triassic, 3. Metamorphosed quartz sandstone, 4. Sericite phyllite, 5. Fe - occurrence, 6. Mn - occurrence

Tabela 17. Hemijski sastav Fe-mineralizacije na Babinom Srtu

Table 17. Chemical composition of Fe-mineralization at Babin Srt

u %

Dužina probe u m Lenth of sampling in m	Fe	SiO_2	Mn	Al_2O_3	P	S	Gubitak žarenjem
9,00	32,98	26,24	0,72	12,72	0,13	1,06	9,54
3,50	32,73	29,41	0,25	12,38	0,12	0,98	9,42
2,00	26,10	31,56	0,69	10,23	0,08	1,24	8,84
6,50	33,59	24,85	x	x	0,09	x	x
18,00	21,56	42,16	x	x	0,11	x	x
37,00	18,35	50,81	x	x	0,12	x	x
22,00	21,75	41,98	x	x	0,17	x	x
16,00	21,60	44,98	x	x	0,10	x	x
20,00	22,85	41,72	x	x	0,11	x	x
17,00	20,53	43,68	x	x	0,16	x	x

x - nije analizirano



Sl. 33 - Pogled na deo rudnog tela na istočnim padinama Babinog Srta
1. mineralizacija gvožđa, 2. mesto nalaska trilobita, 3. metamorfisani peščari
Fig. 33 - View on ore body on the east slope of the Babin Srt
1. Fe - mineralization, 2. place of trilobite discovery, 3. metamorphosed sandstone

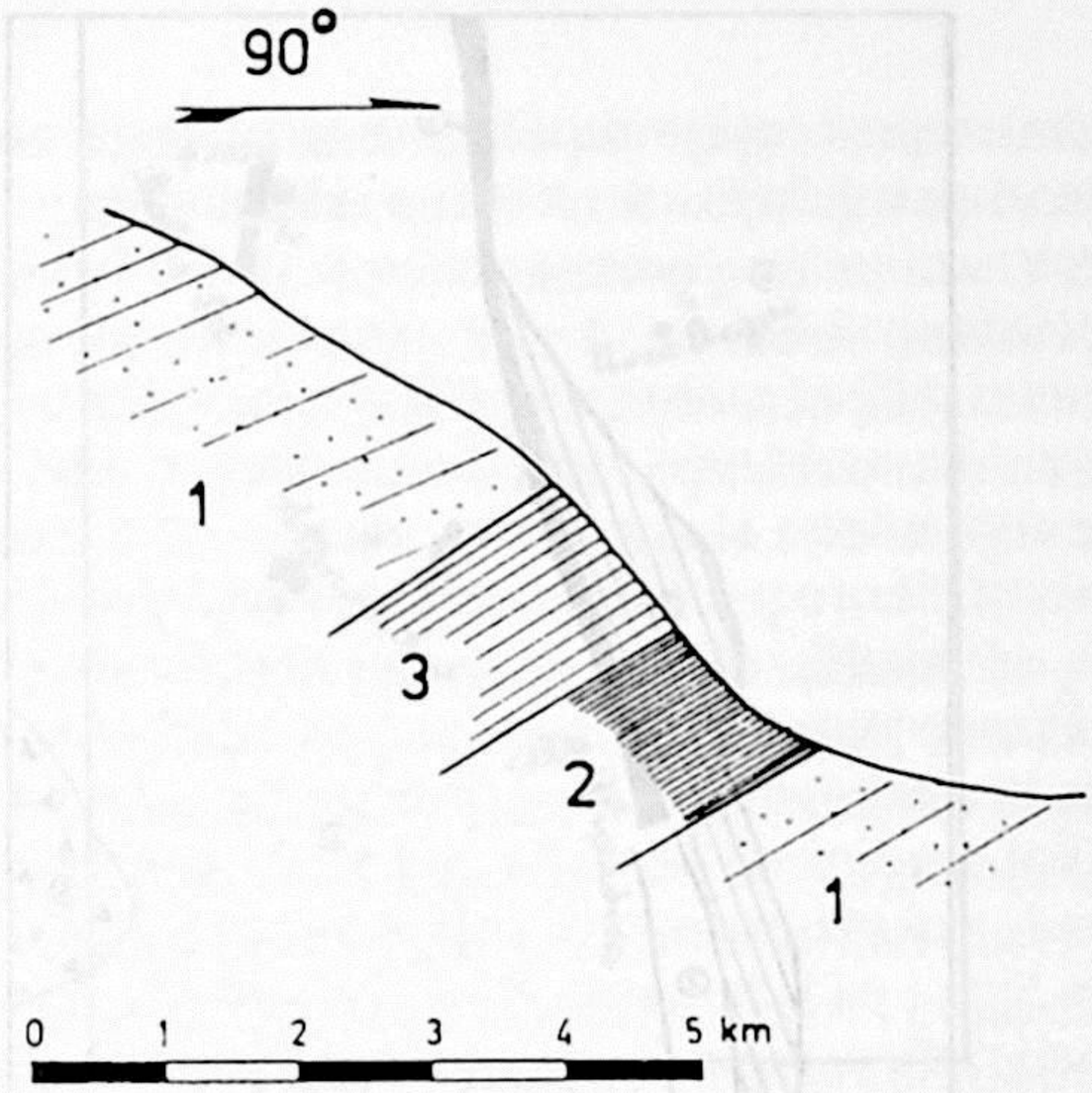
je tako i determinisan. Drugim rečima to znači da je jedan od Fe-hlorita sigurno turingit.

U ovim metapeščarima mestimično je prisutan praškasti magnetit, što sa ostalim podacima govori da je reč o petrogenetskoj sredini u kojoj su postojali svi potrebni preduslovi za obrazovanje Fe-mineralizacija.

Oolitna zrna mestimično su veoma obilna, često krupna, ponekada i do 2 mm, kada su vidljiva i makroskopski. Između oolita i osnovne mase postoje kako postupni prelazi tako i oštar kontakt. Ilmenit je igličast i mestimično se pretvara u rutil. Fe-hlorit je, ne uzimajući u obzir Fe-mineralizacije, veoma često zastupljen u steni i kao što je rečeno u obliku oolita, ali koji se u egzogenim uslovima intenzivno limonitiše. Kao što je poznato dvovalentno gvožđe je veoma slabo vezano u njegovoj kristalnoj rešetki i pri dejstvu atmosferilija ono lako "ispada", čime dolazi do jače ili slabije limonitizacije, koja zavisi od količine Fe-hlorita koji se našao pod udarom navedenih promena.

Siderit je takođe jedan od glavnih i primarnih minerala Fe-mineralizacije i javlja se u oolitima i u osnovnoj masi. Limonitizacijom je i on često zahvaćen, ali deo limonita vodi poreklo i od praškastog pirita.

Idući kroz Fe-mineralizaciju nailazi se na pojedine delove u kojima siderit



Sl. 34 - Profil kroz Fe-mineralizaciju na istočnoj padini Babinog Srta
1. metapeščar sa trilobitima, 2. Fe-mineralizacija sa sadržajem Fe preko 30%, 3. Fe-mineralizacija sa sadržajem Fe oko 20%

Fig. 34 - Section of Fe-mineralization on the eastern slope of Babin Srt
1. Metasandstone with trilobites, 2. Fe-mineralization with Fe content more than 30%, 3. Fe-mineralization with about 20% Fe.

dominira dok su ostali minerali i Fe-hlorit manje zastupljeni. Siderit se javlja kako u oolitima tako i u osnovnoj masi. Na ovoj pojavi siderit najčešće zamenjuje Fe-hlorit (metasomatski).

Fe-hlorit je najčešće zahvaćen sideritizacijom, kada ga mlađi siderit potiskuje. Za razliku od primarnog ovaj siderit je krupan.

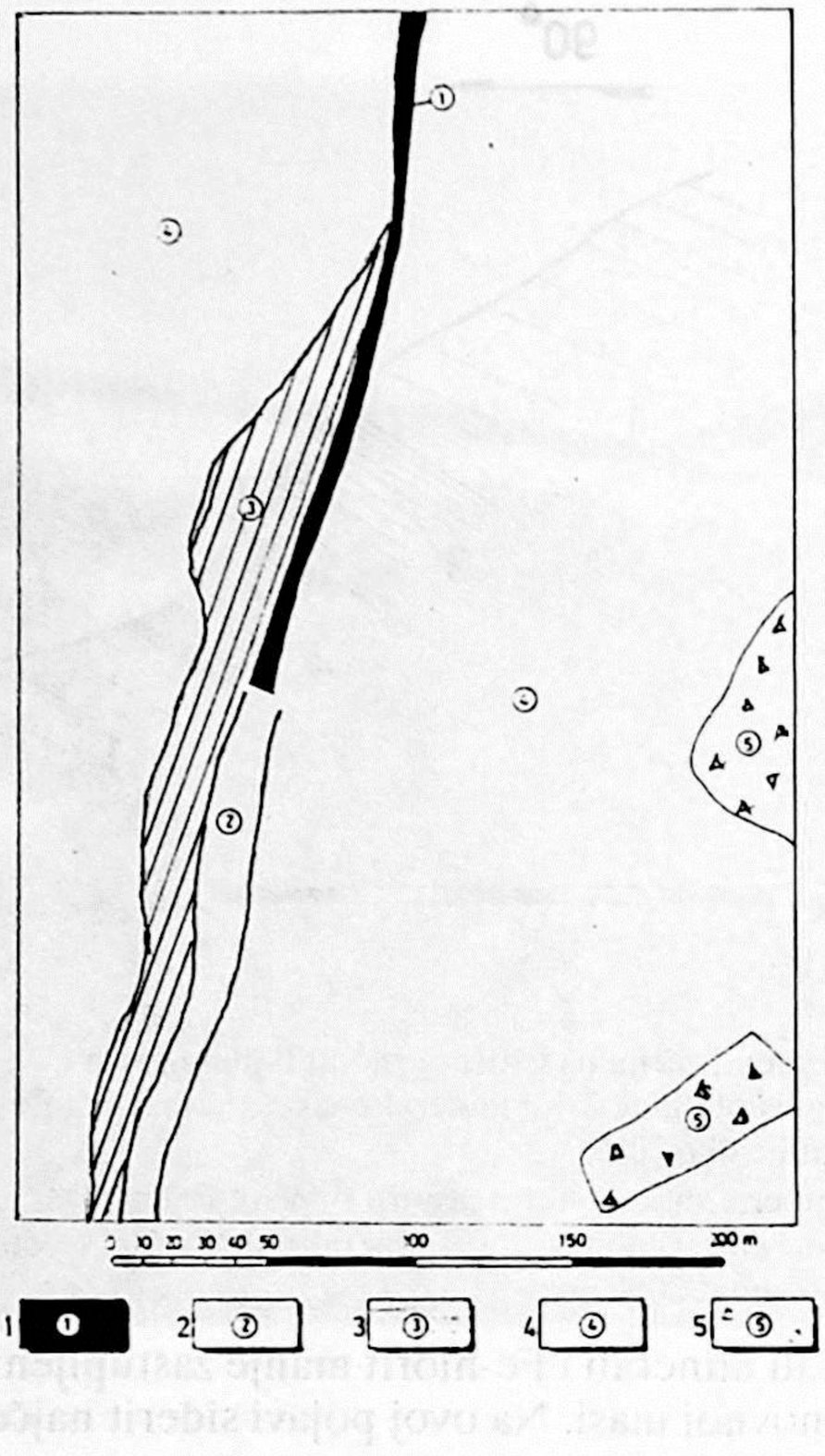
Pirit se ponekad javlja u strukturama "orudnjenih bakterija" i to izmedu oolita.

Najzad za ovu kao i ostale pojave podinske rudne serije karakteristično je izostajanje magnetita, hematita, a nizak je i sadržaj fosfora dok su glavni primarni minerali Fe-hlorit i siderit.

Ržanski Rid. Pojava Fe-mineralizacije na Ržanskom Ridu nalazi se jugoistočno od Babinog Srta oko 2 km (Sl. 36). Za sad su tu izdvojene tri pojave (izdanka) na površini od oko 1.000 x 500 m. Smatra se da ove pojave pripadaju istom nivou (horizontu) u kome leži i pojava na Babinom Srtu. Izuzev male facijalne razlike i ovde je reč o istoj petrološkoj sredini kao i na Babinom Srtu. Razlika se javlja jedino u pojavi slabo metamorfisane glinovite materije. Pored zrna kvarca, liski liskuna i hlorita i ona učestvuje u sastavu stene i to u njenoj osnovnoj masi. Zanimljivo je napomenuti da se ovde povremeno susreću sočiva kvarcita okružena metapeščarima. Njihov položaj, starost i druge karakteristike su neispitane, pa su za sada ostali kao otvoren problem.

Na širem prostoru ove lokalnosti nalaze se i mermerisani krečnjaci u kojima je nađena kambrijumska fauna (Radoičić, Petkovski, 1974).

Slično prethodnoj lokalnosti i ovde se javljaju po kvalitetu dva tipa mineralizacija, to su bogatije sa sadržajem Fe, takođe preko 30% i onaj drugi siromašniji, koji se često među istraživačima zapadne Makedonije identifikuje kao šamozitski škriljac, sa sadržajem Fe oko 20%, što se u potpunosti podudara sa pojavom na Babinom Srtu.

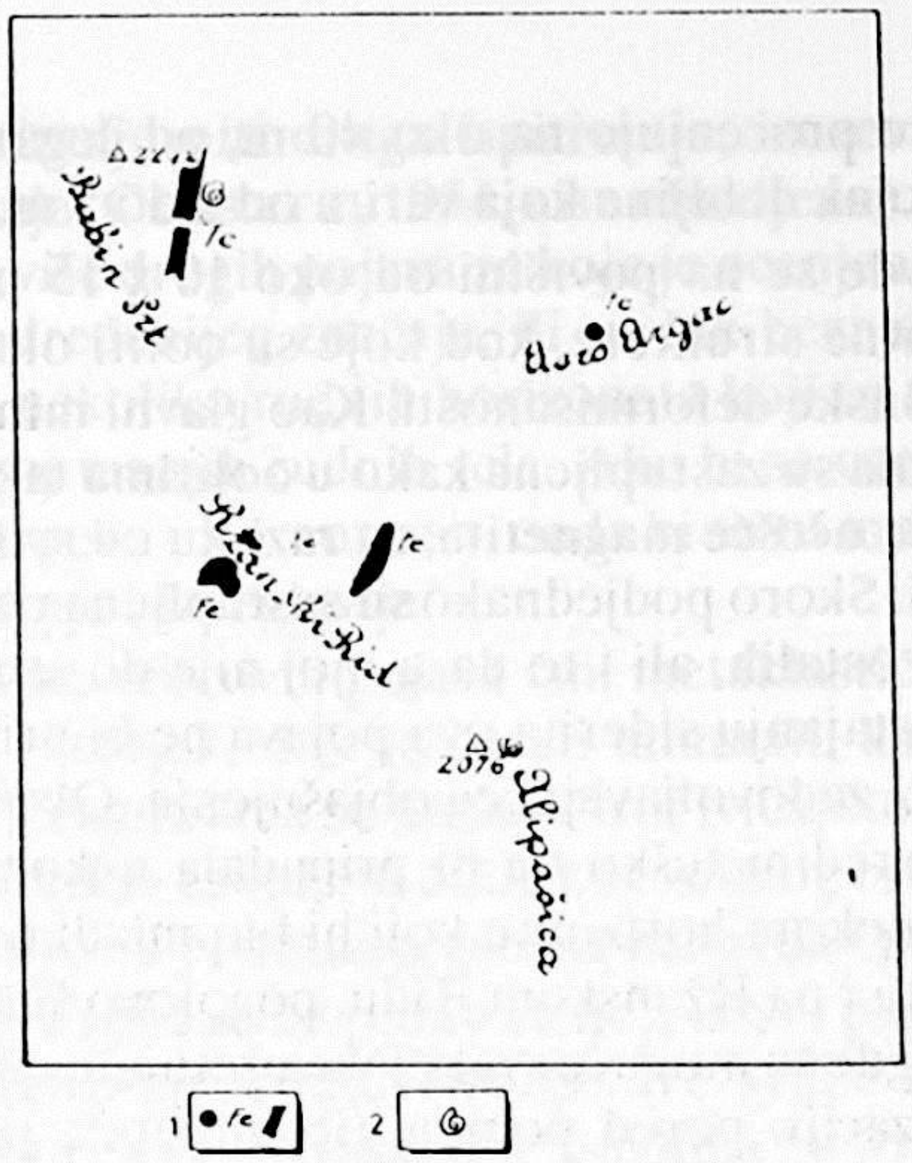


Sl. 35 - Geološka karta istočnih padina Babinog Srta
1. Mineralizacija gvožđa sa sadržajem Fe preko 30%,
2. mineralizacija gvožđa sa sadržajem Fe preko 21%,
3. mineralizacija gvožđa sa sadržajem Fe preko 18%,
4. metapeščar sa trilobitskom faunom, 5. padinska drobina

Fig. 35 - Geological map of eastern slopes of Babin Srt
1. Fe-mineralization with content of Fe over 30%,
2. Fe-mineralization with content of Fe over 21%,
3. Fe-mineralization with content of Fe over 18%,
4. Metasandstone with trilobite fauna, 5. Debris

Oba tipa su jače ili slabije limonitisana, čime dolazi do sekundarnog obogaćenja Fe. Između navedena dva tipa mineralizacija gvožđa nema oštre granice. Siromašniji tip je zastupljeniji od ovog drugog i on se javlja na većem prostoru, dok se drugi, kvalitetniji javlja samo mestimično. Prema podacima Stojanovića (iz Jančić et al, 1963) od limonitisanih tzv. šamozitskih škriljaca uzete su dve probe sa izdanaka i pokazalo se da u njima ima: gvožđa 40,19% i 22,64%, mangana 0,15% i 0,10%, SiO_2, u prvom slučaju bilo je 17,27%, a u drugom 34,00%, Al_2O_3 - 10,00% i 16,51% sumpora je bilo samo 0,09% i to u siromašnijoj mineralizaciji, dok je fosfora u obema probama bilo 0,88%. U kvalitetnijem delu ove mineralizacije, koja inače leži u okviru siromašnije, sadržaj gvožđa je 41,32%, mangana 0,10%, SiO_2 17,37%, Al_2O_3 ima 11,60%, a fosfora 0,36%, dok sumpor nije registrovan.

Inače najveći izdanak od četiri pojave koliko ih ima na Ržanskom Ridu, nalazi se istočno od kote 2.111 m. Po pružanju je dug oko 300 m, a otkriven je po širini oko


Rubin
Hum
Hum
Hum

150 m. Debljina mu se procenjuje na oko 40 m, od čega na mineralizaciju boljeg kvaliteta otpada proslojak debljine koja varira od 2 do 5 m.

Aero Argač. Ovde se na površini od oko 10 x 15 m javlja izdanak masivne Fe-mineralizacije, oolitne strukture, kod koje su ooliti okruglasti ili vretenasti, što zavisi od stepena tektonske deformisanosti. Kao glavni minerali javljaju se Fe-hlorit i magnetit. Oba minerala su zastupljena kako u oolitima tako i u osnovnoj masi. Ovu pojavu karakteriše veće učešće magnetita, za razliku od svih ostalih koje se nalaze u podinskoj rudnoj seriji. Skoro podjednako su zastupljena oba minerala i to je ono što ovu pojavu izdvaja od ostalih, ali i to da u njoj nije do sada registrovan siderit. Po učešću magnetita i izostajanju siderita ova pojava ne bi pripadala podinskoj rudnoj seriji, što je za sada bez zadovoljavajućeg objašnjenja. Obzirom na to gde se nalazi i u kakvoj petrološkoj sredini teško da bi pripadala nekom horizontu izvan rudne serije; možda pripada nekom horizontu koji bi bio mlađi od onog u kome se nalaze pojave na Babinom Srtu i na Ržanskom Ridu, pogotovo što su ovde snažno izražene tektonske deformacije gde su moguće svakojake pretumbacije u stratigrafskom stubu. Inače u ovoj mineralizaciji, pored pomenutih minerala javljaju se pirit (redak) i limonit nastao većim delom raspadanjem Fe-hlorita i manjim delom limonitizacijom retkog pirita. U jednoj probi sa izdanka nađeno je 34% gvožđa.

Osim navedenih pojava u okviru planinskog masiva Stogovo postoji i čitav niz drugih manjeg značaja, koje su obuhvatane raskopavanjima, pa čak i jamskim rudarskim istražnim radovima, ali dokumentacije nema tako da se o njima ne može ništa određenije govoriti.

Kodžadžik. Ova lokalnost se nalazi na krajnjim zapadnim obroncima planine Stogovo, u zapadnom delu sela Kodžadžik. Udaljena je oko 3 km istočno od reke Crni Drim. Ovde je reč o gvozdenim šeširima razvijenim na tzv. "šamozitskim škriljcima", odnosno na siromašnim Fe-hloritskim škriljcima. Izračunate su i rezerve od oko 300.000 tona sa sadržajem Fe od oko 35%. Tu su izdvojena dva rudna tela. Izdanak je izdužen u pravcu SZ-JI u dužini od oko 1 km i prosečne širine oko 100 m. Glavni primarni rudni mineral je Fe-hlorit (koji pripada grupi šamozita), a kao sekundarni i istovremeno danas najzastupljeniji mineral je limonit.

Ehloec. Ako bi se prihvatilo gledište Aubouina (1980) da je mezozoik podvučen pod kristalin pelagonsko-rodopskog masiva na ovom delu Balkanskog poluostrva, onda bi logično bilo pretpostaviti da sve pojave Fe-mineralizacija na širem prostoru sela Ehloec pripadaju takođe podinskoj rudnoj seriji, kojoj pripadaju i prethodne pojave na Stogovu. U tom slučaju mogu se objasniti visoko izdignute kambrijumske i ordovicijumske tvorevine na Stogovu (2.241 m), jer se subdukovanjem (podvlačenjem) mezozoika sa prostora Albanije, izdigao ovaj deo, a time se može objasniti, u morfološkom, pogledu alpski karakter planina zapadne Makedonije. Po takvom tumačenju sve pojave trijasa, odnosno mezozoika uopšte između puta Kičevo - Ohrid (Izvor - Izdeglavje) na istoku i Crnog Drima na zapadu, ne bi predstavljali erozione ostatke, koji plivaju na paleozojskim metamorfitima, već bi oni provirivali ispod kambrijumsko-ordovicijumskih metamorfita. U tom slučaju na ovom području (Sl. 32) moglo bi se govoriti o jednoj lokalnoj antiformi u kojoj su metamorfiti starijeg paleozoika danas male debljine (ne više od 1.000 m, možda čak manje i od 500 m; u oba slučaja reč je o prividnoj debljini). U takvoj situaciji svrstavanje pojava kod Ehloeca u podinsku rudnu seriju ima puno opravdanje.

U okviru rudnog polja Ehloec poznato je više od deset pojava Fe-mineralizacija, koje su bile obuhvaćene rudarskim istražnim radovima i istražnim bušenjem

(detaljno geološko kartiranje niti druga ispitivanja, izuzev informativnih mineraloško-genetskih ispitivanja, Cessarz, 1954, nisu obavljena). Sem desetak najznačajnijih, poznato je znatno više drugih pojava za koje je ocenjeno da su po kvalitetu i po dimenzijama znatno podređenijeg značaja, ili su čak beznačajne. U ovom rudnom polju verovatno postoji nekoliko rudnih horizonata koji su tektonski razbijeni tako da su izdeljeni u veći broj manjih rudnih tela. Ako bi se uzeo u obzir ceo tektonski blok kome pripadaju Stogovo i Karaorman, onda bi se tu mogle svrstati i pojave kod Vrbjana, Godivja, Lekitinja i Izdeglavlja.

Bitnu karakteristiku svih ovih pojava čini metaklastična petrogenetska sredina, gde je kvarc glavni sastojak, dok su ostali minerali, kao što su sericit i hlorit podređeno zastupljeni. Zrna kvarca su često oštrih ivica, što je posledica tektonskih lomljenja tako da je prvobitno zaobljeni oblik kod velikog broja zrna izgubljen. Osim ovih u osnovnoj masi često su prisutni organska materija i pirit.

Kao i ostale pojave (podinske rudne serije), tako i pojave kod Ehloeca karakteriše prvenstveno oolitska struktura. Postoje dve grupe oolita: jedni su krupna oolitna zrna koja je Cissarz (1954), nazvao "ooidima", a između njih se nalaze mala oolitna zrna. Dužina prečnika "ooida" često ide do 3 mm, po čemu se ovo rudno polje izdvaja od svih ostalih pojava i ležišta ovog mineraloškog tipa u zapadnoj Makedoniji.

Oolitna zrna su sastavljena od Fe-hlorita (šamozitska grupa) siderita i kvarca. Prva dva su ujedno i glavni minerali nosioci gvožđa. U površinskim delovima izdanka praćeni su limonitom, kao sekundarnim mineralom nastalim raspadanjem Fe-hlorita i siderita, delimično raspadanjem pirita koga ima u manjoj ili većoj količini, ali uvek ispod 1% svih sastojaka.

Osim što se Fe-hlorit javlja u oolitnim zrnima on je redovan sastojak i u međuprostoru između oolita i drugih zrna, npr. kvarca.

Promene Fe-mineralizacija su veoma česte i one se ogledaju u naknadnoj višefaznoj sideritizaciji i mestimičnoj prekristalizaciji Fe-hlorita, kada se stvaraju krupne liske turingita. Magnetit je redak i ima ga malo, a nastao je takođe sekundarnim putem, dok je organska materijal prisutna u obliku antracita.

Prividna debljina rudnih tela, na osnovu bušenja i rudarskih istražnih radova varira od 1 do 7 m. Po pružanju se pojedina tela prate više od 200 m. Na žalost najveći problem je nizak sadržaj Fe, a visok sadržaj SiO_2, što se vidi iz priložene tabele 18.

Iz ovih podataka očigledno je da samo 50% proba ima sadržaj preko 30%; sve ostale probe imale su manje gvožđa, dok je SiO_2 u svim probama visok. Drugi sastojci nisu analizirani tako da se ne zna njihov uticaj na kvalitet navedenih mineralizacija. U svakom slučaju polazeći od navedenih rezultata očigledno je da, uprkos rudnim rezervama, koje se procenjuju na više miliona tona, ipak mali su izgledi da bi se u rudnom polju Ehloec moglo naći ekonomski značajnije rudno telo.

Na osnovu svih podataka o kvalitetu Fe-mineralizacija u području Stogovo-Ehloec, u rudnim pojavama, koje su do sada istraživane očigledan je nizak sadržaj Fe, a visok SiO_2. Na sadašnjem stepenu industrijske primene ruda gvožđa, uprkos velikom broju pojava, ovo područje ne obećava veću potencijalnost. Ako se tome doda da je tektonski blok u kome se nalaze Fe-mineralizacije, male debljine (odnosno mala je dubina do njegove savremene, a ne stratigrafske, podine), onda je očigledno da su ekonomski potencijali ovog rudnog područja mali.

Sve ostale pojave, koje su istraživane potkopima, kao što su Vrbjani, Godivje, Lakitinje i Izdeglavlje, su beznačajne. U njima je sadržaj Fe najčešće između 20 i 25%,

a sasvim je retko iznad 30%, dok sadržaj SiO_2 varira od 20 do 70%. Ali i ovde kao i na svim ostalim pojavama, o kojima je bilo govora, karatkeristićan je nizak sadržaj

Tabela 18. Rezultati hemijskih analiza proba iz rudnog polja Ehloec
Table 18. Results of chemical analysesof samples from the Ehloec ore field

u %

		Ehloec (Ivančište)	Ehloec (Ehloečka reka - Preslap)	Vrbjani (Miroslaica)
			38,65%	34,70%
			29,72%	24,98%
			37,24%	28,48%
Fe	20-30%		21,39%	27,74%
			32,57%	31,29%
			45,96%	
			34,77%	
			29,19%	
			17,08	x
			35,54%	x
			22,69%	x
SiO_2	52,87		21,39%	x
			28,29%	x
			14,40%	x
			25,06%	x
			34,03%	x

x - nije rađeno

fosfora (ispod 1%). Međutim, na nekim pojavama je povišen sadržaj hroma (oko 250 g/t) po čemu je pojava kod Vrbjana slična sa Darda Kulom na Tajmištu.

Darda Kula (Tajmište). Podinskoj rudnoj seriji pripada i najveće rudno telo na Tajmištu - Darda Kula. Pošto je i u ovom rudištu mineralni sastav isti (glavni minerali nosioci gvožđa su Fe-hlorit, siderit) i nizak sadržaj fosfora (ispod 1%) kao i u prethodnim pojavama, u ovom poglavlju se samo pominje, a detaljno će biti prikazano u okviru rudnog polja "Tajmište".

Pri stratigrafskoj podeli na podinsku i krovinsku rudnu seriju kod silikatno-karbonatno-okdisdnih ruda i mineralizacija gvožđa zapadne Makedonije, oslonili smo se samo na filitičnu formaciju, jer kao što je poznato postoji i rudonosna formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom. Za razliku od krovinske i podinske rudne serije u filitičnoj formaciji mogla bi se izdvojiti možda jedna bočna rudna facija u okviru krovinske rudne serije. Nju karakterišu prvenstveno sulfidi olova, cinka i bakra i u njoj se nalazi jedno rudno ležište gvožđa Visoko drvo kod Openice i pojava kod Crvene Vode.

Kada je reč o mineralizacijama u ovoj bočnoj faciji mora se napomenuti da njih karakteriše visok sadržaj olova, cinka, bakra i drugih elemenata pratilaca sulfidnih mineralizacija. U stvari to bi bila sulfidna rudna facija.

Krovinska rudna serija

Prema dosadašnjim ispitivanjima i sakupljenim podacima ovu rudnu seriju sačinjava više rudonosnih horizonata kojima pripadaju: Požaranska planina, rudno polje "Tajmište", Malkoec, rudno polje "Demir Hisar", Crvena Voda, Visoko drvo (Skrebatno Lakočerej), Bolno Izbište i dr.

Sve pojave i ležišta iz ove rudne serije nalaze se u klastičnoj faciji filitične formacije gde je stepen metamorfizma veoma različit. To se prvenstveno odnosi na tzv. glinovite škriljce, stene kod kojih su očuvane sedimentne karakteristike, sa slabom prekristalizacijom ili bez nje. U okviru filitične formacije kao facije javljaju se kvarciti, grafitični filiti, sericitski filiti, facije krečnjačkih škriljaca i mineralizacija, odnosno rudnih tela.

Rudne mineralizacije krovinske rudne serije sastavljene su od Fe-hlorita (šamozit, ređe turingit), siderita, hematita, magnetita i limonita, kao i visokog sadržaja fosfora, najčešće oko 2%, a povremeno dostiže i 3%.

Kada je reč o magnetitu, po čemu se ova rudna serija, pored ostalog, razlikuje od podinske, karakteristično je da on obrazuje vrlo često čitava rudna tela u kojima se javlja kao jedan od vodećih minerala glavnih nosilaca gvožđa. Takvi slučajevi su: na Požaranskoj planini, na Čaušici (Tajmište), Malkoec, Damjanova Glava (ili Žvansko), u ležištu "Demir Hisar", Visoko drvo, kod Openice i jedna mala pojava kod Bolna. Ovaj magnetit je dvostrukog porekla: jedan deo vodi poreklo iz primarnog koloidnog rastvora zajedno sa Fe-hloritom, a drugi je postao raspadanjem Fe-hlorita kada nastaje limonit i tokom metamorfizma gubitkom vode formira se magnetit.

Požaranska planina. Ova lokalnost pripada masivu Šar planine, udaljena je od sela Požarane severozapadno oko 2 km, a selo je udaljeno od Gostivara oko 10 km, sa kojim je povezano dobrim asfaltnim putem. Samo ležište nalazi se na nadmorskoj visini od oko 1.100 m. Ležište je bilo poznato još od pre drugog svetskog rata, ali sistematska istraživanja su obavljena u periodu od 1952. god. i okončana početkom šezdesetih godina. U toku ovih radova utvrđeno je da se tu radi o rudnom telu sočivastog načina pojavljivanja izduženog u pravcu približno sever-jug, maksimalne prividne debljine do 15 m. Primarno to je bilo jedinstveno rudno telo, kasnije tektonski razbijeno u više manjih, ali bez većih horizontalnih premeštanja, tako da se danas javljaju na maloj površini, u dva geološka nivoa. Rudarskim radovima i istražnim bušenjem utvrđene su rudne rezerve od oko 650.000 tona sa sadržajem od 40,60% Fe.

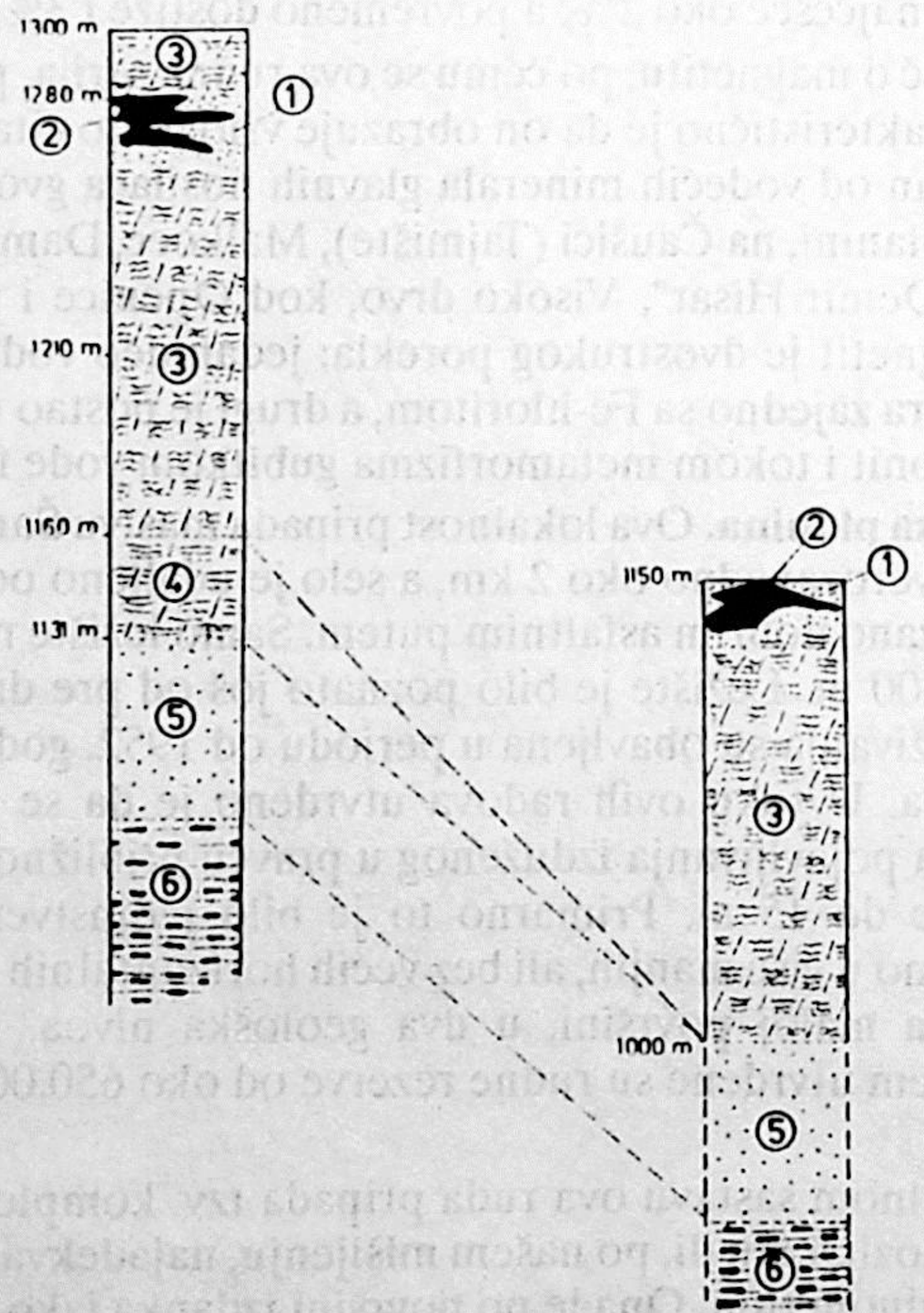
Po mineralnom sastavu ova ruda pripada tzv. kompleksnom ili šamozitskom ili sideritsko-šamozitskom ili, po našem mišljenju, najadekvatnijim nazivu, silikatno-karbonatno-oksidnom tipu. Ona je po površini izdanka jako limonitisana. U njoj su: magnetit, siderit, podređenije Fe-hlorit i limonit glavni rudni minerali. Od sporednih rudnih minerala javlja se pirit obilnije, i halkopirit znatno podređenije. Za ovu pojavu je karakterističan relativno visok sadržaj sumpora (2,42%) i fosfora (2%), dok su sadržaji, mangan (0,47%), Al_2O_3 (5,28%) i SiO_2 (11,52%) u koncentracijama koje ovo ležište, iako malo po rudnim rezervama, ipak u određenim uslovima svrstavaju u eksploatabilna.

Kao i ostale silikatno-karbonatno-oksidne pojave i ležišta gvožđa krovinske rudne serije u zapadnoj Makedoniji, tako i ovo karakteriše oolitska struktura, magnetit kao jedan od vodećih minerala i relativno visok sadržaj gvožđa.

Fe-hlorit (šamozit), siderit i pirit su zahvaćeni jakom limonitizacijom. To je naročito slučaj sa Fe-hloritom, tako da je sekundarnim putem došlo do obogaćenja gvožđem. Posebna karakteristika ovog ležišta je jako izražena sideritizacija, tako da u rudi ovaj mineral učestvuje sa više od 50% svih sastojaka, dok na magnetit otpada oko 30%, a na limonit i ostale minerale samo 20%.

Slična pojava ovom rudnom ležištu nalazi se u dolini Vrapčiške reke. Proglašena je beznačajnom iako nije bila obuhvaćena sistematskim ispitivanjima.

Ravenski potok. Slično ležištu na Požaranskoj planini moglo bi se reći da je i, uslovno rečeno, pojava u Ravenskom potoku. Iako ovde nije otkriven primarni izdanak ipak smo se odlučili da ovo tretiramo kao pojavu, jer su u Ravenskom potoku nađeni komadi i blokovi veličine do 0,5 m^3, a isto tako uzvodno od mesta gde se javljaju ovi blokovi na oko 1 do 2 km registrovana je jedna aeromagnetska anomalija (Vukašinović, 1985) presečena potokom na dva dela, pa se, iako nije izvršena provera uzročnika, pretpostavlja da bi moglo tu da se nalazi izvorište ovih blokova.

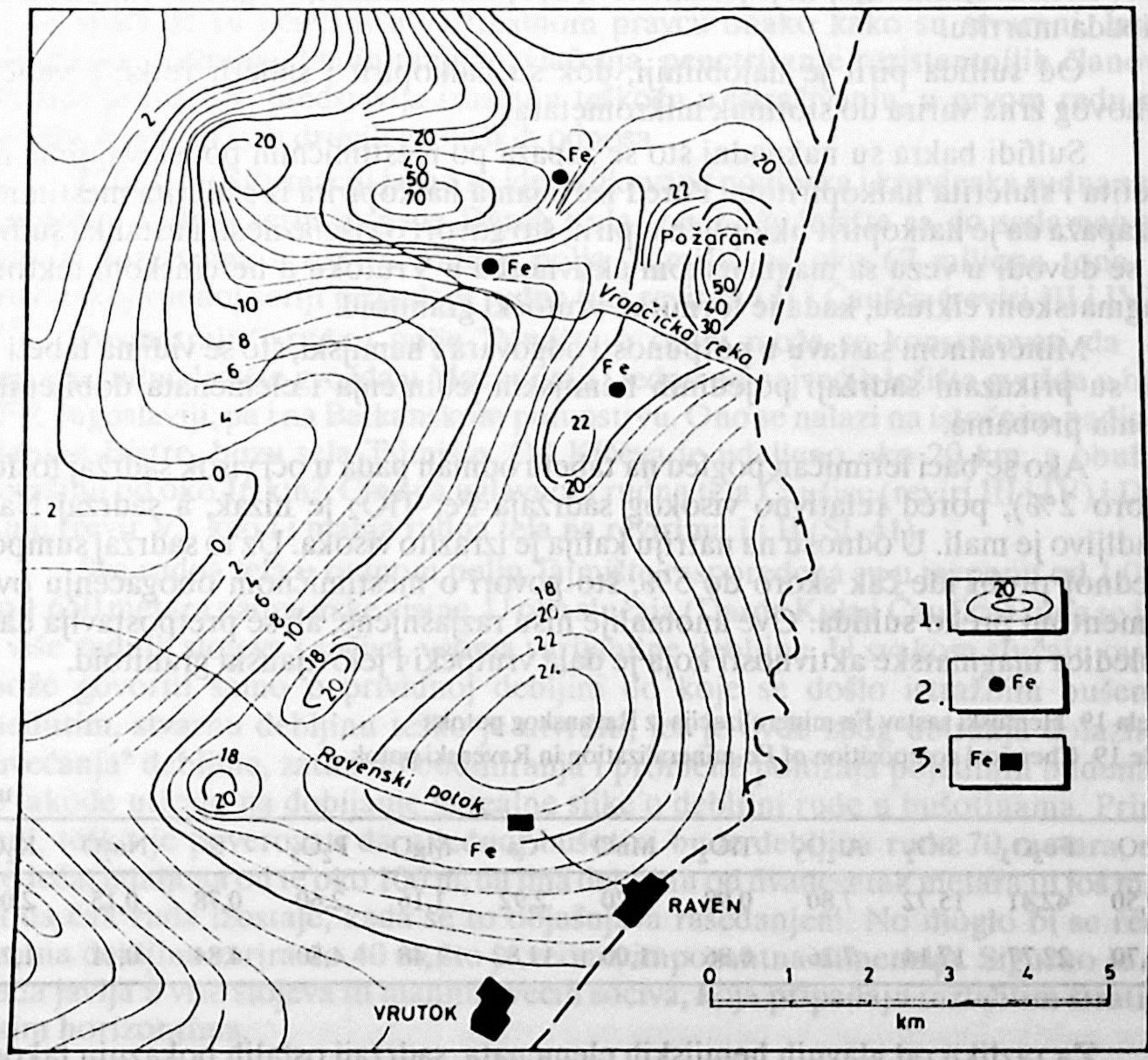


Sl. 38 - Šematizovani stratigrafski stub na Požaranskoj planini
1. Glinovito-peskoviti škriljac, 2. ruda gvožđa, 3. Sericitski filit, 4. grafitični filit, 5. sericitski kvarcit, 6. hloritski škriljac

Fig. 38 - Schematic stratigraphic column on the Požaranska Mountain
1. Clayey and sandy schist, 2. Iron ore, 3. Sericite phyllite, 4. Graphite phyllite, 5. Sericite quartzite, 6. Chlorite schist

Ako se pogleda aeromagnetska karta (Sl. 39) videće se da su anomalije kod sela Požarani, zatim južno od Vrapčiške reke i anomalije u dolini Ravenskog potoka u jednoj zoni za koju bi se moglo pretpostaviti da predstavlja jedinstveni rudnonosni horizont. U takvoj situaciji logično je očekivati da i ležište na Požaranskoj planini pripada tom horizontu, s tim što je ono tektonski otkinuto od ove zone. Kao što se vidi na Sl. 39, u jugozapadnom produžetku od ležišta na Požaranskoj planini, paralelno sa prethodnom zonom registrovana je još jedna manja pojava. Sve to skupa upućuje na konstataciju da je ovde reč o erozionim ostacima, ali i na primarno jedinstveni rudni horizont.

Što se pak tiče, uslovno rečeno, pojave u Ravenskom potoku može se reći da je i ovde u pitanju oolitski tip silikatno-karbonatno-oksidne mineralizacije gvožđa u



Sl. 39 - Aeromagnetska karta (Vukašinović, 1983) zone Požaranska planina - Ravenski potok.
1. Izolinije ΔT intenziteta, 2. pojave mineralizacija gvožđa, 3. mehanički oreol rasejavanja mineralizacije Fe

Fig. 39 - Aeromagnetic map (Vukašinović, 1983) of he Požaranska Mountain - Ravenski creek zone.
1. Izoline of ΔT intensity, 2. Fe-occurrences, 3. Mechanical dispersion holo of Fe-mineralization

kojoj siderit i magnetit dominiraju. Ooliti su vidljivi i golim okom, što znači da su relativno krupni, jer im prečnik ima dužinu do 1 mm. Mestimično ova mineralizacija je jako limonitisana. Usled tektonskih naprezanja ooliti su najčešće izduženi i tada im je duža osa orijentisana paralelno sa pružanjem škriljavosti.

Pored navedena dva minerala identifikovan je Fe-hlorit (šamozit) u kojem se magnetit i siderit javljaju kao ukopci. To navodi na pomisao da su ta dva minerala nastala dezintegracijom Fe-hlorita, što bi bilo sasvim normalna pojava. Ova tri minerala podjednako su zastupljena u ukupnoj koncentraciji od oko 60% do 80% svih sastojaka. Ostatak otpada na limonit, sulfide i jalovinu ("gang").

Siderit se često javlja i u vidu tankih prožilaka, što govori da je on mlađi i vezuje se za proces sideritizacije.

Magnetit je mestimično zahvaćen jakom martitizacijom, tako da od ukupno male količine hematita, koji je takođe u ovoj mineralizaciji registrovan, jedan deo pripada martitu.

Od sulfida pirit je najobilniji, dok su halkopirit i sfalerit retki, a veličina njihovog zrna varira do stotinak mikrometara.

Sulfidi bakra su naknadni što se zapaža po mestimičnim potiskivanjima magnetita i sfalerita halkopiritom. Pored izdvajanja halkopirita iz sfalerita mestimično se zapaža da je halkopirit uklopljen u pirit, što govori o višefaznosti nastanka sulfida. To se dovodi u vezu sa magmatskom aktivnošću u Vrutoku u hercinskom tektono-magmatskom ciklusu, kada je formiran vrutočki granitoid.

Mineralnom sastavu u potpunosti odgovara i hemijski, što se vidi na tabeli 19, gde su prikazani sadržaji pojedinih hemijskih jedinjenja i elemenata dobijenih u dvema probama.

Ako se baci letimičan pogled na tabelu odmah pada u oči visok sadržaj fosfora (skoro 2%), pored relativno visokog sadržaja Fe; TiO_2 je nizak, a sadržaj Na_2O upadljivo je mali. U odnosu na natriju kalija je izrazito visoka. Uz to sadržaj sumpora u jednoj probi ide čak skoro do 5%, što govori o mestimičnom obogaćenju ovim elementom preko sulfida. Ove anomalije nisu razjašnjene, ali se pretpostavlja da su posledica magmatske aktivnosti koja je dala vrutočki i jelovljanski granitoid.

Tabela 19. Hemijski sastav Fe-mineralizacija iz Ravanskog potoka
Table 19. Chemical composition of Fe-mineralization in Ravenski potok

u %

FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	MnO	Ca	MgO	P_2O_5	S	Na_2O	K_2O
19,50	42,41	15,72	7,80	0,98	0,20	2,92	1,16	2,60	0,78	0,15	2,00
11,70	22,77	17,14	7,26	0,86	1,00	11,82	1,48	4,50	4,84	0,11	1,74

Za razliku od glavnih hemijskih elemenata, sadržaji ostalih pokazuju takođe, za sada, neke neobjašnjive manifestacije. Naime, bakra ima samo 240 g/t, ali srebra ima dosta (17 i 22 g/t), onda cirkonijuma ima 700 i 900 g/t, što je takođe visok sadržaj, zatim sledi nikal sa 380 i 420 g/t; koji se upoređen sa sadržajem cirkonijuma ne može raspoloživim podacima na zadovoljavajući način objasniti, tim pre što su sadržaji Co (35 i 50 g/t) i hroma (40 g/t) niski i nisu u korelaciji sa sadržajem nikla, iako je reč u oba slučaja o elementima ultrabazičnih stenskih sredina.

Svi navedeni podaci o hemizmu Fe-mineralizacija iz Ravenskog potoka govore o nekoj snažnoj međuzavisnosti primarne rudne materije i naknadnih promena.

Rudno polje Tajmište. U okviru rujdnog polja Tajmišta izdvojen je veći broj pojava i ležišta. Najvažija rudna tela idvojena su kao: revir I, revir II, na Čaušici reviri III i IV i na Darda Kuli revir V. Osim ovih, ispitivanjima Mužijevića (1976) izdvojeno je još jedno rudno telo na delu terena gde je predviđeno jalovište. Na tom rudnom telu nisu završena ispitivanja tako da se ekonomski pokazatelji, kao i ostale karakteristike mogu samo orijentaciono procenjivati.

U osnovi posmatrano, uprkos snažno izraženim tektonskim deformacijama litoloških jedinica i rudnih tela, ipak može se reći da je na ovoj lokalnosti očuvan kompletan stratigrafski stub filitoidnog kompleksa sa filitičnom formacijom, formacijom metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i karbonatnom formacijom; uz napomenu da su samo pojedini članovi stratigrafskog stuba tu, ali da to ne znači da su očuvani u vertikalnom pravcu onako kako su stvarani. Ima tu prevrtanja, rotiranja, budiniranja, navlačenja, penetriranje rezistentnijih članova u plastičnije itd., što predstavlja izuzetnu teškoću u istraživanju, u prvom redu ruda gvožđa, a potom svih drugih geoloških odnosa.

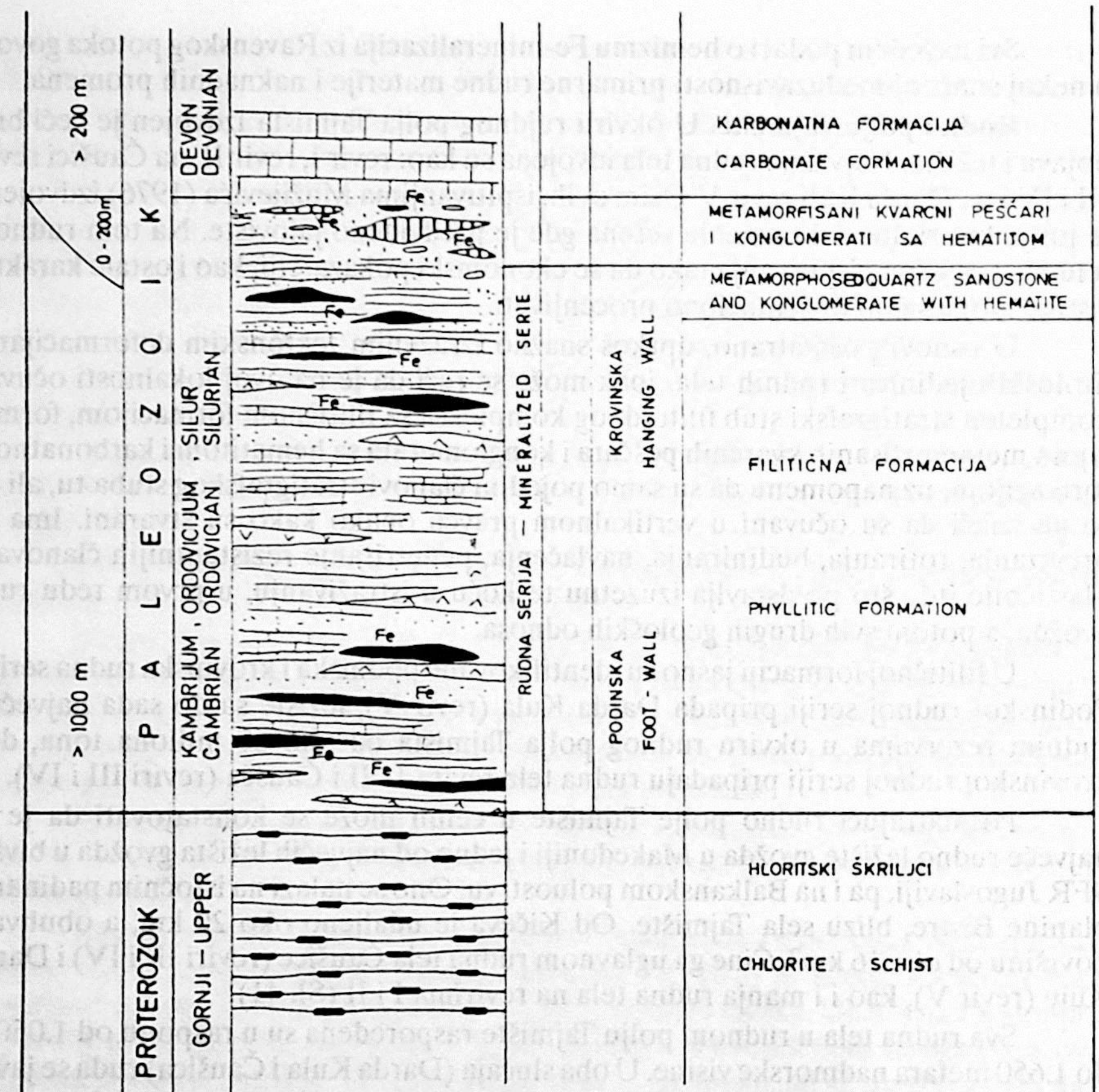
U filitičnoj formaciji jasno su identifikovane podinska i krovinska rudna serija. Podinskoj rudnoj seriji pripada Darda Kula (revir V), ležište sa do sada najvećim rudnim rezervama u okviru rudnog polja Tajmišta od oko 67 miliona tona, dok krovinskoj rudnoj seriji pripadaju rudna tela revira I i II i Čaušća (reviri III i IV).

Posmatrajući rudno polje Tajmište u celini može se konstatovati da je to najveće rudno ležište gvožđa u Makedoniji i jedno od najvećih ležišta gvožđa u bivšoj SFR Jugoslaviji, pa i na Balkanskom poluostrvu. Ono se nalazi na istočnim padinama planine Bistre, blizu sela Tajmište. Od Kičeva je udaljeno oko 20 km, a obuhvata površinu od oko 16 km^2. Čine ga uglavnom rudna tela Čaušice (reviri III i IV) i Darda Kule (revir V), kao i i manja rudna tela na revirima I i II (Sl. 41).

Sva rudna tela u rudnom polju Tajmište raspoređena su u rasponu od 1.050 m do 1.650 metara nadmorske visine. U oba slučaja (Darda Kula i Čaušica) ruda se javlja u više rudnih slojeva i sočiva, veoma varijabilne debljine. U svakom slučaju ovde se može govoriti samo o prividnoj debljini do koje se došlo istražnim bušenjem, međutim, stvarnu debljinu teško je utvrditi, jer je ovde zbog ubiranja dolazilo do "uvećanja" debljine, zatim do budiniranja i promene položaja pojedinih budena, što je takođe uticalo na dobijanje nerealne slike o debljini rude u bušotinama. Primera radi, teško je poverovati da u jednoj bušotini bude debljina rude 70 metara, a već sledeća, udaljena od te oko 100 m, da ima debljinu od dvadesetak metara ili još manje, ili da čak ruda izostaje, kada se to objašnjava rasedanjem. No moglo bi se reći da realna debljina varira do 40 m, što je veoma impozantna dimenzija. Sigurno je da se ruda javlja u više slojeva ili manjih i većih sočiva, koja pripadaju različitim stratigrafskim horizontima.

Osim navedenih rudnih tela u okviru rudnog polja Tajmište nalazi se veći broj i drugih rudnih izdanaka koji se ne mogu povezati sa pomenutim te predstavljaju mala izolovana tela ili rudne pojave, kao i veći broj izdanaka Fe-hloritskih škriljaca ili kako ih mnogi istraživači zapadne Makedonije zovu "šamozitski" škriljci sa sadržajem Fe od oko 20% i manje.

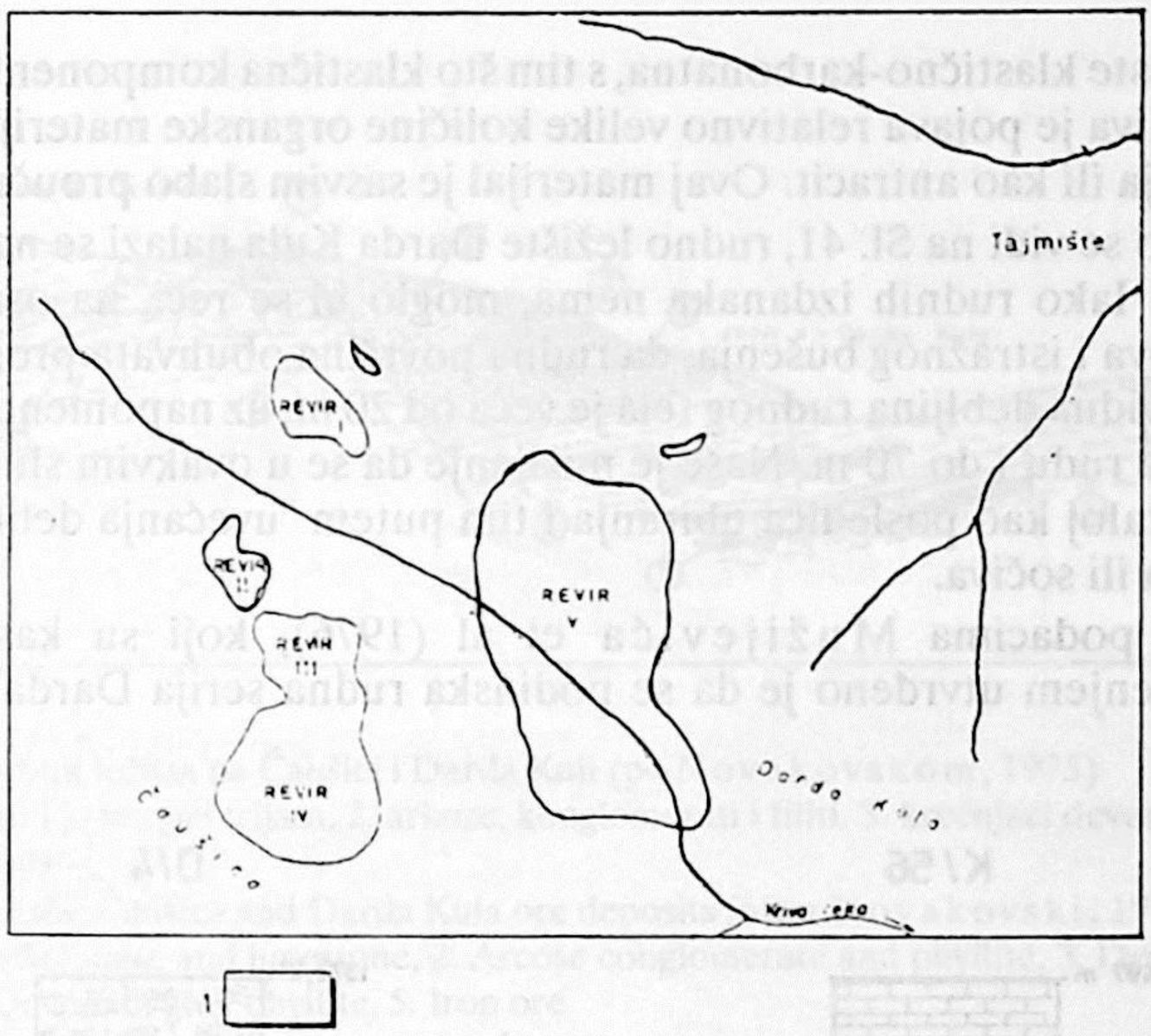
Sva ova rudna tela stvarana su u vreme kambrijuma, ordovicijuma i silura, što je konstatovano na osnovu faunistički dokazanog devona u krovinskoj karbonatnoj formaciji, a krajnja podina su zeleni škriljci, koji izbijaju na površinu kod Kolara i



Sl. 40 - Generalni stratigrafski stub u rudnom polju Tajmište
Fig. 40 - General stratigraphic column in the "Tajmište" ore field

Midinaca, jugoistočno oko 2 km od ležišta, za koje se pretpostavlja prekambrijska starost. U prilog ovakvom shvatanju ide činjenica da između zelenog kompleksa i filitoidnog kompleksa postoji uglovna diskordancija i nalazi kambrijumske i ordovicijumske faune na Stogovu u podinskoj rudnoj seriji, kao i nesigurna silurska fauna nađena kod Openice. Sledstveno tome, sličan ili skoro identičan mineralni i hemijski sastav rude sa Darda Kule sa pojavama na Stogovu, dozvoljava nam da ih svrstamo u istu rudnu (podinsku) seriju. Tada je i zaključak o kambrijumsko-ordovicijumskoj starosti rude na Darda Kuli logičan.

Prema podacima Ćosevskog et al (1969) u prva četiri revira, tj. na Čaušici moguće je izdvojiti tri glavna rudna sloja čije debljine variraju od nekoliko m do 39 m (prosečno 10 do 15 m). U Darda Kuli ili na V reviru debljina je znatno veća. Ovde je ruda debela u proseku preko 20 m, a po podacima Novakovskog (1975), ovde se nalazi više slojeva, Sl. 43. No, kao što je rečeno sve podatke o debljini rudnih slojeva treba uzimati sa odgovarajućom rezervom i tretirati je kao prividnu.



Sl. 41 - Plan razmeštaja rudnih tela i revira u rudnom polju "Tajmište" (Ćosevski et al, 1969).
1. Rudni reviri (rudna tela).

Fig. 41 - Plan of distribution of ore body and mining districts in the "Tajmište" ore field (Ćosevski et al, 1969).
1. Mining districts (ore bodies).

Glavne litološke karakteristike rudnog polja Tajmište. Interesantno je napomenuti da iako je na Darda Kuli najveće rudno telo (ležište) ipak je slabo petrološki ispitana sredina u kojoj se ruda nalazi. Zahvaljujući manjem broju podataka koji se nalaze u dokumentacionom materijalu Kleutove Mineraloško-genetske studije ruda gvožđa zapadne Makedonije - Tajmište (u Izveštaju Jančić, Popović, Cvetić, 1964 i 1965) može se reći da se ruda na Darda Kuli nalazi u semimetamorfnoj filitičnoj sredini sastavljenoj od metapeščara, sericitskih filita, sa trakama krečnjačkog škriljca, hloritskih škriljaca, grafitičnih filita, kvarcita i drugih škriljaca. Za hloritske škriljce može se reći da se javljaju u vidu zasebnih litoloških tela, pretežno male debljine. Oni se oštro razlikuju od okolnih škriljaca. Na osnovu prisustva albita u njima pretpostavlja se da su to bivše dijabaz-spilitoidne stene.

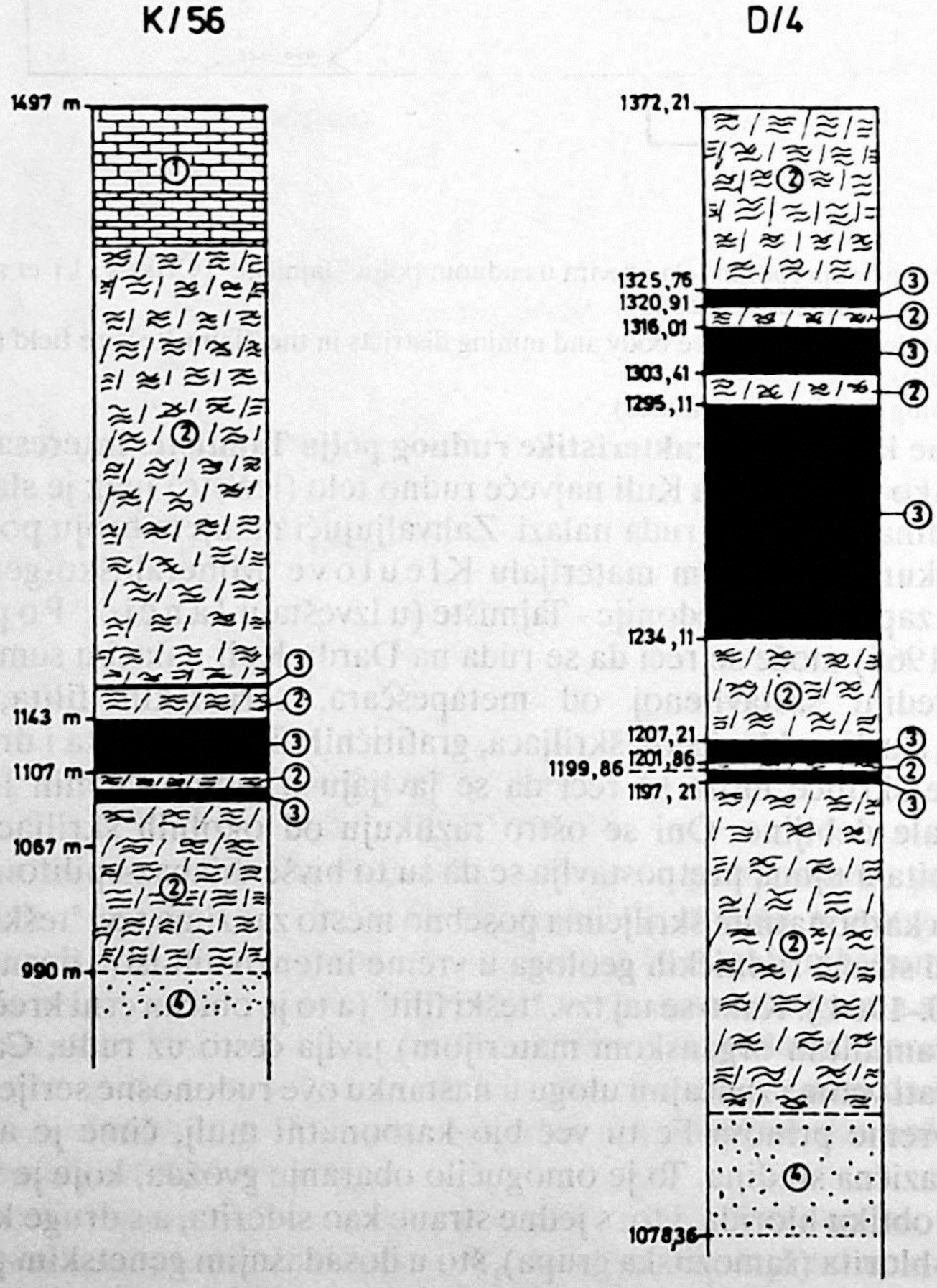
Među karbonatnim škriljcima posebno mesto zauzima tzv. "teški filit" izdvojen kao takav od strane rudničkih geologa u vreme intenzivnih istraživanja ovog ležišta (period 1950.-1964.). Kako se taj tzv. "teški filit" (a to je običan crni krečnjački škriljac bogato kontaminiran organskom materijom) javlja često uz rudu, $CaCO_3$ u njemu mogao je igrati veoma značajnu ulogu u nastanku ove rudonosne serije. Pretpostavlja se da je u vreme prinosa Fe tu već bio karbonatni mulj, čime je automatski već egzistirala bazična sredina. To je omogućilo obaranje gvožđa, koje je verovatno bilo prineseno u obliku hlorida, i to: s jedne strane kao siderita, a s druge kao Fe-silikata, odnosno Fe-hlorita (šamozitska grupa), što u dosadašnjim genetskim proučavanjima nije uzimano u obzir. Kada je reč o karbonatima značajno je da se njihovo stvaranje odvijalo u više mahova, otud tanji ili deblji proslojci krečnjačkog škriljca u svim nivoima filitične formacije.

Kao što se vidi, osnovna osobina petrogenetske sredine u kojoj se nalazi ležište

Darda Kula jeste klastično-karbonatna, s tim što klastična komponenta dominira. Uz sve to zanimljiva je pojava relativno velike količine organske materije, koja se javlja ili kao bitumija ili kao antracit. Ovaj materijal je sasvim slabo proučavan.

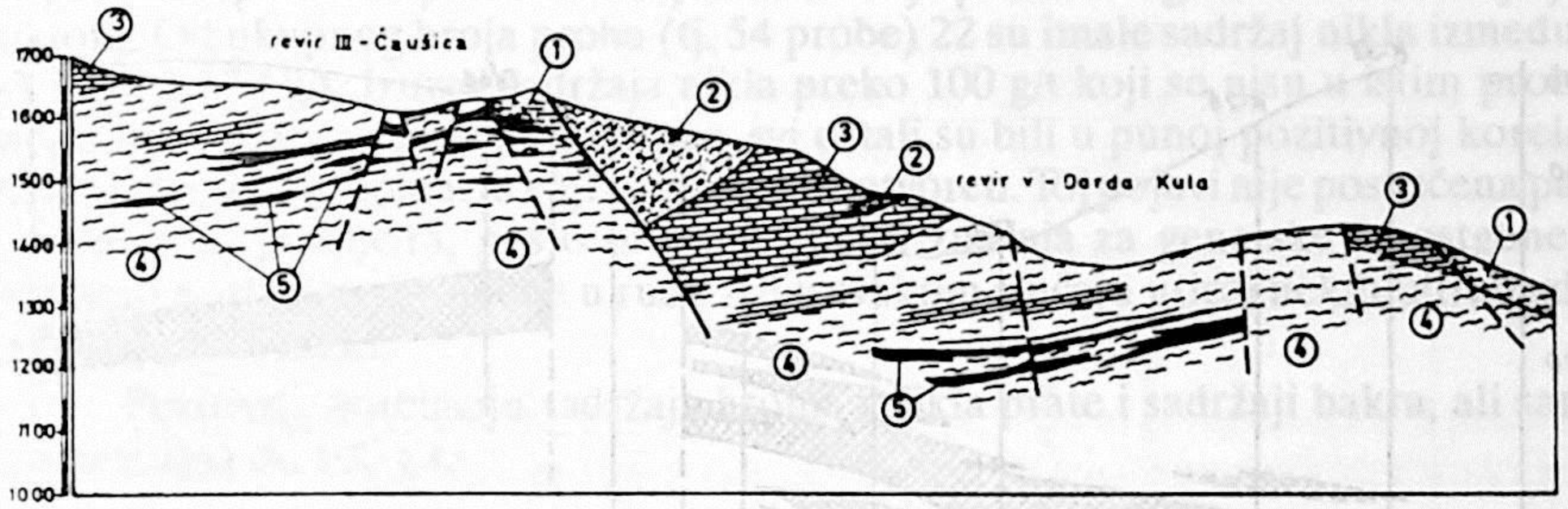
Kao što se vidi na Sl. 41, rudno ležište Darda Kula nalazi se na istočnom delu rudnog polja. Iako rudnih izdanaka nema, moglo bi se reći, na osnovu rudarskih istražnih radova i istražnog bušenja, da rudna površina obuhvata prostor od oko 400 x 2.500 m. Prividna debljina rudnog tela je veća od 20 m, uz napomenu da su pojedine bušotine sekle rudu i do 70 m. Naše je mišljenje da se u ovakvim slučajevima radi o "debljini" nastaloj kao posledica ubiranja i tim putem "uvećanja debljine" pojedinih rudnih slojeva ili sočiva.

Prema podacima Mužijevića et al (1976), koji su kasnije provereni istražnim bušenjem utvrđeno je da se podinska rudna serija Darda Kule nastavlja



Sl. 42 - Profil gušotine K/56 (revir I) i D/4 (Darda Kula, revir V)
1. Krečnjak, 2. filit, 3. ruda gvožđa, 4. sericitski kvarcit

Fig. 42 - Profile of the drill hole K/56 (Mining district I) and D/4 (Darda Kula, mining district V)
1. Limestone, 2. Phyllite, 3. Iron ore, 4. Sericite quartzite



Sl. 43 - Položaj rudnih ležišta na Čaušici i Darda Kuli (po Novakovskom, 1975)
1. Dolomiti i krečnjaci trijasa, 2. arkoze, konglomerati i filiti, 3. krečnjaci devona, 4. sivi filiti devona, 5. ruda

Fig. 43 - Position of the Čaušica and Darda Kula ore deposits (after Novakovski, 1975)
1. Triassic dolomite and limestone, 2. Arcose conglomerate and phyllite, 3. Devonian limestone, 4. Devonian gray phyllite, 5. Iron ore

prema severu i da se verovatno deo te rudne serije nalazi i ispod rudnog tela na reviru I.

Poređenjem ova dva profila bušotina vidi se da je rudno telo na reviru I, iako pripada krovinskoj rudnoj seriji, visinski niže od rudnog tela na Darda Kuli, što se objašanjava tektonskim spuštanjima jednog, odnosno izdizanjem drugog rudnog tela (revira).

Prema interpretacijama koje su date na osnovu istražnog bušenja smatra se da je ovde reč o rudnim slojevima i da ih ima nekoliko. Međutim, bitno je jedno da je u svakom slučaju reč o primarno stratiformnim rudnim telima koja su imala sve osobine sloja, čija je primarna debljina bila veća od 10 m.

Po podacima Novakovskog (1975) stiče se utisak da se ruda javlja u oblliku slojeva (Sl. 43), međutim po podacima Jankovića (1967.) ima se utisak da je reč o sočivastim rudnim telima (Sl. 44), ali ako bi se pažljivije pogledala oba profila (Sl. 43 i Sl. 44) moglo bi se reći da je "sočivo" na profilu Jankovića nastalo ubiranjem i sabijanjem naboranog rudnog sloja.

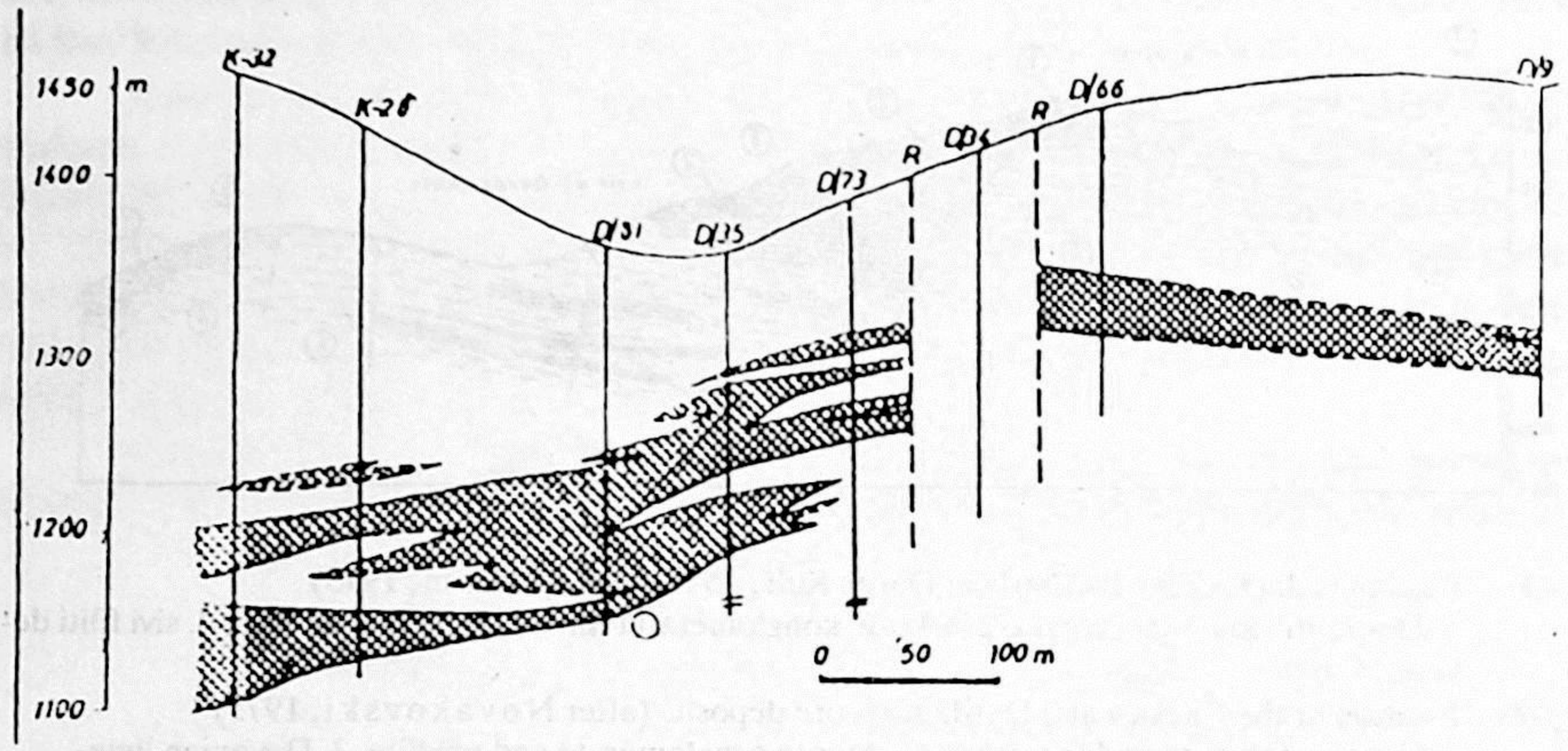
Obzirom da se ruda ponaša kao rezistentna masa, u plastičnoj sredini (filitoidi), verovatno je bilo i translatornog premeštanja tako da su mestimično prividne debljine znatno uvećane dovođenjem delova jednog rudnog tela preko drugog.

Što se tiče mineralnog sastava u rudištu Darda Kula kao glavni rudni minerali javljaju se siderit, Fe-hlorit, malo magnetita, malo hematita i limonit (kao sekundaran mineral); od drugih rudnih minerala utvrđeni su: pirit, kao najobilniji, potom pirhotin i u tragovima drugi minerali.

Ruda ima oolitsku strukturu. Ooliti su izgrađeni prvenstveno od siderita i Fe-hlorita.

Rudne rezerve ovog rudišta su oko 67 miliona tona. Na žalost iako je to najveće pojedinačno rudno telo (ležište) gvožđa u zapadnoj Makedoniji, ipak njegova mana je sadržaj gvožđa. On je takav da se nalazi na granici ekonomičnosti, što se može videti iz priložene tabele 20.

Kao što se vidi sadržaj Fe je nešto malo iznad 36%, ali je visok sadržaj SiO_2 (oko 18%) i što je inače za podinsku rudnu seriju karakteristično nizak sadržaj fosfora



Sl. 44 - Profila kroz šamozitsko ležište u Tajmištu. Ruda - šrafirano (Janković, 1967)
Fig. 44 - Profile through the chamosite deposit in Tajmište. Ore - hatched (Janković, 1967)

(ovde je ispod 1%), po čemu je ovo rudno telo ili ležište, uz velike rezerve, u značajnoj prednosti. Mora se napomenuti da znatno kasnije Novakovski (1975) navodi da je sadržaj fosfora u kompozitu rude pripremljene za preradu sa V revira, tj. iz Darda Kule 1,92%, međutim podaci sa kojim operiše Sosić (1963) odnose se na rezultate oprobavanja što je ušlo u proračun i kategorizaciju rudnih rezervi i u proračun srednjeg sadržaja pojedinih hemijskih elemenata. Postavlja se sada pitanje otkud visok sadržaj fosfora u kompozitu, što navodi Novakovski, 1975. Moglo bi se pretpostaviti da je u toku pripreme kompozita i verovatno neke vrste separacije došlo do povećanja fosfora, što se javlja kao znatan problem, jer snižava kvalitet rude. Pretpostavlja se da ukoliko bi postojale mogućnosti da se sadržaj fosfora održi u granicama koje su dobijene oprobavanjem rude u rudarskim istražnim radovima i u jezgru istražnih bušotina da bi tada i sama ruda bila znatno ekonomičnija, a proizvodi od gvožđa boljeg kvaliteta.

Tabela 20. Rudne rezerve po kategorijama i njihov hemijski sastav (po Sosiću. 1963)
Table 20. Reserve of ore by categories and their chemical composition (after Sosić, 1963)

u %

rudne rezerve po kategorijama	rudne rezerve u t	Fe	SiO_2	Al_2O_3	P
B kategorija	21 105 000	36,83	17,76	8,67	0,92
C_1 "	29 527 000	36,93	17,81	8,92	0,96
C_2 "	16 502 000	35,92	18,99	8,59	0,92

Ima još jedna karakteristika ležišta Darda Kula. Naime, po podacima Kleuta (iz Jančić et al, 1963) hemijski sastav rude u jezgru jedne bušotine bio je sledeći: Fe-42,48%, SiO_2-9,16%, Al_2O_3-5,68%, CaO-3,20%, Mg-1,48%, TiO_2-0,51%, Cr_2O_3-0,12%, As-0,07%, P-0,93% i S-0,15%. Kao što se vidi upadljivo je visok sadržaj hroma (oko 840 g/t), što je i u drugim delovima ležišta zapaženo, odnosno na drugim

horizontima. U celom ležištu sadržaj hroma je varirao od 17 g/t do 850 g/t, od ukupno 54 probe. U preko 20 proba sadržaj hroma bio je preko 100 g/t. Slična situacija je i sa niklom. Od ukupnog broja proba (tj. 54 probe) 22 su imale sadržaj nikla između 100 g/t i čak 1.670 g/t. Izuzev sadržaja nikla preko 100 g/t koji se nisu u istim probama mogli uporediti sa sadržajima hroma, svi ostali su bili u punoj pozitivnoj korelaciji. Zašto je to tako problem je koji ostaje i dalje otvoren. Toj pojavi nije posvećena pažnja i ovde se to potencira, pošto bi moglo imati značaja za genetske i postgenetske, odnosno postrudne promene u rudi. Ali u svakom slučaju uticaj nekih ultrabazičnih magmi je evidentan.

Pozitivnu korelaciju sadržaja hroma i nikla prate i sadržaji bakra, ali samo u vrednostima do 100 g/t.

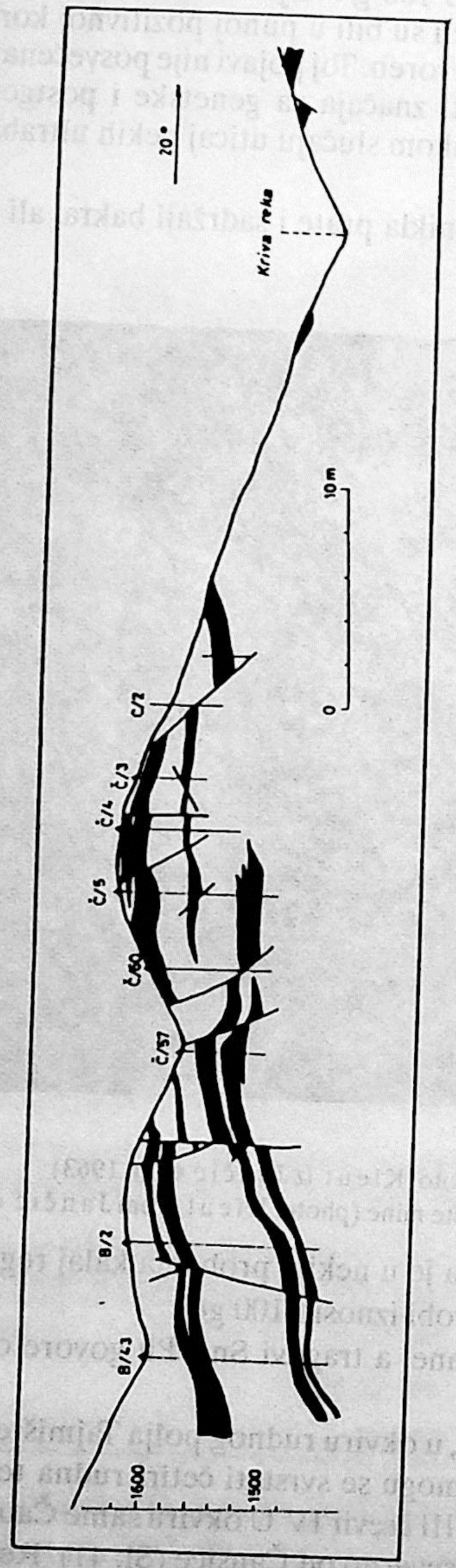


Sl. 45 - Mikrofotografija oolita iz rude sa Tajmišta (foto: Kleut iz Jančić et al, 1963)
Fig. 45 - Microphoto of oolites in ore from the Tajmište mine (photo: Kleut from Jančić et al, 1963)

Najzad, interesantno je pomenuti da je u nekim probama kalaj registrovan u tragovima, dok je sadržaj olova u jednoj probi iznosio 100 g/t.

Visoki sadržaji Cr i Ni, s jedne strane, a tragovi Sn i Pb govore o složenim naknadnim promenama i uticajima.

Za razliku od podinske rudne serije, u okviru rudnog polja Tajmište, u krovinsku rudnu seriju, kojoj pripada Čaušica, mogu se svrstati četiri rudna tela. Ona su lokalno izdvojena kao revir I, revir II, revir III i revir IV. U okviru same Čaušice nalaze se II, III i IV revir, dok se prvi revir nalazi severno od Čaušice (Sl. 41). Reviri III i IV predstavljaju jedno jedinstveno rudno telo, što se vidi na istoj slici. Rudno telo u reviru I pripada istom hozirontu, ali je tektonski i erozijom danas odvojeno. Za razliku od Darda Kule gde se nalazi više od 60% ukupnih rudnih rezervi na Tajmištu,



Sl. 46 - Profil kroz rudno ležište na Čaušici (po Sosiću, 1963., Cmo - ruda
Fig. 46 - Section through the ore deposit in Čaušica (after Sosić, 1963. Black - ore

u svim rudnim telima krovinske rudne serije (Čaušica) skoncentrisano je manje od 40% svih rudnih rezervi u Tajmištu.

U ovoj rudnoj seriji, kao što se vidi na profilima nekih istražnih bušotina, ruda se danas javlja u više horizonata. No, to nisu sve zasebni slojevi ili sočiva koji bi se nalazili u različitim stratigrafskim horizontima. U pitanju je ponavljanje pojedinih slojeva usled ubiranja i nastanka mestimično prividno uvećanih debljina rude. Tako na primer na profilu Sosića (1963) (Sl. 46) bušotina Č/5 presekla je rudu četiri puta, dok je u bušotini B-2 presekla na šest mesta* (Sl. 47 - profili gušotine po Kuvendžiskom).

Osim toga bušotina Č/5, koja je locirana oko 500 m severno od B/2 presekla je rudu znatno veće prividne debljine u tri horizonta i sa jednim tankim proslojkom u četvrtom horizontu.

Na osnovu osmatranja dnevnog kopa (u 1968. i 1969.) utvrđeno je da su ubiranja veoma izražena. Sledstveno tome, i ruda je morala biti ubrana. Mestimično je zapaženo budiniranje, a od pojedinih budena nastala su zasebna "sočiva" (pojedinačan buden) i mestimično su dovođeni u različite položaje, što je u bušotinama moglo da izgleda kao znatna debljina, čime je realna situacija bila maskirana. Kao rezultat toga moglo je da dođe do prividnog povećanja rudnih rezervi, kakav je slučaj bio na reviru II. Ovde je rudni sloj debeo 2-3 m. On je najpre budiniran, a potom fleksurno ubran (Sl. 48). Na osnovu takvih podataka može se reći da je realna primarna debljina ovog rudnog sloja manja od 10 m.

Osim toga, pouzdano se zna da je ona mestimično debela samo 2 m. Na osnovu toga procena Sosića (1963), a i drugih istraživača o debljini rude između 2 i 39 m za gornji sloj, 2 do 21 m za srednji i 2 do 30 m za donji sloj, očigledno govori da se radi o prividnim debljinama nastalim usled tektonskih deformacija. Kao dokaz za takvo shvatanje je činjenica da je u sva tri rudna sloja najmanja debljina 2 m, a na osnovu Sosićevog profila (1963, Sl. 46) procenjuje se da su slojevi kontinuirani na prostoru većem od 800 m.

Na profilu koji prilažu Ćosevski et al (1969), na očigledan način prikazuje se, odnosno vidi se deformisanost o kojoj je reč.

Svi rudni horizonti povlatne (krovinske) rudne serije nalaze se u filitičnoj formaciji, koju, kao što je već rečeno, karakteriše heterogeni sastav. Metaklastiti su dominirajuće stene dok se metakarbonati javljaju kao tanke facije.

Ruda se oštro razlikuje od sredine u kojoj se nalazi, jer je kompaktna i tvrda, za razliku od plastičnije filitične sredine. Oolitne je strukture. Ooliti su često krupni tako da im je prečnik do 1 mm, što se zapaža i makroskopski, jače ili slabije su deformisani, kada prelaze u elipsoidne forme, što je posledica tektonskih pritisaka.

Ruda je na površini često zahvaćena jačom ili slabijom limonitizacijom, ali na Tajmištu nisu razvijeni gvozdeni šeširi.

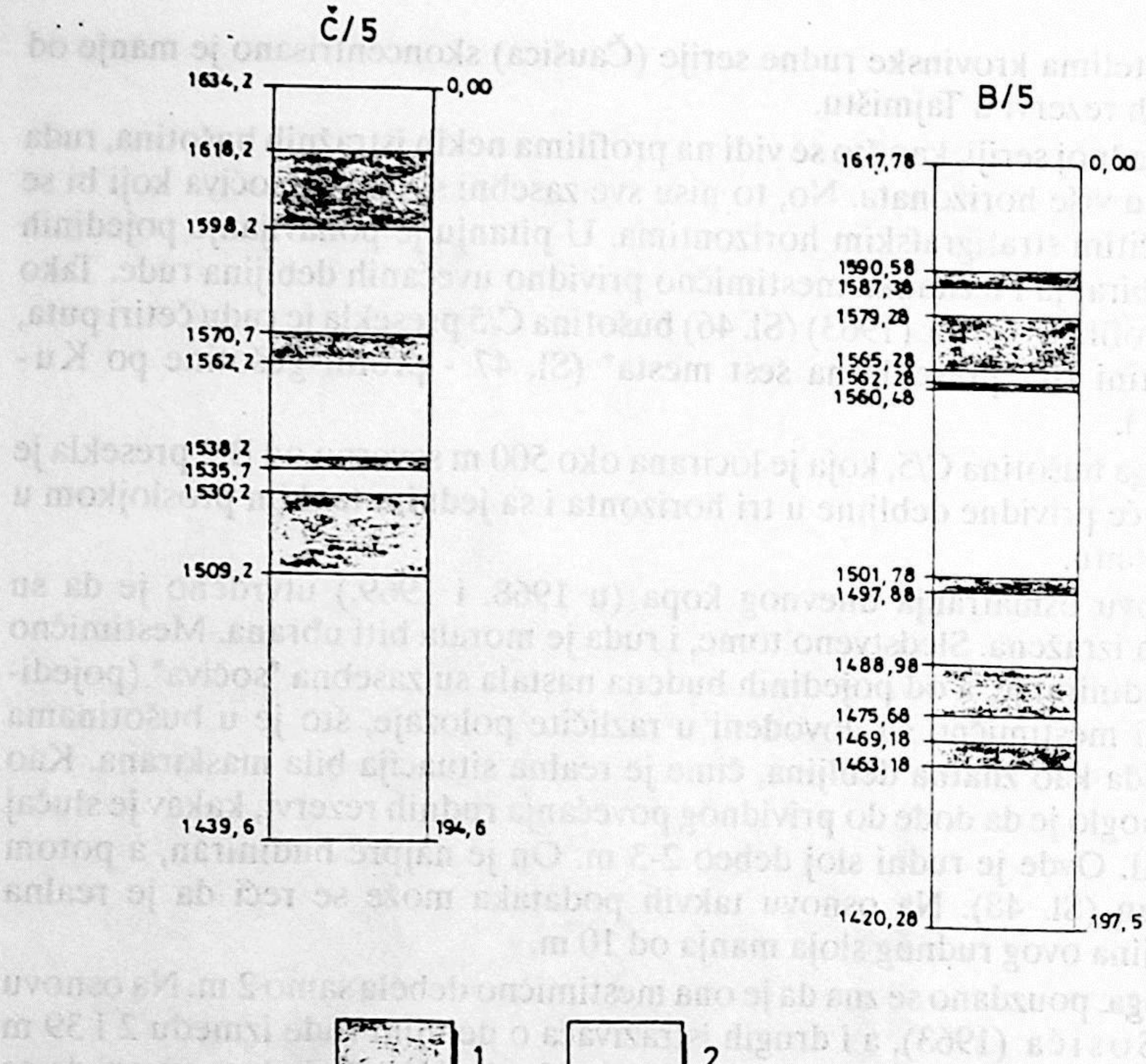
Glavni rudni minerali nosioci gvožđa su: Fe-hlorit (šamozit), siderit i magnetit, podređenije je zastupljen limonit, dok je hematit sasvim redak.

Limonit je nastao raspadanjem Fe-hlorita, siderita i sasvim podređeno drugih minerala, posebno sulfida.

Glavni primarni rudni mineral je Fe-hlorit (grupa šamozita; često šamozit i

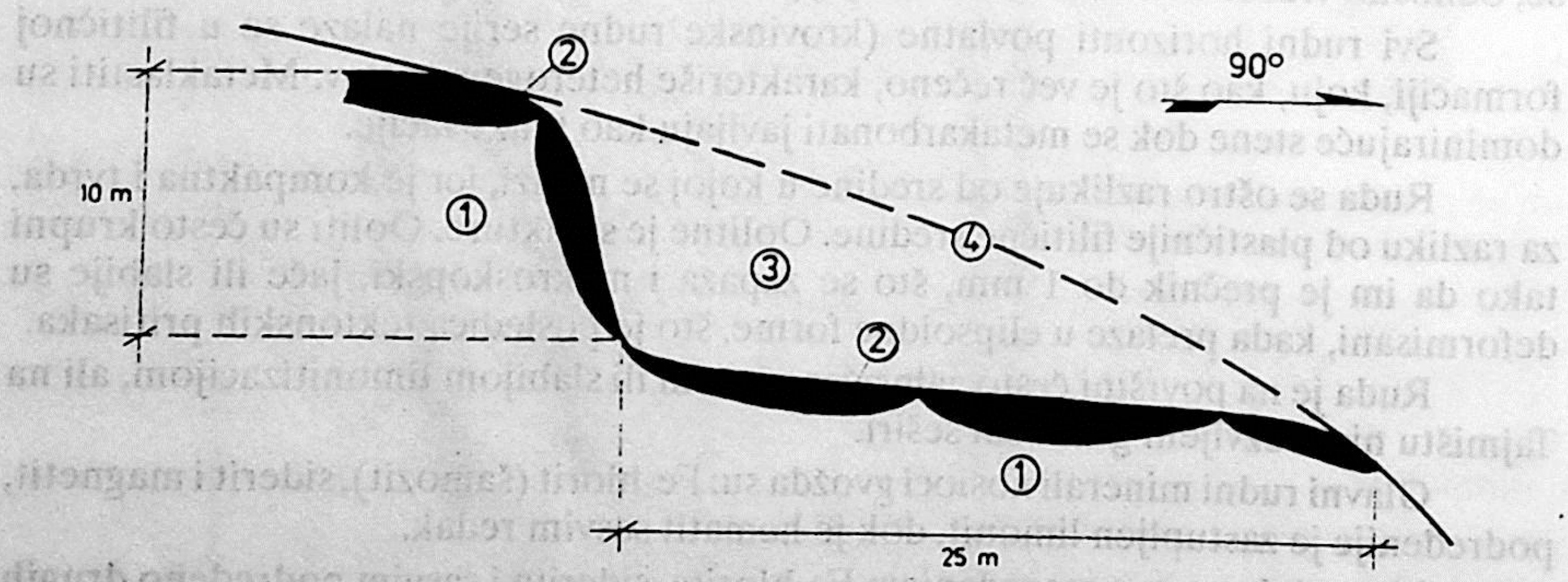
---

* Zbog smanjene razmere na profilu se vide samo četiri rudna tela, dok se to na profilu bušotine B/2 lepo vidi (Sl. 47)



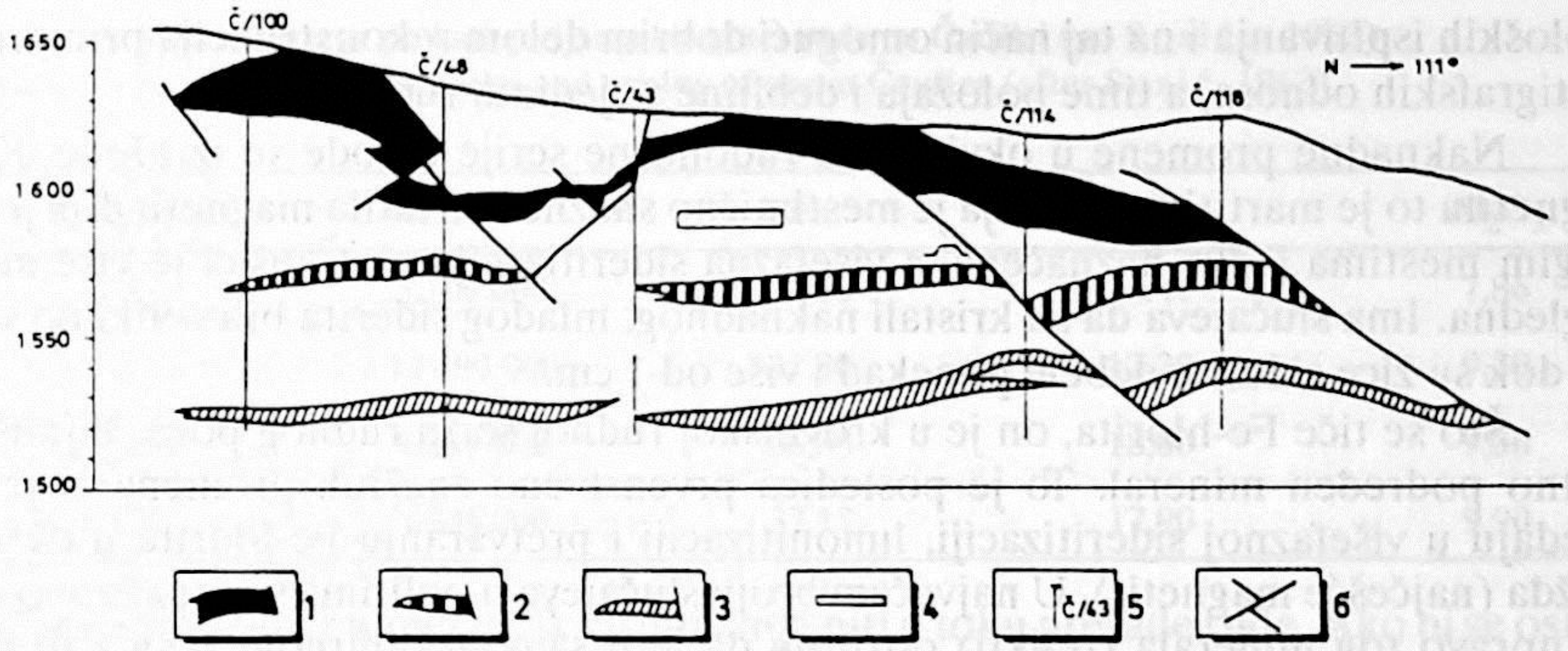
Sl. 47 - Profili bušotine Č/5 i B/2 (po T. Kuvendžiskom, nepublikovan materijal)
1. ruda Fe, 2. filit

Fig. 47 - Profiles of drill hole Č/5 and B/2 (after Kuvendžiski T., unpublished)
1. Fe-ore, 2. Phyllite



Sl. 48 - Dnevni kop na II reviru: budiniran pa ubran sloj rude.
1. filit, 2. ruda gvožđa, 3. skinuta jalovina (filit), 4. prvobitna profilska linija terena (stanje u leto 1969)

Fig. 48 - Open pit in the mining district II: boundinaged and than folded ore bed
1. Phyllite, 2. Iron ore, 3. Removing wast rock (phyllite), 4. Primary contour of the surface (situation on summer 1969)



Sl. 49 - Jedan od poprečnih profila na Čaušici (na osnovu istražnog bušenja, Ćosevski et al, 1969)
1. I rudni sloj, 2. II rudni sloj, 3. III rudni sloj, 4. istražni potkop, 5. istražna bušotina, 6. rasedi

Fig. 49 - One of the Čaušica cross sections (based on drill hole, after Ćosevski et al, 1969)
1. Ore bed I, 2. Ore bed II, 3. Ore bed III, 4. Adit, 5. Drill hole, 6. Faults

ređe turingit). Transformacijom ovog minerala nastao je siderit kroz višefaznu sideritizaciju i magnetit.

Na prisustvo značajnije koncentracije magnetita, u krovinskoj rudnoj seriji, ukazuju aeromagnetna i terestrična magnetna ispitivanja. Tako na primer na reviru I registrovana je anomalija od minus 200 nT do plus 1.000 nT (Mužijević, 1976), a aeromagnetskim ispitivanjima Vukašinović (1961) je registrovao iznad revira II i IV anomaliju intenziteta od minus 200 nT do plus 600 nT.

S druge strane mineraloškim ispitivanjima je utvrđeno da zastupljenost magnetita ide i do 30% od učešća svih minerala u rudi. Prisustvo magnetita u većoj koncentraciji, kao i veliko učešće siderita u rudi sa Čaušice, omogućili su da rudna tela sa ovog lokaliteta imaju vanredan ekonomski značaj, jer je u njima došlo do dodatnog obogaćenja gvožđem, što je poboljšalo kvalitet rude u svim revirima u odnosu na podinsku rudnu seriju, odnosno celo rudno polje Tajmišta.

Sem navedenih rudnih minerala, prisutan je i pirit kao najobilniji sulfid (ali to su koncentracije najčešće ispod 1%), potom sledi pirhotin, a nađu se halkopirit, arsenopirit i dr. minerali kao sasvim podređeni ili u tragovima. Zanimljivo je istaći da idući od prividno najnižeg rudnog horizonta (tj. sloja III po Sosiću, 1963 i dr. autorima) sadržaj siderita se povećava, a magnetita i hematita opada. Izgleda da je glavna koncentracija oksida gvožđa u tzv. donjim (u prividno donjim), dok je siderit najobilniji u gornjim horizontima (misli se na savremeni položaj), tako da je najveća koncentracija siderita u najgornjem sloju. Ova pojava nije razjašnjena i problem ostaje otvoren. Ipak treba naglasiti da ovakvu distribuciju rudnih minerala po vertikali, treba uzeti sa rezervom, pošto je ona zasnovana na ispitivanjima Kleuta (1966 i kasnije) i Cissarza (1954), a koja nisu urađena po horizontalnom rasprostranjenju slojeva niti je izvršena rekonstrukcija primarnog položaja rudnih slojeva.

Najzad, u mineralnom sastavu, učestvuje i organska u obliku grafitične materije, često i u obliku antracita. Njeno poreklo do danas nije razjašnjeno, ali obzirom na vulkanogeno-sedimentni postanak filitične formacije u celini, pojava organske materije je veoma interesantna i otvara čitav niz novih pitanja. Zahvaljujući tome stvorene su mogućnosti da se dođe do egzaktnih podataka o starosti putem paleopa-

linoloških ispitivanja i na taj način omogući dobrim delom rekonstrukcija primarnih stratigrafskih odnosa, a time položaja i debljine pojedinih rudnih slojeva.

Naknadne promene u okviru ove rudonosne serije takođe su izražene. Kod magnetita to je martitizacija, koja je mestimično snažno zahvatila magnetit dok je na drugim mestima jedva naznačena, a višefazna sideritizacija na Čaušici je više nego očigledna. Ima slučajeva da su kristali naknadnog, mladog siderita bili veliki do više cm, dok su žice siderita debele ponekad i više od 1 cm.

Što se tiče Fe-hlorita, on je u krovinskoj rudnoj seriji rudnog polja Tajmište, znatno podređen mineral. To je posledica prvenstveno snažnih promena koje se ogledaju u višefaznoj sideritizaciji, limonitizaciji i pretvaranju Fe-hlorita u okside gvožđa (najčešće magnetit). U najvećem broju slučajeva u oolitima se zapaža zaostatak upravo tog minerala (relikti) obzirom da je u samom oolitnom zrnu najlakše mogao biti očuvan. Tada se on javlja obično kao veoma sitnozrni mineral. Ujedno to ukazuje i na primarne rudne minerale kao vodeće, na što skreću pažnju Cissarz (1954) i Kleut (1963, 1966 i kasnije).

Interesantna je pojava koja je uočena na kompaktnoj rudi iz krovinske rudne serije: u njoj se, naime, retko zapaža uškriljavanje, što se za sada objašnjava rezistentnošću same rude u odnosu na plastičniju okolnu sredinu, pa je to jedan od podataka koji ukazuje na moguća translatorna premeštanja rude kroz plastičnu filitičnu formaciju.

Za razliku od Darda Kule, na Čaušici nisu do sada utvrđeni povišeni i visoki sadržaji hroma i nikla, tako da bi i to bila još jedna razlika među njima. Što se, pak, tiče ostalog hemizma ove rude, po podacima Sosića (1963) i Novakovskog (1975) očigledan je visok sadržaj fosfora. Naime, Novakovski je ispitivao godišnje rudne kompozite po revirima, sadržaj i fosfora varirali su preko 2% (P_2O_5), slične podatke je prezentirao Sosić* (1963). Prema podacima Sosića (1963) na Čaušici hemijski sastav glavnih elemenata i jedinjenja sa proračunom rudnih rezervi je sledeći, tabela 21.

U poređenju sa Darda Kulom vidi se da je na Čaušici veći sadržaj Fe, što je rezultat sekundarnog obogaćenja, mineralnog sastava i međusobnog odnosa pojedinih minerala glavnih nosilaca gvožđa. Na Čaušici, kao što je rečeno, dominiraju magnetit i siderit, dok na Darda Kuli dominiraju Fe-hlorit i siderit. S druge strane u proseku je sadržaj fosfora u rudi na Čaušici veći od sadržaja istog elementa u rudi sa Darda Kule.

Dalje, treba naglasiti da kada se uporede podaci različitih autora o rudnim rezervama i hemijskom sastavu zapažaju se prilične nesaglasnosti. Od autora do autora rezerve variraju između 100 i 123 miliona tona. Međutim, sigurno je da na Tajmištu kao jedinstvenom rudnom polju ima najmanje 100 miliona tona rude, s tim što na Čaušicu otpada između 30 i 40 miliona tona. Srednji sadržaj Fe od oko 37%, uz već navedene rudne rezerve, govori o visokoj potencijalnosti ovog rudnog polja, uz napomenu da postoje realni preduslovi da se pronađu nova rudna tela, kao što je to dokazao Mužijević, 1976 god.

Pored ovih podataka relativno visok sadržaj fosfora je ona lošija strana kada je reč o rudama gvožđa sa Tajmišta. Na žalost problem fosfora nije na zadovoljavajući

---

* Viktor Sosić, dipl. ing rudarstva, bio je tehnički direktor Rudnika i željezare "Skopje" do 1964., kada ga je zamenio Golub Ćosevski, takođe dipl. ing. rudarstva.

Tabela 21. Rudne rezerve po kategorijama i kvalitet rude na Čaušici (po Sosiću, 1963)
Table 21. Ore reservs by categories and quality of ore in Čaušica (after Sosić, 1963)

u %

Kategorija	rezerve u t	Fe	SiO_2	Al_2O_3
A	5.109.000	41.60	14.47	7,86
B	14.490.000	37,80	17,30	9,30
C_1	9.819.000	36,80	18,00	9,56
C_2	4.831.000	37,17	17,90	9,90

način rešavan kroz mineraloška ispitivanja niti u toku prerade rude. Ako bi se oslonili na mišljenje Kleuta (1968) da je glavna količina fosfora vezana za siderit onda se otvaraju dodatni problemi, jer je siderit jedan od glavnih rudnih minerala nosilaca gvožđa. Shvatanje Cissarza (1954) da je fosfor vezan za apatit, Kleut (1968)* na jedan argumentovan način to pobija i dokazuje da kada se ukloni siderit u ostatku rude ostaje mala količina fosfora (svega 30% od ukupne količine), u tom slučaju taj fosfor ne bi se mogao vezati za apatit.

Na osnovu tih podataka očigledno je da zbog veće koncentracije fosfora u sideritu dolazi do toga da deo gvožđa koji se dobija iz siderita nosi sa sobom i deo fosfora koji bi, ako se ne bi prethodno uklonio, mogao preći u sirovo gvožđe čime mu se snižava kvalitet. Delimično ili potpuno prethodno uklanjanje fosfora povlači za sobom dodatna opterećenja troškova proizvodnje.

U tehnološkoj preradi, u primarnom obogaćenju, postiže se sadržaj Fe do 42% i sadržaj SiO_2 ispod 16%, ali sadržaj fosfora se ne smanjuje (Ćosevski et al, 1969), što predstavlja veoma krupan problem koji tehnolozi moraju da reše na odgovarajući način, kako bi veliki potencijali rudnog polja Tajmište mogli maksimalno da se koriste.

Malkoec. Po ekonomskom značaju ova se lokalnost javlja odmah iza "Tajmišta" i "Demir Hisara". Nalazi se na oko 10 km udaljenosti jugozapadno od Kičeva, u neposrednoj blizini sela Izvor i vrela reke Treske. Tu se proteže dobar asfaltni put koji povezuje Kičevo i Ohrid. Ležište se nalazi između 1.050 m i 1.200 m nadmorske visine. Pojedina manja rudna tela i izdanci nalaze se i na nižim nadmorskim visinama, kao što su ona pored puta Kičevo - Ohrid, na nadmorskoj visini od oko 900 m. Tu je otkriven izdanak koji zahvata površinu 40 x 40 m.

Ovo ležište je prvi put registrovano 1951. godine, a već 1955. god. sračunate su prve rudne rezerve. Zahvaljujući tim prvim podacima istraživanja su nastavljena tako da su krajem pedesetih godina okončana.

Glavne rudne rezerve su skoncentrisane na jednom mestu i to na udaljenosti od oko 1.000 m od sela Malkoeca prema severu, odnosno severoistoku.

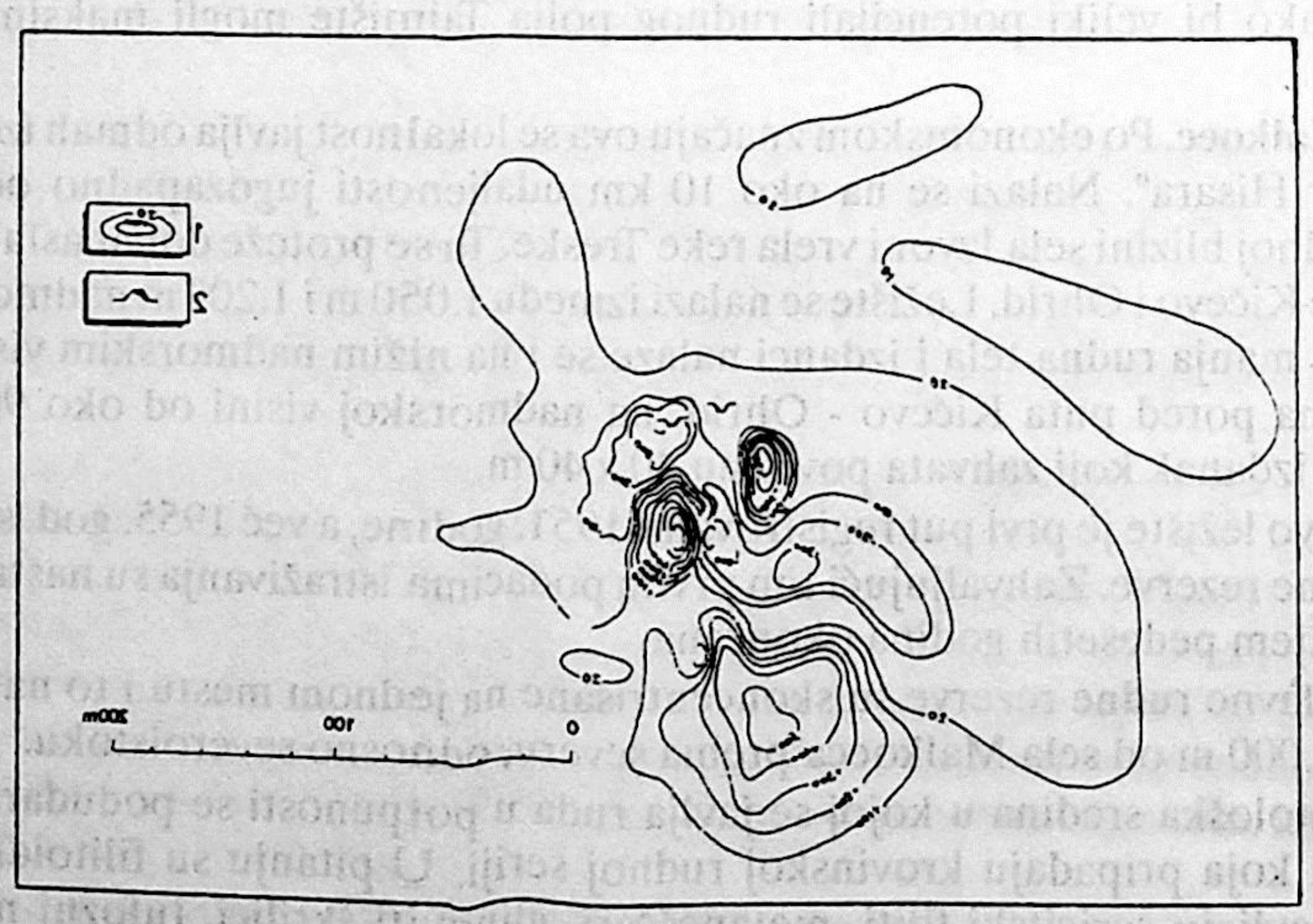
Litološka sredina u kojoj se javlja ruda u potpunosti se podudara sa drugim ležištima koja pripadaju krovinskoj rudnoj seriji. U pitanju su filitoidi u čijem se sastavu javljaju sericitski filiti, metapeščari, glinoviti škriljci, tufozni metapeščari, metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati sa hematitom, krečnjački škriljci i mermerisani krečnjaci.

---

* Nije utvrđeno u kome se obliku fosfor javlja u sideritu.

Zanimljivo je istaći da se na celom prostoru između Malkoeca i Judova javlja glinoviti škriljac. To je jedna stena sa razvijenim uškriljavanjem, ali kod koje je stepen prekristalizacije vrlo nizak, tako da je očuvana glinovita materija. S druge strane ovo litološko telo se javlja u krovinskom delu filitične formacije, odnosno ona se njime na ovom terenu završava, jer preko glinovitih škriljaca dođu metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati sa hematitom. U takvoj jednoj sredini, ali ispod glinovitih škriljaca javlja se ruda gvožđa u Malkoecu. Obzirom da je iznad rudnih tela dobijena magnetska anomalija ispitivanjima iz vazduha (Vukašinović, 1961) i merenjem na zemlji (Sl. 50), logično je pretpostaviti da je i sama ruda magnetična, odnosno da je magnetit jedan od glavnih minerala u njoj. Mineraloškim ispitivanjima ovo je i potvrđeno.

Kao vodeći minerali nosioci gvožđa javljaju se siderit i magnetit. Istina ovaj drugi znatno manje (siderita ima preko 50%, dok na ostale minerale otpada jedva dvadesetak procenata). Za ovo ležište je karakteristično da je pretrpelo veoma snažne promene, pri čemu su se, na primer, ooliti u većini slučajeva izgubili i sasvim se retko zapažaju. Povremeno se nađu ostaci oolita, kada su ti relikti jako deformisani, naročito spljošteni. Nađu se Fe-hloriti (šamozit), a povremeno i krupnolistasti regenerisani turingit. Kada je reč o turingitu potrebno je naglasiti da je u silikatno-karbonatno-oksidnim rudama gvožđa zapadne Makedonije uvek reč o naknadno stvorenom mineralu, prvenstveno u postrudnom vremenu, dakle u procesu regeneracije. Osim toga, kao rezultat snažnih naknadnih promena na rudi, u malkovačkom ležištu, javlja se velika količina naknadno stvorenog siderita, koji snažno potiskuje Fe-hlorit. S druge strane zbog naknadnih promena u ovom ležištu se zapažaju veoma brze bočne i vertikalne promene. Tako na primer u jednom delu dominira siderit, a u drugom magnetit, dok u tzv. šamozitskom, odnosno Fe-hloritskom škriljcu dominira silikat Fe, tj. Fe-hlorit (šamozit i turingit pretežno). Osim navedenih često se javljaju pirit i



Sl. 50 - Plan izodinama ΔZ ležišta gvožđa Malkoec (po podacima Geozavoda iz Jančić et al, 1966)
1. Izoanomale ΔZ, 2. Potkop

Fig. 50 - Plan of ΔZ isodinams on the Malkoec iron deposit (on data of Geozavod, from Jančić et al, 1966)
1. isoanomalies ΔZ, 2. adit.

limonit. Ovaj drugi nastao je raspadanjem Fe-hlorita i pirita. Hematit je sasvim redak sastojak i obično nastaje na račun siderita u kome je uostalom zapažen. U drugom delu ležišta, gde dominira magnetit, siderit se skoro potpuno povlači. Magnetit je mestimično martinisan. U delu ležišta sa magnetitom, odnosno u magnetitskom rudnom telu pored magnetita i martita javlja se i turingit (kao mlađi Fe-hlorit) zatim epidot, kvarc i malo hematita. U ovom delu rudišta nisu nađeni ostaci oolitskih struktura. Nešto dalje nailazi se na deo rudnog tela u kome ima ostataka primarne oolitske strukture.

Prema tome, najvažnija karakteristika ovog ležišta je ta da u njemu postoji karbonatni deo, u kome dominira siderit, dok su ostali minerali, naročito oksidi podređeni (ukupno ih ima manje od 20%) i deo sa magnetitom, u kome praktično nema karbonata niti očuvanih oolitskih struktura i treći deo rudišta u kome takođe nema siderita, ali se nalaze ostaci oolita i u kome se hematit javlja u većoj količini (sa većom zastupljenošću) nego u prethodnim delovima rudišta (ležišta).

Ima se utisak da su se promene o kojima je reč odigrale u ranoj fazi formiranja, dok je još trajao submarinski vulkanizam. Na ovo nas upućuje, nađeni tufogeni materijal u samoj lokalnosti i delovi bivših slivova metaandezita u filitičnoj formaciji, na prostoru između Malkoeca i Judova. U to vreme (a to je verovatno već silur) došlo je do promene hemizma vulkanizma, pa je od bazičnih magmatskih produkata, koji su prineli gvožđe došlo do srednje kiselih (andezita) i kiselih (riolita) koji su doneli u toj fazi nove hidroterme i koje su mogle izvršiti određen promene. S tim u vezi stoji i mineralizacija bakra kod Judova (o čemu će biti posebno govora).

Kada je reč o nekim genetskim karakteristikama ovog ležišta neophodno je pomenuti da su rudna tela praćena hloritskim škriljcima, za koje se pretpostavlja da predstavljaju bivše dijabaz-spilitoidne stene. U stvari hidroterme koje su pratile izlivanje tih stena donele su gvožđe koje je ušlo u sastav ovog ležišta. Na neposrednu vezu ove stene i rude ukazuje i česta pojava da se pojedini delovi rudnih tela ili cela rudna tela nalaze u ovim stenama.

Na osnovu istraženih radova došlo se do zaključka da je prosečna debljina rudnih tela 12 m (svakako da je reč o prividnoj debljini iako se ne isključuje mogućnost da neki delovi zaista imaju toliku primarnu debljinu).

Istražnim bušenjem i rudarskim istražnim radovima okontureno je ovo ležište i u njemu su nađene rudne rezerve od oko 3,1 miliona tona rude sa srednjim sadržajem Fe od 41,15%.

Osim ovog rudnog ležišta jugozapadno od Malkoeca oko 1.000 m nalazi se jedna pojava čiji izdanak obuhvata površinu od 40 x 40 m. Tu je nađen sadržaj Fe od 26,45%, 34,32% i 51,87%. Kao što se vidi tu su registrovani i povišeni sadržaji gvožđa, ali na žalost ova pojava nije detaljnije istraživana.

Orlov kamen se nalazi zapadno od sela Crsko, udaljeno oko 12 km južno od Kičeva, tj. na sredokraći između starog makadamskog i novog asfaltnog puta Kičevo-Bitola.

Sa ležištem "Demir Hisar" i pojavama između Sapotnice i Novog Sela, Orlov kamen obrazuje zasebnu celinu koju karakteriše lučni raspored metagabro-dijabaznih stena i kao njihovi pratioci: pojave i ležišta silikatno-karbonatno-oksidne (odnosno šamozitske ili kompleksne, kako se još nazivaju) rude i gvožđa. Kao što se na Sl. 55 vidi, taj raspored ima lučni oblik i moglo bi se pretpostaviti da je na ovom području prvobitno bio jedan veliki vulkanski centar, koji je mogao imati u prečniku oko 40 km (polazeći od udaljenosti Orlovog Kamena od "Demir Hisara"), da su oko njega

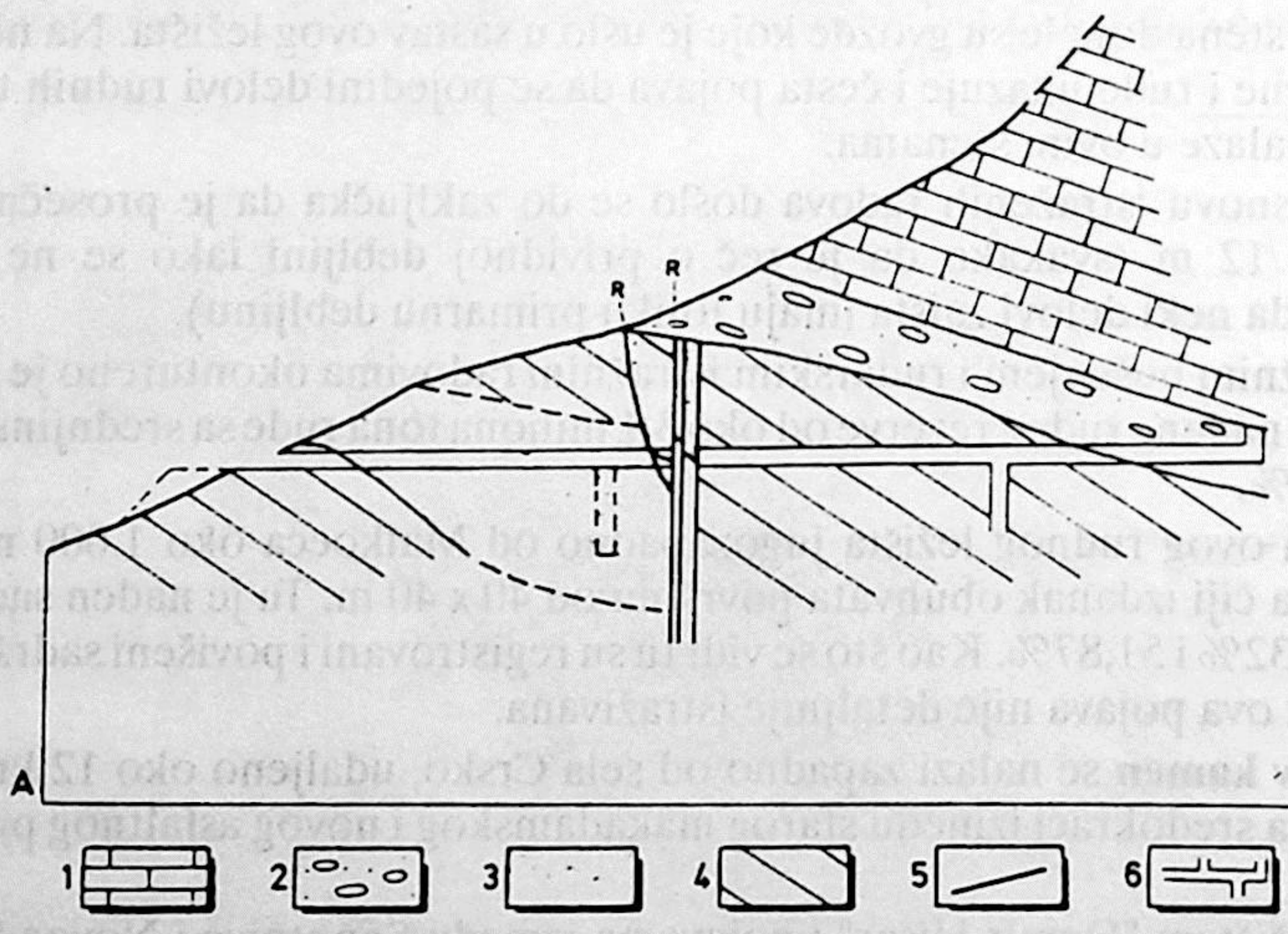
postojale odgovarajuće depresije i da su se u njih slivale hidroterme bogate gvožđem, koje je ušlo u sastav ležišta i pojava Orlov Kamen, Prostranje, "Demir Hisar", između Novog Sela i Sapotnice i drugde.

Ležište kod Orlovog Kamena ima oblik tektonski deformisanog sočiva čija je današnja dužina u pravcu približno severoistok-jugozapad oko 40 m i širina upravno na taj pravac oko 15 m. Najveća debljina (verovatno prividna) mu je oko 20 m. Ovo rudno telo leži u sericitskom filitu, koji inače pripada filitičnoj formaciji, u kojoj su ovde nađene metadijabazne stene, metatufovi i metatufogeni peščari. Rudno telo je tektonski ograničeno. Rasedi koji se zapažaju na njegovom obodu govore da bi ono moglo biti deo neke veće rudne mase (rudnog ležišta) od koje je ovaj blok otkinut. Prema rudarskim istražnim radovima njegov položaj na profil vidi se na slici (Sl. 51).

Pretpostavlja se da se duž oboda mermerisanog krečnjaka proteže jedan veći rased i da je duž njega došlo do izdizanja filitične formacije sa ovim rudnim blokom.

U mineralnom sastavu ovog rudnog ležišta najvećim delom učestvuje siderit, potom slede slabo očuvani Fe-hlorit (verovatno šamozit i turingit) i magnetit u vidu magnetitskog praha. Oolitska struktura je karakteristična, tako da se često ooliti vide megaskopski. Ruda je zahvaćena snažnom limonitizacijom pri čemu su najviše pogođeni Fe-hlorit i siderit. Sadržaj Fe u rudnom telu varira od 41% do 50%, a SiO_2 od 10% do 20%, po čemu ono spada u najkvalitetnija ležišta Fe silikatno-karbonatno-oksidnog tipa u zapadnoj Makedonij.

U oolitima se javljaju svi navedeni minerali (siderit, Fe-hlorit, magnetit i sekundarni limonit). Zanimljiva su zapažanja K l e u t a (Izveštaj za 1965. god.), koji kaže: "... da su strukturni i mineraloški odnosni na lokalnosti Orlov Kamen suštinski



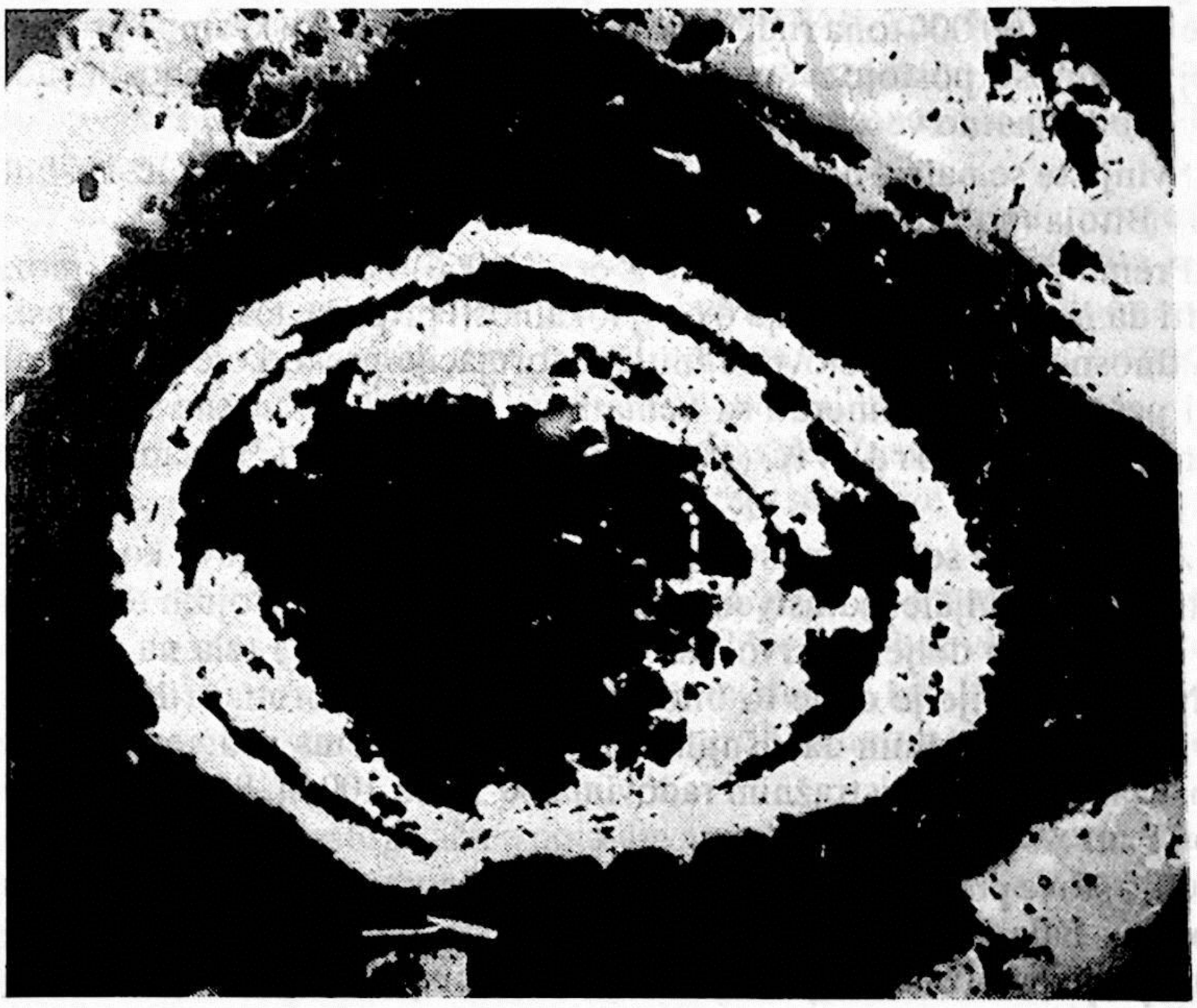
Sl. 51 - Profil kroz rudno telo na Orlovom Kamenu.
1. Mermerisani krečnjak, 2. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat, 3. ruda gvožđa, 4. sericitski filit.

Fig. 51 - Cross section through the ore body in Orlov Kamen.
1. Recrystallized limestone, 2. Metamorphozed quartz sandstone and conglomerate, 3. Iron ore, 4. Sericite phyllite.

različiti od onih u lokalnosti Tajmište". Šta je hteo ovim da kaže nije jasno, ali bi se moglo dovesti u vezu sa prostorno različitim basenima u kojima su ta dva ležišta stvarana, a što smo i mi zapazili izdvajajući ovu lokalnost zajedno sa "Demir Hisarom" i pojavama izmedu Novog Sela i Sapotnice u zaseban rudni blok.

Dalje, zapaženo je u ovoj rudi da se često u osnovnoj masi nalaze plaže krupnog kalcita, što do sada nije primećeno na ostalim ležištima i pojavama gvožđa; ali i još jedna karakteristika ovog ležišta manifestuje se prisustvom metamorfisanih tufova sa lepo očuvanim bipiramidalnim kvarcom u neposrednoj blizini rude (jamski utvrđeno). To dalje objašnjava relativno veće učešće halkopirita u metatufu. Osim ovog sulfida čest je i pirit u kome se kao inkluzije javljaju halkopirit i pirhotin. Pirit se javlja u strukturama "orudnjenih bakterija".

Po svim navedenim karakteristikama ovo ležište bi moglo da se dovede u vezu sa pojavama kao što je Visoko drvo kod Openice.



Sl. 52 - Ooliti u rudi sa Orlovog Kamena
Fig. 52 - Oolites in iron ore in Orlov Kamen

Oprobavanja rudarskih istražnih radova pokazala su sledeće sadržaje, tabela 22.

Iz navedene tabele vidi se da je kvalitetnija ruda u vertikalnom pravcu nego u horizontalnom. To se naročito odnosi na visok sadržaj SiO_2 u horizontalnom pravcu. Ova pojava se objašnjava položajem potkopa, koji je lociran u krovinskom delu rudnog tela, gde je inače veći sadržaj kvarca, jer je to zona blizu jalovine. Međutim, evidentno je da se i u tom delu nalazi visok sadržaj Fe (preko 40%).

U okviru ovog rudnog tela, a na osnovu rudarskih istražnih radova i istražnog

Tabela 22. Rezultati oprobavanja rudarskih istražnih radova
Table 22. Results of sampling of the mining research works

u %

Potkop (adit)	Fe	SiO_2	Al_2O_3
0-17 m	45,37	16,60	8,63
17-28 m	41,64	20,28	14,44
28-38 m	42,19	21,37	12,49
šahta iz potkopa			
0-6,00 m	51,25	10,97	8,69

bušenja sračunate su rudne rezerve, koje po Sosiću (1963) iznose oko 40.000 tona rude, a procenjuje se, takođe po Sosiću (1963) da se na toj lokalnosti mogu očekivati rezerve od oko 100.000 tona rude. Smatra se da su to isuviše skromne procene. Naime, na ovoj lokalnosti postoje svi geološki preduslovi za otkrivanje novih rudnih tela u kojima bi bile znatno veće rudne rezerve.

Svinjište se nalazi na oko 15 km jugozapadno od Kičeva, blizu asfaltnog puta Kičevo - Bitola (na zapadnoj strani).

Prema podacima Ivanovskog et al (1966) i Sosića (1963), može se pretpostaviti da pojava koja se javlja u ovoj lokalnosti pripada, takođe krovinskoj rudnoj seriji, odnosno gornjim delovima filitične formacije preko koje leže metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati sa hematitom i dalje karbonatne stene u kojima su Antonijević i Đorđević (1955) kod Judova, Turije i Brždana našli devonsku faunu.

Zapadno od sela Svinjište registrovan je veći broj pojava koje su verovatno prvobitno predstavljale jedinstvenu celinu, ali zbog mnogobrojnih tektonskih deformacija došlo je do deljenja prvobitno jedinstvenog rudnog tela na manje sočivaste mase. Najverovatnije je da je to bilo jedinstveno stratiformno (ili slojevito) rudno telo. Dimenzije pojedinih današnjih rudnih tela su veoma promenljive. Ove pojave su po pružanju praćene istražnim radovima od 10 do 100 m. Prividna debljina varira im oko 15 m.

Ono što je posebno zanimljivo za ovu lokalnost jeste postojanje jednog rudnog tela koje se nalazi u pločastim krečnjacima, što predstavlja, prema dosadašnjem poznavanju, jedinstven slučaj u zapadnoj Makedoniji. Debljina ovog sočiva je 5 m, ali do sada njegovo mesto u krečnjacima nije objašnjeno.

Ove pojave imaju takođe oolitsku strukturu. U njima je Fe-hlorit (šamozit i turingit) glavni mineral nosilac gvožđa, dok su siderit i magnetit podređeno zastupljeni, iako ima mestimično i veće koncentracije siderita i magnetita. Takvi delovi imaju i veće sadržaje Fe. Inače u celini posmatrano ova rudna tela su slabijeg kvaliteta. U proseku ona sadrže od 24 do 31% gvožđa. Samo pojedini delovi rudnih tela, a oni su retki, imaju preko 31% Fe, kakav je slučaj na Crnom kamenu gde su sadržaji Fe 34,74% i 33,59%. Po ovim sadržajima gvožđa takva rudna tela bi pripadala donjoj granici kvaliteta koji se zahteva u industrijskoj primeni. S druge strane, visok sadržaj SiO_2 od 26% pa naviše svrstava ih u vanbilansne, a ako se tome doda da ni rudne rezerve nisu značajne, jer po Sosiću (1963) one se kreću oko 200.000 tona, onda se dobije potpuna slika o malom ekonomskom značaju ili čak beznačajnim pojavama.

Kozica. Slično situaciji sa pojavama kod Svinjišta je i u ovoj lokalnosti. U stvari moglo bi se pretpostaviti da je reč o istom horizontu i istom tipu Fe-hloritskih (tzv. šamozitskih) ruda odnosno mineralizacjia gvožđa. Ovde je takođe registrovano više izdanaka, a značajnija su samo tri rudna tela, koja su istraživana rudarskim istražnim radovima.

Kada je reč o kvalitetu, ove pojave su i u tom pogledu slične pojavama kod Svinjišta, uz napomenu da je bilo pojedinih proba u kojima je sadržaj Fe bio 37,14%, ali je i sadržaj SiO_2 bio visok. Najniži sadržaj SiO_2 je 22,10%.

Sračunate rudne rezerve u Kozici, po podacima S o s i ć a iz 1963. god., iznose oko 600.000 tona sa srednjim sadržajem od 35% Fe, ali obzirom na visok sadržaj SiO_2, visok sadržaj fosfora i razbijena rudna tela, ove pojave su za sada ekonomski neinteresantne.

"Demir Hisar". Slično Tajmištu i ovde bi se moglo govoriti o rudnom polju u kome se nalazi više rudnih tela, od kojih su najznačajnija: Žvansko, Damjanova Glava, Sopotničko, Mrenoško, Majdanište i Josifovo. Ali, kao što se vidi na sl. 53, Josifovo i Majdanište, Damjanova Glava i Žvansko su verovatno prvobitno predstavljala jedinstvena rudna tela, kasnije tektonski presečena na više delova. Slična je situacija na Mrenoškim i Sopotničkim.

Za Žvansko rudno telo je karakteristično da je na njemu razvijen veliki gvozdeni šešir u kome se veoma intimno mešaju limonit (getit) i glinovita materija, što zahteva prethodno pranje, da bi se odvojio limonit od glinovite komponente. Ovo rudno telo imalo je oko 1 milion tona rude (izvađeno je) i nastalo je raspadanjem, prvenstveno Fe-hlorita i siderita pod uticajem atmosferilija.

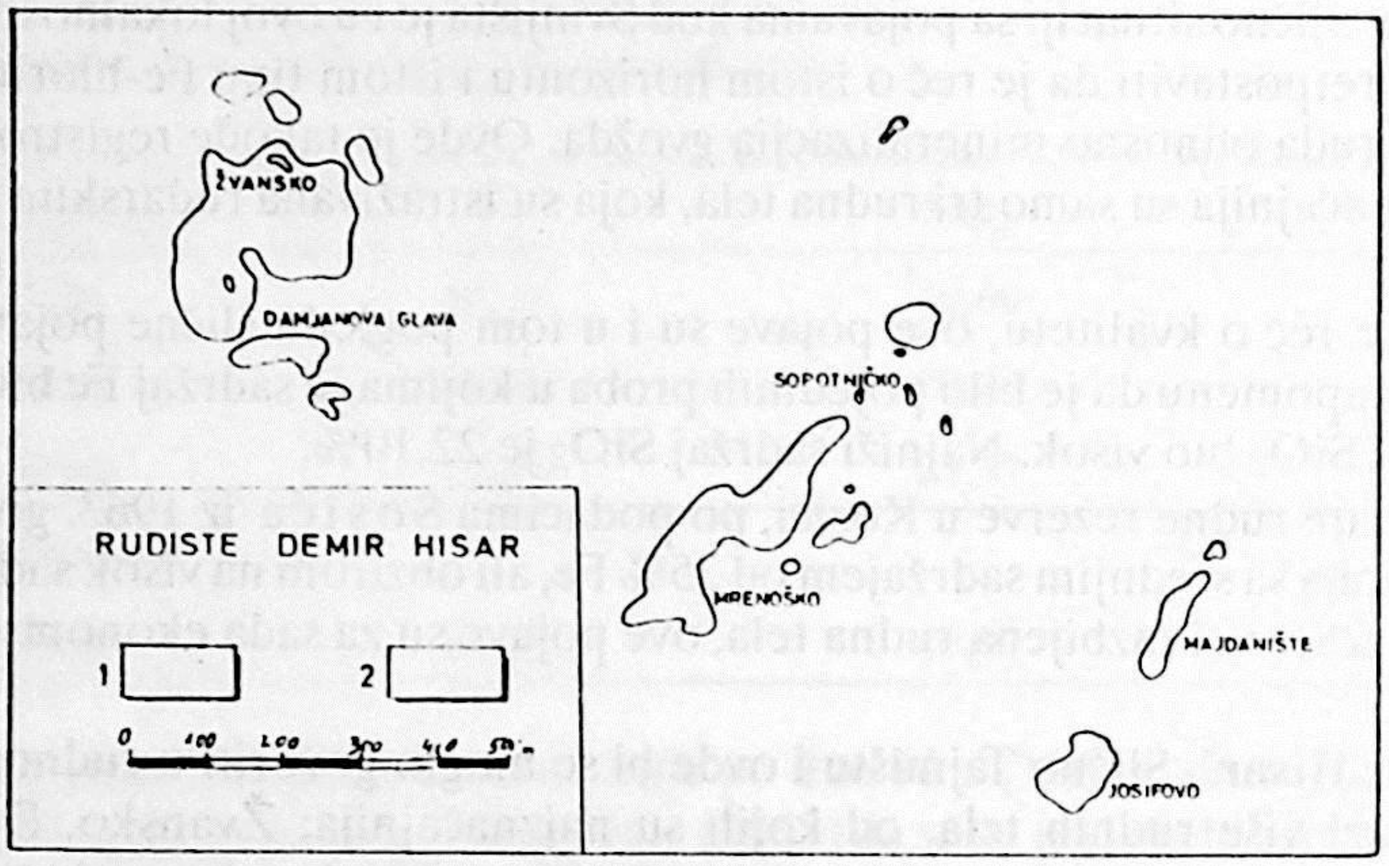
Rudno polje "Demir Hisar" nalazi se pored sela Žvan na desnoj obali Crne reke, blizu asfaltnog puta Kičevo - Bitola. Rudna tela se nalaze između 831 m i 1.010 m nadmorske visine.

Ovo ležište je bilo poznato i Turcima zbog čega su ga i nazvali Željezno Brdo ili Demir Hisar. Oni su pokušavali i sa eksploatacijom, ali bez većeg uspeha. Manji istražni radovi izvođeni su 1939. i 1940. godine, međutim, tek 1948. godine počinju intenzivna istraživanja i završavaju se 1956. godine obračunom rudnih rezervi od oko 8 miliona tona rude.

Ruda je danas sočivastog načina pojavljivanja, ali primarno se verovatno radilo o slojevima. Utvrđena su prividno četiri rudna sloja, koja su prikazana na Sl. 54.

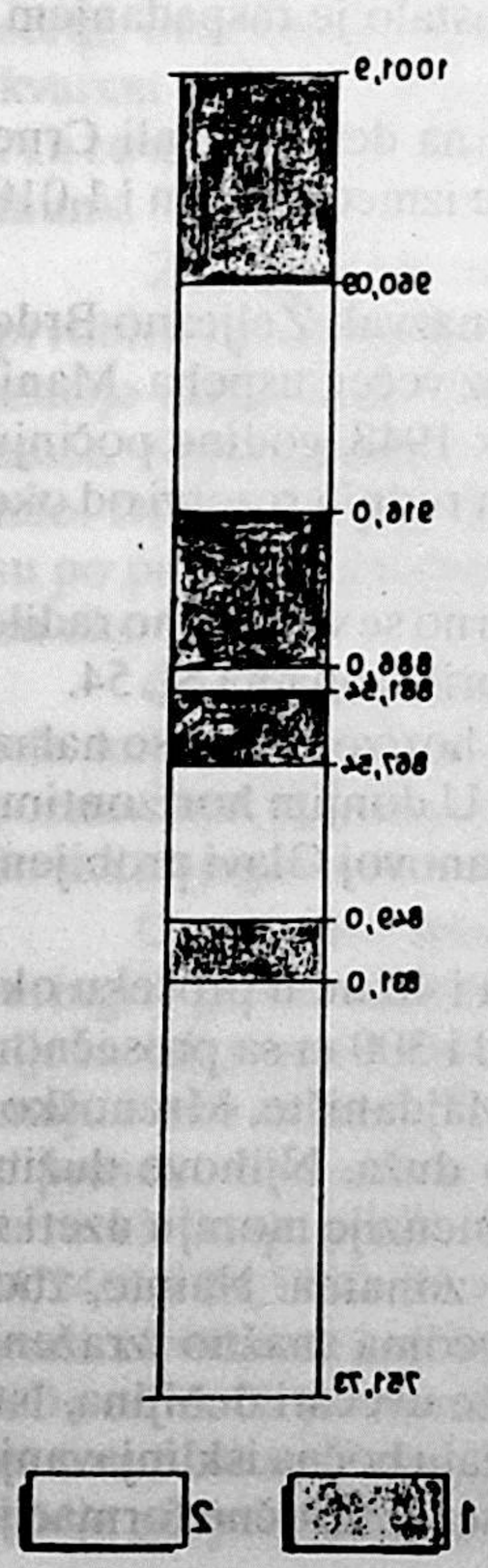
Sigurno je jedno da gvozdeni šešir predstavlja zaseban horizont i on se nalazi na površini, a drugi su od njega odvojeni filitičnim škriljcima. U donjim horizontima se nalazi kompaktna oolitska ruda, koja je na primer na Damjanovoj Glavi probijena metalamprofirom (Sl. 68).

Debljina pojedinih slojeva i sočiva varira između 10 m i 40 m, u proseku oko 20 m. Po pružanju rudna tela se prostiru u dužini između 100 i 300 m sa prosečnom širinom od oko 50 m; za razliku od rudnih zona Josifovo - Majdanište, Mrenoško - Sopotničko i Damjanova Glava - Žvansko, koja su znatno duža. Njihove dužine variraju između 600 i 1.000 m. Uz napomenu da se sve ove dimenzije moraju uzeti sa rezervom, posebno kada je reč o debljini, kao i pojedinim zonama. Naime, zbog ubiranja, koja su inače u zapadnoj Makedoniji višestruka i veoma snažno izražena, moguće je ponavljanje pojedinih rudnih slojeva čime se može uvećati debljina. Isto tako rasedima često su rudna tela odsečena tako da se ne zapažaju bočna isklinjavanja. Inače rudno polje "Demir Hisar" pripada krovinskoj rudnoj seriji filitične formacije.



Sl. 53 - Distribucija rudnih tela u rudnom polju "Demir Hisar".
1. ruda Fe, 2. filit.

Fig. 53 - Distribution of ore bodies in the "Demir Hisar" ore field.
1. Iron ore, 2. Phyllite.

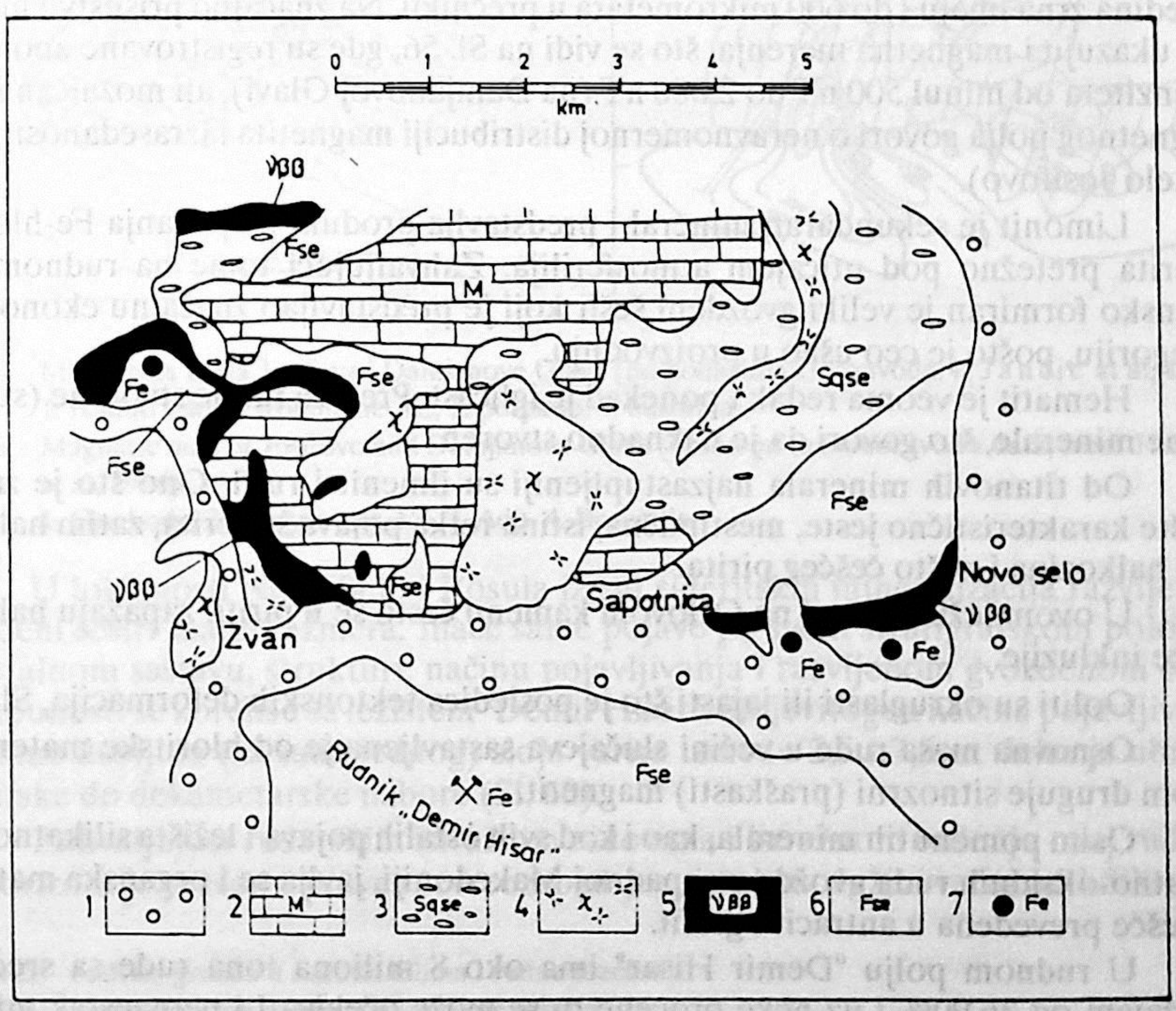


Sl. 54 - Vertikalan raspored rudnih horizonata u geološkom stubu u rudnom polju "Demir Hisar"
1. ruda gvožđa, 2. filitična formacija

Fig. 54 - Vertical distribution of ore horizons in geological column of the "Demir Hisar" ore field
1. Iron ore, 2. Phyllitic formation

Kao što se na slici 55 vidi, generalno posmatrano, rudno polje "Demir Hisar", kao i pojave između Novog Sela i Sapotnice i niz drugih, pripadaju jednoj lučnoj strukturi, koju karakterišu ili bolje rečeno koju kontrolišu metamorfisane gabrodijabazne stene. U skladu sa tim, jednu razlomnu strukturu aeromagnetskim ispitivanjima izdvojio je Vukašinović 1960. god., a ona se delimično podudara sa pružanjem metagabrodijabaza dolinom Crne reke.

S druge strane ovde i b-ose naboranih struktura generalno imaju isto pružanje: istok-zapad, dok idući od Žvana prema Orlovom Kamenu b-ose nabora menjaju pravac pružanja i dobijaju orijentaciju približno sever-jug, ili bolje rečeno sever-severozapad - jug jugoistok, a kod Orlovog kamena severoistok - jugozapad. Bitno je da se pojave i ležišta Orlov Kamen, rudno polje "Demir Hisar" i pojave između Sopotnice i Novog Sela nalaze na južnom i zapadnom obodu ove lučne strukture, odnosno na južnom i zapadnom obodu metagabrodijabaznih stena. Veruje se da su pomenute rudne pojave i ležišta u direktnoj vezi sa tim magmatizmom. To bi bila još jedna karakteristika po kojoj se ovaj deo terena izdvaja od ostalih ranije opisanih pojava i ležišta.



Sl. 55 - Geološka karta Žvan - Novo Selo (Popović, 1986).
1. Aluvijum, 2. karbonatna formacija, 3. formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata, 4. metariolit, 5. metagabrodijabaz i metadijabaz, 6. filitična formacija, 7. pojava gvožđa

Fig. 55 - Geological map of the Žvan - Novo Selo (after Popović, 1986.
1. Alluvium, 2. Carbonate formation, 3. Formation of metamorphosed quartzose sandstone and conglomerate, 4. Metarhyolite, 5. Metagabbrodiabase and diabase, 6.Phyllitic formation, 7. Fe-occurrences

U okviru metagabrodijabaznih stena mogu se izdvojiti metagabro, metagabrodijabaz, metadijabaz i metaspilit. Ovaj poslednji identifikuje se na osnovu teksture i deformisanih, često uništenih mandola albita i kalcita, čiji se relikti povremeno zapažaju. Po podacima Cissarca (1954), u okviru rudnog polja "Demir Hisar", pronađene su takođe metabazične stene i metatufovi. Obe vrste stena su snažno hidrotermalno izmenjene.

Mineraloškim ispitivanjima rude iz rudnog polja "Demir Hisar" bavili su se Cissarz (1954), Kleut (1965 i 1966), Vujanović (u Izveštaju, Jančić et al, 1966) i drugi istraživači. Svi se oni slažu da je ova ruda sastavljena prvenstveno od Fe-hlorita, siderita, magnetita i limonita. Hematit je redak, malo ima hidrohematita i malo martita. Međusobni odnos ovih minerala je veoma promenljiv. Fe-hlorit je danas najmanje zastupljen, jer je naknadnim promenama (sideritizacija i limonitizacija) skoro uništen, kao što su i ooliti najvećim delom uništeni. Siderit je višefazan, počev od primarnog (sedimentnog) do njegove dve mlađe generacije. Mestimično je dominirajući mineral. Magnetit je redovno prisutan, ali takođe u promenljivoj koncentraciji. Varira od desetak procenata pa do 60% ukupne zastupljenosti svih minerala u rudi. Najčešće je sitnozrn, ali pošto se i on javlja u dvema generacijama, pojedina zrna imaju i do 600 mikrometara u prečniku. Na značajno prisustvo magnetita ukazuju i magnetna merenja, što se vidi na Sl. 56, gde su registrovane anomalije intenziteta od minul 500 nT do 2.000 nT (na Damjanovoj Glavi), ali mozaičan izgled magnetnog polja govori o neravnomernoj distribuciji magnetita i izrasedanosti (rudno telo Josifovo).

Limonit je sekundaran mineral i predstavlja produkt raspadanja Fe-hlorita i siderita pretežno pod uticajem atmosferilija. Zahvaljujući tome na rudnom telu Žvansko formiran je veliki gvozdeni šešir koji je predstavljao značajnu ekonomsku kategoriju, pošto je ceo ušao u proizvodnju.

Hematit je veoma redak i ponekad je igličast. Preseca ranije stvorene (starije) rudne minerale, što govori da je naknadno stvoren.

Od titanovih minerala najzastupljeniji su ilmenit i rutil. Ono što je za ovo ležište karakteristično jeste, mestimična, istina retka pojava sfalerita, zatim halkopirita, halkozina i nešto češćeg pirita.

U ovom ležištu kao i na Orlovom kamenu često se u piritu zapažaju halkopiritske inkluzije.

Ooliti su okruglasti ili jajasti što je posledica tektonskih deformacija, Sl. 57.

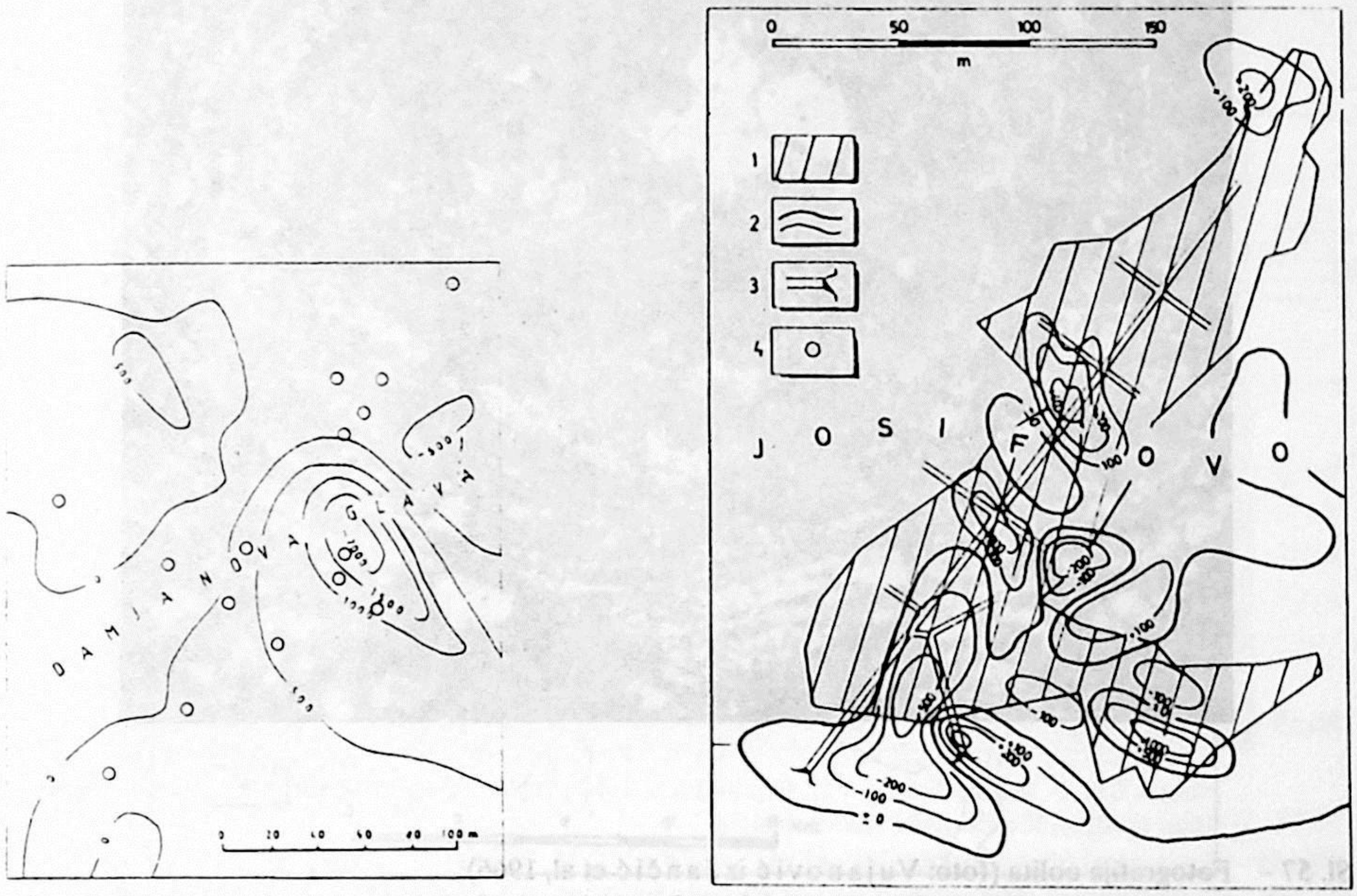
Osnovna masa rude u većini slučajeva sastavljena je od hloritske materije sa kojom druguje sitnozrni (praškasti) magnetit.

Osim pomenutih minerala, kao i kod svih ostalih pojava i ležišta silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvožđa u zapadnoj Makedoniji, javlja se i organska materija, najčešće prevedena u antracit i grafit.

U rudnom polju "Demir Hisar" ima oko 8 miliona tona rude sa srednjim sadržajem od 36,90% i uz neke procene tu se može očekivati i petnaestak miliona tona rude. Ovi podaci se odnose samo na eksploatabilnu rudu, dok Fe-hloritski škriljci i siromašnija ruda, sa sadržajima ispod 33% nije ušla u navedenu procenu iako je ima znatno više.

Sapotnica - Novo Selo - Između ova dva sela nalazi se petnaestak izdanaka Fe-mineralizacija. Generalno mogu se sve svrstati u dve grupe: sideritske i metapeščarsko Fe-hloritske. Oba mineraloška tipa nalaze se u gornjem delu filitične

formacije. Pojave se nalaze na oko 4 km udaljenosti istočno od rudnika "Demir Hisar", a u neposrednoj blizini železničke pruge Sapotnica - Bakrano Gumno - Prilep (Bitola).



Sl. 56 - Magnetska karta Josifova i Damjanove Glave (po podacima Geozavoda, iz Jančić et al, 1966)
1. Rudno telo, 2. izodiname ΔZ, 3. potpkop, 4. bušotina

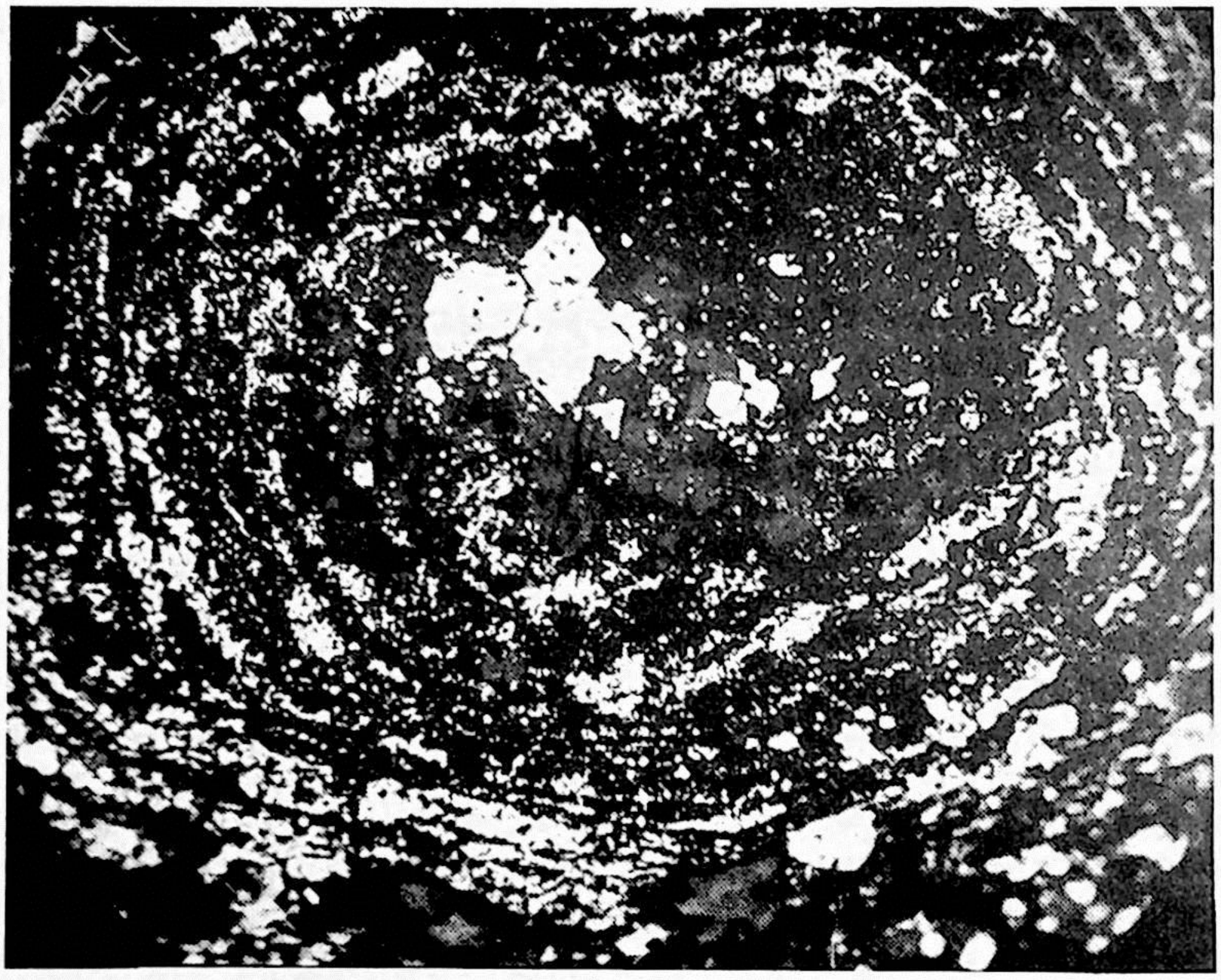
Fig. 56 - Magnetic map of Josifovo and Damjanova Glava (based on the Geozavod's data, from Jančić et al, 1966)
1. Ore body, 2. Izodynames ΔZ, 3. Adit, 4. Borehole

U loklanosti Novo Selo i Rosula iznad sideritskih mineralizacija razvijeni su gvozdeni šeširi malih razmera. Inače same pojave po svom stratigrafskom položaju, mineralnom sastavu, strukturi, načinu pojavljivanja i razvijenom gvozdenom šeširu u potpunosti se korelišu sa ležištem "Demir Hisar". Slojevitog su načina pojavljivanja, pri tome debljina (za sada jednog) sloja varira između 2,5 i 7,5 m. Jako je ubran u metarske do dekametarske nabore (Sl. 60).

Zahvaljujući rudarskim istražnim radovima i istražnom bušenju ovaj rudonosni horizont je praćen u pravcu severozapad-jugoistok na dužini većoj od 1.500 m (uz

Tabela 23 - Sadržaj gvožđa u rudnim telima i rudne rezerve
Table 23 - Content of iron in ore body and ore reservs

Rudno telo	sadržaj Fe u %	rudne rezerve u t
Damjanova Glava i Žvansko	oko 36%	3.877.000
Mrenoško i Sapotničko	36-40%	2.440.000
Majdanište i Josifovo	37-39%	1.839.000



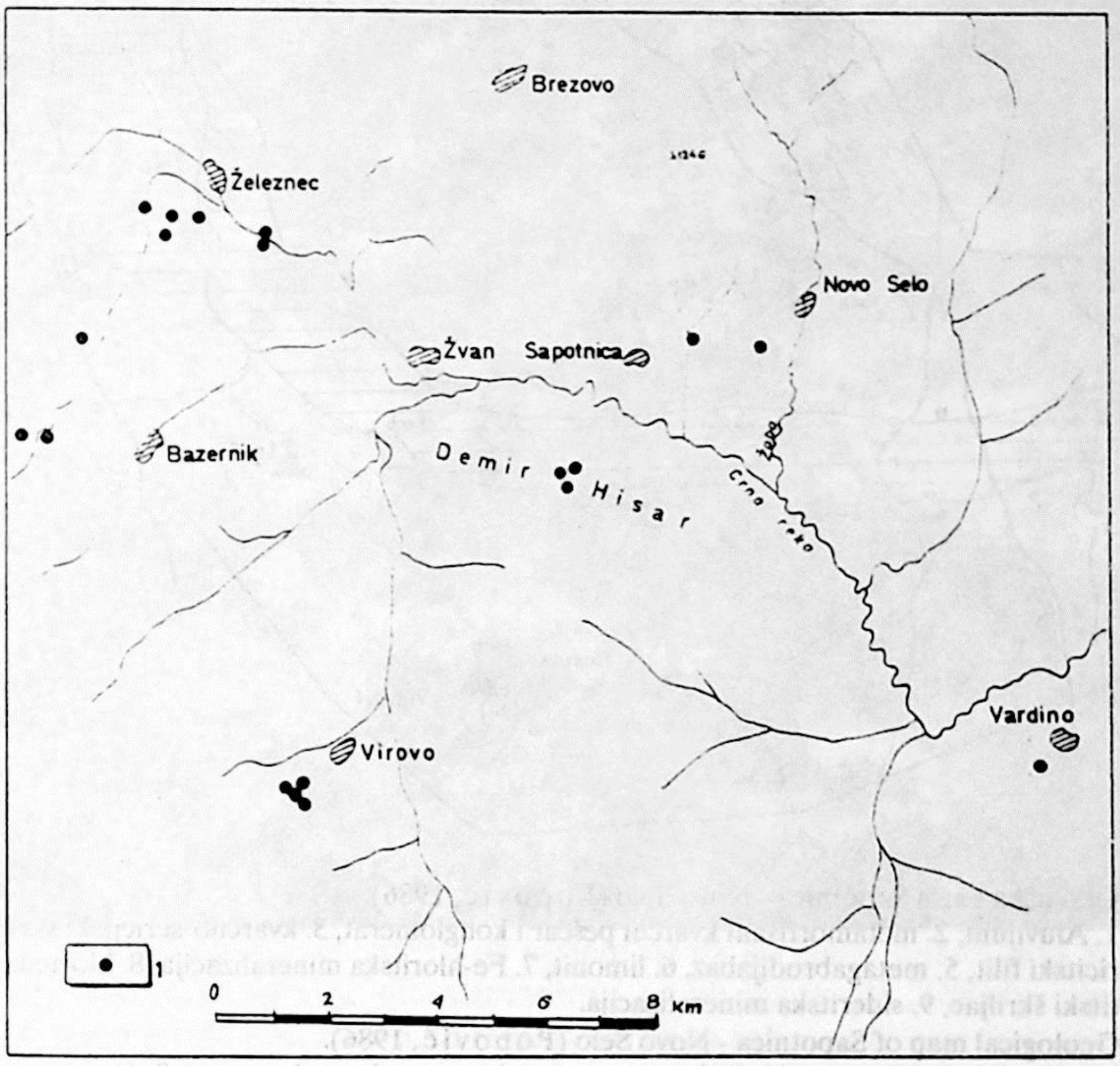
Sl. 57 - Fotografija oolita (foto: Vujanović iz Jančić et al, 1966)
Fig. 57 - Photo of oolite (Photo: Vujanović from Jančić et al, 1966)

napomenu da to ne predstavlja pravac pružanja ove mineralizacije, već je samo u tom pravcu ona registrovana).

Ovo je tipična oolitska mineralizacija u kojoj su bili primarni Fe-hlorit (iz grupe šamozita) i siderit. U postrudnom vremenu došlo je do snažnih promena i transformacije. Mineralizaciju je zahvatila višefazna sideritizacija tako da su od primarnog Fe-hlorita i primarnog siderita ostali samo relikti, dok je mlađi, sekundarni siderit veoma zastupljen.

Na slici se vidi potiskivanje Fe-hlorita sideritom (Sl. 61). Siderit je u ovoj mineralizaciji zastupljen sa 90% svih rudnih sastojaka (minerala). U tom pogledu ova pojava je veoma slična sa rudnim ležištima Orlov Kamen i "Demir Hisar". Pored siderita i Fe-hlorita utvrđen je redak magnetit. Prit je češći od magnetita, u kome se, kao i u prethodnim dvema lokalnostima, javljaju inkluzije halkopirita i pirhotina. To je i hemijski potvrđeno, jer je u takvim slučajevima sadržaj bakra bio oko 250 g/t do 500 g/t. Dalje, prisutan je i ilmenit, ali najčešće u društvu sa Fe-hloritom.

Kada je u pitanju sadržaj fosfora izgleda da je Kleutovo gledište (1973) da siderit vezuje veću količinu fosfora za sebe, ispravno. Naime, gde god ima dosta siderita tu je i sadržaj fosfora visok (oko 1% i preko 1%, čak do 3%, što je slučaj i u ovoj lokalnosti, tabela 24). Gubitak žarenjem je izrazito visok (penje se skoro do 23%), što pored drugih podataka jasno indicira dominantno učešće karbonata, u ovom slučaju siderita. Kao rezultat takvog mineralnog sastava sadržaj gvožđa u ovoj mineralizaciji je sasvim zadovoljavajući (ide do blizu 45%) i tolerantnog sadržaja



Sl. 58 - Pregledna skica rudnih ležišta i pojava gvožđa u dolini Crne Reke
1. Rudna ležišta i pojave gvožđa

Fig. 58 - Sketch map of iron ore deposits and occurrences in the Black River Valley

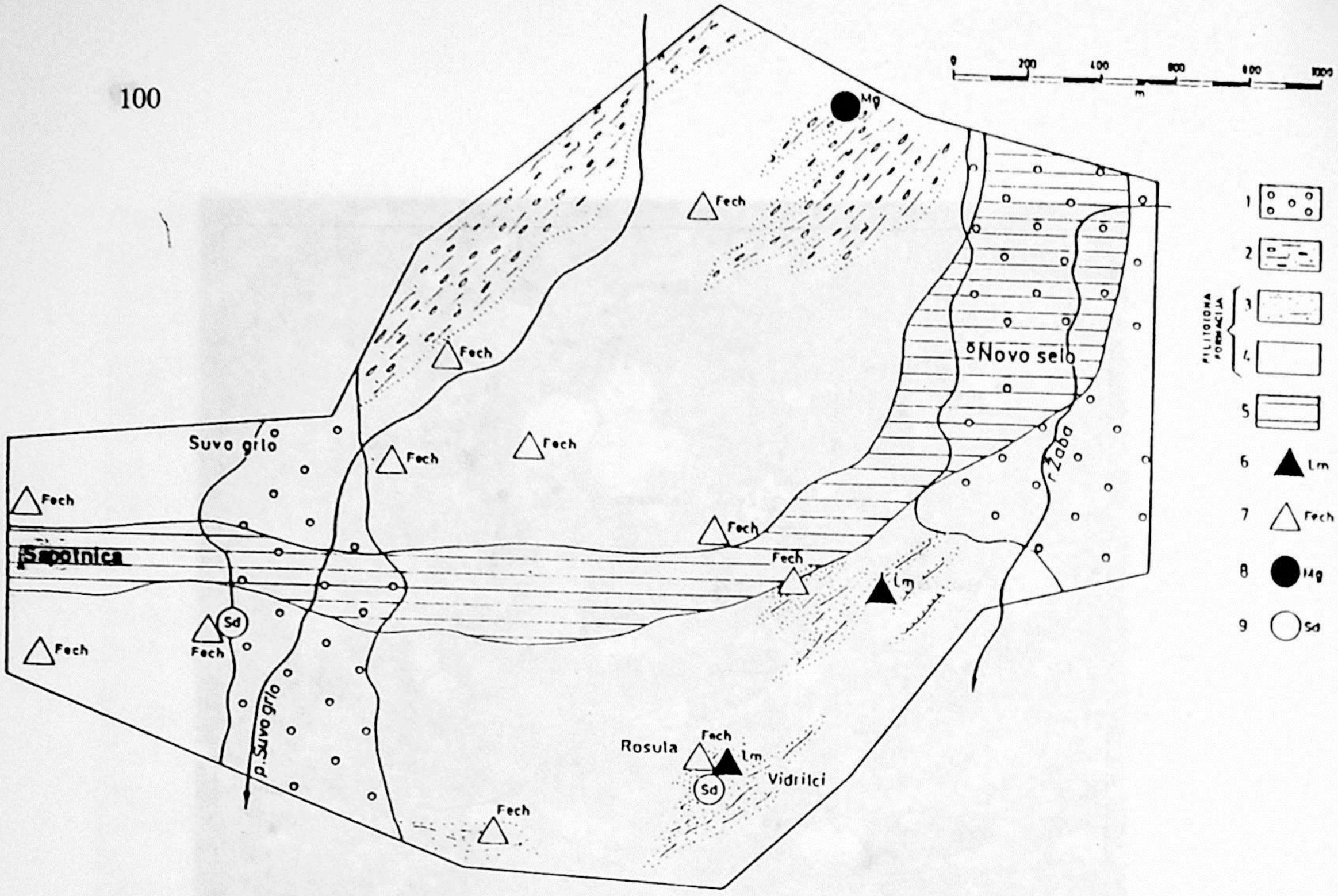
SiO_2. Istina i ovde kvalitet mineralizacije se umanjuje visokim sadržajem fosfora. U pojedinim probama ima ga čak 2,91%. Pored ove, javlja se još jedna negativnost ispoljena kroz sadržaj sumpora. Njegov sadržaj varira od blizu 0,5% do 1,26%. Zanimljiva je pojava da je sadržaj Al_2O_3 uglavnom nizak u odnosu na druga ležišta i pojave ovog tipa u krovinskoj rudnoj seriji.

Učešće mikroelemenata je zanemarljivo; izuzev mestimično povišenog sadržaja bakra (250 g/t do 500 g/t), sadržaji svih ostalih mikroelemenata su uglavnom niski. Istina, u istoj probi u kojoj je nađen povišen sadržaj bakra registrovan je povišen sadržaj hroma i nikla (tabela 25). Ove manifestacije se mogu dovesti u vezu sa hidrotermama koje su došle iz gornjeg omotača duž struktura koje su koristili i lampofiri, odnosno danas metalamprofiri.

Pomenute hidroterme, između ostalog nosile su i velike količine tzv. kiselog CO_2 koji je izvršio višefaznu sideritizaciju. Zahvaljujući tome može se objasniti povišen sadržaj elemenata koji karakterišu ultrabazične i bazične stene.

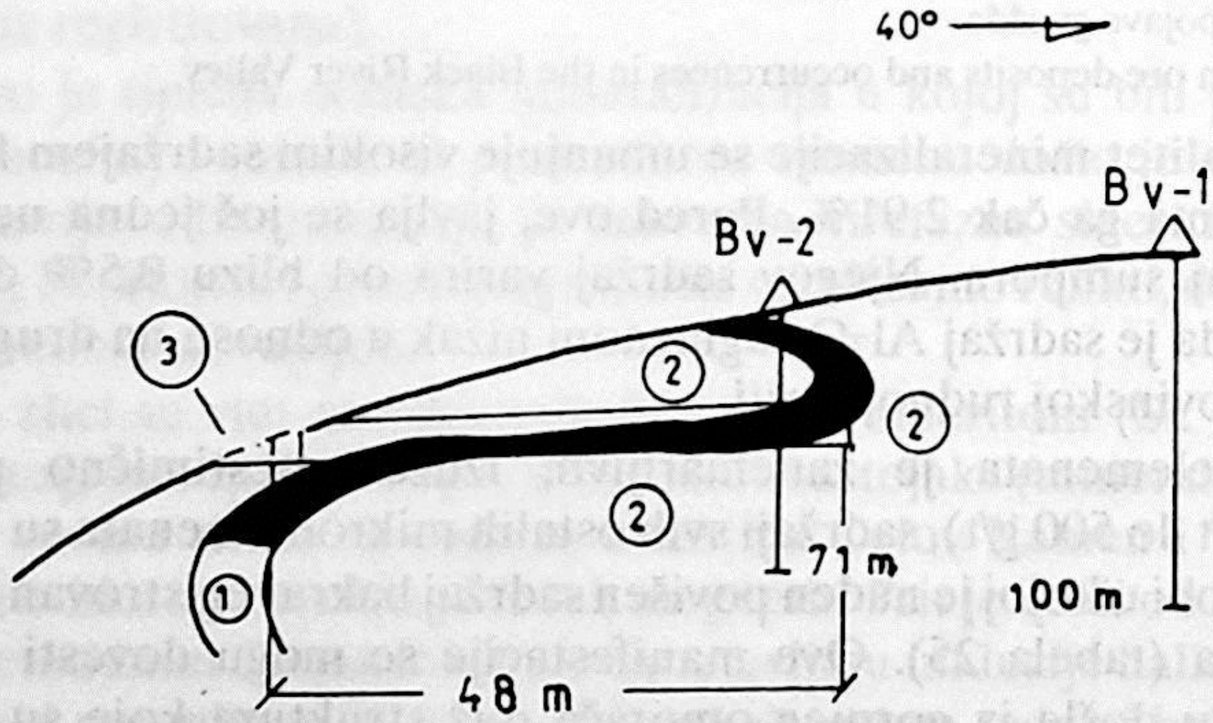
Po rudnim strukturama, kao uostalom i po drugim osobinama, ova mineralizacija sasvim odgovara rudi u Rudniku "Demir Hisar", pa se na osnovu toga pretpostavlja da je u oba slučaja reč o istom horizontu.

Mestimično učešće pirita je znatno tako da se, u pojedinim delovima ove



Sl. 59 - Geološka karta Sapotnica - Novo Selo (Popović, 1986).
1. Aluvijum, 2. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat, 3. kvarcno-sericitski škriljac, 4. sericitski filit, 5. metagabrodijabaz, 6. limonit, 7. Fe-hloritska mineralizacija, 8. hloritsko-magnetitski škriljac, 9. sideritska mineralizacija.

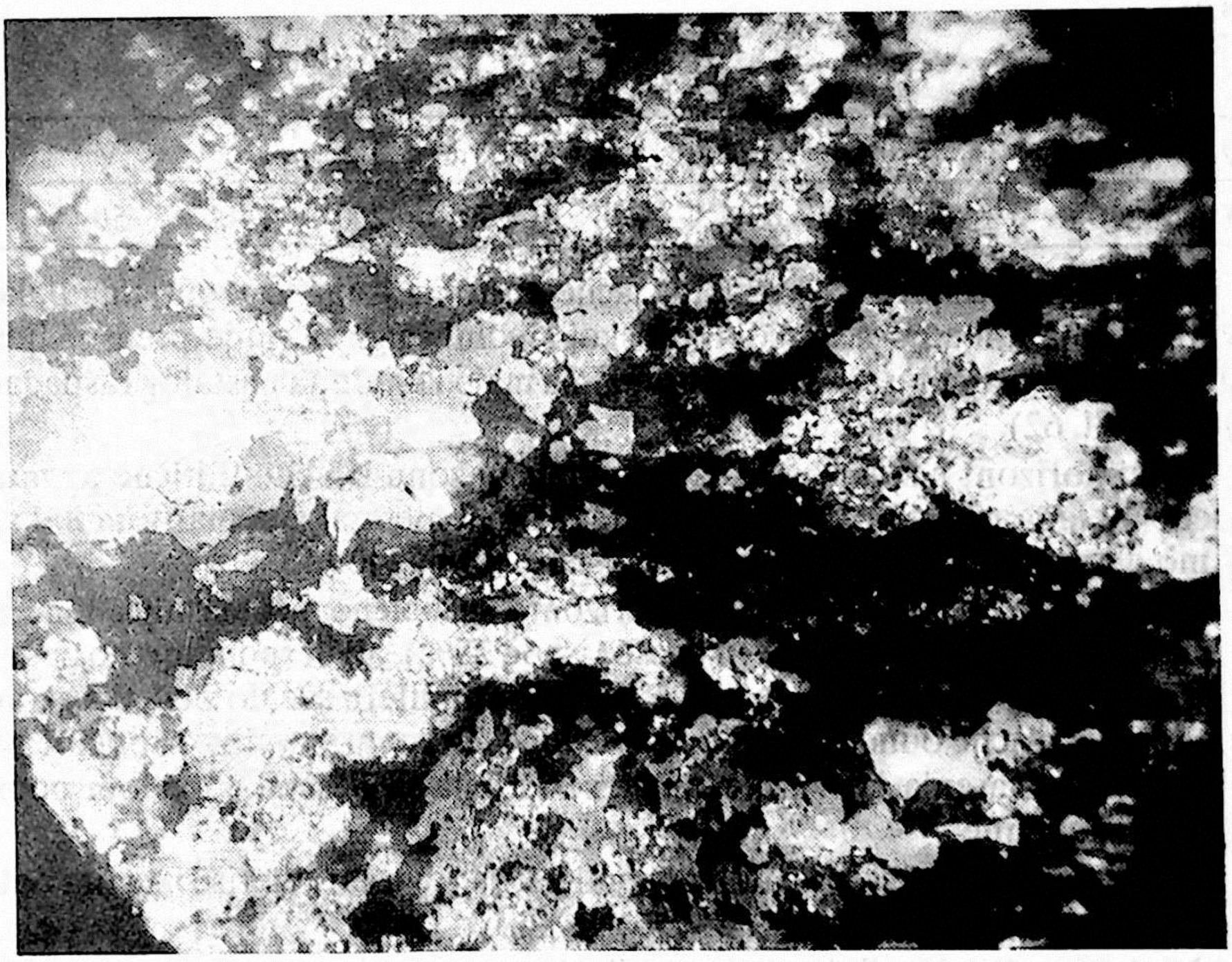
Fig. 59 - Geological map of Sapotnica - Novo Selo (Popović, 1986).
1. Alluvium, 2. Metamorphosed quartzose sandstone and conglomerate, 3. Quartz-sericite schist, 4. Sericite phyllite, 5. Metagabbrodiabase, 6. Limonite, 7. Fe-chlorite mineralization, 8. Chlorite-magnetite schist, 9. Siderite mineralization.



Sl. 60 - Način pojavljivanja sideritske mineralizacije na Rosuli i Vidrilcima.
1. Sideritska mineralizacija, 2. filitična formacija, 3. potkop, 4. bušotina (Bv-1).

Fig. 60 - Mode of occurrence siderite mineralizations in Rosula and Vidrilci.
1. Siderite mineralization, 2. Phyllitic formation, 3. Adit, 4. Borehole (Bv-1).

mineralizacije gvožđa javlja i do 15 cm debela piritizacija. Pirit je dvostrukog porekla: primaran (sedimentni) u strukturama "orudnjenih bakterija" ili čak sam obrazuje ovalne forme (oolite) ili zajedno sa sideritom, ali ima i mlađeg, to je taj drugi pirit, koji je nastao u naknadnim procesima.



Sl. 61 - Potiskivanje Fe-hlorita (tamnosiv do crn) sideritom (siv) - foto: Vujanović iz Jančić et al (1966)

Fig. 61 - Fe-chlorite (dark-gray to black) replaced by siderite (gray) - photo: Vujanović from Jančić et al (1966)

Tabela 24. Rezultati oprobavanja sideritske mineralizacije na Rosuli i Vidrilcima, ,

Table 24. Results of sampling of sideritic mineralizations in Rosula and Vidrilci

u %

Istražni rad Research work	Fe	SiO_2	Al_2O_3	Mn	P	S	G.Ž. (gubitak žarenjem)
	44,79	19,98	x	x	1,15	x	x
	39,33	8,42	4,41	0,85	1,09	1,00	18,24
BV-2	35,98	8,52	2,37	1,42	0,95	0,41	21,65
	26,74	13,06	11,24	0,57	2,91	1,26	13,82
	43,65	x	x	x	x	0,95	x
	31,35	25,20	10,20	tr.	0,83	0,89	11,21
Potkop (adit)	41,04	12,20	x	x	0,34	0,54	20,13
	30,20	17,15	x	x	0,47	0,68	15,11
BV-4	35,94	8,55	x	x	x	x	22,98

x - nije analizirano.

Tabela 25
Table 25

u g/t

Pb	Cu	Ti	Ni	Co	Zr	Cr	Ba	Sr	V	Y
70	250	1	400	45	40	170	200	2500	50	17

Za razliku od sideritske mineralizacije postoji i drugi horizont, mlađi, koji se uglavnom javlja u metapeščarskoj litološkoj sredini i uglavnom je predstavljen Fe-hloritom, manje magnetitom i hematitom. Ima malo i limonita nastalog raspadanjem Fe-hlorita (Sl. 62).

Ovaj horizont u stvari predstavlja graničnu zonu između filitične formacije i formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom ili kako bi se još mogla nazvati "hematitskom rudonosnom formacijom".

Mineralizacije iz ovog rudnog horizonta su obično siromašnije. One retko kada imaju sadržaj Fe preko 30% (najčešće ispod 25%), ali ih spominjemo zbog toga da bi se videlo kako je bilo prinosa gvožđa u kontinuitetu sve do početka stvaranja karbonatne formacije odnosno do donjeg devona. To govori o velikoj količini gvožđa koja je tokom stvaranja krovinske rudne serije bila prinesena na celom području zapadne Makedonije.

Kao i kod prethodno opisanih mineralizacija i ovu karakteriše izrazita oolitska struktura.

Na kraju valja istaći da su formacije na prostoru između Sapotnice i Novog Sela veoma ubrane, što znači da su i mineralizacije gvožđa bile podvrgnute istim tektonskim deformacijama, što se može videti i na priloženoj slici jednog dela jezgra iz bušotine na Vidrilcima (Sl. 63).

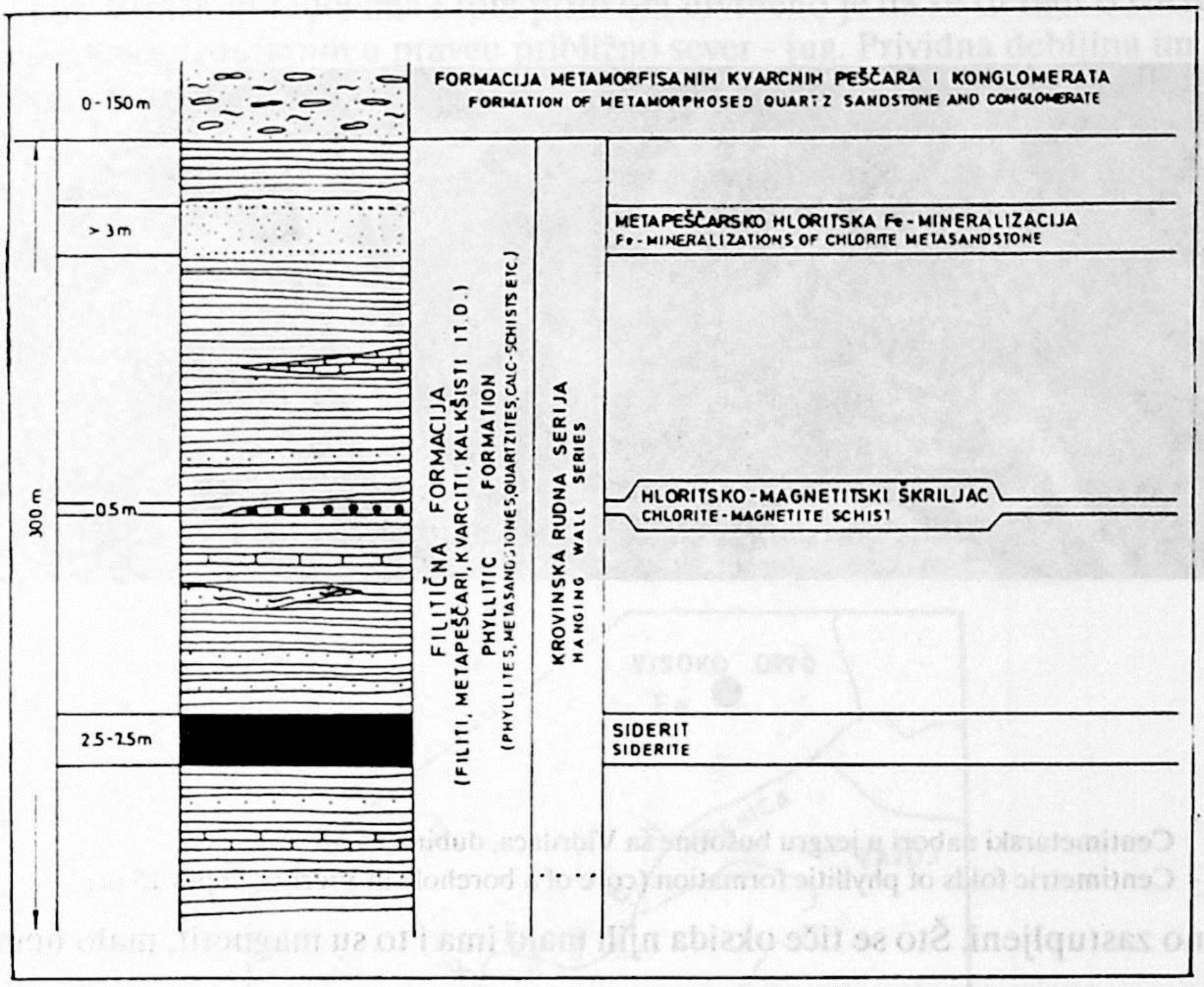
Kada se govori o ovim mineralizacijama neophodno je napomenuti da se oba tipa koji su registrovani između Novog Sela i Sapotnice nalaze i u lokalnosti **Vardino**, koja je udaljena od Sapotnice oko 10 km prema jugoistoku, odnosno oko 3 km istočno od varošice Demir Hisar.

Mineralizacija Fe kod Vardina karakteriše sličan sadržaj Fe kao i kod Novog Sela. Utvrđen je naime sadržaj Fe od 31,98%, a prividna debljina rudnih tela je oko 4 m. Stratiformnog je načina pojavljivanja i praćena je na dužini od oko 500 m. Pravac pružanja joj je severseveroistok-jugjugozapad, sa prividnim pravcem pada prema istokjugoistoku. Po mineralnom sastavu, strukturi i drugim obeležjima je u potpunosti slična pojavama između Sapotnice i Novog Sela.

U ovu zonu se može priključiti i pojava blizu sela Žurče, ali je bez većeg značaja.

Najzad treba pomenuti da na širem području Rudnika "Demir Hisar" ima i drugih pojava Fe-hloritskih škriljaca i mineralizacija Fe sa većim sadržajem gvožđa ali bez ekonomskog značaja na današnjem stepenu istraženosti. to su obično pojave, bar na površini, malih dimenzija i niskog sadržaja Fe (ispod 30%) i visokog sadržaja SiO_2 (preko 30%), Žurče, Virovo, Trno Reka itd.

Crvena Voda se nalazi na oko 2 km zapadno od asfaltnog puta Kičevo - Ohrid. To je jedna manja pojava, čiji je izdanak praćen približno u pravcu sever - jug oko 20 m. Ona je sočivasta i jako limonitisana. Leži u sericitskom filitu mestimično intenzivno piritisanom. Za ovu lokalnost je posebno značajan kuriozitet što se tu javlja jedna solfatara sa dosta vode. U cilju provere rezultata površinskih ispitivanja bušeći



Sl. 62 - Stratigrafska pozicija Fe-mineralizacija između Sapotnice i Novog Sela (Popović, 1986)
Fig. 62 - Stratigraphic setting of Fe-mineralizations between Sapotnica and Novo Selo (after Popović, 1986)

na dubini od 25 m došlo je do snažne erupcije vode i gasova koji pripadaju pomenutoj solfattari. To je dovelo do havarije bušaće garniture i same bušotine, zbog čega je dalje bušenje bilo obustavljeno. Ova solfatara leži na istoj zoni u kojoj leži i solfatara Duvalo, u Koselu kod Ohrida i verovatno banja Kosovrasti kod Debra. Međutim, obzirom na genezu postavlja se pitanje da li je uopšte ovde reč o solfatari?

Što se tiče same pojave Fe-mineralizacije, može se reći da je ona značajna po tome što zajedno sa ležištem Visoko drvo (kod Openice) predstavlja karakterističan tip Fe-mineralizacija intenzivno obogaćenih sulfidima. U tom pogledu ove dve pojave predstavljaju zaseban tip, jer su, u vreme njihovog formiranja, pored prinosa gvožđa, prinošeni hidrotermama i sulfidi Sb, Pb, Zn, Cu itd.

U ovoj mineralizaciji kao najobilniji zastupljeni su siderit i limonit, a potom slede hematit, Fe-hlorit i (iz grupe šamozita) malo magnetita. Osim njih zapaženi su antimonit, pirit i martit. Bušenjem je utvrđeno, na severnoj strani od potoka Crvena voda, da se do dubine od 130 m javlja intenzivna piritizacija, koja do danas nije proučena. Istina, koncentracija sulfida je neravnomerna, ali često je ona zastupljena sa 15% od svih minerala u steni. U njoj su identifikovani kristalni i koloidni piriti (meljnikovit), markasit, halkopirit, bornit, antimonit, dok su drugi minerali po-



Sl. 63 - Centimetarski nabori u jezgru bušotine sa Vidrilaca, dubina 15 m
Fig. 63 - Centimetric folds of phyllitic formation (core of a borehole in Vidrilci, depth 15 m)

dređeno zastupljeni. Što se tiče oksida njih malo ima i to su magnetit, malo hematita i rutil.

U ovoj mineralizaciji sadržaj antimona je 0,2%. Na žalost i pored ovako interesantne asocijacije minerala ova pojava posle 1963. nije istraživana, iako se smatra da pripada jedinstvenoj zoni u kojoj se nalazi Openica sa Pb-mineralizacijama, a nju karakterišu sulfidne mineralizacije olova, cinka, bakra i antimona i silikatno-karbonatno-oksidne rude gvožđa.

Za pojavu mineralizacije gvožđa u Crvenoj Vodi karakteristična je oolitska struktura, kao i za sve druge slične pojave i ležišta. Zahvaćena je intenzivnom limonitizacijom. Limonit je nastao kao produkt raspadanja Fe-hlorita, siderita i pirita. Mestimično zaostali su samo skeleti ovih minerala, na osnovu čega se može identifikovati primarni mineral.

Sistematsko oprobavanje izdanka pokazalo je da sadržaji Fe variraju od 30% do 45%, a u bušotinama sadržaji Fe najčešće su varirali između 15% i 22%. Sadržaj SiO_2 je takođe visok i izuzev jedne analize sa 9,63% sve ostale probe imale su od 20,78% do 48% SiO_2.

Razlika u kvalitetu između izdanka i bušotine objašnjava se različitim stepenom sekundarnog obogaćenja. Naime, na izdanku je došlo do snažne limonitizacije, koja se uglavnom povlači u dubini, a time dolazi i do većeg ili manjeg povećanja sadržaja gvožđa.

Sadržaj fosfora, međutim, je podjednako povišen i na izdanku i u bušotini i varira oko 1%.

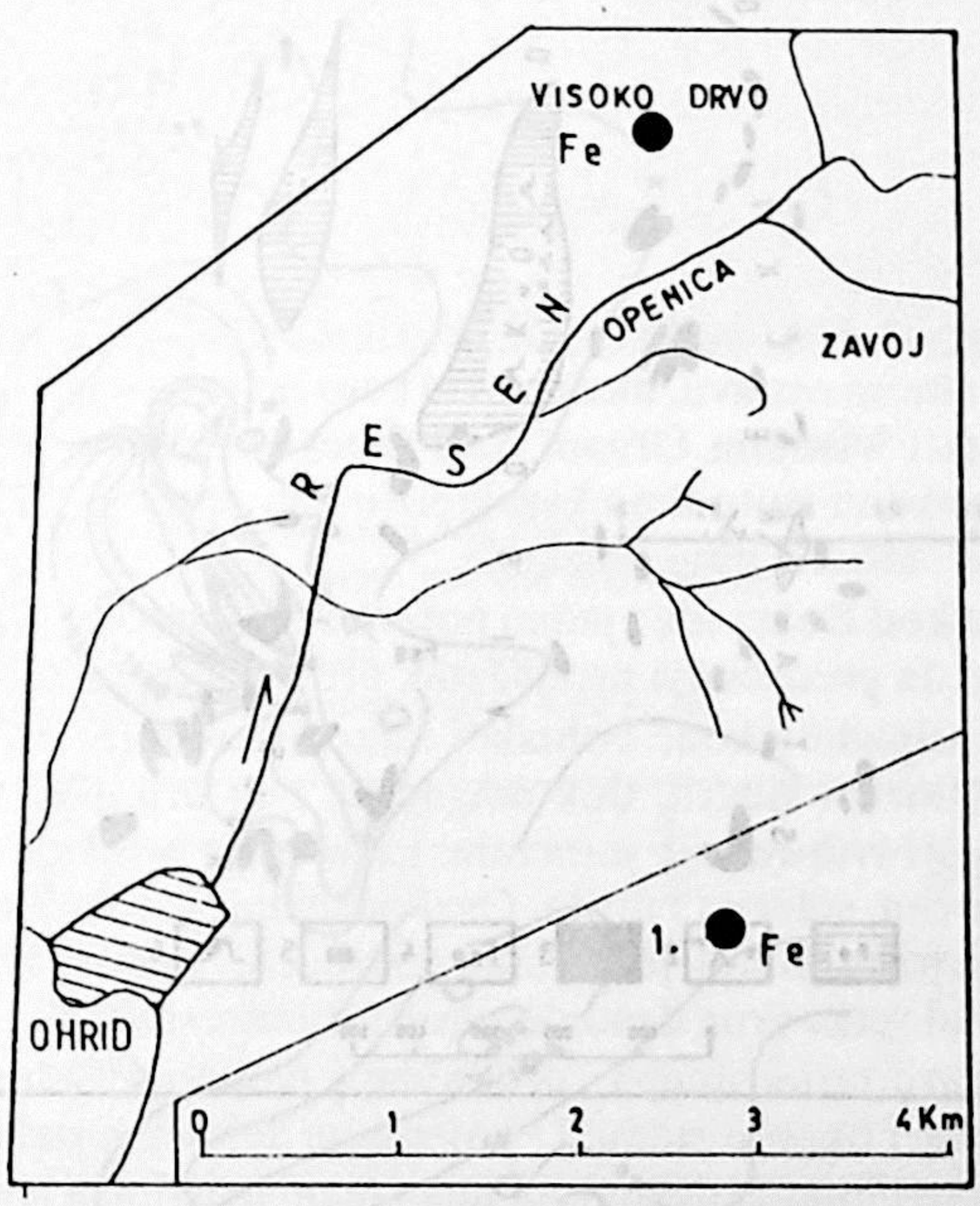
Visoko drvo. Kao što se na preglednoj skici vidi (Sl. 64) Visoko drvo smešteno je između Starečkog i Rolečkog dola u kojima se nalaze galenitske pojave.

Ležište gvožđa locirano je na oko 1 km severoistočno od Openice, koja inače leži na putu Ohrid - Bitola, a od Ohrida je udaljeno oko 12 km. Istraživano je

rudarskim istražnim radovima i tom prilikom utvrđeno je da se tu radi o sočivastim rudnim telima, izduženim u pravcu približno sever - jug. Prividna debljina im varira između 1 i 3 m. Današnja sočiva su samo delovi jednog primarno većeg stratiformnog tela, koje je tektonski izdeljeno u više zasebnih blokova. Pretpostavlja se da je reč o budiniranom sloju i ono što danas izgleda kao sočivo moguće je da su u pitanju budeni (Sl. 65).

To je silikatno-karbonatno-oksidni tip rude koja leži u metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji, definisanoj kao filitičnas. Sastavljena je pretežno od klastičnih metasedimenata i metavulkanita, a manjim delom učestvuju u njenom sastavu i karbonatne stene u obliku krečnjačkih škriljaca.

Najvažnije litološko obeležje ove formacije predstavljaju metadaciti, metaandeziti, metadacitoandeziti i njihovi metatufovi. Oni se najčešće javljaju kao zasebni, manji ili veći blokovi (možda budeni nastali od primarnog sliva). Uz njih javljaju se



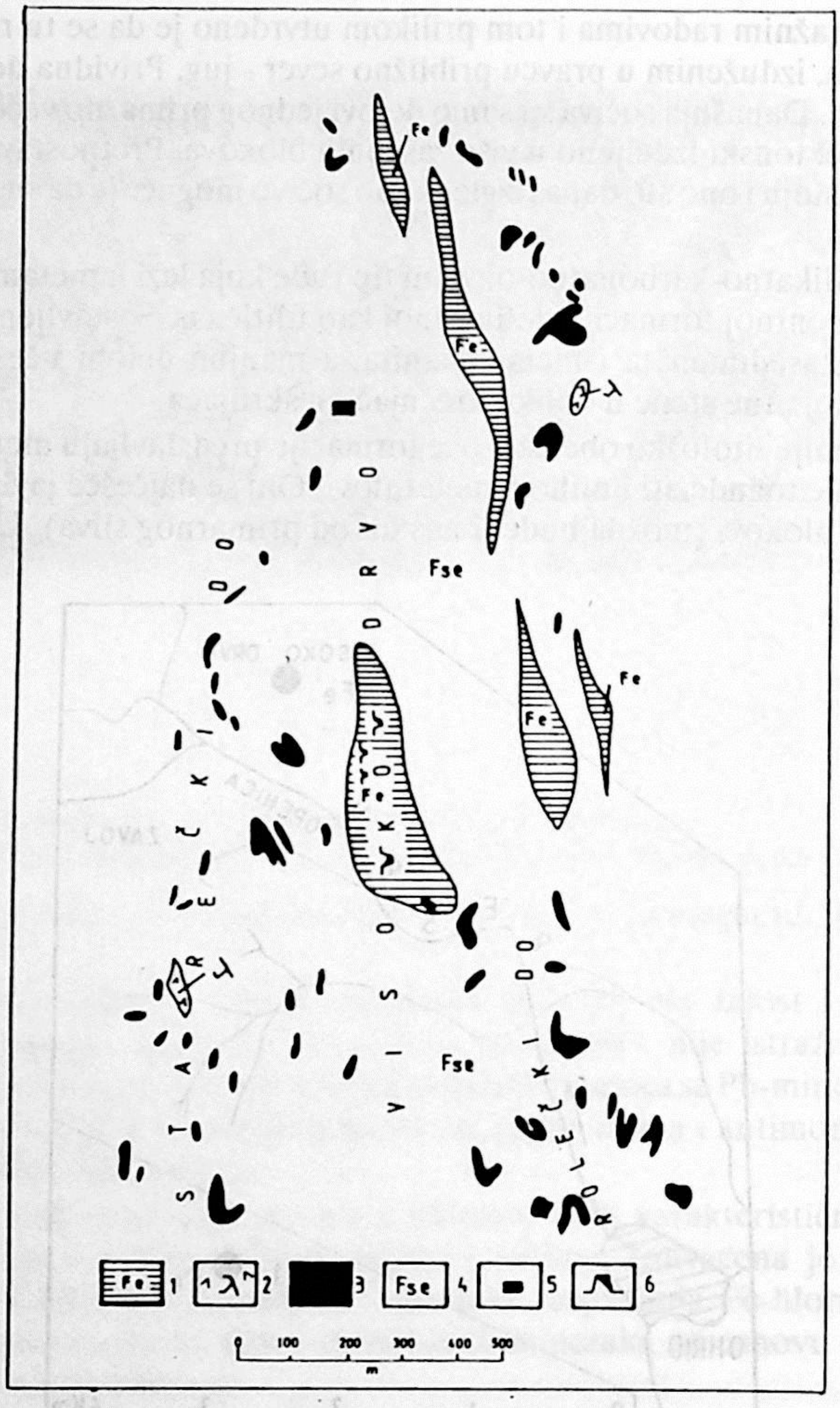
Sl. 64 - Pregledna skica rudnog ležišta Visoko Drvo
1. Rudno ležište gvožđa

Fig. 64 - Sketch map of Visoko drvo ore deposit
1. Iron ore deposit

i sulfidne mineralizacije, prvenstveno olova. Po toj karakteristici ležište Visoko drvo sa Crvenom Vodom predstavlja poseban tip silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvožđa zapadne Makedonije.

Na osnovu nađenog jednog fosila u karbonatnim metasedimentima (*Hindeodella Priscilla* Stauffer), iako nekarakterističnog, moglo bi se pretpostaviti, da je ova pojava, pa i veći deo drugih mineralizacija koje pripadaju krovinskoj rudnoj seriji, stvoren u siluru.

Ruda u ovoj lokalnosti je oolitske strukture. Ooliti su često deformisani, zbog



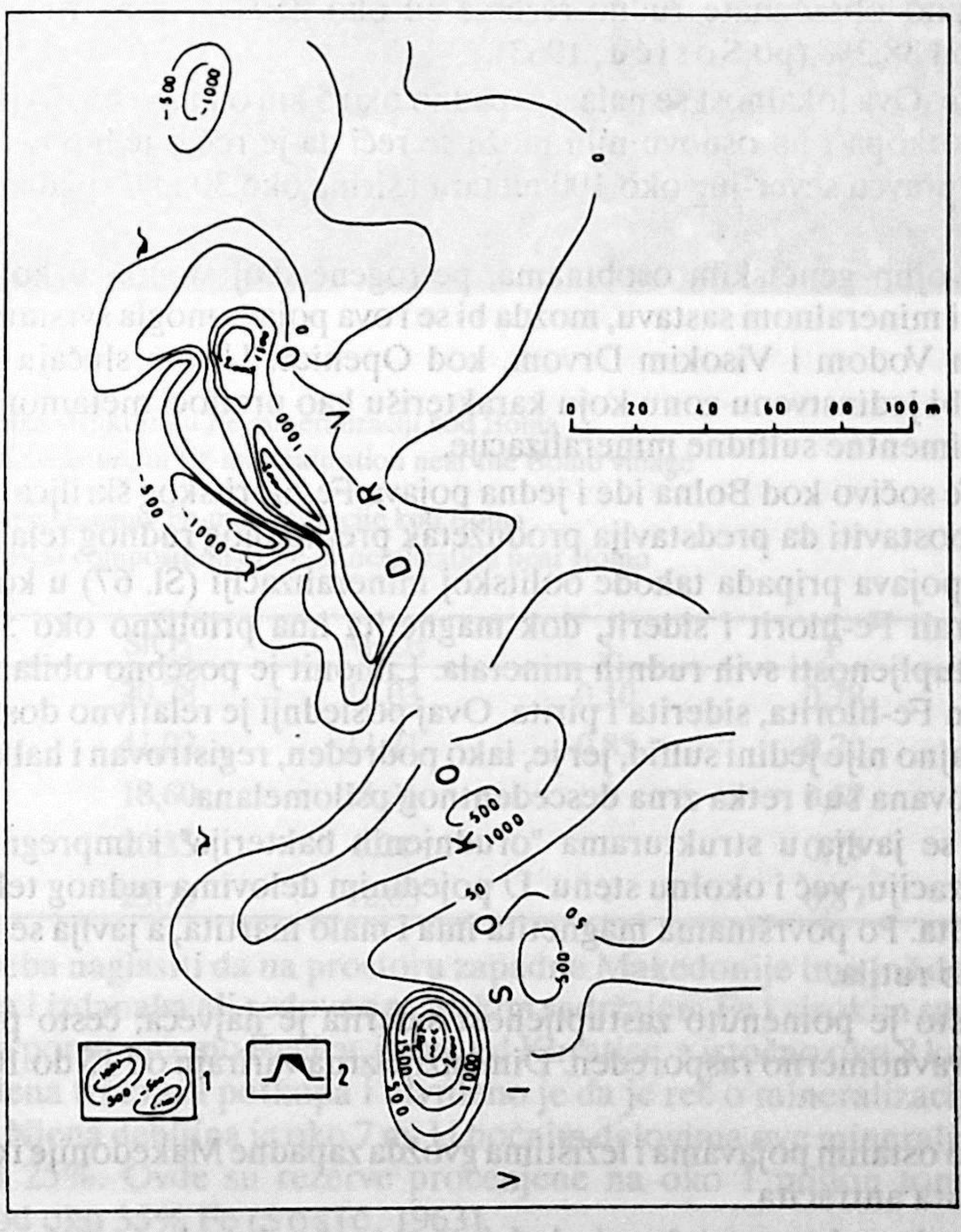
Sl. 65 - Geološka karta rudnog ležišta Visoko Drvo.
1. Izdanci rude gvožđa, 2. metamorfisani lamprofir, 3. metaandezit, 4. filitični škriljci, 5. šljačište, 6. stari rudarski rad.

Fig. 65 - Geological map of iron ore deposit Visoko Drvo.
1. Outcrops of iron ore, 2. Metamorphozed lamprophyre, 3. Metaandesite, 4. Phyllitic schists, 5. Slagdump, 6. Old mining work.

čega danas imaju elipsoidni (jajast) oblik. Siderit, magnetit i limonit su glavni rudni minerali. Fe-hlorit je redak i najvećim delom pretvoren u limonit ili je potisnut mlađim sideritom. Siderit i magnetit se javljaju kako u oolitima tako i u osnovnoj masi. Veličina zrna magnetita je različita i pretežno su sitnija. Često se magnetit martitiše, ali ima sačuvanih i svežih zrna koje martitizacija nije zahvatila. Veća zstupljenost magnetita dokazana je i magnetnim merenjima, pri čemu su dobijene magnetne anomalije intenziteta od minus 1.500 nT do plus 2.500 nT.

Osim navedenih rudnih minerala u okviru rudnog ležišta gvožđa Visoko Drvo dokazani su još pirit, koji se povremeno javlja i u oolitima i kristalnim oblicima, a na osnovu hemijskih analiza može se zaključiti da ima i drugih sulfidnih minerala. Tako na primer utvrđen je sadržaj olova od 0,1%, cinka 0,18% i bakra do 0,03% (Popović, 1976 i 1985), što na očigledan način pokazuje da se ovde radi o polimetaličnom ležištu u kome treba očekivati pronalaženje prvenstveno galenita, sfalerita i halkopirita. Ovakva asocijacija elemenata i intenzitet njihovog učešća izuzev pojave u Crvenoj Vodi, do sada nije ni u jednom drugom ležištu ili pojavi zapadne Makedonije zapažena.

Kada se govori o kvalitetu može se reći da ona spada u bolje rude zapadne Makedonije, kada je u pitanju sadržaj gvožđa. Naime, sadržaj Fe, na osnovu fondovskih materijala Rudnika i železarnice "Skopje", varira do 45%. Oprobavanja koja je



Sl. 66 - Plan izodinama ΔZ na ležištu gvožđa Visoko Drvo.
1. Izodiname ΔZ intenziteta, 2. stari rudarski rad (po podacima Geozavoda, iz Ivanovski et al, 1966).

Fig. 66 - Plan of ΔZ isodynamic line on the Visoko Drvo iron ore deposit.
1. Isodynamic lines of ΔZ intensity, 2. Old mining work (on data of Geozavod, from Ivanovski et al, 1966).

uradio Geoinstitut iz Beograda, a koja se odnose na neke izdanke u blizini rudarskih radova dala su sledeće rezultate:

Tabela 26. Hemijski sastav rude u ležištu Visoko Drvo
Table 26. Chemical composition of the Visoko Drvo iron deposit

u %

Fe	Mn	SiO_2	Al_2O_3	S	P	G.Ž. (gubitak žarenjem)
36,5	1,3	40,0	12,4	1,0	2,2	5,35

uz napomenu da je bilo proba koje su bile siromašnije, ali i bogatije kada je reč o sadržajima Fe i SiO_2. Na pojedinim izdancima donja granica sadržaja Fe je 22,5%, a SiO_2 - 46,7%. U celini posmatrano, ovo je vanbilansno ležište, jer su i rudne rezerve male. Ukupno obračunate rudne rezerve su oko 250.000 tona rude sa srednjim sadržajem od 38,2% (po Sosiću, 1963).

Bolno. Ova lokalnost se nalazi zapadno oko 5 km od Resena. Ovde su urađena tri manja potkopa i na osnovu njih može se reći da je reč o jednom sočivu dužine približno u pravcu sever-jug oko 100 metara i širine oko 30 m. Prividna debljina mu je oko 3 m.

Po svojim genetskim osobinama, petrogenetskoj sredini u kojoj se nalazi, hemijskom i mineralnom sastavu, možda bi se i ova pojava mogla svrstati u istu grupu sa Crvenom Vodom i Visokim Drvom, kod Openice. U tom slučaju te tri pojave obrazovale bi jedinstvenu zonu koju karakterišu kao pratioci metamorfisane vulkanogeno-sedimentne sulfidne mineralizacije.

Uz Fe sočivo kod Bolna ide i jedna pojava Fe-hloritskog škriljca, za koju bi se moglo pretpostaviti da predstavlja produžetak prethodnog rudnog tela.

Ova pojava pripada takođe oolitskoj mineralizaciji (Sl. 67) u kojoj su glavni rudni minerali Fe-hlorit i siderit, dok magnetita ima približno oko 5 do 10% od ukupne zastupljenosti svih rudnih minerala. Limonit je posebno obilan, a nastao je raspadanjem Fe-hlorita, siderita i pirita. Ovaj poslednji je relativno dosta zastupljen i što je značajno nije jedini sulfid, jer je, iako podređen, registrovan i halkopirit. Osim toga registrovana su i retka zrna descedentnog psilomelana.

Pirit se javlja u strukturama "orudnjenih bakterija" i impregniše ne samo Fe-mineralizaciju, već i okolnu stenu. U pojedinim delovima rudnog tela zapaža se i malo hematita. Po površinama magnetita ima i malo martita, a javlja se istina retko i po neko zrno rutila.

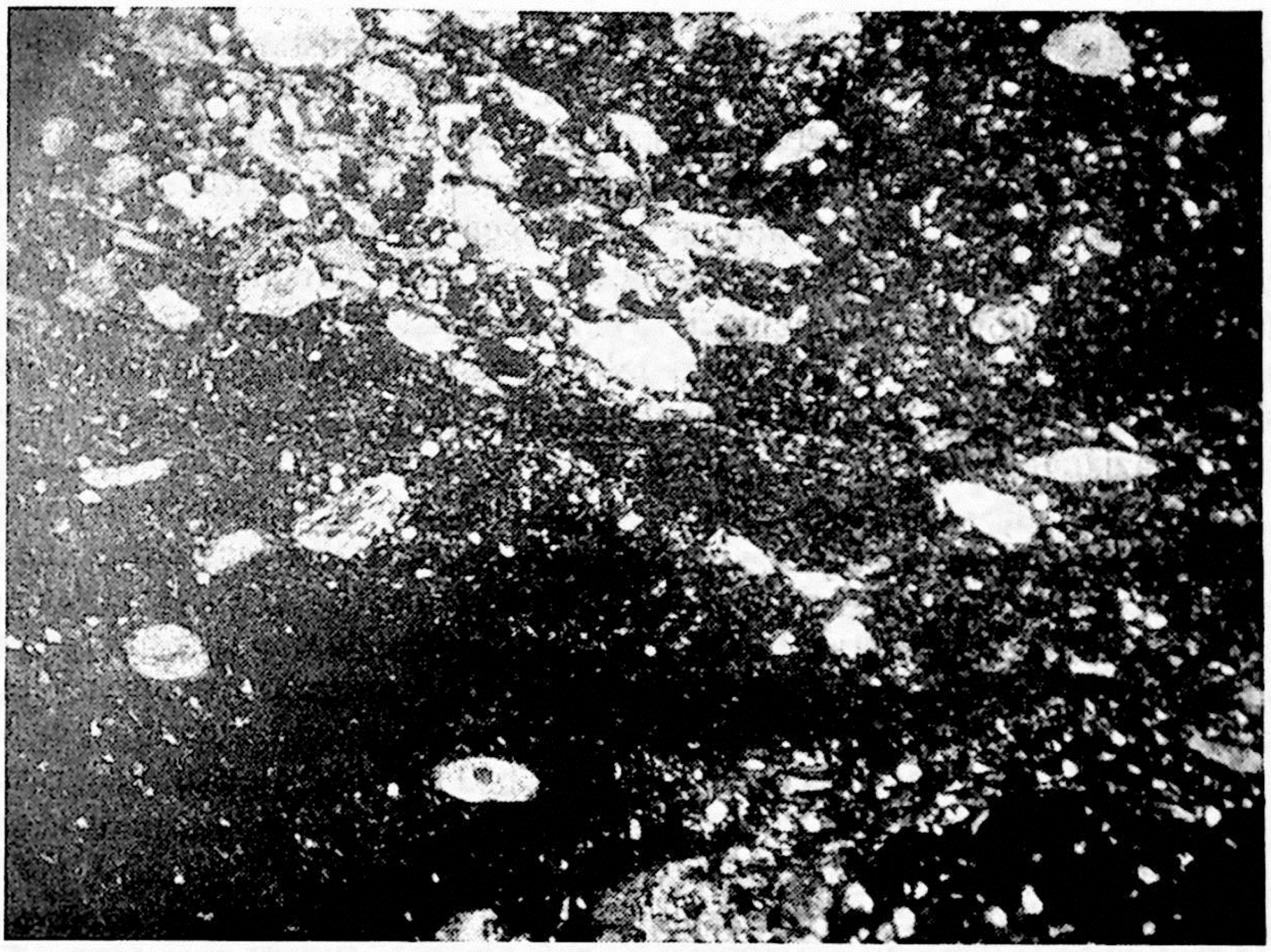
Kao što je pomenuto zastupljenost siderita je najveća; često prelazi 50% i relativno je ravnomerno raspoređen. Dimenzije zrna variraju od 15 do 100 mikrometara.

Slično ostalim pojavama i ležištima gvožđa zapadne Makedonije i ovde se javlja relativno dosta antracita.

Ova pojava, kao uostalom i okolne stene zahvaćena je snažnim hidrotermalnim promenama, što predstavlja još jednu sličnost sa Openicom i Crvenom Vodom.

U pogledu kvaliteta ova pojava spada u prosečne, što se vidi iz hemijskog sastava, tabela 27.

Završavajući ovaj deo prikaza o rudnim pojavama i ležištima gvožđa, odnosno rudama koje su vezane za filitičnu formaciju i pripadaju silikatno-karbonatno-oksid-



Sl. 67 - Oolitska struktura u Fe-mineralizaciji kod Bolna
Fig. 67 - Oolitic texsture in Fe-mineralization near the Bolno village

Tabela 27. Hemijski sastav Fe-mineralizacije kod Bolna
Table 27. Chemical composition of Fe-mineralization near Bolno

u %

Fe	SiO_2	Al_2O_3	S	P	Mn
35,96	20,78	12,03	0,10	0,78	0,08
20,66	41,02	11,21	0,85	0,70	0,04
38,03	18,60	11,21	-	0,67	0,09
39,43	20,35	8,21	-	0,75	0,08
32,73	23,75	12,03	-	0,87	0,14

nom tipu treba naglasiti da na prostoru zapadne Makedonije ima još dosta manjih ili većih pojava i izdanaka ali redovno sa niskim sadržajem Fe i visokim sadržajem SiO_2. Među njima pomenućemo Rečicu, južno od Kuratice, a istočno oko 8 km od Openice, gde su urađena tri kraća potkopa i utvrđeno je da je reč o mineralizaciji sa oko 34% do 37% Fe. Njena debljina je oko 7 m. U bočnim delovima ove mineralizacije, sadržaj Fe je ispod 25%. Ovde su rezerve procenjene na oko 1 milion tona sa srednjim sadržajem od oko 35% Fe (Sosić, 1963).

GLAVNI ASPEKTI GENEZE SILIKATNO-KARBONATNO-OKSIDNIH RUDA GVOŽĐA ZAPADNE MAKEDONIJE

Počev od prvih godina istraživanja silikatno-karbonatno-oksidnih (ili kako su se još nazivale šamozitskih, šamozitsko-sideritskih, kompleksnih, itd.) ruda gvožđa

zapadne Makedonije postavljalo se pitanje njihovog postanka. Diskusije, često oprečne, dugo su se vodile među istraživačima, ali nisu sasvim prevaziđene do danas. Uglavnom sva gledišta se svode na: vulkanogeno poreklo gvožđa i njegovo obaranje kao sedimenta, zatim sedimentni način postanka, pri čemu gvožđe vodi poreklo sa kontinenta (kopna) i treće shvatanje, vulkanogeno-sedimentni način postanka pri čemu je najveća količina gvožđa prinesena submarinskim vulkanskim hidrotermama, a obaralo se po zakonima sedimentacije u blizini emanacije. U okviru ova tri shvatanja postoji čitav niz razlika u pojedinim detaljima, naročito kada su u pitanju promene koje su nastale u kasnijoj evoluciji ne samo rude već i petrogenetske sredine u kojoj se ona nalazi.

Prve podatke o genezi daje Izmajlov, 1952., navodeći pri tome nepublikovan Izveštaj Fenin-a, pisan 1940. god. Fenin smatra da, po navodima Izmajlova, "eruptivni izlivi su verovatno donosili rudu". Sam Izmajlov (1952) smatra da su ove rude sedimentne, da su nastale u plitkovodnoj sredini, a da su u kasnijim vremenima pretrpele znatne promene pod uticajem mezozojskih granitnih intruzija i regionalnog metamorfizma. On dalje smatra da gvožđe vodi poreklo od bazičnih stena koje su razarane, a gvožđe izluživano i preneseno u morski basen gde je došlo do formiranja ležišta. Slično mišljenje ima i Nöth (1952). Izmajlov (1956b) kaže da je na ideju o sedimentnom postanku ovih ruda prvi došao Kolesnikov još 1949. Posle ovih prvih stavova o genezi 1954. Cissarz piše obimnu i dokumentovanu mineralošku i genetsku studiju ovih ruda, pri čemu je obradio Tajmište, Demir Hisar, Ehloec, Malkoec, Judovo i Orlov Kamen. U tom radu detaljno je opisao nastanak i evoluciju rudnog sedimenta i petrogenetsku sredinu u kojoj se ruda nalazi. Tom prilikom posebno se pozabavio nastankom svih glavnih minerala nosilaca gvožđa počev od Fe-hlorita (šamozita, turingita), preko siderita do magnetita i hematita, odnosno limonita. On je prvi pronašao bazične stene dijabaznog sastava uključujući tu tufove, koji su pratioci rudnog sedimenta i smatra da su nastali u submarinskim uslovima vulkanske aktivnosti. Poseban značaj daje prisustvu organske materije u sedimentima i u rudi u obliku antracita i grafita. A što se tiče odnosa rude i okolnog sedimenta on kaže: "Između pravih sedimenata i rude postoje svi prelazi." Po njemu najpre nastaje Fe-silikat, današnji Fe-silikatni škriljac (odnosno Fe-hloritski škriljac po našem mišljenju), bez oolita, ali ponekad sa malo siderita. Prinošenjem gvožđa i dijagenetskim procesima obrazuju se "silikatne rude i mešavina silikatno-karbonatne rude". U takvim slučajevima u oolitima se javljaju Fe-silikat i karbonat (siderit). Oba minerala imaju oolitsku strukturu. Po Cissarz-u glavne dijagenetske promene nastaju kroz višefaznu sideritizaciju. Ooliti se javljaju u dimenzijama koje variraju do 3 mm u prečniku. To znači da ima oolita koji se zapažaju tek u mikroskopu, ali i makroskopski vidljivih. Ooliti su često deformisani, usled pritisaka tako da pored ovalnih (okruglasti) ima dosta i elipsoidnih (Sl. 67). Mestimično se nađu i čisti sideritski ooliti, izgrađeni od primarnog siderita. U suštini Cissarz kaže: "Više verujem u neposredno obaranje koloidnih silikata. Doduše pri tome mi je sumnjivo da gvožđe potiče iz rastvora nastalih površinskim raspadanjem." Kao što se vidi Cissarz se nije kategorično opredelio za poreklo gvožđa iako ne veruje da je došlo sa kopna. On se tim problemom nije posebno bavio, već evolucijom rude kroz sedimentne i druge spoljašnje uslove u odnosu na rudu. Pa ipak smatra da "... gvožđe stoji u genetskoj vezi sa geosinklinalnim inicijalnim vulkanizmom koji je doneo i podinsku eruptivnu seriju. Posredstvom ovog vulkanizma došlo je do predaje rastvora moru sa fero gvožđem i silicijum-dioksidom. Usled redukcionih uslova sredine mogli su se iz ovih rastvora

oboriti Fe-silikatni gel i šamozit." Po njemu "za stvaranje velikih količina siderita potreban je znatan dovod CO_2."

Za magnetit Cissarz smatra da je mogao delom nastati u ranom stadijumu sedimentacije, ali na račun primarnog Fe-hlorita i siderita.

Janković, 1967., smatra da "silikatno-karbonatna ležišta gvožđa Makedonije pripadaju grupi vulkanogeno-sedimentnih ležišta nastalih u okviru geosinklinalnog, najverovatnije devonskog stadijuma (dijabazi)".

Desetak godina posle ispitivanja koja je obavio Cissarz, Kleut* (1966. i 1973.) započinje sistematska ispitivanja. Ona traju tri godine, pri čemu je obavljeno detaljno ispitivanje velikog broja proba iz raznih bušotina i sa izdanaka na Tajmištu, "Demir Hisaru" i manje na ostalim lokalnostima.

Kleut je analizirao mineralni sastav rude, tražio mineraloško-hemijski reper za identifikovanje podine i krovine rude, njenu genezu. Što se tiče mineralnog sastava rude i njene kasnije evolucije došao je do istih rezultata do kojih je došao i Cissarz deset godina ranije. Time je Kleut samo potvrdio rezultate do kojih je već ranije Cissarz došao, uz napomenu da je Kleut uneo mnogo više detalja, kao što su na primer geneza, mešani minerali, sadržaji fosfora i njegova veza sa mineralima gvožđa itd. Tako da velikih razlika između ta dva ispitivanja i nema. Pa ipak, kada je o genezi reč, Kleut 1973. kaže: "Reč je o sedimetnim ležištima gvožđa devonske starosti, čiji je postanak uslovljen submarinskim erupcijama bazičnih efuziva. U stvaranju ležišta učestvovao je materijal poreklom iz submarinskih erupcija i materijal poreklom sa kopna." Kao što se vidi i ovde su njegova shvatanja veoma bliska Cissarčevim. Ali suštinska novina Kleutovih ispitivanja jeste shvatanje da je manji deo fosfora vezan za apatit, dok je veći deo vezan za siderit, što ima velikog uticaja na kvalitet ovih ruda.

Najzad, poslednje značajnije gledište o postanku silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvožđa zapadne Makedonije jeste Herder-ovo, 1965., koji smatra "da su lateritski rastvori raspadanja doveli do stvaranja ruda". Zanimljivo je istaći da Herder raspravlja o poreklu i prinosu gvožđa u marinsku sredinu iz savremenih termalnih izvora, među kojima navodi podatke Selenova da "jedan mali termalni potok u vulkanskoj oblasti Tihog okeana transpórtuje dnevno 65 tona aluminijuma i 35 tona gvožđa u Ohotsko more", ali mu ovaj podatak ne služi kao indikator mogućeg načina obrazovanja ležišta gvožđa u zapadnoj Makedoniji, već se opredeljuje za lateritsko raspadanje i pretaložavanje laterita u marinsku sredinu.

To bi bila glavna gledišta o postanku silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvožđa zapadne Makedonije. Međutim, na osnovu ispitivanja autora ovog rada, kojim je obuhvaćen najveći broj pojava i ležišta zapadne Makedonije, došlo se do konstatacije da bitnu ulogu u procesu nastanka pomenutih ruda igra vulkanizam. U početku je bio bazičan, da bi kasnije delimično menjao hemizam, od bazičnog ka srednjekiselom i kiselom, a potom se obnavlja najpre bazični koji opet smenjuje srednje-kiseli i kiseli. Taj vulkanizam počinje u kambrijumu i nastavlja se sa kraćim prekidima kroz ordovicijum, silur, devon (donji i srednji), ali se javlja i u postdevonskom periodu.

Prvi bazični vulkanizam najverovatnije liferuje sa hidrotermama mangan, a odmah zatim i gvožđe. To je vreme kambrijum-ordovicijuma i tada se stvara podinska rudna serija. Sledeća vulkanska faza obuhvata vreme ordovicijuma-silura. Tada se

---

* Ispitivanja je Kleut započeo 1963. god., a okončao ih 1965. g.

delimično menja hemizam vulkanizma, a sa time i hemizam mineralizacija; smanjuje se prinos gvožđa, a javljaju se sulfidi (dakle, prvi put sumpor u značajnijim količinama) bakra, olova, cinka, arsena i antimona.

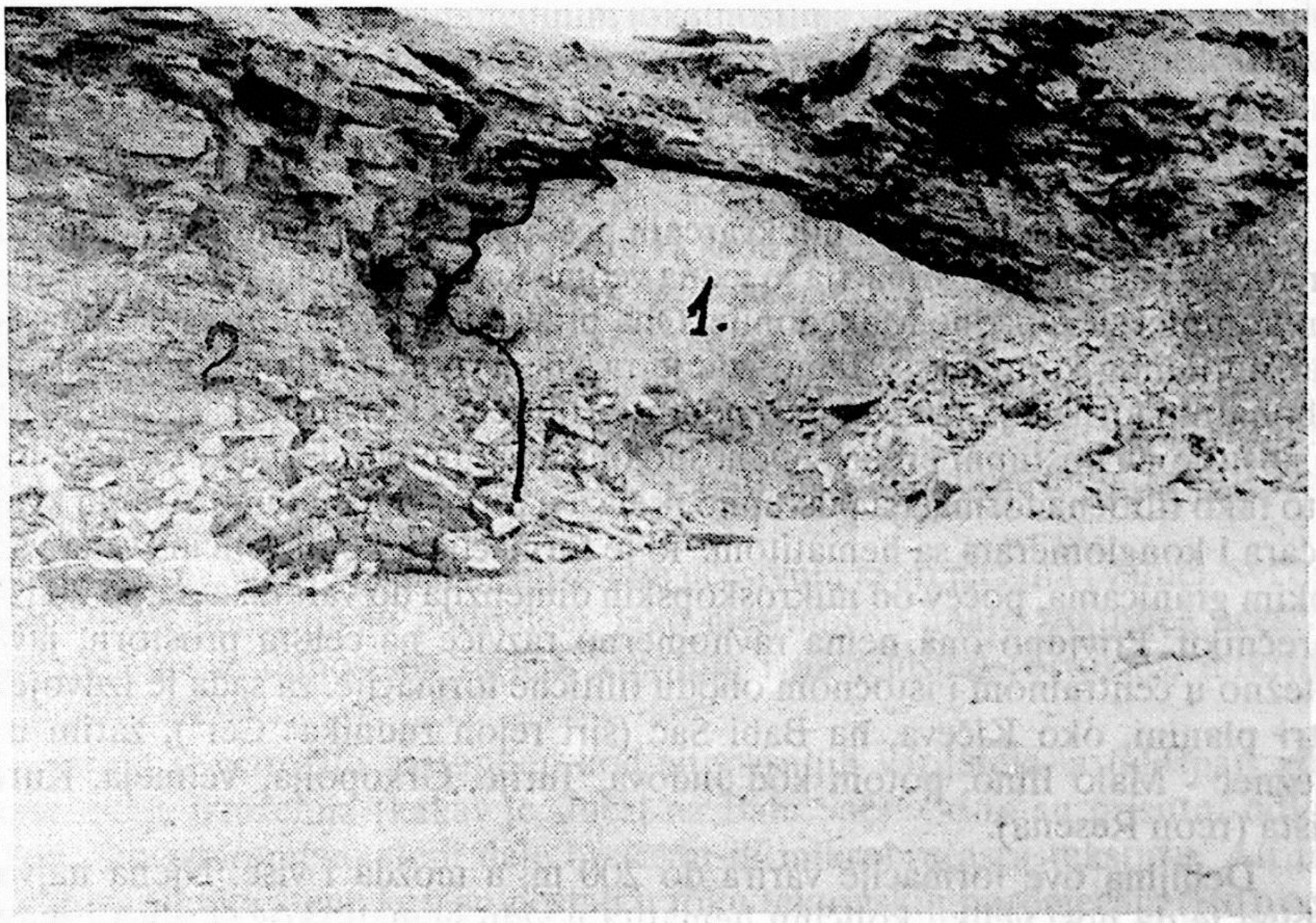
Treću vulkansku fazu karakteriše obnavljanje bazičnog magmatizma (vulkanizma) kada se opet formiraju ležišta gvožđa. To je vreme nastanka metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom. To se dešava u siluru kada se stvaraju velika ležišta hematitskih škriljaca. Ali i u ovom vremenu dolazi do promene hemizma vulkanizma tako da se pri kraju silura, a na kraju bazične faze vulkanizma stvaraju ponovo ležitša mangana. Odmah zatim dolazi do nove promene hemizma, kada se stvaraju metaandezitske i metariolitske stene, koje, izgleda, zajedno sa intruzivnim ekvivalentima jednim delom regenerišu ranije stvorena ležišta gvožđa i mangana.

Poslednja vulkanska faza događa se u postdevonskom vremenu i ona obrazuje skarnove sa sulfidima bakra, olova, cinka, molibdena, itd. i oksidima gvožđa (hematit i magnetit).

Prema tome gvožđe je prineseno hidrotermama bazične magme i ono se obaralo najpre kao hidroksid pomešan sa glinovitom komponentom. U ranim fazama dijageneze obrazuje se hloritsko-glinovita komponenta formirajući primarni Fe-hlorit, a pošto je tu bilo i karbonatnog mulja stvara se i jednim delom primarni siderit. Kasnije u hercinskom i alpskom tektonomagmatskom ciklusu dolazi do razaranja Fe-hlorita, prvenstveno pod dejstvom, s jedne strane kiselog CO_2, koji prodire iz gornjeg omotača sa lamprofirima (Popović, 1986), a s druge strane dejstvom HCl. U prvom slučaju Fe-hlorit se brzo raspada i stvara se siderit, da bi potom drugi deo Fe-hlorita i deo siderita bio napadnut sa HCl, kada je došlo do stvaranja magnetita. Moguće je da je deo magnetita stvoren već u najranijoj fazi, dakle sa Fe-hloritom i sideritom. To bi bio onaj finozrni (praškasti) magnetit. U kasnijoj evoluciji dolazi do višefazne sideritizacije, kada se stvaraju mlađi siderit i magnetit. To se takode dovodi u vezu sa utiskivanjem lamprofira, praćenim fluidima, bogatim kiselim CO_2, HCl, SO_3 i drugim agresivnim jedinjenjima, koja su mogla lako razarati Fe-hlorit i siderit.

Na vezu lamprofira i sideritizacije upućuje činjenica da tamo gde se danas javljaju metalamprofiri tamo je i sideritizacija jače izražena, a gde oni izostaju sideritizacija ili se povlači ili je veoma slabo izražena. Na Sl. 68 vidi se utisnut metalamprofir u jako sideritisano rudno telo na Damjanovoj Glavi rudnika "Demir Hisar".

S druge strane mnogobrojne magmatske postdevonske kao i veoma snažne tektonske aktivnosti menjali su manje ili više mineralni i hemijski sastav rude. U ovom smislu trebalo bi istaći česte visoke sadržaje hroma, nikla, arsena, titana, bakra i dr. elemenata čiji se povišeni ili visoki sadržaji mogu dovesti u vezu samo sa bazičnim i ultrabazičnim magmatizmom (Popović, 1986). To su sigurno procesi koji nisu uzimani u obzir od strane mnogobrojnih istraživača, zbog čega su genetske interpretacije veoma heterogene. Tako na primer u ležištima "Tajmište" i "Demir Hisar", kao i u drugim ležištima i pojavama zapadne Makedonije ponekad se naide na sadržaje hroma i nikla od preko 500 g/t, pa čak više i od 1.500 g/t. Ovakva pojava se ne može dovesti u vezu samo sa bazičnim vulkanizmom ili pak sa prinosom iz neke hipotetične kore raspadanja, a bez drugih karakterističnih pratilaca. Jedino objašnjenje je da su tako visoki sadržaji navedenih elemenata došli u društvu sa fluidima iz gornjeg omotača i to kao pratioci lamprofira (Popović, 1986), a ne treba isključiti ni



Sl. 68 - Utisnuti metalamprofir (1) u rudu gvožđa (2) na Damjanovoj Glavi rudnika "Demir Hisar" (Popović, 1989)

Fig. 68 - Lamprophyre (1) penetrating the iron ore body (2) in the Damjanova Glava as a part of the "Demir Hisar" mine (Popović, 1989)

mogućnost delimično naknadnih uticaja ultrabazičnog magmatizma vezanog za neke krupne tektonomagmatske događaje u vreme mezozoika.

HEMATITSKA RUDONOSNA FORMACIJA ILI FORMACIJA METAMORFISANIH KVARCNIH PEŠČARA I KONGLOMERATA SA HEMATITOM

Formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom ili hematitska rudonosna formacija je jedna veoma karakteristična formacija u filitoidnom kompleksu zapadne Makedonije. Ona predstavlja završni nivo metaklastičnog dela filitoidnog kompleksa. Tamo gde je razvijena predstavlja granični deo prema karbonatnoj formaciji. Između nje i podinske filitične i krovinske karbonatne formacije postoje svi postupni prelazi. Odnosno ona postupno prelazi u karbonate na više, a isto tako filitična formacija postupno prelazi u formaciju metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom. To je formacija u kojoj veličina zrna varira u širokim granicama, počev od mikroskopskih dimenzija do valutaka od po 20 i 30 cm u prečniku. Prividno ona nema ravnomerno razviće na celom prostoru; javlja se pretežno u centralnom i istočnom obodu filitične formacije. za sada je izdvojena na Bistri planini, oko Kičeva, na Babi Sač (širi rejon rudnika "Cer"), zatim u zoni Železnec - Malo Ilino, potom kod Judova, Turije, Grkopolja, Velmeja, Kuratice, Izbišta (reon Resena).

Debljina ove formacije varira do 200 m, a možda i više. Njena najvažnija osobina je da nosi veliku količinu hematita u vidu hematitskog škriljca i masivnih hematitskih rudnih tela. Postanak ove formacije je za sada nerazjašnjen. S jedne strane ima mišljenja (neki autori OGK SFRJ, kao što su Dumurdžanov, Stojanov, Petrovski, lista Kruševo, 1979) da su to "interstratificirani slojevi", dok drugi, kao što su Petkovski i Ivanovski, 1980, list Kičevo, kažu za ove konglomerate "možebi označuvaat transgresivnost, a isto taka se javuvat intraformaciski". Iako je sa prekidima razvijena na većem delu zapadne Makedonije, gde joj je očuvana karbonatna krovina, ipak je po savremenom načinu pojavljivanja sočivasta. Problem njene geneze ostaje otvoren.

Ovu formaciju karakteriše relativno velika količina hematita, koji se najčešće javlja kao cement kvarcnim zrnima i valucima. Mestimično obrazuje prava rudna ležišta hematitskih škriljaca ili masivog hematita (Judovo, Cer, Mala planina itd.). Druga važna karakteristika ove formacije je ta što je u vreme njenog stvaranja došlo do obrazovanja i vulkanita, što govori o kontinuiranosti vulkanske aktivnosti, započete u vreme stvaranja filitične formacije. Ovo se najbolje zapaža kod Judova, na starom Rudniku "Cer", kod Orlovog Kamena, kod Strelaca, kod Berikova (okolina Kičeva) i drugde. Smatra se da je u vreme stvaranja ove formacije prinos gvožđa i mangana vulkanskim emanacijama bio velik. Ponekad je to bilo u velikim količinama kada su stvorena hematitska rudna ležišta: Judovo, Rudnik "Cer", Mala planina kod Kuratice, Železnec kod rudnika, "Demir Hisar", Bistra planina, itd.

To je verovatno vreme silura i donjeg devona, kada je prinesen i mangan u obliku hlorida, a oboren u uslovima visokog pH i kiseoničkog potencijala. U oba slučaja reč je o oksidima. Za razliku od početka kaledonske epohe kada je najpre prinesen mangan, sada je obrnut slučaj. Najpre se prinosi gvožđe i obrazuje hematit, a pri kraju prinosa Fe počeo je prinos mangana, da bi se ubrzo Fe povuklo, a nastavio prinos samo mangana. To znači da je mangan prinesen pri kraju formiranja metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata i na početku stvaranja karbonatne formacije, što je vezano za porast pH vrednosti.

Zahvaljujući vulkanskoj aktivnosti i prinošenju vulkanogenog materijala, kao

i naknadnoj feldspatizaciji na pojedinim lokalnostima, kao što je slučaj sa rudnikom "Cer", peščarski deo ove formacije pretvoren je u feldspatizirane metapeščare, koje neki istraživači izdvajaju kao arkoze ili arkozni peščari. Ako bi posmatrali genezu arkoza onda u ovom slučaju taj naziv ne bi bio korektno upotrebljen, obzirom na poreklo feldspata. U vreme formiranja današnjih metamorfisanih peščara i konglomerata stvarani su i vulkaniti od kojih su za sada identifikovani metadijabaz, metaandezit, metariolit i njihovi tufovi. Jedan deo feldspata, koji su ušli u sastav pomenutih metaklastita, vodi poreklo od tih vulkanita. Drugi deo feldspata nastao je u juri, tj. u vreme utiskivanja kruševskog granita koji je izvršio feldspatizaciju ove formacije.

U ovoj formaciji nije teško identifikovati vertikalne i bočno facijalne varijetete, kao što su metamorfisani kvarcni peščari, kvarciti, feldspatizirani metapeščari, hematitski škriljci i metakonglomerati.

U sastavu ovih stena najvećim delom učestvuju kvarcna zrna i valuci. Svi ostali sastojci izuzev hematita su podređeni, iako mestimično imaju znatnijeg učešća. U prvom redu to se odnosi na sericit, a potom i na feldspat (ortoklas, mikroklin, mikropertit i albit).

Sericit je naročito zastupljen kod sitnozrnijih varijeteta, a feldspati gde je feldspatizacija izraženija (kakav je slučaj na Babi Sač). Često su prisutni odlomci škriljaca, što povremeno steni daje brečastu ili mikrobrečastu teksturu. Ali ima i brečastih varijeteta stene koji su postali u toku tektonskih poremećaja (Popović, 1989).

Kada se hematit javlja kao cement valucima, tada on popunjava međuprostor i dobija oblik šupljine u kojoj se nalazi. U takvim slučajevima ponekad pravi čitave blokove zapremine i do 0,25 m^3, kakav je slučaj zabeležen kod Judova.

Ako se generalno posmatra dobija se utisak o njenom neravnomernom lateralnom razviću pošto konglomerati i hematit nisu zastupljeni na celom prostoru. Takva situacija je samo prividna, jer je ova formacija sastaljena od stena različite krupnoće zrna pa prema tome na nekim mestima su taložene krupnije, a na drugim sitnije frakcije. Na taj način se objašnjava prisustvo metakonglomerata, metapeščara i kvarcita, kao zasebnih facija u okviru ove formacije, a prisustvo hematita u direktnoj je zavisnosti od vulkanske aktivnosti i količine prinesenog gvožđa. Tamo gde je vulkanska aktivnost bila izraženija (što se ogleda kroz prisustvo različitih vulkanita i njihove ukupne zastupljenosti), oboreno je više hematita, odnosno, tu su formirana i cela ležišta hematitskih škriljaca sa rezervama od više miliona ili više desetina miliona tona.

S druge strane u lokalnostima gde filitična prividno postupno prelazi u karbonatnu formaciju ne treba shvatiti kao izostajanje formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom. Naprotiv, u tim slučajevima radi se o njenim sitnozrnom delu. Međutim, u onim delovima terena gde ona zaista izostaje u pitanju je posledica tektonskih poremećaja (tektonska redukcija). Dakle, nije reč o neravnomernom razviću, već o prinosu krupnijeg ili sitnijeg materijala i tektonskim poremećajima. Značajnu karakteristiku za ovu formaciju predstavlja redak i u maloj količini zastupljen Fe-hlorit. To je važan podatak za tumačenje geneze hematitskih škriljaca.

Hematitski škriljac predstavlja onu stenu, odnosno faciju u sastavu metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata u kojoj najvažniju ulogu igra hematit. Najčešće se javlja kao cement kvarcnim zrnima i zastupljen je u svim razmerama počev od tragova do sadržaja od 90% hematita u odnosu na celu stenu, pa mestimično

i više (takav slučaj nalazimo na manjim ili većim ležištima kao što su Judovo, rudnik "Cer", Mala planina kod Kuratice, itd.). Dakle, sadržaji koji predstavljaju ekonomsku kategoriju. Mestimično su formirane velike mase ovih škriljaca tako da predstavljaju značajna ležišta. Takvi slučajevi poznati su na planini Bistri, na planini Baba Sač (rudnik "Cer"), u Judovu, Turiji, Slivovu, Grkopolju, kod Kuratice (dva ležišta Osoje i Izvor), potom Železnec, Malo Ilino i drugde.

Što se tiče postanka ove formacije teško se odlučiti u ovoj situaciji. Ne treba, međutim, isključiti mogućnost da je formirana u plitkovodnoj sredini koja je mogla biti uslovljena blizinom vulkanskih ostrva i sredinom bogatom kiseonikom. Na visok kiseonični potencijal ukazuje hematit (sa viškom kiseonika), zatim dobra sortiranost zrna, dimenzije zrna, a od svih sastojaka kvarc je najobilniji (često i preko 90%), zatim prisustvo metavulkanita, metatufova sa bipiramidalnim kvarcem i metatufoznih peščara.

PREGLED POJAVA I LEŽIŠTA HEMATITSKIH ŠKRILJACA

Planina Bistra. Na prostoru između Lazaropolja, Mavrovskog jezera i Rudnika "Tajmište", u formaciji metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata, registrovano je dvadesetak pojava hematitskih škriljaca. Obično su to danas sočivasta rudna tela čije osmatrane dimenzije variraju: dužina od desetak do 100 pa i 200 m, a debljina od 2 do 15 m. Ono što je značajno za ove pojave je to da su one zajedno sa matičnom formacijom, kao i ostalim formacijama, u poslednjem geotektonskom ciklusu (alpski), intenzivno tektonski polomljeni i izdeljeni na male blokove. U tom pogledu rasedi su odigrali veliku ulogu.

Pojave u ovoj lokalnosti su slabo istraživane. Izuzev pojedinačnih tačkastih proba sa izdanaka, druga ispitivanja nisu obavljena. Prema tim podacima sadržaji Fe najčešće su varirali oko 30% ili 40%. Ako se ima u vidu formacija u kojoj se nalaze hematitski škriljci, sadržaji Fe ipak su relativno visoki (često preko 30%).

Berikovo je udaljeno oko 16 km severno od Kičeva, a poznato je po Cu, Pb, Zn orudnjenju. Metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati nalaze se na istočnom delu grebena Maja Srt. U ovoj formaciji izdvojeno je pet pojava hematitskih škriljaca i to samo na severnoj padini Maja Srta. To su siromašni hematitski škriljci, sočivastog načina pojavljivanja. Sočiva su izdužena u pravcu sever-jug i dužina im varira do desetak metara, a debljina do 1 m (osmatrane dimenzije na izdanku). Hematit se javlja kao cement kvarcnim zrnima. Mestimično pored hematita nađe se i malo magnetita, a na pojedinim mestima zapažen je povišen sadržaj bakra i cinka.

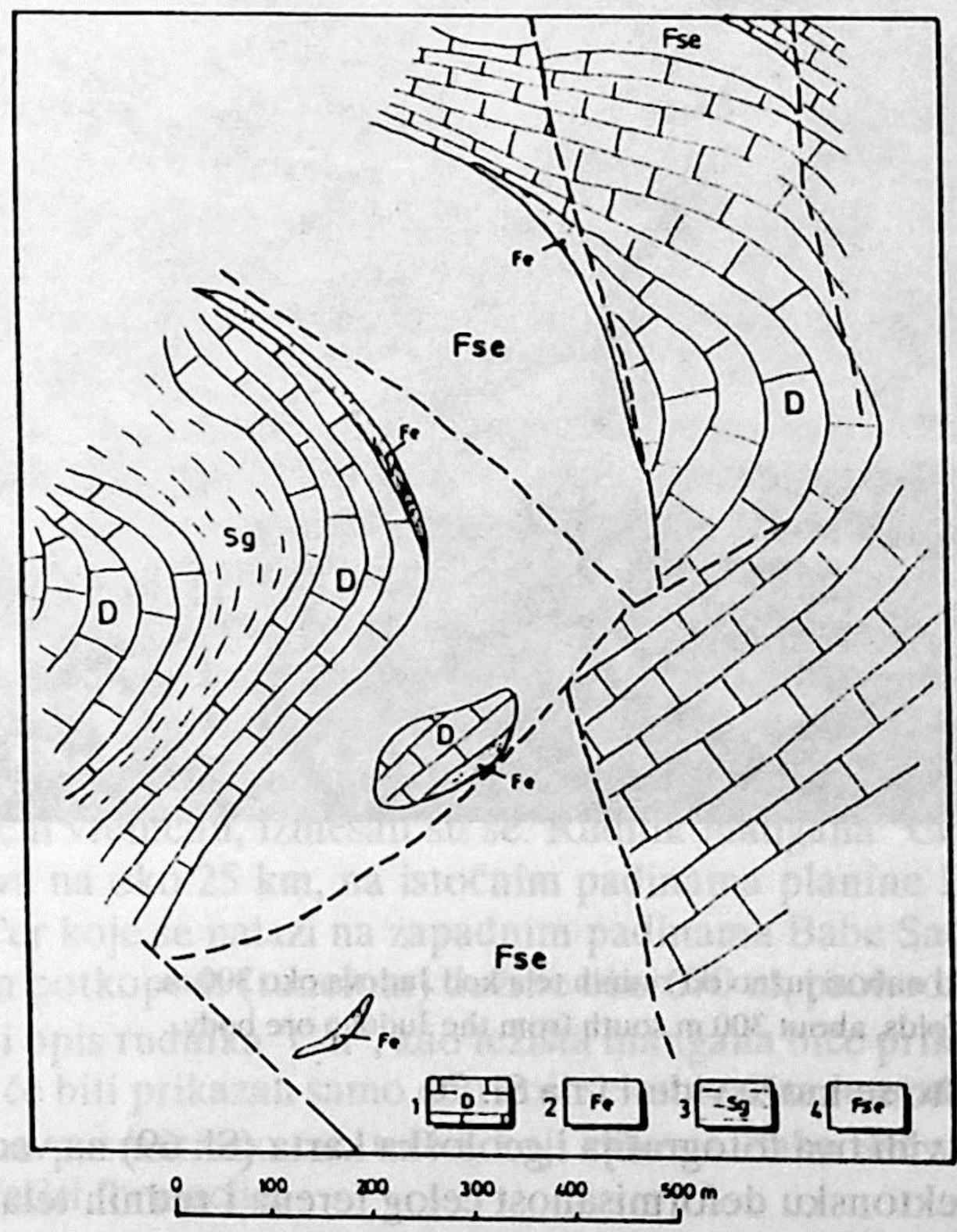
Sadržaj gvožđa je nizak i u jednoj probi dužine 0,5 m nađeno je 12,9% gvožđa. Maksimalni sadržaji na ovoj lokalnosti bili su manji od 20%, što ih isključuje iz domena interesovanja kao mineralizacija gvožđa.

Judovo. Svi raniji istraživači ležišta gvožđa u zapadnoj Makedoniji, ležište u Judovu svrstavali su u isti tip i isti horizont sa ležištima Malkoec, Tajmište, "Demir Hisar" i dr. Međutim, po svim svojim karakteristikama ovo ležište pripada formaciji metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata, odnosno hematitskoj rudonosnoj formaciji. Ruda Fe u ovoj lokalnosti javlja se u nivou tufoznih i glinovitih metasedimenata, koji pripadaju zoni prelaza između filitoida i metamorfisanih peščara i konglomerata.

Ovo se ležište nalazi na oko 12 km udaljenosti jugozapadno od Kičeva i na

jugozapadnom obodu sela Judovo. Danas je to veće sočivasto rudno telo izduženo u pravcu severozapad-jugoistok. Prema podacima rudarskih istražnih radova i istražnog bušenja rudno telo ima mestimično prividnu debljinu preko 20 m, a dužina mu je oko 200 m. Po svojoj prilici ovde je bilo jedno jedinstveno stratiformno telo koje je budinirano ili samo ubrano, pa kasnije izdeljeno na više rudnih tela (do sada su poznata četiri). Pored rudnih tela koja se nalaze na površini ili blizu površine, jedno debljine (prividne) 2 m presečeno je bušotinom na dubini od 141 do 143 m.

Ispitivanja Cissarz-a (1954) su pokazala da se po mineralnom sastavu ovo ležište oštro razlikuje od Rudnika "Tajmište", "Demir Hisar", Malkoec i dr. Ovde nije do sada utvrđen siderit. Dokazan je hematit kao glavni primarni mineral i nosilac gvožđa, a sasvim podređeno javlja se i magnetit. Usled naknadnih promena stvoren je regenerisani ili prekristalisani Fe-hlorit (iz grupe šamozita, među kojima je identifikovan turingit, a pretpostavlja se da ima i šamozita uz napomenu da su oba ova minerala retki). Osim njih u rudi je nađena obilna organska materija. Posebno je interesantan podatak koji navodi Cissarz (1954) da su u ovoj rudi nađene fosforitske kvrge, što je do sada jedinstven slučaj u zapadnoj Makedoniji. Ovi fosforiti po



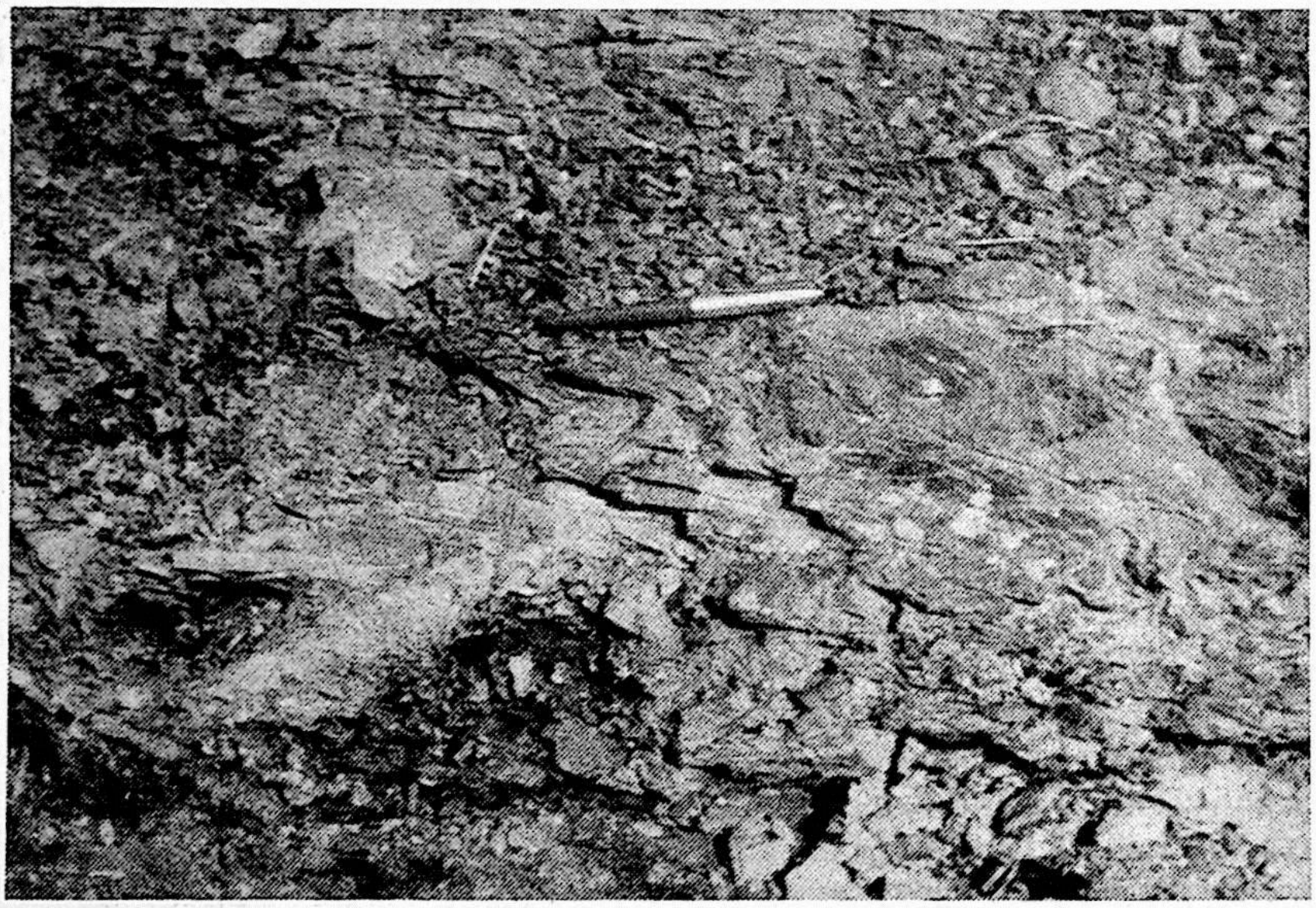
Sl. 69 - Geološka karta rudnog ležišta Judovo.
1. Devonski krečnjak i krečnjački škriljac, 2. hematit, 3. glinoviti škriljac, 4. filitični škriljac, prelaz u kvarcni metapeščar i metakonglomerat.

Fig. 69 - Geological map of the Judovo iron ore deposit.
1. Limestone and calcschist Devonian in age, 2. Hematite, 3. Shale, 4. Phyllitic schist transition to the quartz metasandstone and metaconglomerate.

njemu jednim delom su prekristalizacijom prevedeni u apatit. Obzirom da je ova ruda vezana za metamorfisane kvarcne peščare i konglomerate kvarcna zrna kao deo klastične komponente veoma često su obilno zastupljena.

Magnetit, koji je inače redak, često se martitiše.

Cissarz smatra da je prvobitno stvoren Fe-hlorit, a da je kasnije, neobjašnjavajući kojim procesima, došlo do snažne hematitizacije Fe-hlorita. Ovo bi se moglo proveriti sadržajem hlora u inkluzijama, jer se napadanjem HCl Fe-hlorit pretvara u hematit ili magnetit, uz napomenu da se tada stvara i veća količina slobodne silicije, koje u ovom ležištu nema. Tako da je, u ovom slučaju, teško poverovati u takav način obrazovanja hematita. Cissarz dalje smatra da su samo neki slojevi Fe-hlorita hematitizirani i da se oni naizmenično pojavljuju. Međutim, on gubi iz vida veoma snažnu tektoniziranost čitavog terena pa i samih rudnih tela. Ubiranja, rasedanja su



Sl. 70 - Centimetarski nabori južno od rudnih tela kod Judova oko 300 m.
Fig. 70 - Centimetric folds, about 300 m south from the Judovo ore body.

veoma izražena, što se može videti i na Sl. 70.

Kao što se vidi ova fotografija i geološka karta (Sl. 69) na veoma instruktivan način pokazuju tektonsku deformisanost celog terena i rudnih tela. Ovo je uslovilo "ponavljanje" hematitskog sloja jer je reč o naborima počev od centimetarskih do dekametarskih ili čak i hektometarskih dimenzija. Ako se ovome dodaju mnogobrojne tektonske breče, koje su očigledne, i rasedna ogledala, onda je lako objasniti "razbijenost" rudnih slojeva u judovskom ležištu. Takav strukturni sklop je veoma iskomplikovao ovo ležište izdelivši ga na veći broj manjih ili većih blokova i na taj način smanjujući njegov značaj, uz to veći deo ležišta je i erodovan.

Najzad zanimljivo je istaći da se, istina retko, javljaju halkopirit i bornit, što je posebno interesantno ako se ima u vidu da su filiti impregnisani piritom, da su u njima nadeni metaandeziti i metarioliti, kao i njihovi metatufovi, a posebno što je na istočnom obodu sela Judova registrovana jedna masa metamorfisanog riolita jače ili slabije obogaćenog sulfidima bakra i njihovim sekundarnim produktima.

Inače, kao što je rečeno rudno ležište Judovo je slojevitog načina pojavljivanja, koje zaleže prema jugozapadu, odnosno njegovo zaleganje je diktirano severoistočnom vergencom nabora.

Prema podacima Sosića (1963) u judovskom ležištu ima oko 400.000 tona rude sa srednjim sadržajem gvožđa od 41,10%. Ali po podacima Ivanovskog, Nestorovskog i Stojanova (1966) rudne rezerve se kreću oko 600.000 tona sa sadržajem Fe od 40% do 51,54%, SiO_2 - od 11,33% do 17,23%. Veoma je interesantno da kada se čitaju pojedina dokumenta zapaža se, manje - više, za sva ležišta i pojave zapadne Makedonije, velike razlike u prezentiranju ukupnih rudnih rezervi i srednjeg sadržaja korisne i štetne komponente. Retko se naiđe na dva ista ili približno ista podatka u dva različita dokumenta (Elaborata ili Izveštaja ili objavljena rada).

Litostratigrafski horizont sa hematitom se produžava prema Svinjištu. Taj deo je izdvojen kao zona Judovo - Svinjište. U okviru te zone nalazila bi se dva glavna ležišta: judovsko i svinjiško, a između njih nalaze se manje pojave koje za sada nisu interesantne. Na ležištu u Svinjištu urađeno je takođe više potkopa, koji su omogućili da se sračunaju rudne rezerve od oko 800.000 tona rude, a tu spadaju i pojave kod Brždana gde sadržaj Fe varira od 29,00% do 35,07%, kao i slična pojava kod Selišta gde su sadržaji Fe varirali od 25,67% do 31,77% i SiO_2 - od 35,07 do 45,02%. Očigledno je da su ove pojave po sadržaju Fe i po sadržaju SiO_2 vanbilansne bez obzira na ukupne rudne rezerve.

Rudnik Mn "Cer". Iako je ovo mangansko-hematitsko ležište ono je mnogo poznatije kao ležište mangana i kao takvo je bilo u eksploataciji još od pre drugog svetskog rata, da bi se zbog nerentabilne proizvodnje (zbog iscrpljenosti onog dela ležišta koje je bilo u eksploataciji) rudnik krajem pedesetih godina zatvorio. Malo je poznato, međutim, da se ovde nalazi i jedno hematitsko ležište. Primarno ova dva ležišta su bila razdvojena prostorno i vremenski, jer su pripadala različitim fazama stvaranja, s tim što se sa prestankom formiranja ležišta Fe počelo stvarati ležište Mn, tako da je došlo do nastanka manjeg dela mešane Fe-Mn rude. Ali pojedini njihovi delovi, u kasnijem vremenu, izmešali su se. Rudnik mangana "Cer" nalazi se jugoistočno od Kičeva na oko 25 km, na istočnim padinama planine Baba Sač. Naziv je dobio po selu Cer koje se nalazi na zapadnim padinama Babe Sač. Rudnik i selo su povezani jednim potkopom (tunelom) dužine oko 670 m, prohodnim za pešake.

Detaljniji opis rudnika "Cer", kao ležišta mangana biće prikazan u poglavlju o manganu, ovde će biti prikazan samo deo koji se odnosi na hematit.

Generalno posmatrano ceo teren, koji zahvata Baba Sač sa Rudnikom "Cer" izgrađen je od četiri formacije:

- filitična formacija,
- formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom ili hematitska rudonosna formacija,
- karbonatna formacija i
- granitoidna formacija (jurska).

Obzirom na petrogenetsku sredinu u kojoj se nalazi hematitsko orudnjenje,

formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata ili hematitska rudonosna formacija, je od prvorazrednog značaja. Na području Babe Sač (u neposrednoj blizini sela Cer), pored metamorfisanih peščara, metakonglomerata, hematitskih škriljaca i mermerisanih krečnjaka, utvrđeni su metaandeziti i sericitsko-aktinolitski škriljci, za koje se pretpostavlja da bi se među njima mogli nalaziti i bazičniji vulkaniti.

Kako se metaandeziti javljaju u okviru metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata i dolaze do mermerisanih krečnjaka, ali ne prelaze na više (u mermerisane krečnjake) smatra se da su sinhroni sa pomenutim metaklastitima. Zahvaljujući tome došlo se do pretpostavke da su mineralizacije hematita i hematitski škriljci kao i mineralizacije mangana stvoreni u završnoj fazi vulkanske aktivnosti, a da je i ova formacija delimično i vulkanogeno-sedimentna (metamorfisana). Formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata razvijena je na celom prostoru između sela Cer i Rudnika "Cer", ispod mermerisanih krečnjaka Babe Sač. Na žalost, iako se ovde nalazi hematitsko ležište sa visokim sadržajem gvožđa, ono je potpuno zapostavljeno, i što je još gore, ono je kao ležište gvožđa uništeno. Naime, ovaj Rudnik je pre svega bio rudnik mangana i u toku eksploatacije kada se nailazilo na hematit odlagan je u jalovinu. To je dovelo do toga da je danas teško naći odgovarajuće ekonomske mogućnosti kako bi se taj hematit, bilo kada i u bilo kojoj kombinaciji, mogao vaditi. To je tipičan primer lošeg rada pri čemu se zbog jedne sirovine u određenom trenutku, iako je ona u celini manjeg značaja, uništava druga sirovina.

Hematit se ovde javlja u obliku sočiva, čije je dimenzije danas teško proceniti, ali na osnovu rudarskih radova, koji su ga presekli, mogli bi se reći da mu je dužina najmanje 150 m, a debljina veća od 10 m. Prema raspoloživoj dokumentaciji može se reći da je ovo hematitsko ležište imalo najmanje 500.000 tona hematita sa sadržajem od 45% Fe.

Ono što je karakteristično za hematit Rudnika "Cer" je to da se javlja kao primarno vulkanogeno-sedimentni tip, danas kao hematitski škriljci, a manje u vidu masivnih hematitskih rudnih tela. Drugi način pojavljivanja predstavlja regenerisani deo, gde su obrazovana masivna rudna tela, istina manjih dimenzija, a u njima sadržaj gvožđa ide i preko 35%. Najzad i treći način pojavljivanja je mešavina minerala mangana i hematita.

U prvom slučaju sa hematitom, u tragovima se javlja i magnetit, u drugom slučaju ima malo magnetita, ali se ponekad nađe prekristalisali Fe-hlorit. U trećem slučaju idu hematit, malo magnetita, braunit, psilomelan, romanešit, piroluzit, hausmanit, holandit, biksbit, Mn-kalcit, rodohrozit i rodonit. Kao što se vidi u ovom trećem slučaju javlja se čitav spektar minerala mangana i u suštini tu je reč o regenerisanim mineralima mangana i hematita, do čega je došlo pod raznim uticajima, posebno kruševskog (ovde cerskog) granitoida, jurske starosti, koji je transformisao primarnu mineralizaciju.

Interesantno je pomenuti da u prvom tipu, gde se javlja hematit i malo magnetita, ima samo 1,08% mangana. Osim toga u njemu se javljaju kvarc, kalcit, sericit i dolomit. Prisustvo, iako u tragovima, karbonata govori o mestu ovog hematita u stratigrafskom stubu i njegovoj genezi. Jasno je da i u ovoj formaciji sa povećanjem $CaCO_3$ komponente i opadanjem klastične komponente, hematitska rudonosna formacija (ili formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom), postupno prelazi u karbonatnu formaciju. Uz ovu hematitsku mineralizaciju nađena su i retka zrna barita, cirkona, granata, epidota i rutila. Inače primarni hematit danas je škriljave teksture i sitnozrne strukture (zrna su submikroskopska).

Drugi, regenerisani tip hematita, vidi se na Sl. 71. Tu se javlja ljuspasti hematit ili spekularit, koji neravnomerno impregniše feldspatizirani kvarcni metapeščar.



Sl. 71 - Regenerisani hematit (spekularit, tamno) u feldspatiziranom kvarcnom metapeščaru (Popović, 1989)

Fig. 71 - Regenerated hematite (specularite, dark) in the feldspatized quartzose metasandstone (Popović, 1989)

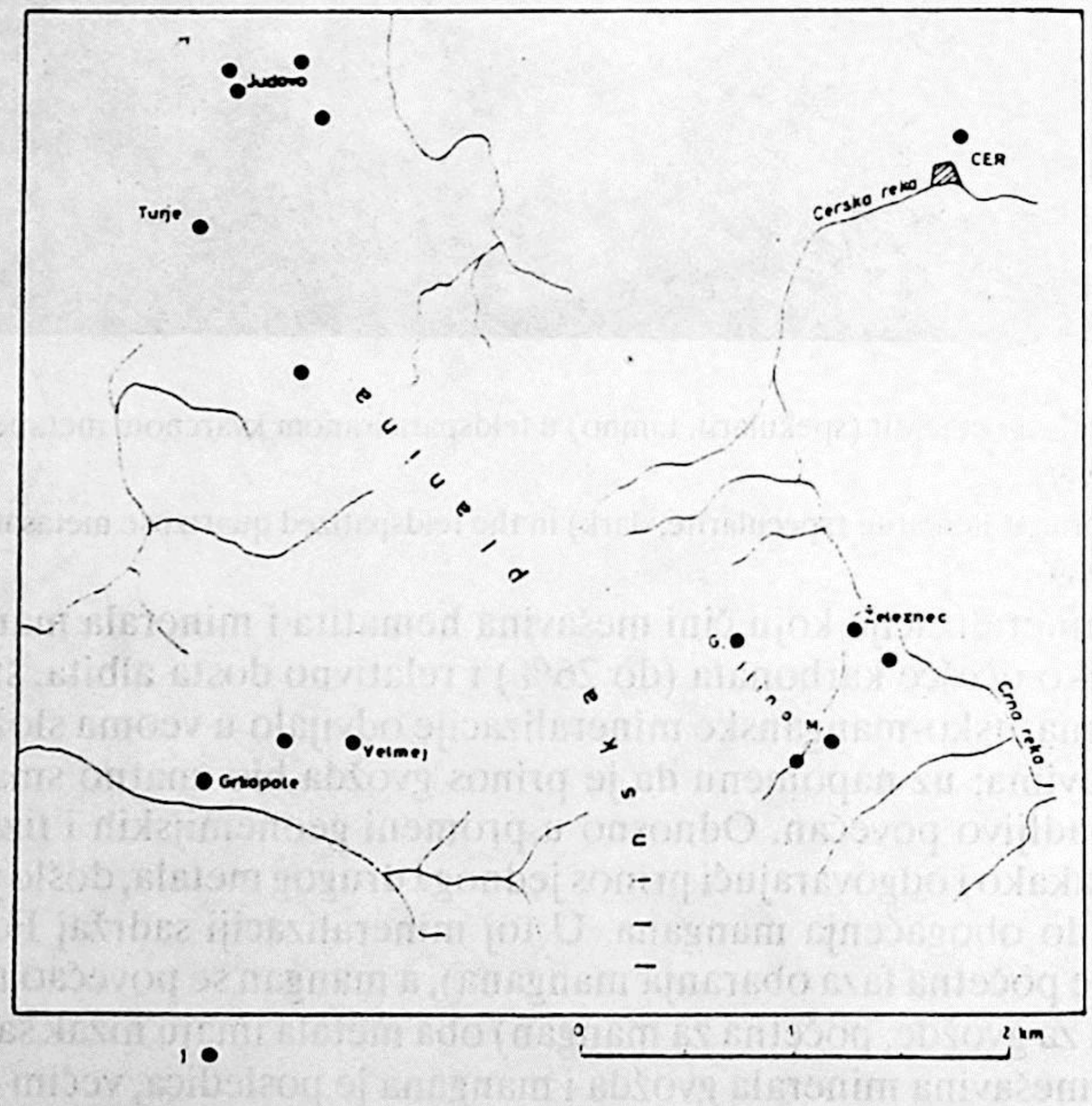
Tip mineralizacije koju čini mešavina hematita i minerala mangana posebno odlikuje veliko učešće karbonata (do 26%) i relativno dosta albita, što govori da se stvaranje hematitsko-manganske mineralizacije odvijalo u veoma složenim petrogenetskim uslovima; uz napomenu da je prinos gvožđa bio znatno smanjen, a prinos mangana upadljivo povećan. Odnosno u promeni geohemijskih i fizičko-hemijskih uslova, uz svakako i odgovarajući prinos jednog i drugog metala, došlo je do povlačenja gvožđa, i do obogaćenja mangana. U toj mineralizaciji sadržaj Fe već je pao na 12,15% (to je početna faza obaranja mangana), a mangan se povećao na 15,8%. U toj fazi (završna za gvožđe, početna za mangan) oba metala imaju nizak sadržaj. U nekim slučajevima mešavina minerala gvožđa i mangana je posledica, većim delom, regeneracije. U takvim slučajevima ima se utisak da su minerali mangana primarni, a da su u toku regeneracije i prekristalizacije potisnuti mladim hematitom i mladim mineralima mangana. I u ovoj mineralizaciji u tragovima se javljaju magnetit, barit, apatit, a od sulfida pirit, takođe u tragovima.

Ovaj mešoviti tip Fe-Mn - mineralizacije javlja se pretežno uz karbonatnu formaciju ili u njoj samoj, što očigledno govori o naknadnom mešanju minerala gvožđa i mangana i naknadnom unošenju u karbonatnu sredinu (mermerisani krečnjak).

U formaciji metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom sadržaji Fe variraju u svim granicama, kao uostalom i na drugim lokalnostima, počev od 0,5% pa do 55%, a negde i više. Kada je reč o hematitskim rudnim telima koja su ušla u procenjene rudne rezerve, srednji sadržaj Fe u njima je preko 45%, ali i SiO_2 je relativno visok (preko 20%).

Druge pojave hematitskih škriljaca nalaze se južno od pravca Baba Sač - Judovo. Među njima posebno se ističu Turija, Slivovo, Velmej, Grkopolje, na zapadnim padinama Ilinske planine, zatim Brezovo, Zašlje, Suvo Grlo, Mramorec, Železnec, Malo i Veliko Ilino itd. (na istočnim padinama Ilinske planine). Za sve njih važi jedinstvena karakteristika, a ta je da su to hematitski škriljci koji se nalaze u formaciji metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom. Sve ove pojave su prikazane na preglednoj skici Sl. 72.

Prema svim dosadašnjim ispitivanjima, iako je mestimično, kao što je slučaj sa Železnecom, Velmejom, Grkopoljem i Velikim i Malim Ilinom, gde se mogu očekivati veće rudne rezerve od 1 miliona tona, ipak ta ležišta u sadašnjim uslovima ne predstavljaju ekonomsku kategoriju, jer su im sadržaji gvožđa pretežno niski, a sadržaji SiO_2 visoki, što se vidi i iz priložene tabele 28.



Sl. 72 - Pregledna skica pojava hematitskih škriljaca u području južno od pravca Baba Sač - Judovo.
1. Pojave hematitskih škriljaca.

Fig. 72 - Showing sketch map of the hematite schist occurrences in the area south of the Baba Sač - Judovo line.
1. Occurrences of hematite schists.

Grkopolje. Ovde je reč o potonulom tektonskom bloku u kome je sačuvano jedno rudno telo hematitskih škriljaca. Ono je sočivasto i izduženo je u pravcu istok - zapad oko 500 m, široko je u pravcu sever - jug oko 200 m. Prividna debljina

Tabela 28. Hemijski sastav hematitskih škriljaca u pojedinim lokalnostima.
Table 28. Chemical composition of hematite schists in individual localities.

Lokalnost	Fe %	SiO_2 %	Mn %	rudne rezerve u t
Turija	32,00	x	x	x
Prostranje	33,27	36,74	x	x
	28,44	45,53	x	x
	25,97	31,13	x	x
	31,04	41,24	x	x
	34,83	37,46	x	x
Slivovo	26,10	42,15	x	x
Srbjani	x	x	36,80	x
Malo Ilino	29,11	x	x	120.000
	28,00	x	x	
Železnec	25,00	x	x	x
	32,96	x	x	x
Virovo	20,70	x	x	x
	27,36	x	x	x
Velmej	30,00	x	x	x
Grkopolje	30,00	35,00		500.000
Suvo Grlo	25,00	x	x	x
	22,00	x	x	x
Brčevo kod Struge	28,38	45,07	x	x
	31,26	45,07	x	x
	40,95	34,75	x	x

x - nedostaju podaci

hematitskih škriljaca se procenjuje na oko 10 m, s tim što se u jednom delu, debljine 5 m, nalazi veća koncentracija gvožđa (tabela 29).

U ovoj lokalnosti procenjuju se rudne rezerve na oko 500.000 do jedan milion tona sa srednjim sadržajem od oko 30% gvožđa i srednjim sadržajem SiO_2 od oko 35%. Po navedenim podacima ovo ležište se u potpunosti uklapa u ostala ležišta hematitskih škriljaca, kako po genezi, mineralnom sastavu, stratigrafskom horizontu, tako i po kvalitetu.

Glavni rudni mineral je hematit, retko se nađe magnetit, a kvarc i sericit su glavni nerudni minerali.

Grkopolje i Velmej leže u zoni Judovo - Turija - Grkopolje - Kuratica, koja se proteže zapadno od Ilinske planine.

Tabela 29. Hemijski sastav hematitskih škriljaca kod Grkopolja.
Table 29. Chemical composition of hematite schists near Grkopolje.

u %

Fe	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	TiO_2	P_2O_5	S	MnO
35,17	23,05	x	x	x	x	x	x	x
32,11	29,89	x	x	x	x	x	x	x
27,80	36,01	x	x	x	x	x	x	x
17,47	52,22	x	x	x	x	x	x	x
29,21	x	x	x	x	x	x	x	x
41,76	40,85	2,33	0,57	11,93	0,13	1,22	0,10	0,35

x - nedostaju podaci

Kuratica se nalazi na oko 15 do 20 km severoistočno od Ohrida. Ovo je jedna od najznačajnijih lokalnosti sa hematitskim škriljcima.

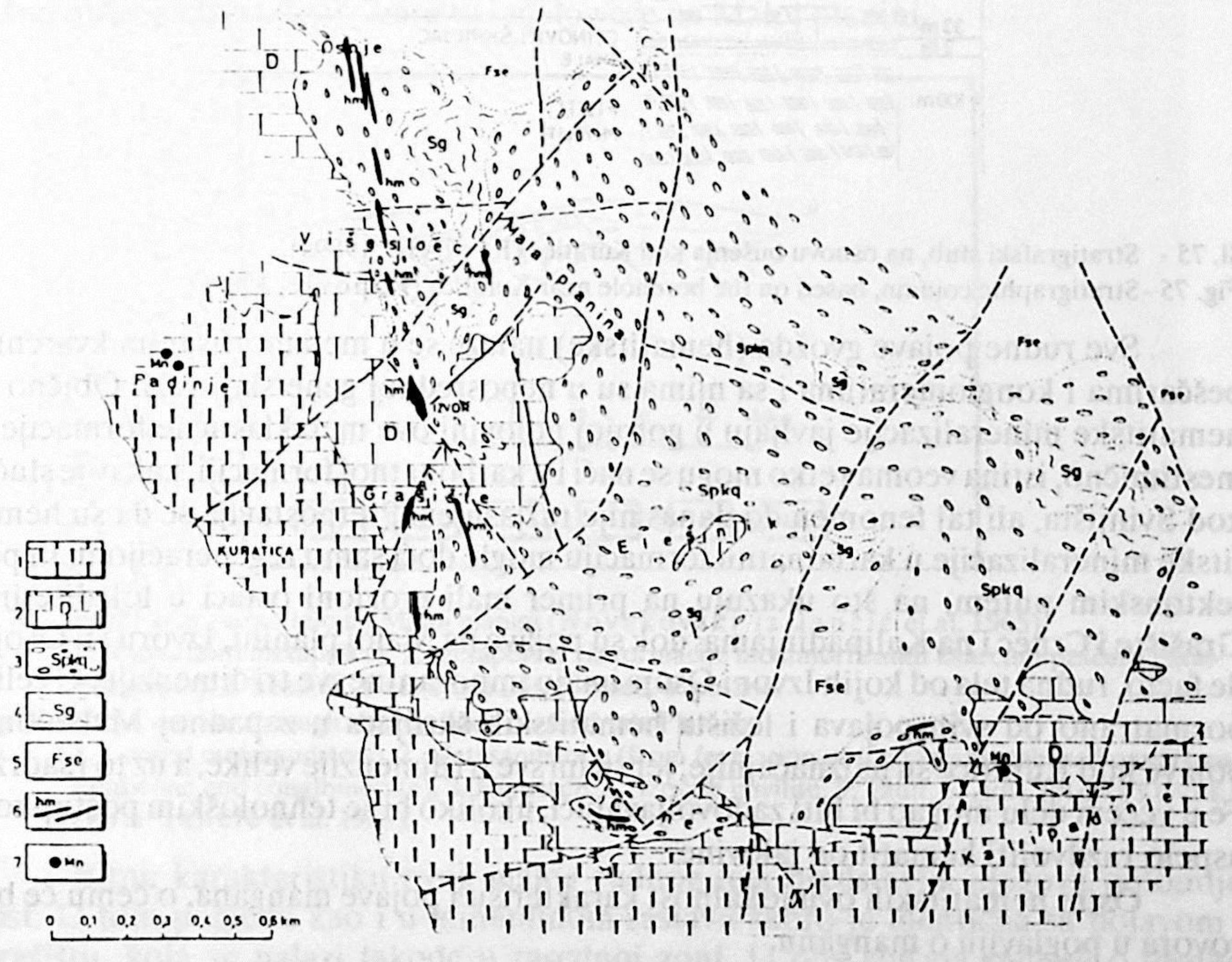


Sl. 73 - Hematitsko rudno telo na Maloj Planini (u eksploataciji).
a. Hematit, b. rasedna zona, c. metapeščar.
Fig. 73 - Hematite ore body on the Mala Planina (in exploatation).
a. Hematite, b. Fault zone, c. Metasandstone.

Za razliku od svih ostalih lokalnosti ovu karakterišu, pored paleozojskih i trijaske formacije. Njihov međusobni odnos još uvek nije na zadovoljavajući način

rešen, iako se stiče utisak da je paleozoik navučen preko trijasa. U svakom slučaju ovde trijas proviruje ispod paleozoika, uz jednu od mogućih pretpostavki da ovde nije bilo navlačenja paleozoika preko mezozoika, već da je mezozoik podvučen ispod paleozoika. Ovakva pretpostavka je zasnovana na shvatanju Aubouin-a (1980), čime bi ta postavka ovom pretpostavkom dobila podršku. Aubouin, 1980., naime pretpostavlja da su mezozojske formacije Dinarida subdukovane ispod pelagonsko-rodopskog masiva. U tom slučaju ovde, kod Kuratice erozija je otkrila trijaske sedimente.

Prema geološkoj karti, trijas, na ovom terenu, ima lučno povijanje (Sl. 74), koje obuhvata paleozojske formacije sa zapada i juga. Kontakt između mezozojskih i paleozojskih formacija u svakom slučaju je tektonski, s tim što starost pojava mangana u tom kontaktu, do danas nije razjašnjena, niti je egzaktno utvrđeno kojim u stvari formacijama pripadaju: da li paleozojskim ili trijaskim?

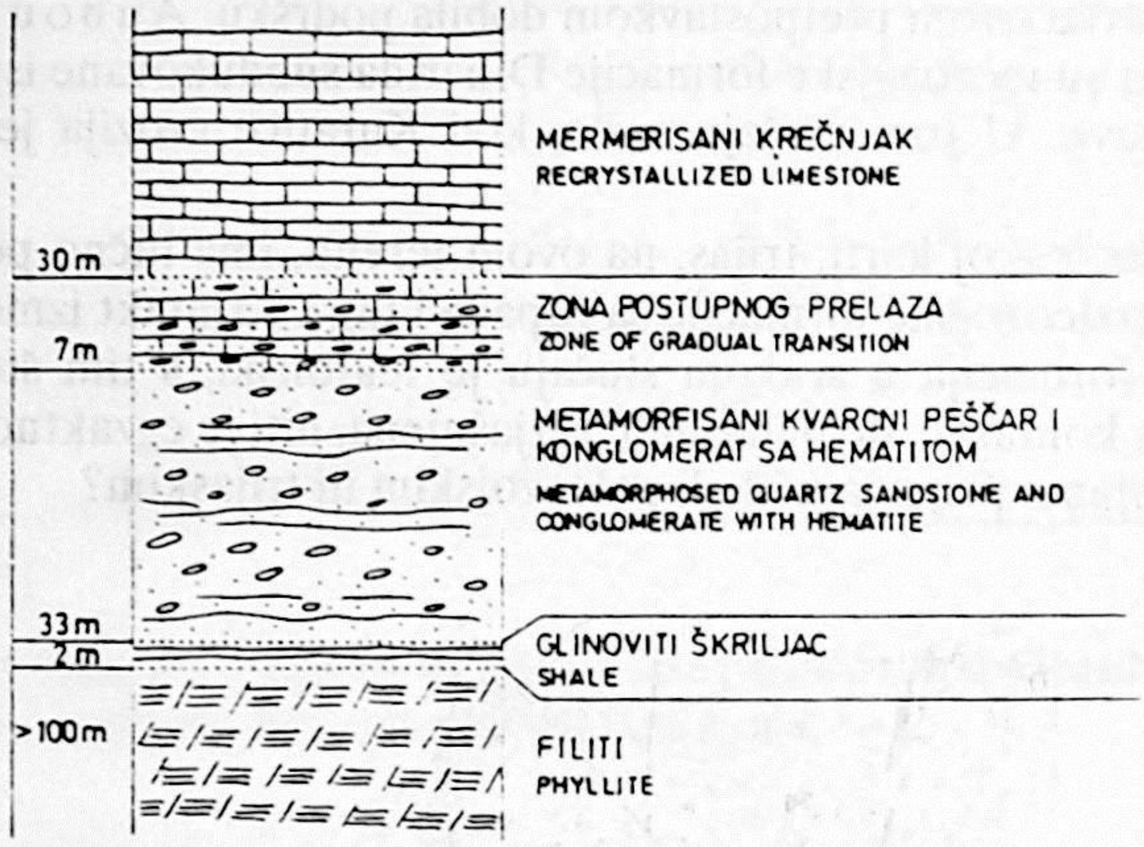


Sl. 74 - Geološka karta Kuratice (Popović, 1989a).
1. Trijas, 2. pojave mangana, 3. mermerisani krečnjak (devon), 4. hematitski škriljac, 5. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat, 6. glinoviti škriljac, 7. sricitski filit, 8. rased.

Fig 74 - Geological map of Kuratica (Popović, 1989a).
1. Triassic, 2. Mn-occurrence, 3. marmorized limestone (Devonian), 4. Hematite schist, 5. Metamorphozed quartzose sandstone and conglomerate, 6. Shale, 7. Sericite phyllite, 8. Fault

Kada je reč o ovoj lokalnosti onda zona Kuratica - Lešani (blizu Grkopolja) mora se posmatrati kao jedinstveno rudno polje, jer se na celom prostoru od Kalipadinja na jugu, preko Male planine, Višesloeca i Osoja završava kod Lešana, ukupne dužine oko 10 km. Na celom tom prostoru kontinuirano su razvijeni, na istočnom

delu, filitična formacija, a pomerajući se prema zapadu, filitična postupno prelazi u formaciju metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom, a ova takođe postupno prelazi u karbonatnu formaciju (Sl. 75).



Sl. 75 - Stratigrafski stub, na osnovu bušenja kod Kuratice (Popović, 1989a).
Fig. 75 - Stratigraphic column, based on the borehole near Kuratica (Popović, 1989a).

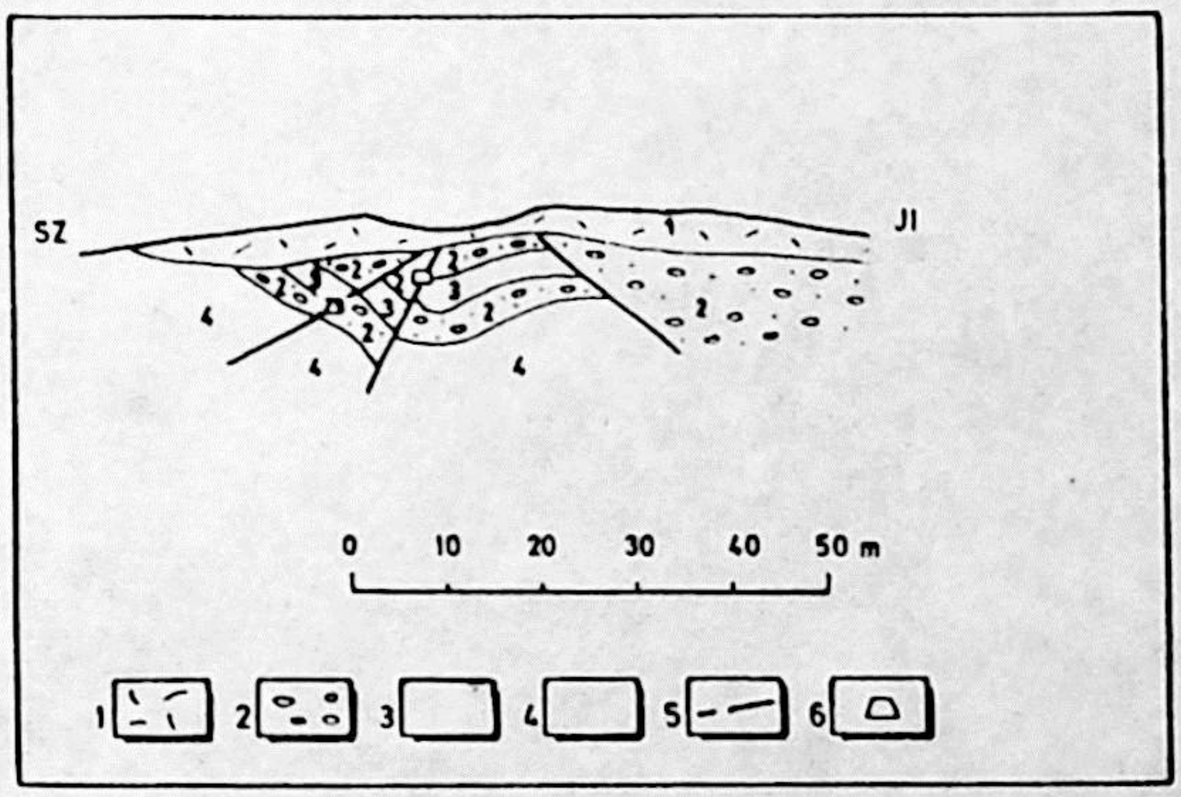
Sve rudne pojave gvožđa (hematitske) nalaze se u metamorfisanim kvarcnim peščarima i konglomeratima i sa njima su u neposrednoj genetskoj vezi. Obično se hematitske mineralizacije javljaju u gornjoj polovini ove metaklastične formacije, a mestimično, istina veoma retko mogu se naći i u karbonatnoj formaciji, kakav je slučaj kod Svinjišta, ali taj fenomen do danas nije razjašnjen. Pretpostavlja se da su hematitske mineralizacije u karbonatnu formaciju mogle doći samo regeneracijom, ili pak tektonskim putem, na što ukazuju na primer mali erozioni ostaci u lokalitetima Grašište i Crnec i na Kalipadinjama; dok su pojave na Maloj planini, Izvoru i u Osoju, de facto, rudna tela od kojih Izvor i Osoje imaju impozantne sve tri dimenzije. U celini posmatrano od svih pojava i ležišta hematitskih škriljaca u zapadnoj Makedoniji pojave kod Kuratice su najznačajnije, jer su im sve tri dimenzije velike, a uz to i sadržaj Fe u većem delu mogao bi biti zadovoljavajući, ukoliko bi se tehnološkim postupkom uspelo razdvojiti hematit od jalovine.

Osim hematitskih ovu lokalnost karakterišu i pojave mangana, o čemu će biti govora u poglavlju o manganu.

Najvažnije hematitske pojave (hematitski škriljci i masivan hematit) nalaze se na Maloj planini, u Izvoru i u Osoju. Dok su pojave u Izvoru i Osoju istovetne, kako po mineralnom sastavu, tako i po sadržaju gvožđa, dotle pojava na Maloj planini predstavlja do danas jedinstven slučaj, u ovoj formaciji, po koncentraciji gvožđa. Malu planinu, naime karakteriše, malo ležište u kome je izvršena visoka koncentracija hematita tako da je srednji sadržaj Fe veći od 60%. Na žalost to je, prema dosadašnjem poznavanju malo rudno telo (svega oko dvadesetak hiljada tona, od čega je veći deo već izvađen). Način pojavljivanja je veoma nejasan. Rasedima je rudno telo iskidano. Ima se utisak da je celo ležište sa okolnim stenama u jednoj tektonskoj zoni, što veoma komplikuje istraživanje. Zanimljivo je napomenuti da se sa hematitom javljaju i

komadi manganovih mineralizacija. Sve to skupa ostavlja snažan utisak jako zdrobljene sredine.

Dimenzije rudnog tela su oko 40 metara dužine, u pravcu severozapad - jugoistok, debljine oko 5 m. Po prividnom padu praćeno je između 20 i 30 m. Rasedima je izdeljeno na veće ili manje blokove. Izvan rudnog tela u okolnim metapeščarima zapažaju se hematitska obogaćenja, na osnovu čega bi se moglo pretpostaviti da između masivnog hematita i okolnih metapeščara postoji postupan prelaz. Bitno je da je ovaj hematit pretrpeo snažne naknadne hidrotermalne promene, koje su dovele do veoma jake prekristalizacije i regeneracije. Moguće je da su ti procesi delimično doveli do daljeg obogaćenja hematitom ove pojave. Slično Maloj planini je i pojava u lokalitetu Grašište, koja se takođe nalazi u rasednoj zoni. Zbog svega toga ne isključuje se mogućnost da je u nekoj starijoj tektogenezi došlo do snažnih rasednih deformacija prvobitno jedinstvenog rudnog tela, da bi u nekoj kasnijoj fazi došlo do njihovog razdvajanja i izolovanja, te da se otud danas nalazi jedno malo rudno telo u Grašištu i malo veće na Maloj planini.



Sl. 76 - Profil kroz rudno telo na Maloj planini (Novakovski iz Jančić et al, 1965).
1. Raspadnuti metapeščar, 2. metapeščar (iz formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata), 3. hematit, 4. sericitski filit, 5. rased, 6. potkop.

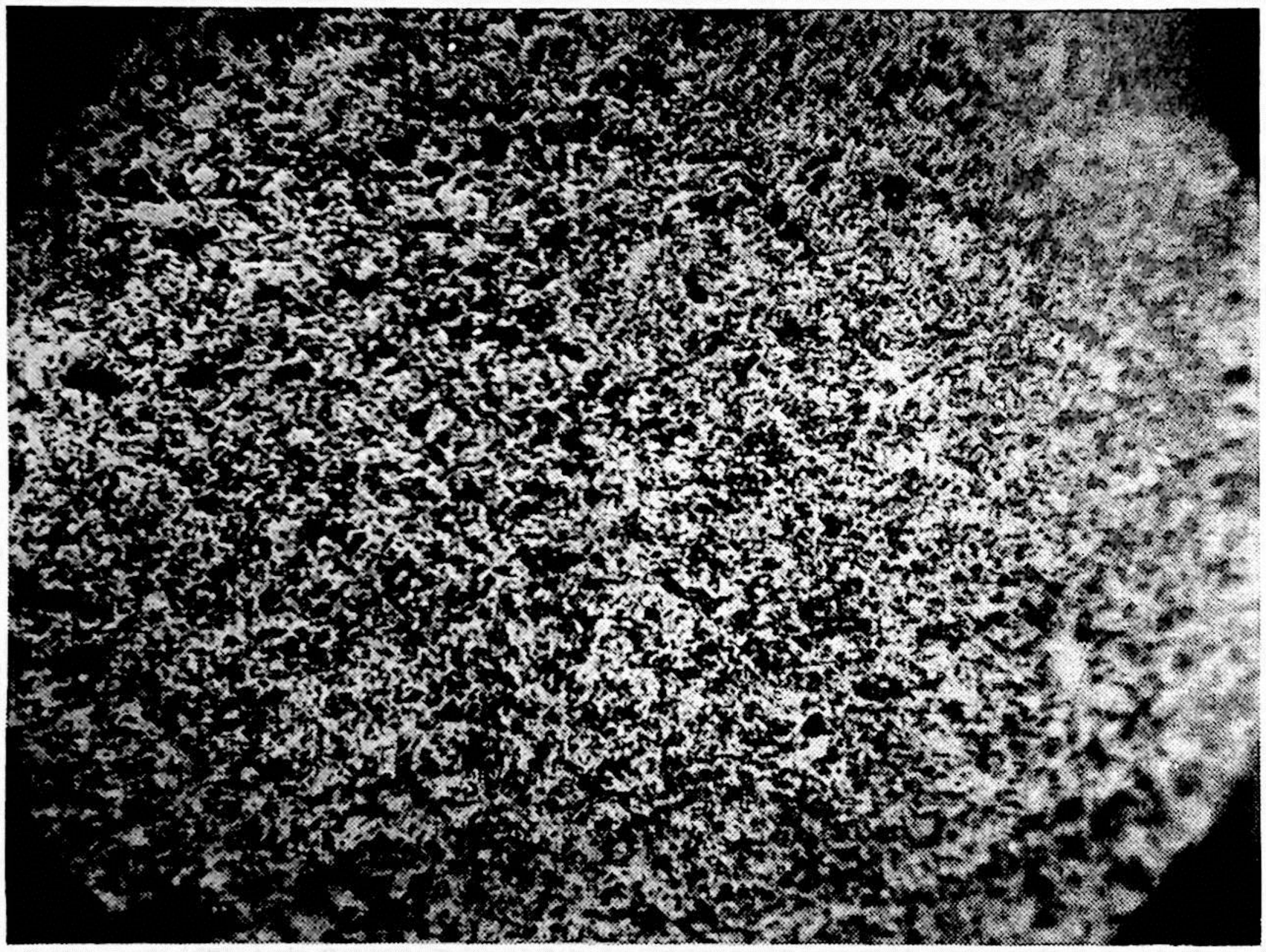
Fig. 76 - Cross section through the ore body on the Mala Planina.
1. Loosed metasandstone, 2. Metasandstone (from formation of the metamorphosed qauartzose sandstone and conglomerate), 3. Hematite, 4. Sericite phyllite, 5. Fault, 6. Adit. (Novakovski from Jančić et al, 1965).

Bitnu karakteristiku ovog malog rudnog tela predstavlja njegova polomljenost. U tom pogledu kao i u mineralnom sastavu skoro je identična sa pojavom u Grašištu, koja se nalazi takođe u rasednoj zoni. U oba slučaja radi se o visokoj koncentraciji hematita (mestimično i preko 70% svih sastojaka). Primarni hematit je sedimentni, što se vidi po njegovoj, istina retko očuvanoj trakastoj ili ovalnoj teksturi i sitnozrnosti. Osim toga u oba slučaja javljaju se i Mn-mineralizacije bilo kao samostalni minerali mangana (psilomelan, hausmanit, braunit, biksbit) ili kao mešavina Mn-minerala i hematita. Ima primera kada hematit i bigsbit međusobno prorastaju, kakav je slučaj kod regenerisanih delova. Dalje, primarni sedimentni hematit se javlja, kao cement kvarcnim zrnima, odnosno jalovini (koja često liči na detritus). Najzad prekristalisali (ili regenerisani) hematit je najobilniji. Tokom regeneracije izvršene su snažne promene na primarnom hematitu. Novi hematit je igličast i zrakast kada su mu iglice dugačke i do 1 cm, a nekad i preko toga (Sl. 77 i 78).

Od drugih Fe-minerala registrovan je redak magnetit i u tim slučajevima zapaža se kako ga hematit potiskuje.

Kao dokaz tektonske deformisanosti i to višefazne, govori i podatak da se regenerisani hematit često javlja kao cement rasednoj breči.

Hemijske analize proba sa Male Planine i Grašišta očigledno su pokazale visok sadržaj gvožđa što se vidi na tabeli 30.



Sl. 77 - Primarni sitnozrni hematit (sedimentni) sa Male Planine (Vujanovićć iz Jančić et al, 1965).

Fig. 77 - Primary fine-grained hematite (sedimentary in origin) in Mala Planina (Vujanović from Jančić et al, 1965).

Što se tiče učešća ostalih elemenata može se reći da su u tom pogledu obe pojave siromašne. Ali zanimljiv je nizak sadržaj aluminijuma kada se u celini gledaju obe pojave, posebno u Grašištu, što je ostalo nerazjašnjeno. Međutim, relativno je visok sadržaj barijuma, što se dovodi u vezu sa naknadnim hidrotermalnim aktivnostima. Na takvu pretpostavku ukazuju i mestimično nađene tanke žilice barita u metapeščarima i metakonglomeratima, kao i u glinovitim škriljcima. Sadržaj barijuma u hematitskim mineralizacijama, o kojima je reč, variraju do 4.500 g/t. Osim ovog registrovan je povišen sadržaj hroma (mestimično do 500 g/t) i nikla (čak do 700 g/t) u Grašištu i do 450 g/t (na Maloj planini). Ove pojave nisu razjašnjene.

Primarna mineralizacija je sedimentna i ona je oborena u neposrednoj blizini karbonatne krovine. Najpre je stvoren hematit, potom se stvara mešavina hematita i mangana; najzad se stvaraju mineralizacije mangana i sve to skupa, u hercinskoj i alpskoj tektogenezi, jako je hidrotermalno izmenjeno.

Tabela 30. Kvalitet hematita sa Male planine i iz Grašišta
Table 30. Quality of hematite from Grašište and Mala Planina

u %

Lokalitet	Fe	Mn	Al_2O_3	SiO_2	S	P	MgO	CaO	CO_2
Mala planina	63,55	trag.	6,72	4,10	-	0,02	x	x	x
	60,00	x	x	3,20	x	x	x	x	x
Grašište	48,47	0,56	1,32	0,80	-	0,03	x	x	x
	28,14	0,61	0,91	1,06	-	0,02	10,60	21,53	24,12
	53,89	4,12	1,42	1,06	-	0,04	1,63	8,07	7,60
	53,05	1,81	2,13	2,30	-	0,03	1,45	7,88	8,12

x - nije analizirano



Sl. 78 - Regenerisani hematit i magnetit sa Male Planine (foto: Vujanović iz Jančić et al, 1965).
Fig. 78 - Regenerated hematite and magnetite in Mala Planina (Photo: Vujanović from Jančić et al, 1965).

Izvor. Jugozapadno od Male planine na udaljenosti od oko 500 m nalazi se veliko rudno telo hematitskih škriljaca. Ono je smešteno u metamorfisanim kvarcnim peščarima i konglomeratima (u ovom slučaju reč je samo o metapeščarskom delu ove formacije). Moglo bi se reći da mu je prividna debljina veća od 100 m, uz napomenu da je i ovde ubiranjem stvarna, primarna debljina, uvećana. Procenjuje se ipak da je

prvobitna debljina bila između 40 i 60 m. Hematitski škriljac se javlja u obliku velikog sočiva izduženog približno u pravcu sever - jug dužine oko 400 m. Na žalost, iako je ovde reč o jednom telu velikih dimenzija i gde je tako reći hematit jedini rudni mineral, uprkos činjenici da ima delova sa relativno dobrim sadržajem Fe, ipak u celini posmatrano, srednji sadržaj Fe je po dubini, do 120 m, samo oko 16%, što automatski ovu pojavu eliminiše iz ekonomske kategorije.

U genetskom pogledu i ova je pojava veoma interesantna, tim pre što se severno od nje nalazi jedna druga takođe većih dimenzija. Ta pojava je u Osoju. Ona bi trebala da predstavlja produžetak rudnog tela u Izvoru.

Po načinu pojavljivanja u Izvoru hematit je trakast i predstavlja cement kvarnim zrnima. U ovom drugom slučaju ima peščarski habitus. Ponekad se javlja u ovalnim oblicima, prečnika do 150 mikrometara. Osim ovog primarnog (sedimentnog) i ovde je dokazano prisustvo regenerisanog ili prekristalisanog hematita, ali na žalost nije došlo do veće prekoncentracije gvožđa. Samo mestimično zapaženo je prisustvo Fe-hlorita, koji pripada grupi šamozita, ali je njegova količinska zastupljenost veoma mala (može se govoriti samo o tragovima tog minerala).

Osoje. Nalazi se na oko 1.200 m severno od Izvora (Sl. 74). Tu je reč o prividno nekoliko horizonata, a u suštini verovatno je reč o jednom te istom horizontu hematitskih škriljaca koji su danas zbog tektonskih deformacija izdvojeni u zasebna rudna tela, koja liče na zasebne horizonte. Najveće i najznačajnije telo hematitskih škriljaca leži takođe u metamorfisanim kvarcnim peščarima. Njegov izdanak je osmatran u pravcu severozapad-jugoistok oko 100 m, a po širini prati se između 10 i 20 m. U smeru prema jugozapadu jednim starim potkopom ova pojava je praćena oko 120 m. Procenjuje se da joj je debljina između 5 i 10 m. I ovde je glavni rudni mineral hematit, ali se uz njega često nađe i Fe-hlorit (iz grupe šamozita). Hematit se javlja u trakama. One se smenjuju sa trakama jalovine (pretežno zrna kvarca). Zrna hematita često imaju ovalan oblik koji liči na oolit. Hematit se najvećim delom javlja kao cement kvarcnim zrnima, posebno u metapeščarima. Osim ovog, uslovno rečeno sedimentnog, često se susreće prekristalisani (regenerisani) hematit u obliku iglica, čija dužina dostiže i više od 200 mikrometara.

Prisustvo Fe-hlorita je identifikovano rentgenskim ispitivanjima. Fe-hlorit se često javlja u žičnom obliku i sa hidrotermalnim kvarcem i hematitom.

Jedna od veoma značajnih karakteristika svih ovih pojava kod Kuratice jeste utisak da nerudna mineralna zrna, zrna jalovine, predstavljaju detritus, što bi moglo ukazati na blizinu kontinenta, odnosno kopna, a i u takvim uslovima hematit koji je verovatno vulkanogeno-sedimentnog porekla, ponaša se kao cement jalovini, često nastupajući u vidu submikroskopskih zrna, ili bolje rečeno "prašine". Svi su izgledi da je u vodenoj sredini bilo dosta kiseonika kada je obaran hematit, jer se ni jedan drugi mineral nije u to vreme formirao. Time se mogu objasniti sedimentne strukture hematita, ali naknadnim hidrotermalnim promenama došlo je do prekristalizacije (regeneracije); stvoren je igličast hematit i krupnoljuspast Fe-hlorit. Pretpostavlja se da su ove promene došle u vreme utiskivanja lamprofira, kada su stvoreni uslovi da iz gornjeg omotača prodru velike količine fluida bogatih kiselim ugljendioksidom.

Pored navedena dva rudna minerala utvrđen je kao veoma redak magnetit i po neko zrno siderita.

Za razliku od pojave u Izvoru, ova u Osoju je znatno kvalitetnija, ali ni u njoj nije zadovoljavajući sadržaj Fe i SiO_2, što se vidi iz priložene tabele 31, analiziranih proba iz potkopa:

Kao što se vidi sadržaj Fe je uglavnom ispod 30%, a sadržaj SiO_2 je iznad 32%. Iako su ostali sastojci niskog sadržaja, niska koncentracija gvožđa i visoka koncentra-

Tabela 31. Rezultati oprobavanja potkopa u Osoju
Table 31. Rezults of sampling of adit in Osoje

u %

Fe	Mn	SiO_2	Al_2O_3	S	P
38,40	trag.	32,23	2,94	0,17	0,88
27,20	0,21	37,31	8,45	0,14	0,28
24,76	0,23	37,26	9,59	0,20	0,39
22,00	0,30	44,30	x	x	x
19,84	0,19	44,70	10,50	0,23	0,34
18,55	0,11	45,78	11,42	0,19	0,45
19,52	0,75	49,19	x	x	x
25,92	trag.	42,06	7,97	0,20	0,42
26,88	1,20	28,31	x	x	x
28,03	2,29	30,20	9,13	0,22	0,68
27,86	trag.	34,40	9,47	0,18	0,61
24,78	0,14	39,60	8,98	0,19	0,70
i tako dalje					

x - nije analizirano

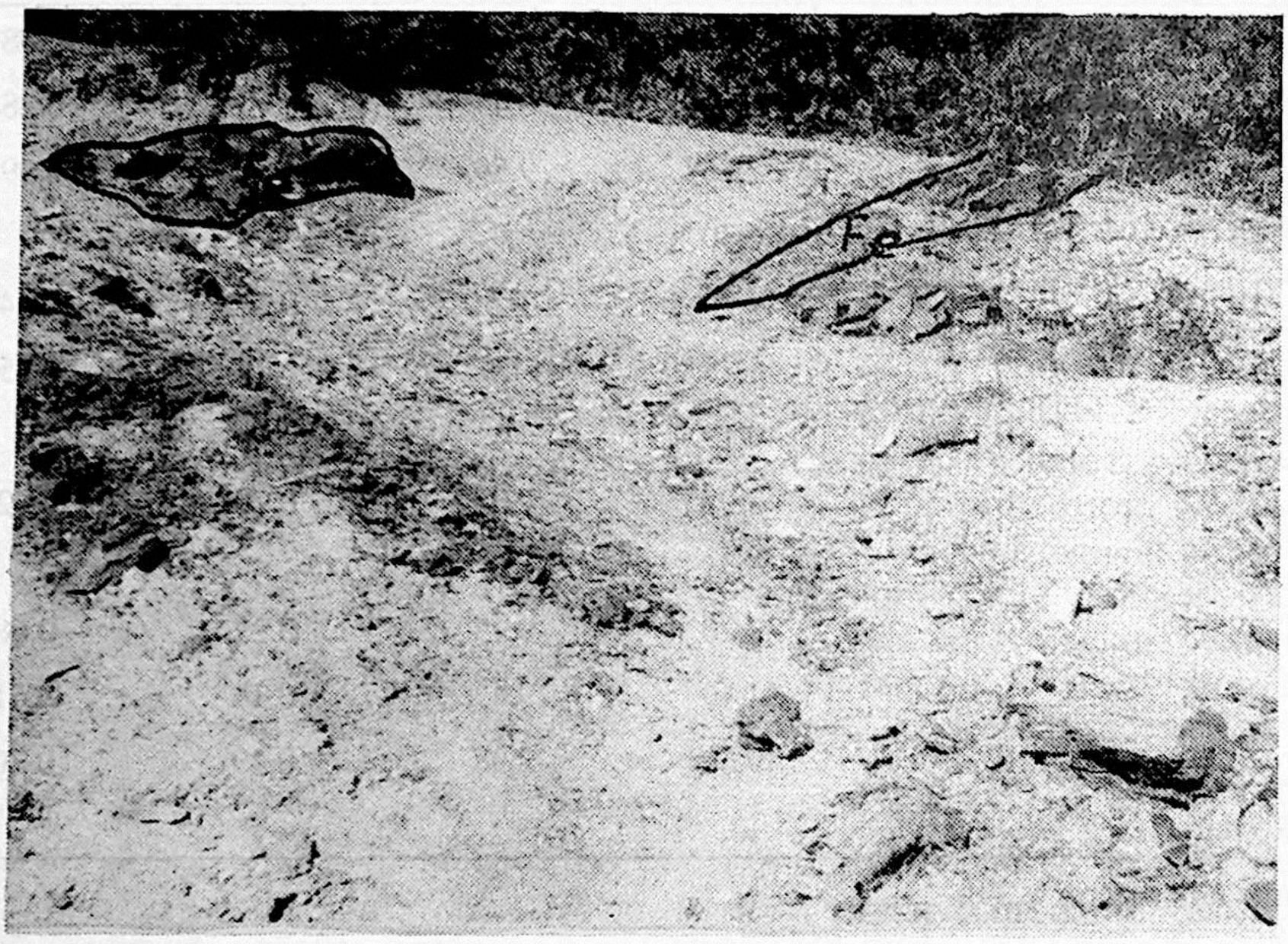
cija SiO_2, ovu pojavu svrstava u vanbilansnu. Njen značaj je u tome što leži u zoni hematitskih škriljaca koja se proteže od Judova preko Turije, Slivova, Grkopolja, Velmeja i Kuratice završava se kod Izbišta, blizu Resena. Ovi hematitski šrkiljci mogli bi biti i ekonomski veoma značajni ukoliko bi se našao ekonomičan tehnološki postupak za odvajanje kvarca od hematita. U tom slučaju sigurno je da bi se dobio visoki koncentrat hematita koji bi bio pogodan za višestruku upotrebu, ovako je bez ekonomskog značaja.

Što se tiče učešća ostalih hemijskih elemenata zanimljiv je relativno povišen sadržaj cirkonijuma od oko 200 g/t do 500 g/t, kao i sadržaj bakra u jednoj probi, od 600 g/t. Osim toga u dvema probama nađeno je kalaja 40 g/t i 50 g/t. Ovo govori da je tu bilo nekog uticaja možda kiselije magme (čiji su manji diferencijati na širem području već registrovani), dok se povišen sadržaj bakra dovodi u vezu sa submarinskom vulkanskom aktivnošću. Na takvu pretpostavku mogao bi ukazati i visok sadržaj vanadijuma (od 90 do 300 g/t) i titana do 2.850 g/t.

Izbište. Pojave hematitskih škriljaca kod Izbišta predstavljaju najjužnije pojave ovih škriljaca u formaciji metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata. One su udaljene severozapadno od Resena oko 5 km, a zapadno od puta Resen - Ohrid oko 1,5 km. Tu se nalazi veći broj sočiva, izduženih obično u pravcu sever - jug; dužine nekoliko desetina do nekoliko stotina metara. Prividna debljina im varira od 1 do 10 m. pretpostavlja se da su sva ta sočiva prvobitno pripadala jedinstvenom stratifor-

mnom rudnom telu, koje je kasnije u postrudnom vremenu, budinirano, a u daljoj evoluciji budeni su pokidani i razdvojeni tako da se stiče utisak o zasebnim sočivima, što se vidi i na fotografiji jednog takvog izdanka (Sl. 79).

Za razliku od svih drugih pojava hematitskih škriljaca ove kod Izbišta karakteriše obilan Fe-hlorit, koji se intenzivno limonitiše obrazujući limonit (getit). Takođe



Sl. 79 - Izdanci hematitskog škriljca kod Izbišta.
Fig. 79 - Outcrops of hematite schists near Izbište.

ovde se javlja pirit u značajnijim koncentracijama, nego što je to bio slučaj sa ostalim pojavama. Ovaj mineral se često javlja u strukturama "orudnjenih bakterija", ali kako je intenzivno limonitisan, u limonitu se takođe zapažaju pseudomorfoze pomenutih struktura, kao i pseudomorfoze limonita po piritu, koji se primarno javlja i u obliku kocke.

Od rudnih minerala najobilniji je hematit; magnetit i siderit su podređeni dok su minerali mangana, kojih takođe ima u manjoj količini, predstavljeni psilomelanom i piroluzitom. Osim ovih još su registrovani ilmenit i rutil, a od drugih grafit i antracit u relativno povećanoj količini.

Po načinu pojavljivanja hematitski škriljci kod Izbišta su trakasti i metaklastični. Često se susreće i tipična oolitska struktura.

Ovde je reč o siromašnim mineralizacijama, pošto sadržaji Fe variraju najčešće između 15% i 30%, a SiO_2 od 20% do 50%. Sasvim retko u pojedinim probama su nađeni sadržaji Fe od 31,65% i 37,16% i gde SiO_2 pada ispod 20%. Nažalost, pojave su ekonomski neinteresantne. Uz napomenu da bi u ovoj lokalnosti moglo da se očekuje dublji horizont, koji bi pripadao krovinskoj rudnoj seriji filitične formacije,

tim pre što su takve pojave registrovane blizu Bolna, a pripadaju krovinskoj rudnoj seriji preko koje neposredno leži formacija sa hematitom u Izbištu.

Kao i u drugim lokalnostima i ovde je primećeno nekoliko pojava metalamprofira, koji su mogli igrati određenu ulogu u hidrotermalnim transformacijama ovih Fe-mineralizacija.

Interesantno je da je i ovde mestimično registrovan visok sadržaj hroma (do 1.500 g/t), ali i cirkona 500 g/t.

Što se tiče postanka hematitskih škriljaca može se reći da nikada taj problem nije ozbiljnije postavljen. U prvom redu zbog toga što najveći broj pojava nije za sada ekonomski interesantan. Ali ako se ima u vidu da postoje ležišta, kao što su Judovo, Rudnik "Cer" i Mala planina kod Kuratice, u kojima se nalaze visoke koncentracije Fe, a niski sadržaji SiO_2, onda to pokazuje da se i kod ovog tipa mogu očekivati veća rudna tela od ekonomskog interesa (značaja). Ovo prvenstveno zbog toga što je formacija sa ovim tipom Fe-mineralizacija i ležišta razvijena na velikom prostoru zapadne Makedonije. Ovde treba istaći da, ako se reši pitanje razdvajanja hematita od jalovine, onda bi se moglo govoriti o potencijalno velikim ležištima gvožđa ovog tipa; do tada većim delom sve je to uglavnom vanbilansno.

Osim navedenih pojava i ležišta treba pomenuti i neke druge, kao na primer Železnec, blizu Rudnika "Demir Hisara", gde se nalazi takođe veliko rudno telo, ali niskog sadržaja Fe i visokog sadržaja SiO_2.

Bazirajući se na prisustvu metavulkanita dijabaznog, andezitskog i riolitskog sastava u ovoj formaciji moglo bi se pretpostaviti da je najpre došlo do stvaranja gvožđa, potom mešavine gvožđa i mangana, da bi na kraju došlo do formiranja mineralizacija i ležišta mangana.

Dakle, kada se ceo stariji paleozoik uzme u obzir onda se dobija utisak da se najpre stvaraju ležišta mangana, potom gvožđa kroz najveći vremenski period, zatim mešavina gvožđa i mangana i konačno se završava ponovnim stvaranjem ležišta i pojava mangana.

Osim promene fizičko-hemijskih uslova (pH i Eh), promena hemizma vulkanizma je verovatno bitniji faktor za razdvajanje ležišta i pojava gvožđa i mangana. Posebno je zanimljivo da mangan u oba slučaja ide sa karbonatima (u kambrijumu to su karbonati mangana), a pri kraju silura i početkom devona mangan se stvara upravo u prelaznoj zoni od metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom, dakle u vreme kada se sa klastičnom komponentom javlja karbonatni mulj. U ovom slučaju mangan se, u bilo kom obliku, oborio u bazičnoj (karbonatnoj) sredini. U ovom slučaju pH je visok, a prinos mangana bio je isključivo uslovljen promenom hemizma vulkanizma. Po svojoj prilici to se dešava zbog povećanja baziciteta. Međutim, ovo je kratko trajalo i verovatno taj vulkanizam nije bio snažan niti je dao obilan materijal. Prema tome kao prospekcijski kriterijum mogli bi da posluže srednjekiseli i bazični metavulkaniti ako se nalaze u zoni kontakta karbonata i formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom. Sigurno je da je u hercinskom i u alpskom vremenu dolazilo do višestrukog magmatizma i do snažnih promena kod oba tipa mineralizacija i njihovog, u većini slučajeva sekundarnog obogaćenja, što je dovelo do visokih koncentracija oksida (hematita) gvožđa i mangana.

MANGAN

PREGLED RUDNIH POJAVA I LEŽIŠTA

Zapadna Makedonija predstavlja najveći rudonosni (manganonosni) potencijal na Balkanskom poluostrvu. Do sada je poznat čitav niz manjih i većih ležišta i pojava raspoređenih na celom prostoru ove oblasti.

U celini posmatrano sve pojave i ležišta mangana moguće je grupisati na paleozojske i mezozojske.

Paleozojska ležišta i pojave mangana stvarana su prvenstveno u kaledonskoj, a mezozojska u staroalpskoj metalogenetskoj epohi. Njihovo stvaranje je u direktnoj genetskoj, prostornoj i vremenskoj vezi sa odgovarajućim tektonomagmatskim ciklusima.

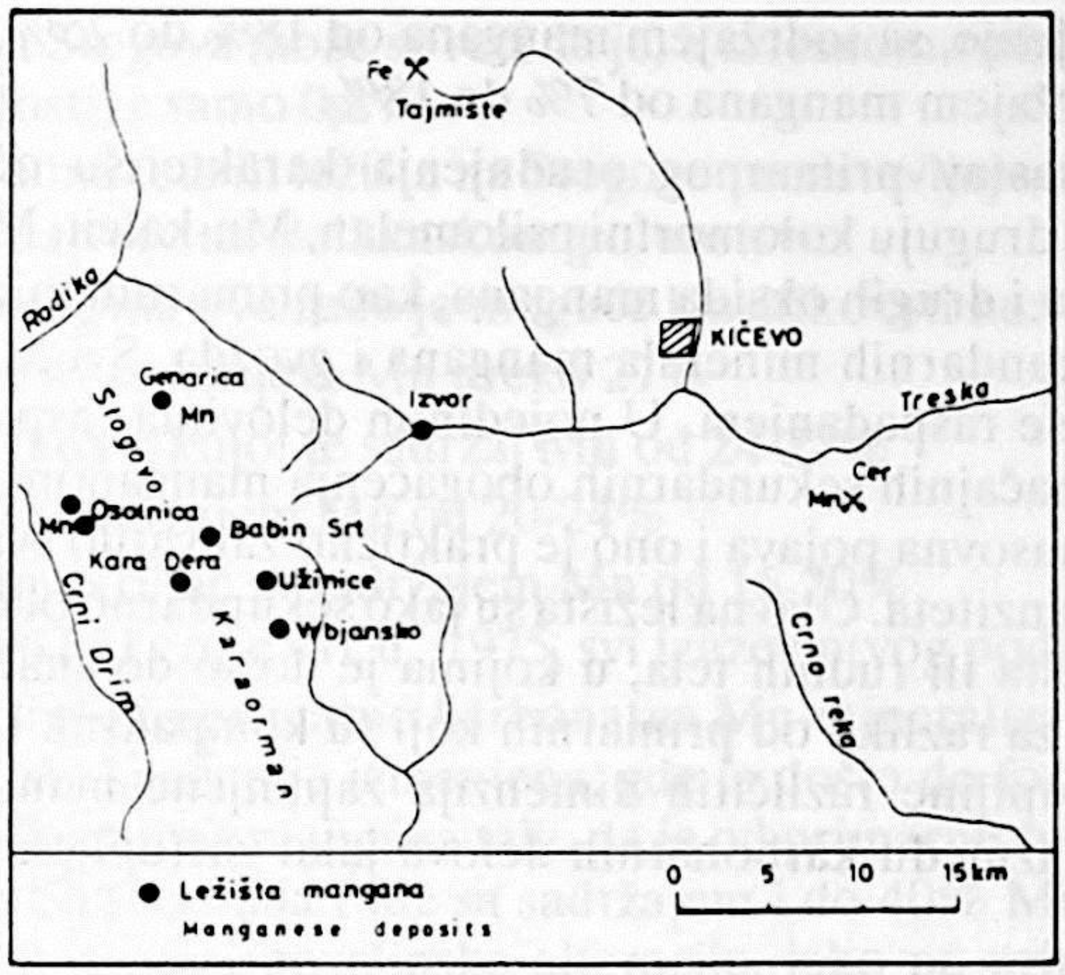
Pojave i ležišta mangana kaledonske epohe, u zapadnoj Makedoniji nastala su u dvema oštro razdvojenim metalogenetskim fazama; prva je bila na početku, a druga na kraju kaledonske epohe. U ranoj fazi kaledonske tektonomagmatske aktivnosti, u submarinskim uslovima formira se vulkanogeno-sedimentna formacija u čijem se sastavu nalaze prvenstveno metadijabazi i metaspiliti u asocijaciji sa pretežno klastično-karbonatnim metasedimentima. U mlađoj metalogenetskoj fazi (pri kraju silura i početkom devona), opet uz mestimično prisutne vulkanite (metadijabaze i metaspilite) javljaju se klastični metasedimenti koji postupno prelaze u karbonatnu formaciju. I upravo u toj prelaznoj zoni formirane su Mn-mineralizacije, prvenstveno u obliku oksida.

Prema tako jasnoj metalogenetskoj, stratigrafskoj i mineraloškoj podeli izdvajaju se ona ležišta i pojave koje bi pripadale najstarijim delovima filitične formacije, odnosno podinskim (donjim) delovima ili tzv. podinskoj rudnoj seriji gvožđa, za razliku od graničnih delova formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i karbonatne formacije.

POJAVE I LEŽIŠTA MANGANA RANE FAZE KALEDONSKE METALOGENETSKE EPOHE

Planina Stogovo. Na osnovu faunističkih podataka (Antonović, Popović, Stojanović-Kuzenko, 1966 i Radoičić, Petkovski, 1974), utvrđeni su kao najstariji kambrijumski i ordovicijumski metasedimenti. Obzirom da su Fe-pojave vezane za kambrijumske i ordovicijumske metamorfite pretpostavlja se da i manganske pripadaju kambrijumskim metamorfitima. Na Stogovu metasedimente sačinjavaju metapeščari, krečnjački škriljci, metatufogeni peščari, metatufovi i metadijabazi. Sve su ove stene veoma snažno ubrane u centimetarske od hektometarske nabore. Ta pojava je dovela do deformisanja rudnih tela, a rasedanjima su dalje iskidana tako da verovatno primarno jedinstveni rudni horizont danas se javlja u vidu četiri veća rudna sočiva. To su: Vrbjansko, Užinice, Babin Srt i Karadere. Na njihovu genetsku bliskost ukazuju: mineralni sastav rude, petrološka sredina u kojoj se nalaze i stratigrafski horizont u kome se javljaju.

Kao što je već rečeno do sada su na Stogovu registrovana četiri rudna tela sa značajnim ekonomskim potencijalom. Osim njih registrovan je i izvestan broj pojava, kao što su pojave severozapadno od Kodžadžika, blizu sela Osolnica, zatim na Genarici i kod Vrbjana. Prema dosadašnjem poznavanju ove pojave su manjeg značaja iako o njima ima veoma malo podataka, pa bi svaka ocena bila preuranjena.



Sl. 80 - Pregledna skica rudnih ležišta i pojava mangana na Stogovu.
Fig. 80 - Sketch map of manganese ore deposits and occurrences in Stogovo.

Pošto se sva ležišta i pojave mangana nalaze u istoj, filitičnoj formaciji, istog su načina pojavljivanja, istog su mineralnog sastava, postali su jednovremeno i na isti način i poreklo mangana im je isto, biće prikazani zajedno.

Deo terena u kome se nalaze ležišta i pojave mangana na Stogovu pripada jednom tektonskom bloku koji još uvek nije dovoljno proučen. Ima se utisak da ovi metamorfiti leže preko mlađih mezozojskih formacija i da je do toga došlo podvlačenjem mezozoika ispod paleozoika, odnosno ispod pelagonsko-rodopskog masiva, što je još 1980. A u b o u i n pretpostavio. U tom bloku nalaze se kambrijumske i ordovicijumske facije u kojima se javljaju kao glavni: metapeščari, metaalevroliti, manje sericitski filiti, kvarciti i manje krečnjački škriljci, a mestimično i mermerisani krečnjaci, metatufovi, metatufozni peščari, metabazične i metaglinovite stene. U tim metasedimentima nađena je kambrijumska i ordovicijumska fauna. Pored navedenih stena na Stogovu su pronađeni sveži (mezozojski) dijabazi, druge bazične stene i serpentiniti. U celini uzevši reč je dakle o vulkanogeno-sedimentnoj formaciji u kojoj se nalaze obogaćenja gvožđem i manganom u vidu manganskih i gvožđevitih škriljaca i mestimično većih nagomilanja kada su obrazovana ležišta.

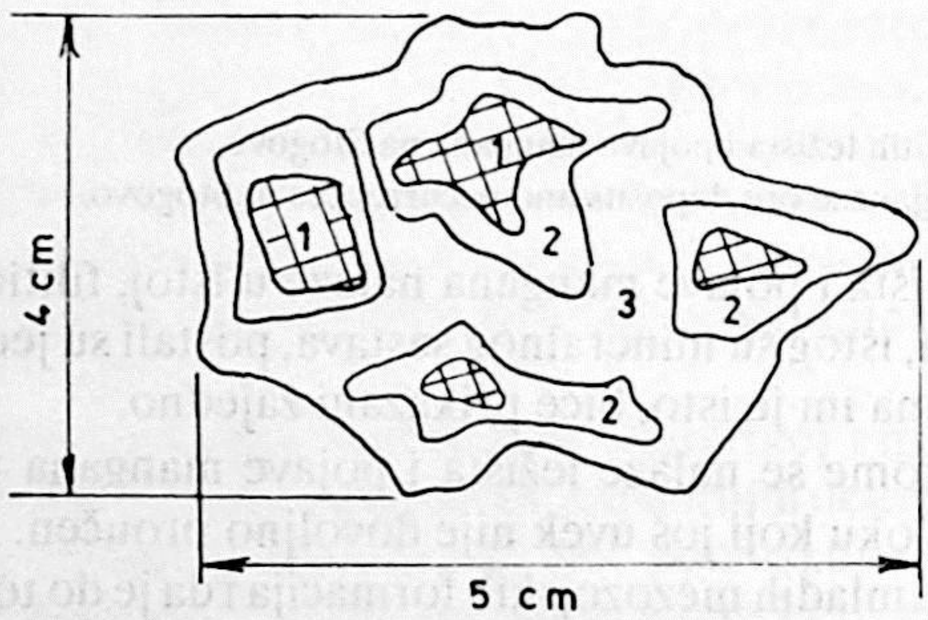
Rudna ležišta i pojave mangana na Stogovu primarno su stvarana kao karbonati, mestimično i sa većim učešćem silicije, što predstavlja njihovu glavnu karakteristiku.

Rudonosni horizont se sastoji od manganskih, mangansko-gvožđevitih i gvožđevitih (Fe-hloritskih) škriljaca. U okviru tog rudonosnog horizonta izdvajaju se manganom bogati delovi, koji predstavljaju rudna tela, odnosno ležišta. Uopšteno posmatrano debljina celog rudonosnog paketa procenjuje se na 40 do 150 m, ali kod ovih procena mora se imati u vidu da je uvek reč o prividnoj debljini, koja je mogla biti uvećana naknadnim ubiranjem.

Rudna tela su sočivasta, pri čemu je duža osa tih sočiva dugačka i preko 400 m, dok im je debljina od 1 do 20 m. Njihova je značajna osobina da primarno

karbonatno orudnjenje, sa sadržajem mangana od 18% do 25%, postupno prelazi u Mn-škriljce sa sadržajem mangana od 7% do 18%.

Mineralni sastav primarnog orudnjenja karakterišu očuvani relikti sivog krečnjaka sa kojim druguju kolomorfni psilomelan, Mn-kalcit, Mn-dolomit i igličasti piroluzit. Piroluzita i drugih oksida mangana, kao primarnih minerala, ima malo, ali zato ima dosta sekundarnih minerala mangana i gvožđa. Svi Mn-karbonati su zahvaćeni manje ili više raspadanjem. U pojedinim delovima raspadanje je intenzivno što je dovelo do značajnih sekundarnih obogaćenja manganom. Raspadanje karbonata mangana je masovna pojava i ono je praktično zahvatilo sva ležišta i pojave, ali nije svuda istog intenziteta. Glavna ležišta su jako sekundarno obogaćena manganom. Delovi rudnih ležišta ili rudnih tela, u kojima je došlo do snažnog obogaćenja, su šupljikavi (Sl. 81), za razliku od primarnih koji su kompaktni. U raspadnutim delovima javljaju se šupljine različitih dimenzija zapunjene mangansko-gvoždevitom materijom, dok je između karbonatnih delova jako zastupljen sekundarni mangan (Sl. 81).



Sl. 81 - Pojava sekundarnog obogaćenja na jednom primerku rude.
1. Šupljina ispunjena obično Mn-Fe materijom, 2. Mn-karbonat, 3. sekundarni Mn-minerali.

Fig. 81 - Shape of secondary enriched Mn as visible at one sample of the ore.
1. Hole usually filled with Mn-Fe material, 2. Mn-carbonate, 3. Secondary Mn-minerals.

Kod ovih ruda, iako retko, ipak mestimično je zapažena oolitska struktura, što predstavlja veoma važan genetski podatak.

U primarnoj paragenezi, od jednog do drugog rudnog tela varira učešće pojedinih minerala. Na primer u ležištu Užinice rodohrozit je glavni, dok je taj isti mineral u ležištu Karadere sasvim podreden. U svim rudnim ležištima i pojavama (Karadere, Babin Srt, Vrbjansko i Užinice) pojave sekundarnih obogaćenja su tako snažno razvijene da često obrazuju prave manganske šešire. U tom pogledu naročito je karakteristično ležište Užinice, gde debljina sekundarnog obogaćenja dostiže i do 30 m, a tu je i najveća koncentracija mangana (preko 80% celokupnog ležišta). U ovom slučaju kao glavni mineral javlja se romanešit, podređeno piroluzit, manganit i braunit.

U svim slučajevima sekundarnog obogaćenja, ruda ima šupljikavu, odnosno saćastu tekturu, a ponekad liči na breču.

Glavni rudni minerali u ovim ležištima su: psilomelan, piroluzit, rodohrozit, manganski karbonat (primarna parageneza) i piroluzit, manganit i braunit (sekundarna parageneza). U jalovini se javljaju filit, metatufozni materijal, kalcit i kvarc.

Za Mn-rudu sa Stogova može se reći da je, u izvesnom smislu, i sadržaj fosfora karakterističan, jer dostiže samo 0,2%.

Sva poznata rudna tela ili ležišta na Stogovu predstavljaju jedno rudno polje i kao takvo je za sada najveće na Balkanskom poluostrvu.

Po sadržaju mangana ove rude je moguće klasifikovati na:

- bogatija ruda sa sadržajem Mn preko 27%
- siromašnija ruda u kojoj je sadržaj Mn od 24-27%
- Mn-škriljac sa sadržajem Mn od 20-24%
- siromašni Mn-škriljac sa sadržajem Mn od 16-20%

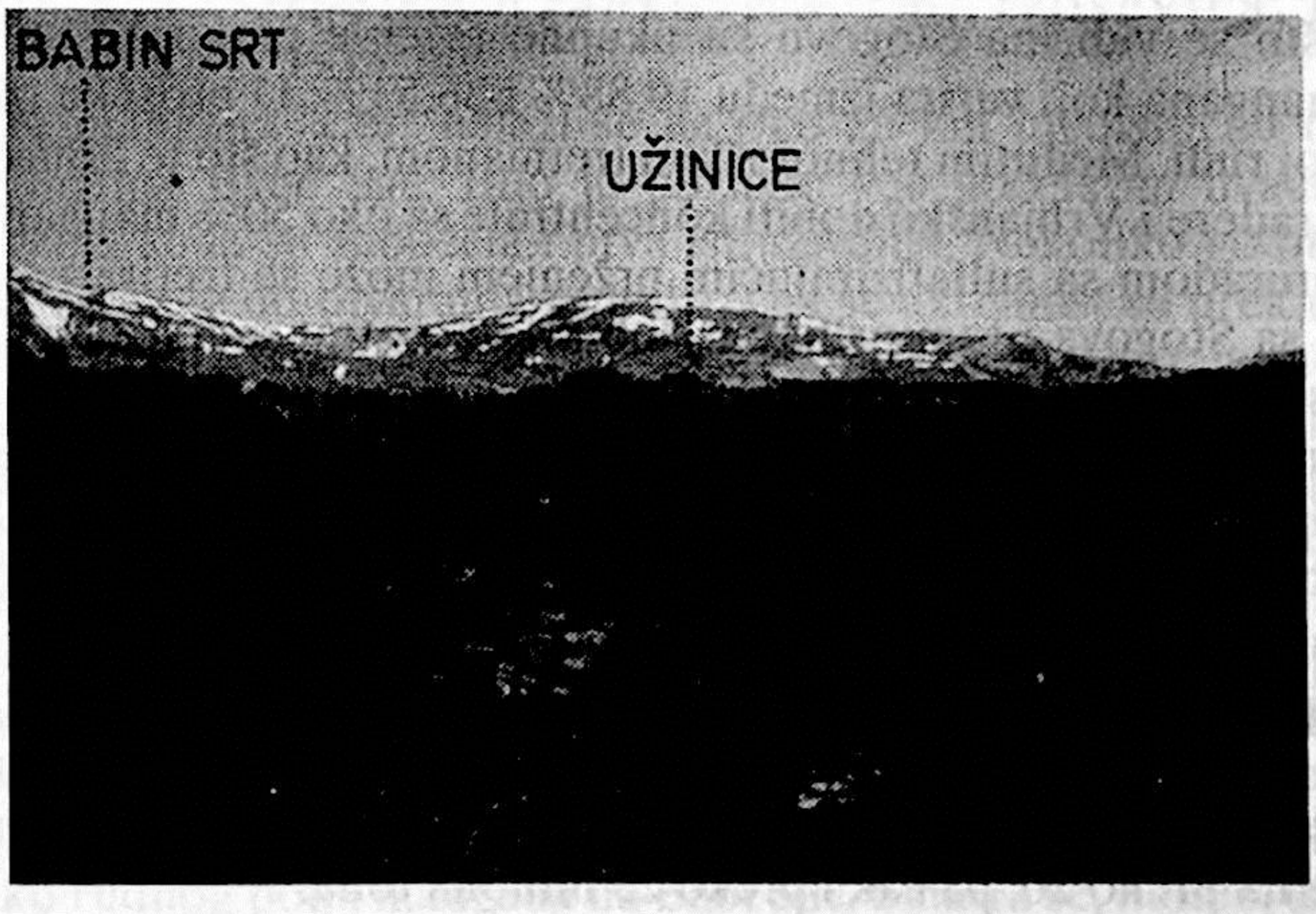
(po Jankoviću, 1967 i Ivoševiću, 1975, svi izuzev prvog podatka).

Kao što je već rečeno primarno karbonatna Mn-mineralizacija, odnosno ruda u površinskim uslovima snažno je izmenjena, gde je došlo do formiranja Mn-šešira sa sekundarnim obogaćenjima mangana tako da je od primarne rude sa sadržajem do 26% mangana došlo do stvaranja rude sa sadržajem i do 40% Mn i sadržajem SiO_2 ispod 20%. Na žalost procesi površinske alteracije, iako na primer na Užinicama imaju i po dubini značajno rasprostranjenje, u celini posmatrano nisu izraženi u dubljim nivoima.

Karadere je najveće rudno telo (ili ležište). Ovde se može govoriti o rudnoj zoni dužine preko 3 km, koja je rasedima izdeljena u manje blokove. Za sada su izdvojena dva rudna tela koja su razdvojena metatufovima debljine oko 10 m. Obzirom na sekundarno obogaćenje ruda je karbonatno-oksidna.

Ležište Užinice nalazi se na najvećoj nadmorskoj visini (preko 2.000 m). Ono je snažno alterisano površinskim uticajima, pa je zato ovde oksidni tip najzastupljeniji, gde je srednji sadržaj mangana 26,61%.

Ležište na Babinom Srtu je uglavnom primarno i, prema dosadašnjem poznavanju, najkvalitetnije ležište sa sadržajem Mn oko 29%.



Sl. 82 - Pogled na planinu Stogovo i ležište mangana Užinice.
Fig. 82 - View on the Stogovo mountain and the Užinice ore deposit.

Četvrto rudno ležište je Vrbjansko. U njemu je najvećim delom očuvana primarna ruda, dakle karbonatni deo tako da je i njen srednji sadržaj mangana niži i iznosi 23,56%, što je prikazano i na tabeli 32.

Osim podele po kvalitetu moguće je izvršiti podelu i na sledeći način:

- primarna karbonatna ruda je verovatno sedimentna, a poreklo mangana je verovatno iz hidrotermi bazičnog vulkanizma. Oboren je u odgovarajućim fizičko-hemijskim uslovima (visoki pH).
- sekundarna oksidna ruda mangana nastala je na račun primarne, a pod dejstvom egzogenih procesa, pri čemu je karbonat lako razaran i odnošen, dok je mangan vezujući se sa kiseonikom zaostao. Osim toga dobijeni su ekonomski zadovoljavajući rezultati tehnološkog rešenja za proizvodnju fero-mangana i metalnog mangana.

U nekim slučajevima, kao na primer što je urađeno na Užinicama, ručnim prebiranjem dobijeni su koncentrati sa 32 do 34% mangana, 5,5 do 6% gvožđa, 17 do 20% SiO_2 i 0,11 do 0,14% fosfora.

U okviru rudnog polja Stogovo kvalitet i rudne rezerve po pojedinim ležištima prikazani su na tabeli 32.

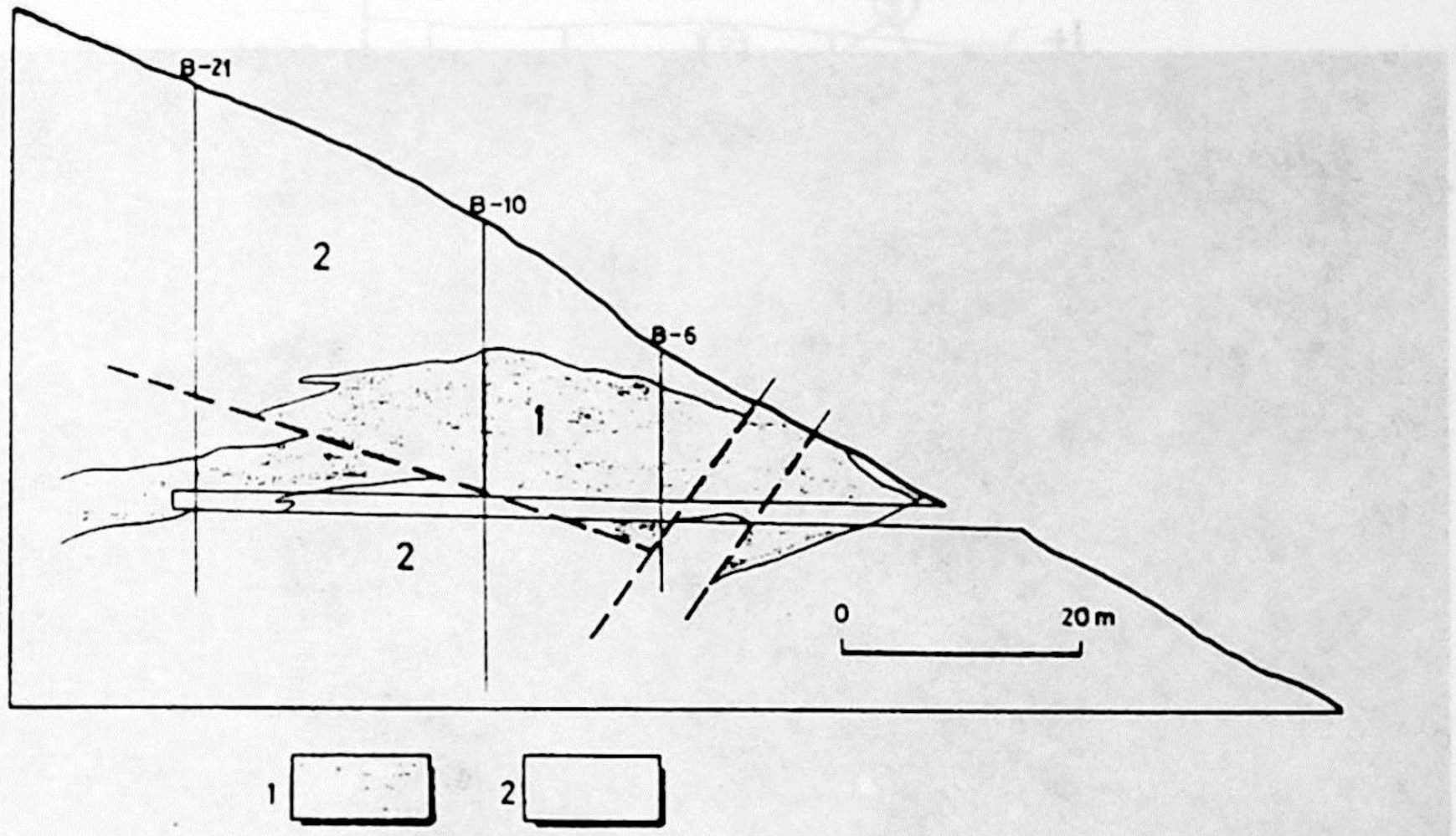
Tabela 32. Rudne rezerve i hemijski sastav rude sa Stogova
Table 32. Ore reserves and chemical composition of the Stogovo Mn ore

Rudno ležište	Rudne rezerve u tonama	sadržaj u %				
		Mn	Fe	SiO_2	P	S
Vrbjansko	oko 2.300.000	19,88-21,61	4,79-5,31	19,85-22,27	0,17	1,36
Užinice	oko 940.000	25,86-36,53	5,41-5,61	24,29-26,07	0,14	0,10
Babin Srt	oko 4.500.000	28,78-29,85	5,50-5,52	22,42-22,61	0,122	0,128
Kara Dere	oko 6.600.000	22,14-23,71	5,27-5,60	21,20-21,50	0,17	1,70

Kao što se vidi, na Stogovu su ukupne rezerve preko 13 miliona tona sa sadržajem mangana koji varira između 19,88% i 36,53%. U proseku oko 25% mangana u sirovoj rudi. Međutim tehnološkim tretmanom, kao što je flotacija moguće je sa ležišta Karadere i Vrbjansko dobiti koncentrate sa oko 50% mangana, a hidrometalurškom preradom sa sulfatizirajućim prženjem može se tretirati sva ruda iz sva četiri ležišta sa Stogova i tom prilikom dobiti koncentrat sa 60% mangana i 0,05% fosfora (Paskalev i Šikovski, 1975). Za druga dva ležišta takođe tehnološkim obogaćenjem (što je uspešno rešeno), moguće je dobiti koncentrate od 44 do 46% Mn, 5 do 7% Fe, 10 do 12% SiO_2 i 0,17 do 0,25% fosfora. Hidrometalurškim putem iste rude dobijeni su još bolji rezultati, tako je dobijen koncentrat sa 56% mangana, 1% SiO_2 i sa fosforom u tragovima.

Iako pripada siromašnim rudama mangana za ova ležišta, odnosno rudno polje, može se reći da predstavlja vanredno veliki potencijal, tim pre što su sve balkanske zemlje deficitarne u rudama mangana, a potencijalne rezerve ovog rudnog polja cene se na preko 20, pa čak i preko 25 miliona tona.

Pored navedenih pojava mangana na Stogovu, poznate su i druge, koje navodi Izmajlov, 1956. U tom pogledu treba pomenuti manje pojave koje su zapažene kod Ehloeca, Vrbjana i na planini Bistri (istina na planini Bistri javljaju se pojave koje su nastale u trijasu, zbog čega se ovde samo pominju).



Sl. 83 - Profil kroz ležište mangana Kara Dere (po Jankoviću, 1967).
1. Rudno telo, 2. metamorfiti.

Fig. 83 - Cross through the Kara Dere Mn-deposit (Janković, 1967).
1. Ore body, 2. Metamorphites.

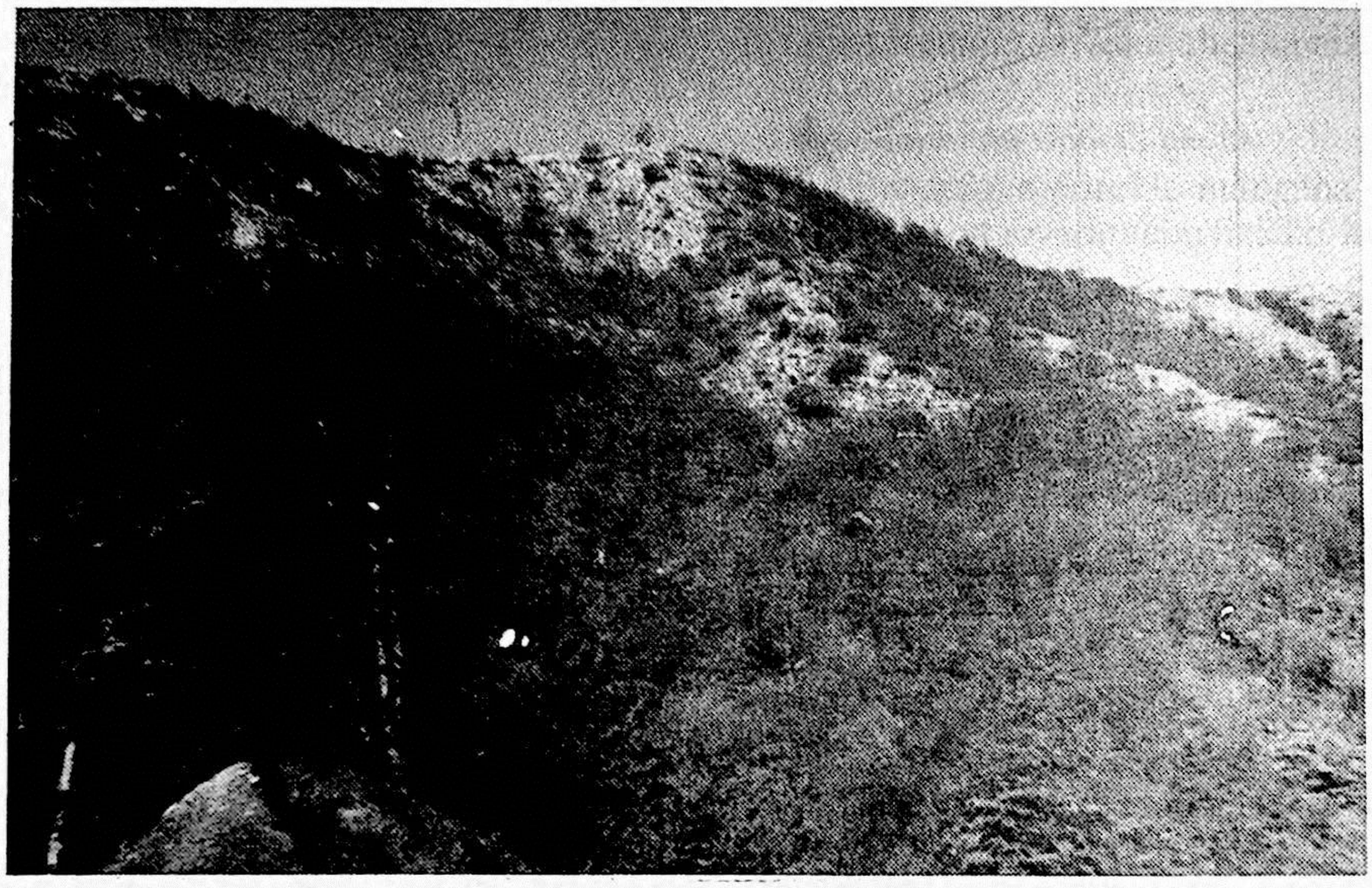
POJAVE I LEŽIŠTA MANGANA MLAĐE FAZE KALEDONSKE METALOGENETSKE EPOHE

Baba Sač se takođe može okarakterisati kao rudno polje, jer se i ovde nalazi više pojava i jedno ležište. To su: stari Rudnik "Cer", Baltin, Blazina i dr. O rudnom ležištu "Cer" dosta je pisano. Najpoznatiji radovi su Vujanovića, 1961, Pavlovića i Sikošeka, 1965. Ostali objavljeni podaci uglavnom su bazirani na rudničkoj dokumentaciji, a tu spadaju radovi Jankovića, 1967, Ivoševića, 1975, Paskaleva i Šiškovskog, 1975, itd.

Ležište mangana "Cer" nalazi se na oko 25 km jugoistočno od Kičeva, na istočnim padinama Babe Sač. Bilo je poznato već početkom dvadesetih godina dvadesetog veka, kada su započela i prva istraživanja. Nekoliko godina pre drugog svetskog rata došlo je do otvaranja rudnika, čija se aktivnost sa prekidom za vreme drugog svetskog rata, odvija do 1960. god. kada praktično i prestaje sa radom.

Sva dosadašnja istraživanja se slažu u jednom, a to je da u građi Babe Sač učestvuju filitična formacija, formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom, formacija mermerisanih krečnjaka, odnosno karbonatna formacija i formacija kruševskog (cerskog) granitoida jurske starosti.

Filitična formacija je vulkanogeno-sedimentnog porekla, u kojoj su, u domenu Babe Sač, pronađeni metadijabaz, metaandezit, metariolit i njihovi metatufovi. Neke od ovih stena, kao što je slučaj sa metaandezitom javljaju se i u formaciji metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom. Ovaj podatak predstavlja bitnu karakteristiku rudnog polja mangana na Babi Sač. Smatra se, naime, da su pomenuti metavulkaniti odigrali odlučujuću ulogu u nastanku hematitskog i manganskog ležišta. Ali, u tom smislu i karbonatna formacija je imala vrlo važnu ulogu. Dok metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati zajedno sa oksidima gvožđa (hematit) i mangana mogu da ukažu da se njihovo stvaranje odvijalo u marinskoj zoni sa visokim

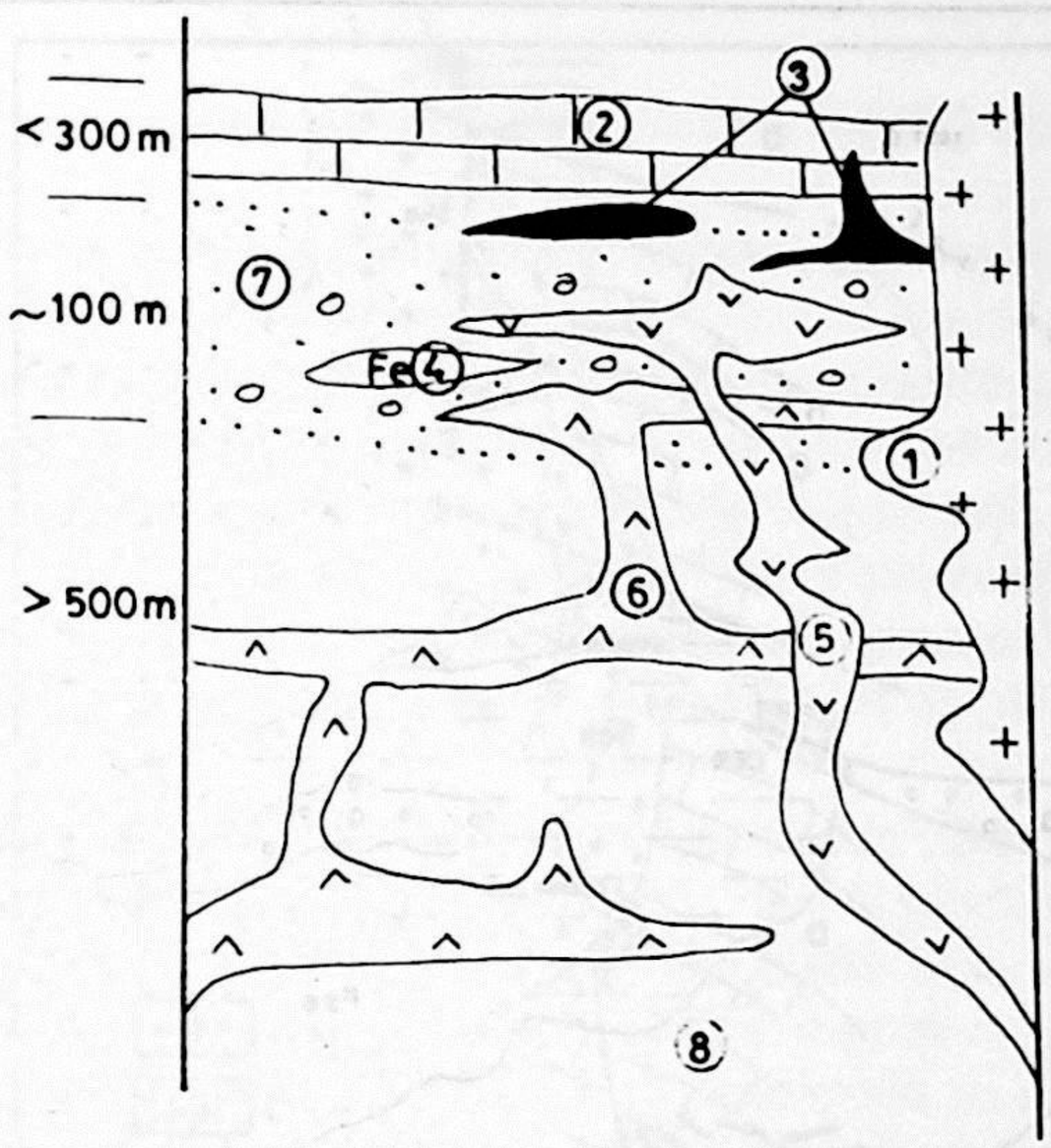


Sl. 84 - Pogled na planinu Baba Sač (u levom donjem uglu halda iz jame)
Fig. 84 - View on the Baba Sač mountain (left down is the waste rock from mine)

kiseoničnim potencijalom, dotle karbonatna krovina ukazuje na povišeno pH. S druge strane u konačnom oblikovanju ležišta, osim tektonike izgleda da je najvažniju ulogu odigrao kruševski granitoid.

Stvaranje navedenih metavulkanita izgleda da je počelo pri kraju formiranja filitične formacije, nastavilo se kroz stvaranje formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i traje do početka formiranja karbonatne formacije (Sl. 85).

Takav litološki karakter u direktnoj je vezi sa postankom hematitskih, hematitsko-manganskih i na kraju manganskih mineralizacija, a to dalje uslovljava i način pojavljivanja. Hematitska mineralizacija je slojevitog i trakastog načina pojavljivanja sa mestimičnim nagomilavanjima kada se obrazuju veća rudna tela koja imaju sočivast oblik, ali koja se drže jednog stratusa. Slična situacija je i sa hematitsko-magnanskim tipom mineralizacije. Samo mangansko orudnjenje ima pak sočivast način pojavljivanja, s tim što ta sočiva u nekim uslovima, obzirom da se i ona drže određenog stratusa, imaju stratiforman položaj, što je uslovljeno njihovom genezom. Međutim, ekonomski najznačajnija rudna tela mangana javljaju se kao sočiva, žice i rudne breče, što je diktirano naknadnom regeneracijom; verovatno pod uticajem prvenstveno kruševskog granitoida. Zahvaljujući regeneraciji došlo je do značajnog obogaćenja rude mangana i njenog delimičnog premeštanja iz donjih u više stratigrafske nivoe, a naročito u zonu kontakta između metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i mermerisanih krečnjaka (karbonatna formacija) i u samim mermerisanim krečnjacima. Ali, mora se naglasiti da zona kontakta te dve formacije ni u kom slučaju ne garantuje kontinuirano razviće mangana na celom prostoru Babe Sač.



Sl. 85 - Stratigrafski stub sa položajem rudnih mineralizacija Fe i Mn na Babi Sač.
1. Kruševski granitoid, 2. karbonatna formacija, 3. Mn-mineralizacije, 4. Fe-mineralizacije, 5. metaandezit, 6. metadijabaz, 7. formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata, 8. filitična formacija.

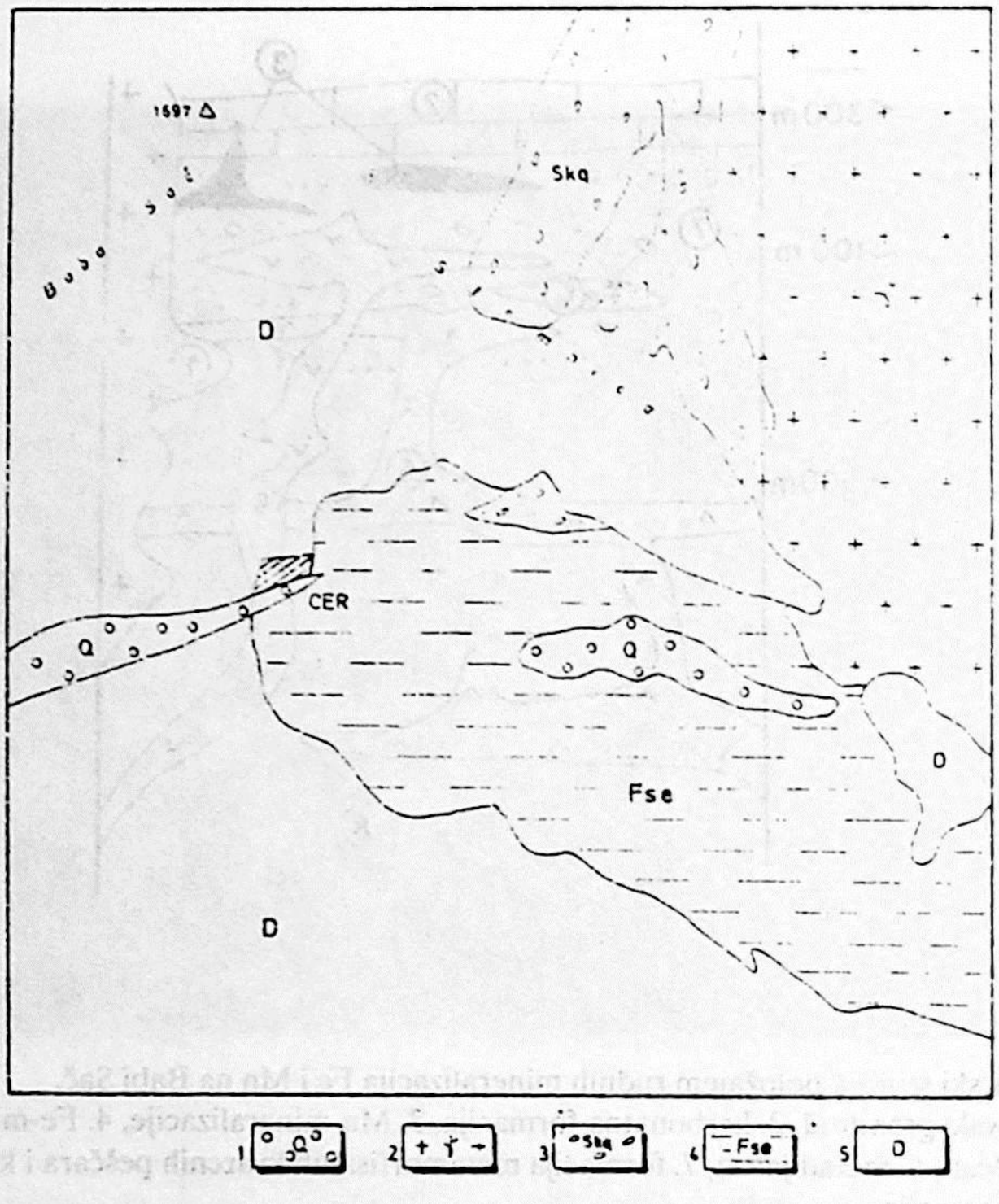
Fig. 85 - Stratigraphic column with position of the Fe and Mn ore in Baba Sač.
1. Granitoid of Kruševo, 2. Carbonate formation, 3. Mn-mineralization, 4. Fe-mineralization, 5. Metaandesite, 6. Metadiabase, 7. Quartzose metasandstone and conglomerate with hematite, 8. Phyllitic formation..

Prvobitno takvo shvatanje (Sikošek, 1960, Vujanović, 1961 i drugi), odavno je napušteno.

Da bi se formiralo ležište mangana, onakvo kakvo je danas, iako se nalazi u zoni kontakta, pored geološke i tektonske predispozicije (naročito razlomne strukture kuda su cirkulisali hidrotermalni rastvori u postkaledonskom vremenu) morali su postojati i odgovarajući fizičko-hemijski uslovi. Delovi terena sa takvim preduslovima do nedavno su bili identifikovani samo u okviru starog Rudnika "Cer". Ali po podacima Vukašinovića i Popovića, 1991, mogla bi se očekivati slična situacija i jugoistočno od starog Rudnika, jer se na osnovu aeromagnetskih ispitivanja procenjuje da postoje realne mogućnosti za pronalaženje hematitskog, hematitsko-manganskog ili manganskog orudnjenja.

Od posebnog je značaja napomena da u području Baba Sač ima na više mesta pojava metadijabaza, metaandezita, metariolita i njihovih metatufova kao što su Blen i Kračunec i da krovinu čine očuvani mermerisani krečnjaci. To govori da je ovo područje i dalje veliki potencijal, ali treba iznaći odgovarajuću metodologiju istraživanja (prvenstveno studija tektonskog sklopa sa mikrostrukturnim proučavanjima, geohemijska ispitivanja mermerisanog krečnjaka koji su bili pod snažnim uticajem hidrotermi).

Na osnovu svih dosadašnjih podataka prividna debljina rudnih tela najčešće varira između 0,5 i 7 metara.



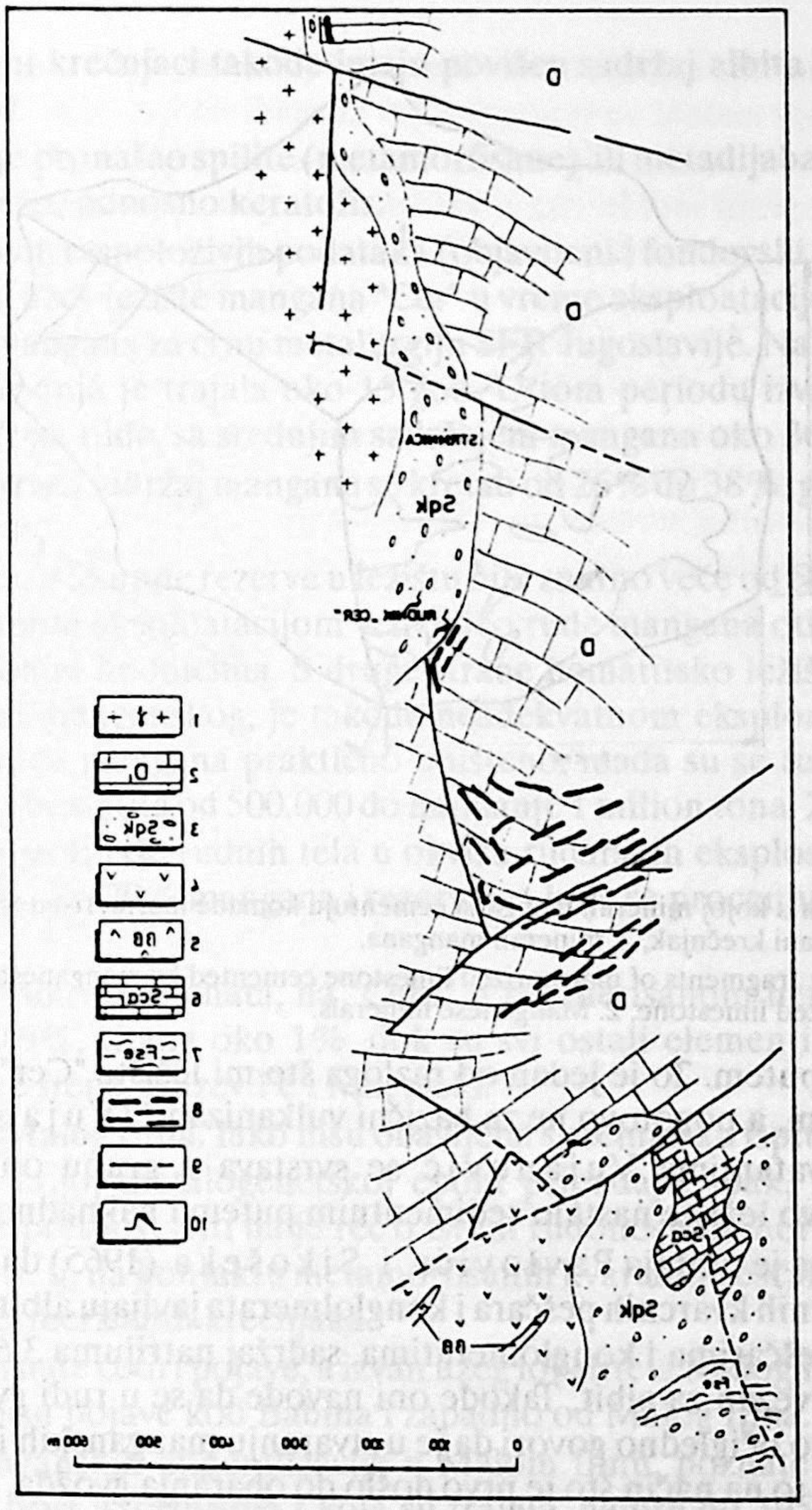
Sl. 86 - Geološka karta Babe Sač (po Duhovniku, FSD Rudnika).
1. Aluviojum, 2. granit, 3. konglomerat, 4. filit, 5. krečnjak.

Fig. 86 - Geological map of Baba Sač (after Duhovnik, Center of the Mine dokumentation).
1. Alluvial deposits, 2. Granite, 3. Conglomerate, 4. Phyllite, 5. Limestone.

U okviru samog ležišta jasno se manifestuju kontaktno-metamorfne promene, koje su mestimično zahvatile i mermerisane krečnjake na dužini od oko 30 m. U takvim slučajevima često je kalcit zamenjivan epidotom, amfibolima, aktinolitom, a utvrđeno je prisustvo i volastonita, amfibolazbesta što govori o metasomatozi u zoni kontakta.

Ono što je od posebnog značaja je to da u asocijaciji ruda gvožđa i mangana do sada nije primećen rožnac. Prema podacima Vujanovića (1961), Mn-ruda u ležištu "Cer" se javlja u vidu primarnih sedimentnih struktura i regenerisanih, odnosno termalnih struktura. Primarni strukturni oblici najvećim delom su izgubljeni, ali ipak nađeni su submikroskopski finozrni (praškasti) i ovalni oblici, što se naročito zapaža kod braunita. kasnije regenerisane ili prekristalisale strukture obično karakterišu mladi i krupni kristali, često igličasti, povremeno bubrežasti, ali i brečaste strukture i strukture potiskivanja.

U paragenezi, posebno primarnoj, javlja se romanešit kao najobilniji. Stvaran je u više generacija, zatim sledi braunit, pa hausmanit i hematit. Kasnije, u toku regeneracije, pod uticajem hidrotermi (bez obzira na njihovu genezu) javljaju se holandit, hausmanit, bigsbit, Mn-kalcit, sitaparit, romanešit i braunit, a barit kao pratilac. Postoji i treća descedentna parageneza u kojoj se javljaju Ba-psilomelan, piroluzit, romanešit, rodohrozit, manganit, Mn-kalcit, hematit, limonit. Sulfida ima

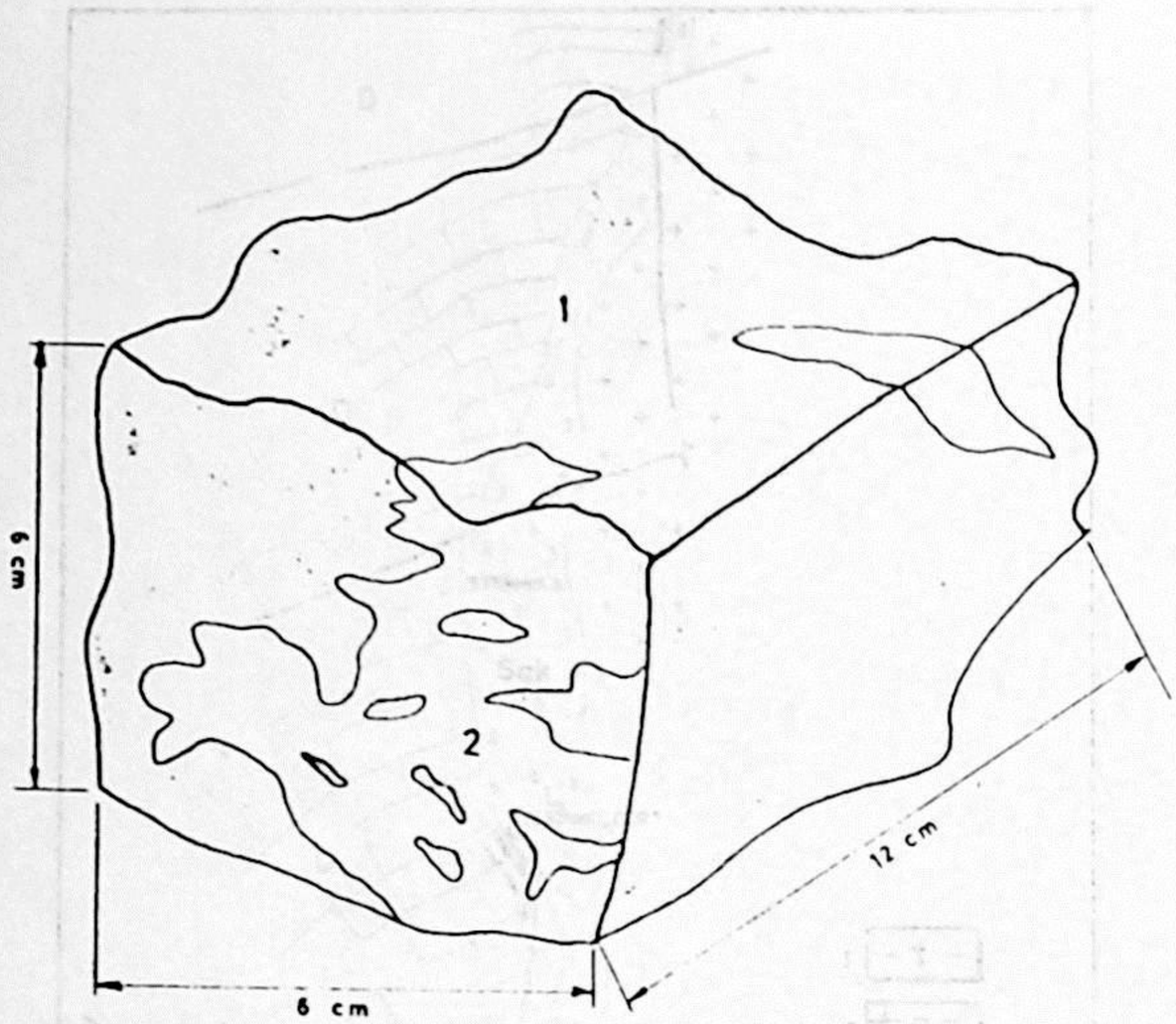


Sl. 87 - Geološka karta severnih i južnih padina Babe Sač (Popović iz Jančić et al, 1965).
1. Kruševski granitoid, 2. mermerisani krečnjak, 3. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat, 4. metaandezit, 5. metadijabaz, 6. krečnjački škriljac, 7. sericitski filit, 8. Mn-mineralizacije, 9. rased, 10. potkop.

Fig. 87 - Geological map of northern and souther slopes of Baba Sač (Popović from Jančić et al, 1965).
1. Granitoid of Kruševo, 2. Marmorized limestone, 3. Metamorphozed quartzose sandstone and conglomerate, 4. Metaandesite, 5. Metadiabase, 6. Calcschist, 7. Sericite phyllite, 8. Mn-mineralization, 9. Adit.

malo i uglavnom se javljaju u podinskim škriljcima (filitična formacija). Od njih su registrovani pirit, halkopirit, bornit i sekundarni halkozin i kovelin.

Rukovodeći se sadržajima Ni, Co, Cr i Ti u mineralima mangana stvaranim u primarnoj (sedimentnoj) fazi, koji su "daleko ispod sadržaja koji su zapaženi u našim ležištima vezanim za dijabaz i porfirit rožnu formaciju, a koji su nastali vulkanoge-



Sl. 88 - Rudna breča u kojoj minerali mangana cementuju komade mermerisanog krečnjaka.
1. mermerisani krečnjak, 2. minerali mangana.

Fig. 88 - Ore braccia: fragments of marmorized limestone cemented by manganese minerals..
1. Marmorized limestone, 2. Manganese minerals.

no-sedimentim putem. To je jedan od razloga što mi ležište "Cer" ne vezujemo ni za kakav vulkanizam, a pogotovo ne za bazični vulkanizam" (Vujanović, 1961).

Ovim shvatanjima Vujanović se svrstava u grupu onih istraživača koji smatraju da je ovo ležište nastalo sedimentnim putem i naknadno regenerisano.

Zanimljiva je tvrdnja Pavlovića i Sikošeka (1965) da se u okviru formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglolmerata javljaju albitofiri, da je u samim kvarcnim metapeščarima i konglomeratima, sadržaj natrijuma 3,6% i da je natrijum najvećim delom vezan za albit. Takođe oni navode da se u rudi gvožđa (hematit) ne javlja mangan, što očigledno govori da je u stvaranju manganskih i ruda gvožđa došlo do razdvajanja, i to na način što je prvo došlo do obaranja gvožđa, a potom mangana. Po Pavloviću i Sikošeku (1965) "je jedna mineralizacija i to mangana jednim delom primarna i stvorena za vreme taloženja krečnjaka (braunit), a naknadnim procesima došlo je do pretvaranja u romanešit, ...". U ovom pogledu gledišta "Vujanovića s jedne strane i Pavlovića, Sikošeka s druge strane, su ista.

Pri opisu hematita, Pavlović, Sikošek (1965) tvrde da ta ruda ima visok sadržaj albita (8,6%). Ovo se očigledno može dovesti u vezu sa vulkanizmom, procesima spilitizacije i prinosa gvožđa i mangana vgulkanskim emanacijama. Na regeneraciju u postrudnom vremenu, odnosno na snažni hidrotermalni uticaj, verovatno kruševskog granita, ukazuje relativno visok sadržaj šelita.

Mešavina Mn-Fe rude takođe je bogata albitom (9%). Ovde je sadržaj gvožđa 12,15%, a mangana 15,8%. Kao i u prethodnoj hematitskoj tako i u ovoj rudi često se nađe i malo magnetita, barita i apatita.

Rude mangana po Pavloviću, Sikošeku (1965) sadrže gvožđa 8,6%. Srednji sadržaj mangana za celo ležište ide na 30%, zatim, sadrži relativno dosta arbonata (kalcijum karbonata) i albita. U tragovima nađen je magnetit, šelit, cirkon,

epidot. Mermerisani krečnjaci takođe imaju povišen sadržaj albita i to prvenstveno njihovi donji delovi.

Pavlović je pronašao spilite (metamorfisane) ili metadijabaz-spilitsku stenu sa prelazom u andezit, odnosno keratofir.

Na osnovu svih raspoloživih podataka (objavljeni i fondovski materijali) može se reći da je u celini uzev ležište mangana "Cer" u vreme eksploatacije imalo značajnu proizvodnju rude mangana za crnu metalurgiju SFR Jugoslavije. Na žalost rezerve su bile male, a proizvodnja je trajala oko 15 god. U tom periodu izvađeno je između 150.000 i 200.000 tona rude, sa srednjim sadržajem mangana oko 30%.

U izvađenoj rudi sadržaj mangana se kretao od 26% do 38%, gvožđa 18 do 25% i SiO_2 8 do 15%.

Smatra se da su ukupne rezerve u ležištu bile znatno veće od 500.000 tona rude, ali da je neadekvatnom eksploatacijom veliki deo rude mangana otišao u jalovinu ili je zaostao u zarušenim hodnicima. S druge strane hematitsko ležište koje se stratigrafski nalazi ispod manganskog, je takođe neadekvatnom eksploatacionom metodom pri vađenju rude mangana praktično uništeno, mada su se tu mogle očekivati rezerve kvalitetnog hematita od 500.000 do najmanje 1 milion tona. Značajno je istaći da i danas tamo postoji više rudnih tela u okviru rudarskih eksploatacionih radova, ali sa sadržajima od oko 20% mangana i rezervama koje se procenjuju na više stotina hiljada tona.

Što se tiče mikroelemenata, na "Ceru" u regenerisanom hematitu nađeno je vanadijuma oko 0,9%, titana oko 1%, dok su svi ostali elementi koji karakterišu bazične magmatske stene, izuzev Fe i Mn, niski.

Pojave kod Malog Ilina. Iako nisu obavljena sistematska ispitivanja, tako da se ne zna pouzdano kojoj metalogenetskoj epohi pripadaju, ipak, na osnovu nekih indikacija može se pretpostaviti da je reč o istom rudonosnom horizontu u kome se nalazi i ležište "Cer", tj. na kontaktu metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i mermerisanih krečnjaka.

Ovde su poznate četiri pojave, a izvan užeg lokaliteta Malog Ilina, registrovane su i druge, kao što su pojave kod Babina i zapadno od Malog Ilina.

Pojave manganskih mineralizacija u Malom Ilinu, poznate su od 1949. god. kada su započela prva istraživanja i koja su trajala, najpre do 1951. god., a docnije obnovljena i 1963. završena. U toku istraživanja izvađeno je oko 2.000 tona rude a ručno je prebrano oko 200 tona. U ručno prebranom delu rude sadržaj mangana je varirao od 30% do 40%, gvožđa od 0,6% do 1,2% i SiO_2 od 0,3% do 2%. Po tim podacima ova pojava bi bila visokog kvaliteta: na žalost oni se ne mogu prihvatiti kao verodostojni za celo rudište. Uz to geološke prilike su takve da ne treba očekivati pronalaženje većih koncentracija, jer su krovinski mermerisani krečnjaci sačuvani samo na površini od oko 1.000 x 1.000 metara. Mn-mineralizacija se javlja u jednoj tektonskoj zoni, koja se može pratiti oko 600 m. Duž cele zone sadržaj mangana varira od 4% do 20%, s tim što se mestimično javljaju bogate kokncentracije sa sadržajima Mn i preko 35%, Fe ispod 1% i SiO_2 oko 0,3%.

Pretpostavlja se da Mn-mineralizacija u rasednim zonama predstavlja regenerisanu, do čega je došlo pod uticajem obližnjeg jurskog granitoida, dok primarna, odnosno vulkanogeno-sedimentnog porekla, do sada nije registrovana.

Delovi terena oko Babina, istočno od Malog Ilina, mogli bi biti interesantni,

jer je mermerisan krečnjak očuvan na većoj površini, a oko njega u mehaničkom oreolu rasejavanja nađeni su mnogobrojni komadi od Mn-mineralizacija.

Na osnovu mehaničkog oreola rasejavanja moguće je oceniti da svi delovi terena gde su očuvani mermerisani krečnjaci, koji leže preko metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom, mogu biti perspektivni za pronalaženje Mn-mineralizacija. U tom pogledu potencijalnost Babe Sač, okoline sela Crsko, tj. celo šire područje Orlovog Kamena (izvan ležišta Fe), zatim sve na jug do Malog i Velikog Ilina i Babina, može biti relativno velika.

Mehanički oreol rasejavanja Mn-mineralizacije uz očuvane podinske i krovinske formacije mogu biti odlični prospekcijski kriterijumi i veruje se da delovi terena između Ilinske planine, na zapadu, i kruševskog granitoida, na istoku, predstavljaju značajan potencijal za pronalaženje većih nagomilanja Mn-mineralizacija.

Pojave kod Kuratice - ima ih više, ali sve su uglavnom vezane za trijaske krečnjake sa rožnacima, pa se na osnovu toga pretpostavlja da pripadaju staroalpskoj metalogeniji po čemu izlaze iz koncepta ovog rada. Izuzetak čine pojave koje su malog ekonomskog značaja, a javljaju se uz hematitsko rudno telo na Maloj Planini, u Grašištu, Gornom Selu i na Kalipadinjama.

Izuzev Male planine gde se Mn-mineralizacija javlja uz hematit i gde položaj hematitskog rudnog tla, u zoni drobljenja, u osnovi nije definisan i položaj ove Mn-mineralizacije je nejasan. Ali kako se tu radi o Mn-mineralizaciji, koja može imati interesa zbog genetskih proučavanja, iako je bez ekonomskog interesa, ovde se samo pominje.

Pojave na Kalipadinjama su značajnije, ali ni one prema dosadašnjim podacima, ne predstavljaju neku veliku perspektivnost iako takvu mogućnost ne treba sasvim odbaciti.

Za sve pojave, o kojima je reč, bitnu karakteristiku predstavlja činjenica da se Mn-mineralizacije javljaju u mermerisanim krečnjacima. Njihov položaj u toj sredini, objašnjava se tektonskim događajima i regeneracijom. Istina, tu se mogu razlikovati dve parageneze: starija (verovatno primarno sedimentna potom regenerisana) i mlađa descendentna, dok vulkanogeno-sedimentna do sada nije registrovana (zapažena).

U starijoj paragenezi javljaju se kristali veličine i do 400 mikrometara, što je najverovatnije posledica prekristalizacije. U ovoj paragenezi braunit i romanešit su glavni minerali mangana, a sa njima ide i malo igličastog, takođe regenerisanog, hematita.

Descedentnu paragenezu reprezentuju psilomelan i piroluzit.

Za razliku od pojave na Maloj planini, kod Grašišta, Crneca i pojava na Kalipadinjama se ne javlja samo u mermerisanim krečnjacima, već se nalazi i u prelaznoj zoni između metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i mermerisanih krečnjaka. Po svom stratigrafskom položaju pojava na Kalipadinjama bi mogla biti najinteresantnija. Minerali mangana koji se javljaju u mermerisanom krečnjaku, imaju tipičnu "leopard" strukturu. Za razliku od starije mineralizacije, u šupljinama i pukotinama javlja se i descentna.

Najstariju paragenezu predstavljaju kriptomelan, braunit i manje romanešit. Ovi minerali se javljaju u obliku malih sočiva čije duže ose dostižu i do 2 cm, ali ima i bubrežastih formi sa postepenim prelazom u impregnaciju. Mlađu, termalnu paragenezu sačinjavaju: braunit, romanešit, kriptomelan, Mn-kalcit i hematit.

Descedentnu paragenezu predstavljaju prvenstveno piroluzit i malo kriptomelana.

Pojave u lokalitetu Padinje (kod samog sela Kuratice), zatim, kod Lešana i južno od Crvene Vode nastale su u trijasu, zbog čega nisu obuhvaćene ovim radom.

Isti je slučaj i sa pojavama na planini Bistri, a detaljno su obrađene od strane Vujanovića, 1965.

O POSTANKU Mn-MINERALIZACIJA TIPA "CER"

O genezi ovog tipa manganskih mineralizacija može se govoriti na primeru ležišta "Cer". Prema podacima "Vujanovića, 1961, "U novije vreme Nöth je sklon pretpostavci da se radi o ležištu inicijalnog geosinklinalnog vulkanizma". Duhovnik, navodi isti autor, smatra da je to ležište hidrotermalno, a Pavlović, 1952 (Mangan u SFRJ i u svetu, Bled) govori o "sedimentno-metamorfno-hidrotermalnom... Glavno deponovanje rude obavilo se u toku, naročito na početku sedimentacije krečnjaka, a preko granitske arkozne osnove. Izvor mangana, odnosno gvožđa, potiče iz raspadanja arkoza, odnosno granita i unošenja ovih elemenata u vodenu sredinu sa visokim pH. Ova sredina karbonatnog karaktera, pored kalcijuma sadržavala je znatno manje količine barijuma i magnezijuma" (Pavlović, Sikošek, 1965, Studija "Cer") ili: "Za sada izgleda da se izvor mangana i gvožđa nalazi u granitskoj, odnosno arkoznoj podlozi i da su odatle ovi elementi preneseni na razne načine, u vodenu sredinu za vreme taloženja krečnjaka, koji im čine povlatu". Dakle sedimentnim putem. Vujanović, pak 1961 kategorično stoji na stanovištu da: "Primarno mangansko ležište (misli se na "Cer") nastalo je sedimentnim putem, sinhrono sa povlatnim krečnjacima (mermer), i to u početnoj fazi sedimentacije ove stene. Usled naknadnih događaja (dijageneza, epigeneza, metamorfizam), došlo je do bitnog pretaložavanja i koncentracije metala, usled čega su u primarnoj paragenezi jasno izražena potiskivanja kojih inače nema kod sedimentnih ležišta. Nije čak isključeno da je znatan deo primarne manganske rude još davno površinski pretaložen i deponovan na samom kontaktu peščar - krečnjak, ali se ova pretpostavka za sada ne može dokazati".

Kasnije, 1966. Vujanović, Popović, Cvetić zadržavaju isto shvatanje o postanku hematitskih i manganskih mineralizacija kod Kuratice. Slično gledište zastupa i Jančić et al., 1967.

Neupuštajući se u analizu pomenutih stavova ovde će se izneti jedno drugačije stanovište koje je blisko Nöth-ovom gledištu. Naime, kao što je već istaknuto u vreme nastanka filitične formacije i formacije metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom (ili hematitske rudonosne formacije), odvijao se jače ili slabije izražen vulkanizam dijabaz-spilitoidnog, andezitskog i riolitskog sastava, uključujući tu i najraniju fazu stvaranja mermerisanih krečnjaka. Dakle, reč je o primarnoj vulkanogeno-sedimentnoj, danas metamorfisanoj formaciji sa kojom asociraju najpre karbonati i silikati Mn i Fe, a potom oksidi Fe i Mn. Za ovaj drugi oksidni tip u načinu pojavljivanja bitne su sledeće činjenice:

1. hematit se javlja u najranijoj rudnoj fazi i tada je u njemu promenljiv sadržaj mangana, obično ispod 1%.

2. U kasnijim fazama dolazi do izrazitijeg mešanja gvožđa, u vidu hematita i minerala mangana, a sadržaji gvožđa i mangana su približno jednaki, ali u oba slučaja niski (ispod 20% za oba metala pojedinačno).

Prema podacima Pavlovića i Sikošeka, 1965, za mešoviti tip orudnjenja na "Ceru" karakterističan je visok sadržaj albita (8,6%), dok u ranoj hematitskoj fazi sadržaj Mn varira od tragova do retko 1%. U kasnijim fazama stvara se izrazito mešana mineralizacija Fe i Mn. I ovu fazu karakteriše visok sadržaj albita (9%), tu su obično sadržaji gvožđa i mangana izjednačeni.

Fe	2,26	20,60	12,15	%
Mn	1,42	20,06	15,80	%

Minerali oba ova metala međusobno su često izmešani, (isprepletani) u ovoj fazi obrazovanja.

3. U poslednjoj rudnoj fazi stvaraju se minerali mangana, odnosno u Rudniku "Cer" ruda mangana. U njoj je sadržaj gvožđa nizak, obično ispod 10% (sve se ovo odnosi na primarni tip, dakle vulkanogeno-sedimentni, kasnije regionalno metamorfisani i regenerisani), dok sadržaji mangana rastu i preko 30%. Za razliku od prethodna dva tipa, ovaj poslednji ima manji sadržaj albita. Ovde je još jedna zanimljiva pojava, a to je da je sadržaj barijuma znatniji u odnosu na prethodna dva tipa. Po podacima Vujanovića (1961) u primarnoj paragenezi nađeno je antimona od 97 do 535 g/t (Vujanović navodi čak šest takvih proba), a slična je situacija i sa lantanom, čiji sadržaji variraju od 313 g/t do 800 g/t. Istina on napominje da je ta primarna parageneza prorasla sa pneumatolitskim i hidrotermalnim mineralima, čime i objašnjava njihov povišen sadržaj.

U probama koje su imale povišen sadržaj antimona registrovan je i povišen sadržaj bakra. Ispitivanja su pokazala da u vulkanogeno-sedimentnom delu starijih formacija ima sulfida bakra, olova i cinka. S tim u vezi sigurno je da deo povišenog sadržaja ovih elemenata može biti doveden u vezu sa naknadnim promenama (regeneracijom), ali ne sme se izgubiti iz vida činjenica da sulfidne mineralizacije kod Openice i mineralizacije gvožđa Visoko Drvo i kod Crvene Vode imaju takođe povišen sadržaj antimona, a tamo je utvrđeno vulkanogeno-sedimentno poreklo tih mineralizacija. Shodno tome dolazi se do konstatacije:

1. petrogenetska sredina i asocirajući rudni elementi su u direktnoj međusobnoj prostornoj i vremenskoj vezi,

2. asocijacija hemijskih elemenata koji se javljaju kao karakteristični za bazične magmatske stene,

3. povišen sadržaj (bolje reći visok) albita u mineralnoj paragenezi sva tri mineraloška tipa mineralizacija, vode ka zaključku o neposrednoj genetskoj vezi između bazičnog dijabaz-spilitoidnog do keratofirnog (andezit sa albitom) sastava i porekla gvožđa i mangana. Oba ova hemijska elementa išli su zajedno i u zavisnosti od fizičko-hemijskih uslova, najpre se obaralo gvožđe, u uslovima visokog kiseonič nog potencijala i blage kiselosti do neutralnog stanja, međutim, porastom baziciteta u području iznad 7,5 mešaju se gvožđe i mangan, da bi kod visoke bazičnosti rastvora (iznad 8) počelo obaranje mangana, a upravo bazična sredina je egzistirala na kraju formiranja metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i na početku stvaranja karbonatne formacije. Već je rečeno da opadanjem klastične komponente povećava se karbonatna, tako da na kraju klastične komponente ima vrlo malo (ispod 5%), a javlja se karbonatna skoro sama, to je vreme obrazovanja karbonatne formacije i sa neznatnim učešćem klastične komponente. Karbonatna sredina govori o povećanju pH vrednosti, odnosno baziciteta sredine, a upravo

granično područje ove dve formacije je istovremeno i prostor u kome je formirano ležište "Cer" i druge pojave mangana. To je istovremeno i kraj vulkanske aktivnosti kaledonske epohe, odnosno njene najmlađe faze. Dakle ove Mn-mineralizacije i ležišta nastali su u vulkanogeno-sedimentim uslovima kada su Fe i Mn prineseni vulkanskim hidrotermama i oboreni po zakonima sedimentacije. Pretpostavlja se da je mangan došao kao hlorid u karbonatni mulj, tu se obrazuje manganhidroksid, da bi u daljoj evoluciji prešao u mangan oksid. Jedan od mogućih hemijskih procesa odvijao se na sledeći način:

$$MnCl_2 + Ca(OH)_2 = Mn(OH)_2 + CaCl$$

$$Mn(OH)_2 + 2NaOH = MnO_2 + 2Na_2O + 2H_2O$$

U prilog ovoj hemijskoj interpretaciji ide činjenica da ima dosta albita (natrijski feldspat) u sva tri tipa rude, što su Pavlović i Sikošek dokazali 1965. Poznato je da je jedan od najvažnijih sastojaka spilita albit, a to je, zna se, natrijski mineral.

Pretpostavlja se kada je reč o submarinskim izlivima da je u albitu natrija najvećim delom poreklom iz morske vode i da je upravo ta natrija igrala značajnu ulogu u formiranju manganovih oksida, odnosno mineralizacija.

HERCINSKA METALOGENETSKA EPOHA

Prema dosadašnjem poznavanju u hercinskom tektono-magmatskom ciklusu formirane su neke klastično-karbonatne formacije koje se nalaze istočno od Pologa. Za njih bi se moglo reći da ne pripadaju području koje se, u geološkom smislu, izdvaja kao zapadna Makedonija, jer se u njemu nalaze formacije, čiji su najmlađi predstavnici stvoreni u srednjem devonu. S druge strane ima dosta magmatskih stena, što se naročito odnosi na metagranitoide i metariolit-porfire, koje su utiskivane tokom hercinske tektono-magmatske epohe i pri tome su formirale više kontaktno-metamorfnih pojava raznih mineralizacija, kao što su gvožđe, molibden, bakar, olovo, cink i dr.

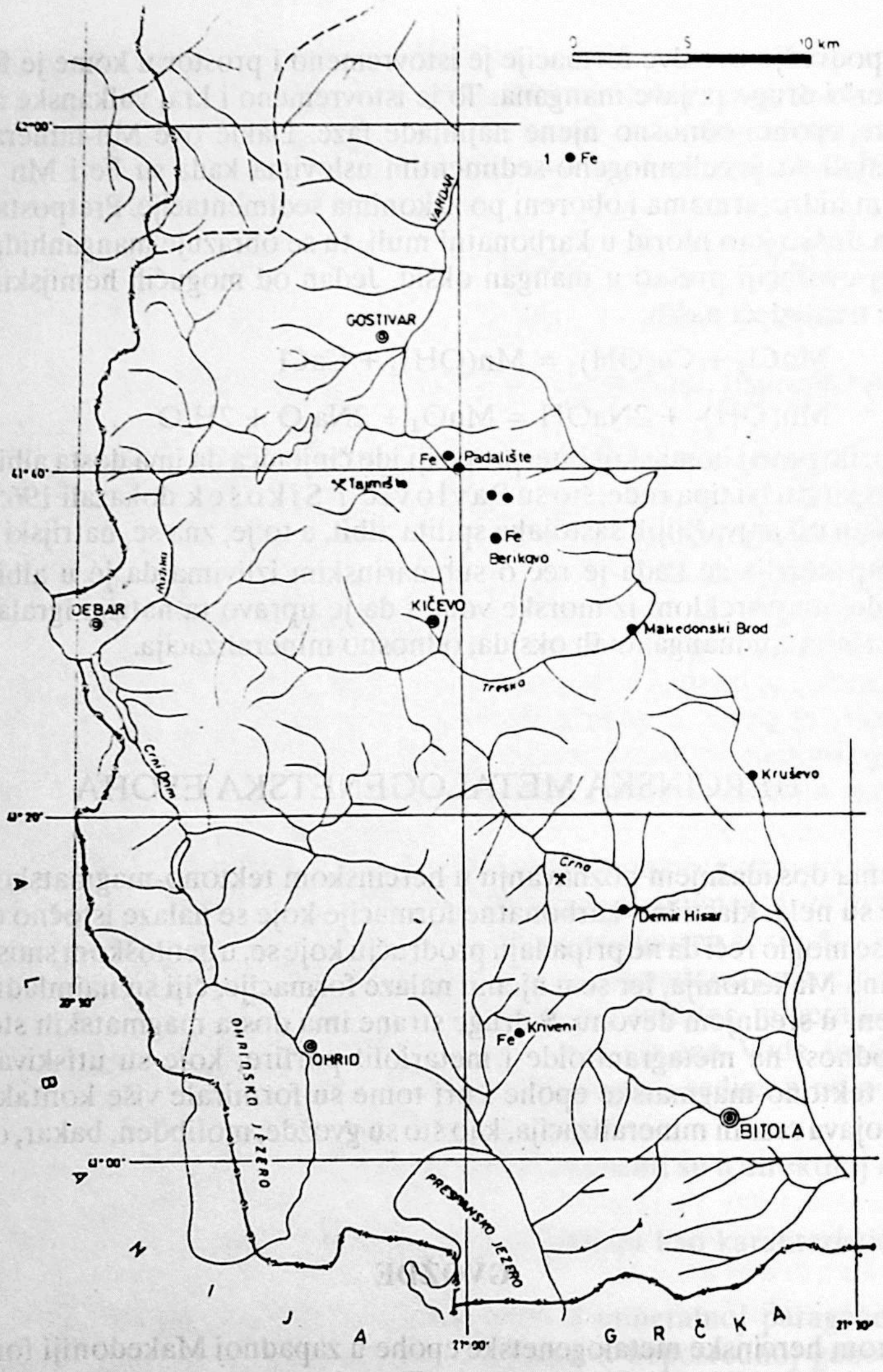
GVOŽĐE

Tokom hercinske metalogenetske epohe u zapadnoj Makedoniji formirano je nekoliko pojava gvožđa (Sl. 89), kao što su Zlatari, na jugozapadnom obodu Plakenske planine i više pojava u zoni Berikovo - Padalište. Jedna sasvim mala i beznačajna skarnovska pojava gvožđa nalazi se i u Strelcima.

PREGLED RUDNIH POJAVA

Kriveni. U ovoj lokalnosti nalazi se jedna magnetitska pojava, čije bi se dimenzije, na osnovu magnetnih ispitivanja mogle proceniti tako da bi dužina rudnog tela iznosila oko 50 m, a širina oko 20 m (Sl. 90). Ova mineralizacija se nalazi u kornitu, koji je nastao na kontaktu metagraniotida Plakenske planine i staropaleozojskih škriljaca.

Kontaktnometamorfne stene karakteriše kornitski habitus i granoblastična

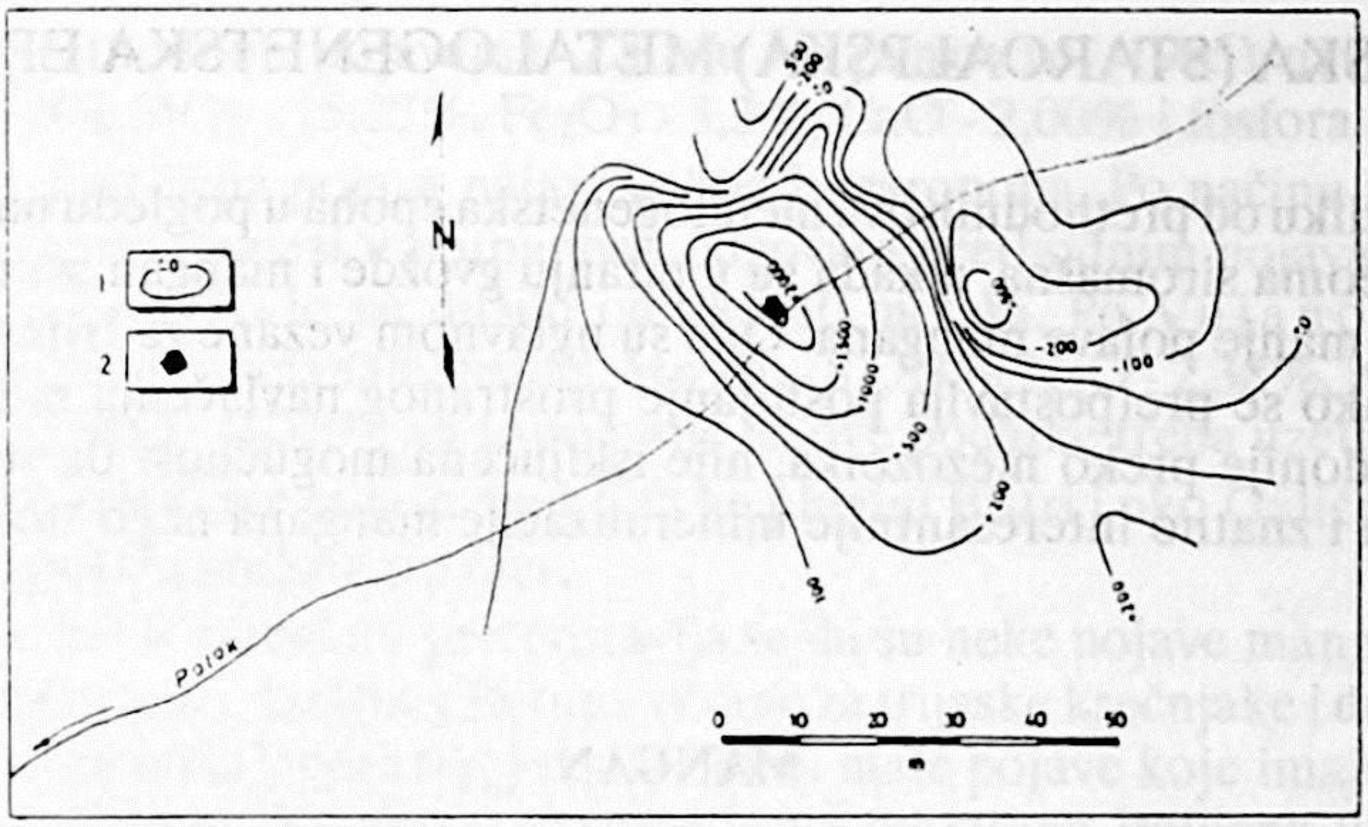


Sl. 89 - Pregledna skica kontaktno-metamorfnih pojava Fe u zapadnoj Makedoniji.
1. Kontaktno-metamorfne pojave gvožđa.

Fig. 89 - Sketch map of cotact-metamophic iron ore occurrences in the western Macedonia.
1. Contact-metamorphic iron ore occurrences.

struktura. U njenom sastavu se nalaze aktinolit, epidot, granat i magnetit; ima malo i albita. Magnetit je relativno svež, samo mestimično se zapaža jača ili slabija martitizacija.

Berikovo i Padalište. Pojave skarnovskih mineralizacija gvožđa u ovim lokalnostima javljaju se pretežno u zoni kontakta metamorfisanog rioilitporfira i mermerisanih krečnjaka, ili krečnjačkih škriljaca. To su, prema sadašnjem poznavanju



Sl. 90 - Plan izodinama ΔZ u zoni kontaktnog metamorfizma kod sela Kriveni (blizu Resena).
1. Izodiname ΔZ, 2. Izdanak Fe-mineralizacije.

Fig. 90 - Plan of isodyname contour lines ΔZ in contact-metamorphic zone near the Kriveni village (Resen region).
1. Isodyname contour lines ΔZ, 2. Outcrop of Fe-mineralization.

uglavnom male pojave. Samo je do sada jedno malo veće telo zapaženo kod Berikova. Tu je urađen jedan potkop, više raskopa i plićih šahti (istražnih bunara).

Dužina ovog tela varira između 10 i 20 m, i na mestu istraživanja pružanje mu je približno sever-jug. Debljina mu je oko 5 m.

Sadržaj gvožđa varira od oko 12% do 33%. Hematit i magnetit su glavni minerali, a kao pratioci se javljaju sulfidi olova, cinka, bakra i molibdena. Manje pojave ovog tipa Fe-mineralizacija zapažene su na Maja Srtu i na Seljcu. Na kontaktu kiselih magmatskih stena i mermerisanog krečnjaka Bukovika, zapadno od Berikoske Kraste nalaze se takođe manje Fe-pojave. Najzad zapadno od Padališta skarnovske mineralizacije gvožđa prate sulfidi bakra, olova, cinka, retkih metala i retkih zemalja. Posebno treba istaći da se na istočnom obodu oslomejske kotline, dakle na obodu masiva Dobra Voda - Brezovac, vrlo često u mehaničkom oreolu rasejavanja susreću komadi hematita u obliku rozeta. Taj. hematit u potpunosti odgovara onom kod Berikova i Padališta, gde se takođe javljaju rozete hematita. Pretpostavlja se da se čitavom dužinom od Paparadišta, na padinama Dobre Vode, preko Srbice i Aranđela javljaju kontaktnometamorfne mineralizacije Fe; međutim, mora se napomenuti da su to za sada samo mineraloške pojave. Ovom u prilog ide i činjenica da nigde u takvim zonama kontakta (prvenstveno metariolitporfir sa okolnim škriljcima) nisu dobijene aeromagnetskim ispitivanjima povišene vrednosti.

Neophodno je takođe napomenuti da je i kod Strelaca nađeno jedno malo skarnovsko magnetitsko telo, gde je glavni i najobilniji magnetit, koji se slabo martitiše. Mestimično sa njim druguje pirit i ponekad malo halkopirita. Sve navedene pojave su bez ekonomskog značaja.

ALPSKA (STAROALPSKA) METALOGENETSKA EPOHA

Za razliku od prethodnih ova metalogenetska epoha u pogledu na rudna ležišta i pojave je veoma siromašna, a kada su u pitanju gvožđe i mangan, za nju se za sada vezuju samo manje pojave mangana. One su uglavnom vezane za trijaske formacije. Međutim, kako se pretpostavlja postojanje prostranog navlačenja metamorfita zapadne Makedonije preko mezozoika, nije isključena mogućnost da se ispod metamorfita nađu i znatno interesantnije mineralizacije mangana nego što se to do sada znalo.

MANGAN

POJAVE NA PLANINI BISTRI
(Način pojavljivanja, mineralni i hemijski sastav)

Shodno takvim tumačenjima, a imajući u vidu da je trijas pretežno dostupan direktnom osmatranju kao i manji deo jurskih ofiolita, može se reći da je mezozojska, odnosno alpska metalogenija, u odnosu na prealpsku, znatno siromašnija u zapadnoj Makedoniji. Do sada su poznate trijaske pojave mangana na planini Bistri, koje je detaljno obradio Vujanović 1965. Pojave se nalaze na Govedarniku, gde se manganska mineralizacija javlja uz rožnace, a oni leže u argilošistima. Po načinu pojavljivanja Mn-mineralizacija je trakasta, ili se javlja u obliku gnezda u rožnacu, ili kao sočiva. U svakom slučaju pojedinačne debljine Mn-mineralizacija sa takvim načinom pojavljivanja ne prelaze 20 cm, a uzimajući u obzir sve proslojke koji se javljaju u rudnom horizontu njihova debljina jedva da dostiže 0,80 m. U njihovoj paragenezi nalaze se jakobsit, hausmanit, braunit, psilomelan, hematit, kao primarni, a kasnije termalnim promenama regenerisani. Svi primarni minerali uglavnom su regenerisani, kada je stvoren i rodohrozit. Od descedentnih minerala javlja se kriptomelan. Ovu mineralizaciju prati i slaba Cu-parageneza u kojoj su, po Vujanoviću, zastupljeni bornit, halkozin i kovelin, pirit i samorodni bakar.

Druga pojava je kod Ninevog kamena. Ovde je došlo do uškriljavanja sedimenata u kojima se javlja Mn-mineralizacija. Taj horizont je debeo od 10 do 20 cm. Ova pojava je tektonski polomljena tako da je obrazovana i breča u kojoj se nalaze komadi manganove mineralizacije. Ninev Kamen je istraživan rudarskim radovima i prema njima sadržaj mangana varira od 20% do 44%, sadržaj Fe od 6% do 10%, SiO_2 od 8% do 58% i fosfora od 0,03% do 0,45%. U primarnoj paragenezi prisutni su manganski granatit, jakobsit, hausmanit, psilomelan, braunit, hematit. U postrudnom vremenu primarni rudni minerali su regenerisani, kada su nastali novokristalisali hausmanit, jakobsit, manganit, braunit, hematit i sada novonastali rodohrozit. U descedentnoj paragenezi javljaju se kriptomelan, romanešit i piroluzit.

Pojava Stopanče nalazi se na putu Galičnik-Javorov Do. Ovde je orudnjen rožnac, debljine najviše do 0,80 m, a u njemu masivan mangan debeo je samo 20 cm. U paragenezi se javljaju isti minerali, kao i na prethodnim dvema pojavama, dok sadržaji mangana variraju do 31,13%, Fe_2O_3 do 28,72%, SiO_2 5,82% i fosfora 0,19% (Vujanović, 1965).

U selu Rosoka, takođe blizu Galičnika, nalazi se još jedna pojava Mn-mineralizacije koja je, po genezi, kasnijim promenama, po starosti i hemijskom sastavu,

istovetna sa prethodnim pojavama. Za nju Vujanović (1965) navodi da sadrži mangana 44.10%, SiO_2 - 15,27%, Fe_2O_3 - 3,2%, CaO - 2,00% i fosfora - 0,013%.

Najzad poslednja pojava nalazi se kod Lazaropolja. Po načinu pojavljivanja, starosti, paragenezi, genezi u potpunosti odgovara prethodnim pojavama. Debljina joj je 40 cm, a praćena je na dužini od oko 10 metara. Po Vujanoviću (1965) hemijski sastav kriptomelanaje sledeći: Mn_2O_3 - 81,83%, K_2O - 2,38%, Na_2O - 1,07%, Fe_2O_3 - 1,10%, BaO - 0,02%, ali napominje da ove podatke treba uzeti sa rezervom.

U celini uzevši sve pojave mangana na planini Bistri i oko Galičnika i Lazaropolja su malog ekonomskog značaja.

Kada je reč o manganu pretpostavlja se da su neke pojave manganskih mineralizacija kod Kuratice, Lešana i Botuna vezane za trijaske krečnjake i da prema tome pripadaju alpskoj metalogenetskoj epohi. To su male pojave koje imaju samo mineraloški značaj. One su delimično eksploatisane od strane Italijana u toku drugog svetskog rata. Stratigrafske, litološke i paleontološke karakteristike trijaskih krečnjaka bi mogle biti dobar prospekcijski kriterijum za istraživanja Mn-mineralizacije u skrivenim delovima trijasa, uzimajući u obzir da preko trijasa leže danas u nenormalnom tektonskom odnosu paleozojski metamorfiti.

Osim navedenih pojava treba naglasiti da su zapažene ekonomski neinteresantne pojave hromita u serpentinitima, čije se male mase javljaju počev od Šar planine duž zapadnog oboda zapadne Makedonije pa sve do manastira Sv. Naum, kao i na južnom i jugoistočnom obodu Ohridskog jezera.

LITERATURA

Antonijević I., Đorđević M., 1955: - Prilog za stratigrafiju jugozapadne Makedonije. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1955. god., Beograd, 1957., str. 161-164.

Antonović, A., Popović R., Stojanović-Kuzenko S., 1966: - Ordovicijumska trilobitska fauna na Stogovu (zapadna Makedonija). Referati VI savetovanja geologa Jugoslavije. Tom I, Geologija, Paleontologija, Tektonika, Inženjerska geologija. Str. 370-372, Ohrid.

Antonović A., 1967-1968.: Neki specifični oblici tektonske mikrostrukture u zapadnoj Makedoniji. Trudovi na Geološkiot zavod na SRM, sv. 3, str. 19-30. Skopje.

Arsovski M., 1962.: Značenjeto na stratigrafsko rascčlenuvanje na paleozojskite škrilci vo zapadna Makedonija za pravilnoto vodenje na prospekcionite raboti na železo. Trudovi na Geološklot zavod na NR Makedonija, sv. 9, str. 5-24, Skopje.

Aubouin J., Blanchet R., 1981.: Subduction and tectonics. Discussion on the results of the IPOD program in active margins. Oceanologica acta. Pub. of 26th IGC, Colloque C 3 Geologie des Marges Continentales. P. 283-294. Paris.

Ćosevski G., Šiškovski M., Jovanović D., Cvetković G., Canevski M., Đurić M., 1969.: Rudnik "Tajmište" - monografija, Izd. Rudnica i železarnica "Skopje", str. 34. Skopje.

Ćosevski G., 1975: Proizvodnja železne rude Rudnika i železarnice "Skopje" i njihov perspektivni razvoj. Konferencija: Potencijali mineralnih sirovina i mogućnosti njihovog korišćenja kao faktor dugoročnog razvoja SFRJ; savetovanje o crnoj metalurgiji, Zbornik radova, str. 61-69. SIT geološke i metalurške struke Jugoslavije. Split.

Cissarz A., 1954.: Zur Petrographie und Genesis südwestmazedonischer Eisnensilikatlagerstätten. Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja N.R. Srbije, knj. XI, str. 261-340. Beograd.

Cissarz A., 1956.: Lagerstätten und lagerstättenbildung in Jugoslavien in ihren beziehungen zu vulkanismus und geotektonik. Rasprave Zavoda za geol. i geofiz. istraž. N.R. Srbije, sv. VI, str. 152. Beograd.

Čipan A., Nestorovski I., 1973-1978.: Stratigrafska pripadnost i geneza na gipsot vo zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkot zavod na SR Makedonija, sv. 16, str. 67-100. Skopje.

Deleon G., 1969.: Pregled rezultata određivanja apsolutne geološke starosti granitoidnih stena Jugoslavije. Radovi Geoinstituta, knj. 6, str. 165-182. Beograd.

Dumurdžanov N., Ivanovski T., 1978.: Tolkuvač za listovite Ohrid i Podgradec OGK SFRJ. Izd. SGZ. Beograd.

Dumurdžanov N., Stojanov R., Petrovski K., 1979.: Tolkuvač za listot Kruševo OGK SFRJ. Izd. SGZ. Beograd.

Grubić A., 1972.: Epoque tectogenetique precambriennes du Globe. Glasnik Prirodnjačkog muzeja, serija A, knj. 27, str. 83-91. Beograd.

Haq B.U. & Von Eysinga F.W.B., 1987.: Geological time table, Elseviere, Amsterdam, Netherlands.

Herder H., 1965.: Da li su makedonske rude stvorene pod uticajem rastvora raspadanja? Trudovi na Geološkiot zavod na SRM, sv. 12, str. 65-74. Skopje.

Ilić M., 1940: - Rezultati petrografsko-geološkog promatranja na listovima Resan-Kruševo i Gostivar-Kičevo. Trudovi na Geološko-ispitatelniot institut za NR Makedoniju, tom I, sv. 1, str. 1-21. Skopje.

Ilić M.M., 1974.: Nova globalna tektonika i evolucionistički model Zemlje. "Metalogenija i koncepcija geotektonskog razvoja Jugoslavije, str. 327-368. Izd. Rud.-geol. fakultet, Katedra za ekonomsku geologiju. Beograd.

Ilovski K.G., Ivanovski N.G., Oračevski S., 1957.: Predlog Programa za istražni raboti na olovni pojavi vo Ohridsko. Manuskript. Fond stručnih dokumenata Geološkog biroa Bitola.

Ivanovski T., Nestorovski I., Stojanov R., Antonović A., Jančić T., 1966.: Elaborat o oceni rezultata svih geoloških istraživanja na području zapadne Makedonije. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Ivošević S., 1975.: Problematika ruda mangana. Konferencija: Potencijali mineralnih sirovina i mogućnosti njihovog korišćenja kao faktor dugoročnog razvoja SFRJ, savetovanje o crnolj metalurgiji, Zbornik radova, str. 99-112. SIT geološke i metalurške struke Jugoslavije. Split.

Izmajlov N., 1952: - Revir Slepče na Demir-hisarskiot železoruden teren. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 3, str. 95-127. Skopje.

Izmajlov N., 1956a: - List Resen - Kruševo 1 (Ilinska planina - Baba Sač). Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5, str. 21-54. Skopje.

Izmajlov N., Ivanovski A., Nestorovski I., 1956b: - Rudni pojavi na terenot na sekcija Resen - Kruševo 1. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5, str. 55-62. Skopje

Izmajlov N., 1956c: - Železoruden basen vo zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5, str. 111-190. Skopje.

Izmajlov N., Ivanovski A., Nestorovski I., 1956d: - Rudni pojavi na terenot kartiran prez leto 1952. god. Lazaropole - Ohrid - Resen - Kruševo - Demir Hisar. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5, str. 201-230.

Izmajlov N., 1973-1978: - Pretaložena fauna i egzotični karpi vo karbonatnite potkatovi na šifernata formacija vo železorudniot basen vo zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 16, str. 37-46. Skopje.

Jakovljević M., Popović R., Vukašinović S., Jančić T., 1974: - Studija o geološko-geofizičkim istraživanjima na području zapadne Makedonije u periodu 1960-1971. god. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Jančevski J., Popvasilev V., 1984: - Tumač za list Skopje OGK SFRJ, R-1:100.000. Izd. SGZ Beograd.

Jančić T., Popović R., Cvetić S., 1963: - Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima na pojavama ruda gvožđa u oblasti Kičeva i Gostivara. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Jančić T., Popović R., Cvetić S., Stojanović M., Georgijevski P., 1964: - Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima na području zapadne Makedonije. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Jančić T., Popović R., Antonović A., Cvetić S., 1966: - Izveštaj o istraživanjima na području zapadne Makedonije (lokalnosti: Novo Selo, Orlov Kamen, Dolno Divjaci, Izbište, Cer, Babin Srt - Stogovo i Kriveni). Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Jančić T., Popović R., Antonović A., 1967: - Izveštaj o istraživanjima na području zapadne Makedonije (rejon Makedonski Brod - Samokov, lokalnosti Strelci, Berikovo, Dolno Divjaci, Kuratica i Novo Selo). Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Jankičević J., 1989: Istorijska geologija - prekambrijum. Naučna knjiga, str. 111. Beograd.

Janković S., 1967.: Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije. Izd. Rud-geol. fakultet u Beogradu i Rudarski institut, Beograd (Zemun).

Jovanović D., 1975.: Geologija železnih ruda u SR Makedoniji. Konferencija: Potencijali mineralnih sirovina i mogućnosti njihovog korišćenja kao faktor dugoročnog razvoja SFRJ; savetovanje o crnoj metalurgiji, Zbornik radova, str. 47-59. SIT geološke i metalurške struke Jugoslavije. Split.

Karajovanović M., Ivanovski T., 1979: - Tolkuvač za listovite Bitola i Lerin OGK SFRJ, R-1:100.000. Izd. SGZ Beograd.

Kleut D., 1964.: Mineraloška studija ruda gvožđa zapadne Makedonije, magistarska teza. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

Kleut D., 1966a: Opšte mineraloško-petrografske karakteristike ruda Tajmišta. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1964, 1965, 1966 i 1967, str. 707-712. Beograd. 1969.

Kleut D., 1966b.: Mineralni sastav rudišta Tajmište sa osvrtom na njegovu genezu. Referati VI savetovanja geologa Jugoslavije, str. 506-517. Ohrid.

Kleut D., 1968.: Fosfor u ležištu gvožđa Tajmište. Radovi Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nauk. i dr. mineral. sirovina, sv. 4, str. 125-137. Beograd.

Kleut D., 1973.: Pojave fosfora u sedimentnim ležištima gvožđa zapadne Makedonije. Radovi Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nuk. i dr. mineralnih sirovina, sv. 8, str. 127-140. Beograd.

Ledebur H.K., 1954: Stratigrafija i tektonika Rudarskog basena Kičevo. Fond stručnih dokumenata Rudnika i železarnice Skopje.

Majer V., Karamata S., 1983: Mogućnosti novog tumačenja geneze K-bogatih lamprofira i bazalta u Jugoslaviji. Geološki vjesnik, vol. 36, str. 183-188. Zagreb.

Malahov A., 1938: - Geološki sastav i tektonika Poreča i njegovog oboda. Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. XV. Beograd.

Mužijević R., 1976.: Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima na području Golem Kuturov Dol (Tajmište). Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Novakovski T., Dimić V., Andrejić M., 1975.: Novija saznanja o mineraloškom sastavu železne rude Rudnika "Tajmište" u zapadnoj Makedoniji. Materijali za Prvo savetovanje "Geologija železnih ruda u SFRJ, str. poglavlje D16. Udruženje jugoslovenskih železara i Jugoslovenski komitet za ležišta mineralnih sirovina. Ljubija - Beograd.

Nöth L., 1952.: Die Eisenerzlagerstätten Jugoslawiens. Symposium sur les gisements de fer du Mond. 19th Congres geologioue International, tom II, p. 529-563. Alger.

Paskalev V., Šiškovski M., 1975.: Ležišta mangana u SR Makedoniji. Konferencija: Potencijali mineralnih sirovina i mogućnosti njihovog korišćenja kao faktor dugoročnog razvoja SFRJ; savetovanje o crnoj metalurgiji, Zbornik radova, str. 113-118. SIT geološke i metalurške struke Jugoslavije. Split.

Pavlović S., 1952.: Mangan u FNRJ i u svetu. I Savetovanje geologa Jugoslavije, str. 65-109. Zagreb, 1953.

Pavlović S. i Sikošek B., 1965.: Studija Rudnika "Cer" /geološko-tektonska, mineraloško-petrološka i metalogenetska studija Rudnika "Cer" i uže okoline. FSD Geoinstituta, Beograd.

Page M.B., 1958.: Chamositic ore deposits near Tajmište, western Macedonia, Yugoslavia. Economic geology, vol. 53, No 1., p. 1-21. Urbana. Illinois.

Page M.B., 1966. Possibility of gravity tectonics near Tajmište, Macedonia, Yugoslavia. VI savetovanje geologa SFRJ, str. 495-506. Ohrid.

Pearce J.A. and Cann R.J., 1973.: Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth and planetary science letters, p. 290-300. North-Holland publishing Company.

Pearce J.A., 1975: - Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. Iz rada "Preliminary study on protolith reconstruction of late Archean metamorphic Iron - bearing formation and genetic types of Iron ores in the Southwestern part of the North China fault block", od Zhang Wenhua, Li Jiliang and Cong Bolin. Scientia Geologica Sinica, No 4.

Petkovski P., Ivanovski T., 1980: Tolkuvač za listot Kičevo OGK SFRJ, R-1:100.000. Izd. SGZ Beograd.

Petkovski P., Popovski S., 1982: Tolkuvač za listot Gostivar OGK SFRJ, R 1:100.000. Izd. SGZ Beograd.

Popović R., Vujanović V., 1965: - Pojava regeneracije u Fe-ležištu kod s. Midinci (Kičevo). Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1965. Beograd 1969., str. 537-540.

Popović R., 1968: - Prilog poznavanju sedimentnih metamorfisanih ležišta ruda gvožđa zapadne Makedonije. Radovi Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nuk. i dr. mineral. sirovina, sv. 4, str. 41-55. Beograd

Popović R., Jančić T., 1968: Izveštaj o istraživanjima u zapadnoj Makedoniji (lokalnosti: Strelci, Berikovo, Padalište, Openica, Virovo i Cer). Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Popović R., Jančić T., Lakić D., 1969: - Izveštaj o geološko-fizičkim istraživanjima regiona zapadne Makedonije (lokalnosti: Openica, Berikovo, Padalište) u 1968. god. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Popović R., Jančić T., 1969: - Geološko-geofizičke karakteristike terena Berikovo (zapadna Makedonija) sa osvrtom na novootkriveno ležište Pb, Zn i Cu. Radovi Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nuk. i dr. mineral. sirovina, sv. 6 - jubilarna, str. 143-158, Beograd.

Popović R., Jančić T., 1970: - Izveštaj o geološko-geofizičko-geohemijskim i rudarskim istraživanjima u rejonu Seljce - Maja Srt - Novo Selo. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Popović R., 1973 - Pojava bakra, cinka i olova u lokalnosti Berikovo - Kičevo (zapadna Makedonija). I savetovanje "Istraživanje olovo-cinkovih mineralizacija na teritoriji SFRJ". Zvečan 1973. Odštampano u Radovima Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nuk. i dr. mineral. sirovina, sv. 10, str. 135-140. Beograd, 1975.

Popović R., Antonović A., 1973: - Rudišta molibdenita Strelci i Vrutok u zapadnoj Makedoniji. Radovi Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nuk. i dr. mineral. sirovina, sv. 8, str. 113-128. Beograd.

Popović R., 1977a: Hidrotermalna mineralizacija kod s. Kolari (Kičevo). Radovi Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nuk. i dr. mineral. sirovina, sv. 11, str. 85-90. Beograd.

Popović R., 1977b: Pojava bakrove mineralizacije kod s. Judovo (Kičevo). IBID, str. 93-96. Beograd.

Popović R. 1977c: Starost i geneza galenitskih rudnih pojava kod s. Openica (SI od Ohrida). Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1975. i 1976. Beograd, 1977.

Popović R., 1980: - Metalogenetski periodi stvaranja ruda gvožđa u zapadnoj Makedoniji. Simpozijum iz Regionalne geologije i paleontologije - Zavod za Regionalnu geologiju i paleontologiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, str. 275-281.

Popović R., 1980: - La correlation des gisements de fer l'Ordovicien antre Anjou-Segre (France) et la Macedoine de l'Ouest (Yougoslavie). 26th International Geological Congress - Paris. Editet by Geoinstitut, Beograd, 1981, p. 189-201.

Popović R., 1984: - Caracteristiques metallogeniques fondamentales de mineralisations de fer les plus anciennes en Yougoslavie. 27. Congress Geologique International Moscou 1984. Preštampano u Radovima Geoinstituta, knj.19, 1986. Beograd. Str. 133-140.

Popović R., 1984: Metalogenetski značaj terena Evla-Openica - Karaorman, Zapisnici Srpskog geološkog društva, str. 97-101, Beograd, 1985.

Popović R., 1984: O potencijalnoj željezonosnosti prekambrijumskih formacija Pelagonida (programska koncepcija). Zapisnici Srpskog geološkog društva, str. 145-149. Beograd, 1975.

Popović R., 1985: - Sulfidne i oksidne mineralizacije kod Padališta - Gostivar (zapadna Makedonija). Radovi Geoinstituta, knj. 18, str. 151-162. Beograd.

Popović R., 1986: - O mineralizacijama gvožđa između Sopotnice i Novog Sela (Demir Hisar - zapadna Makedonija). Radovi Geoinstituta, knj. 19, str. 223-236. Beograd.

Popović R., 1986: - Ocena potencijalnosti metamorfnih kompleksa Jugoslavije. XI kongres geologa Jugoslavije, knj. 3. Petrologija, Geohemija, Tektonika, str. 211-225. Tara.

Popović R., 1986: - Stratigrafsko diferenciranje metamorfita zapadne Makedonije. Simpozijum posvećen liku i delu Jovana Žujovića. Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu. OOUR - grupa za regionalnu geologiju i paleontologiju. Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. LI, Str. 265-270. Beograd.

Popović R., 1987.: Prethodno saopštenje o Fe-Ti mineralizacijama u zapadnoj Makedoniji. Radovi Geoinstituta, knj. 20, str. 195-199. Beograd.

Popović R., 1989a: Geologija zapadne Makedonije (prekambrija i paleozoik). Posebno izdanje Geoinstituta, knj. 11, str. 93. Beograd.

Popović R., 1989b: Sulfide mineralizations of Caledonian Epoch in southern part of the Balkan Peninsula. 28th IGC, Abstracts v. 2 of 3. p. 2-625-2-626. Washington, D.C. USA.

Popović R., 1989c.: Ocena potencijalnosti zone Berikovo - Padalište (Gostivar - Kičevo). Bakar, časopis poslovne zajednice Jugobakar, br. 47, str. 2-9. Beograd - Bor.

Popović R., 1990.: Sulfide Mineraliozatioins of Caledonian Epoch in Southern part of the Balkan Peninsula. Regional metamorphism of Ore Deposits and Genetic implications. (((VSP))), Utrecht, the Netherlands, Tokyo, Japan. Eds. P.G.Spry and L.T.Bryndzia, str. 161-170.

Popović R., 1991.: Srpsko-makedonska masa ili Pelagonsko-rodopski i Moravski masiv. Radovi Geoinstituta, knj. 25, str. 143-140. Beograd.

Popović R., 1992.: Prealpine Mettallogenic and Geochemical Evolution of Ore Deposits in Southern part of the Yugoslavia. 29th. IGC, Abstracts, v. 3 of 3., str. 757. Kyoto, Japan.

Popović R., 1993.: Geochemical and Metallogenic Evolution of Ore Mineralizatioins of Southern part of the Balkan Peninsula in Prealpine Age. Proceedings of the 29th IGC, 1992., Mineral resource symposia, v.A., Resource Geology Special Issue, No 15, str. 331-341. Pub. by the Society of Resource, Tokyo, Japan.

Popović R., 1994.: Anomalni sadržaj cirkonijuma u metagabroidnim stenama zone Dobra Voda - Bušova planina (Makedonija). Radovi Geoinstituta, knj. 31, str. . Beograd.

Popović R., 1994.: O pojavi uranske mineralizacije kod Vrutoka (Gostivar - zapadna Makedonija). Radovi Geoinstituta, knj. 30, str. 197-205. Beograd.

Radoičić R., Petkovski P., 1974: - A not about the discovery of the Cambrian in Western Macedonia. Bulletin Scientifique Conseil des Academies des sciences et des art dfe la RSF Yugoslavie. Section A, tom 19, No 3-4.

Smiljanić T., 1935.: Kičevija. SEZ, naselja i poreklo stanovništva, 28. Str. 256-483. Beograd.

Sosić V., 1963.: Nalazišta železnih ruda u N.R.M. (izvod), nepublikovano, F.S. Geoinstituta. Beograd.

Spasov H., 1965: - Paleozoiska i triaska konodontna fauna ot zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkiot zavod na SR Makedonija, sv. 12. Skopje, str. 23-32.

Stojanov R., 1971-1972: - Osvrt na metamorfizmot na Pelagonskiot masiv vo sklopot na metamorfnite nastani vo zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkiot zavod na SR Makedonija, sv. 15, str. 21-31. Skopje.

Šoptrajanova G., 1967: - Petrološke i geohronološke karakteristike nekih granitoida Makedonije. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu.

Šoptrajanova G., 1956: - Mikroskopski karakteristiki na nekolku steni od listot Resen - Kruševo 1. Trudovi na Geološkiot zavod, na NR Makedonija, sv. 5, str. 63-68. Skopje.

Turekian K.K., Wedepohl K.H., 1961.: Distribution of the Elements Some Major Units of the Earth's Crust. Geological Society of America Bulletin, v.72, No 2, str. 175-192.

Vinogradov A.P., 1962.: Srednie soderžania himičeskih elementov v glavnih tipah izveržennih gornih porod zemnoj kori. Geohimija. No. 7, str. 555-571.

Vujanović V., 1961: - Mineralogija mangana ležišta Cer (Makedonija). Glasnik Prirodnjačkog muzeja, ser. A., knj. 14-15. Beograd, str. 171-228.

Vujanović V., 1963: Mineralogija, geohemija i geneza sedimentnih manganskih ležišta Jugoslavije (doktorska disertacija). Posebna izdanja Instituta za geol. rud. istraž. i ispit. nuk. i dr. mineral. sirovina, knj. 2, Beograd, 1968. str. 9-92.

Vujanović V., Popović R., Cvetić S., 1966: - Pojave i ležišta gvožđa i mangana u oblasti Kuratice kod Ohrida (Makedonija). VI savetovanje geologa Jugoslavije. Ohrid, str. 333-345.

Vujanović V., 1963.: Rudne pojave kod Bogomile i s. Openice u Makedoniji. Trudovi na Geološkiot zavod na SR Makedonija, sv. 10, str. 105-124. Skopje.

Vukašinović S., 1961: - izveštaj o aeromagnetskim ispitivanjima u Makedoniji u 1960. godini. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta Beograd.

Vukašinović S., 1963: Anomalno magnetsko polje Makedonije i njegova veza sa geološkom građom terena. Trudovi na Geološkiot zavod na SR Makedonija, sv. 10, str. 185-216. Skopje.

Vukašinović S., 1980: - Rezultati visokopreciznih aeromagnetskih istraživanja - ležišta gvožđa na području Tajmište - Kičevo - Demir Hisar. Radovi Geoinstituta, knj. 14, str. 125-236. Beograd.

Vukašinović S., Jančić T., Mužijević R., 1982: O geofizičkim istraživanjima ležišta gvožđa u zapadnoj Makedoniji. Savetovanje: "Rezultati dosadašnjih geofizičkih ispitivanja raznih fenomena vezanih za proučavanje građe Zemljine kore i gornjeg omotača na teritoriji Jugoslavije. Zbornik radova, str. 223-240. Skopje.

Vukašinović S., Antonović A., Popović R., 1990.: Osnovni rezultati aeromagnetskih istraživanja ležišta gvožđa u Makedoniji. XII kkongres na geolozi na Jugoslavija, knj. V - Tektonika, seizmologija i geofizika, str. 215-221. Ohrid.

Vukašinović S., Popović R., 1991.: Aeromagnetska anomalija i potencijalno rudonosni teren u rejonu Rudnika "Cer" (zapadna Makedonija). Zapisnici Srpskog geološkog društva. Beograd.

Vukašinović S., 1984.: Izveštaj o aeromagnetskim istraživanjima ležišta gvožđa na području Šare. Fond stručnih dokumenta Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović S., 1983.: Izveštaj o aeromagnetskim istraživanjima ležišta gvožđa u zapadnoj Makedoniji u 1982. god. (Područje Istok - Resen, Jablanica - Karaorman i Bistra - Vraca planina). Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović S., 1986.: Izveštaj o aeromagnetskim istraživanjima ležišta gvožđa na području Kruševo - Makedonski Brod - Železna reka. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Zonenšain P.L., Kuzmin I.M., Moralev M.V., 1976.: Globalnaja tektonika, magmatizam i metalogebija. Izd. "Nedra", str. 232. Moskva.

IRON AND MANGANESE OF WESTERN MACEDONIA (METALLOGENIC EPOCHS AND ORE DEPOSITS)

by

Radule Popović

Abstract

Western Macedonia is one of the most complex and the most interesting segments of the earth crust in the Balkan Peninsula, with regard to developed tectonical, geotectonical, stratigraphical, paleontological, metallogenical and other geological features.

On the basis of studies to date, all geological formations in the western Macedonia could be classified into several petrological complexes, created during various tectonic-magmatic cycles, and in diverse geological environments. These are the gneiss complex, supposed to be formed during the Grenvillian cycle, then the green complex, formed during the Baikalian cycle, and phyllitoid complex, originated during the Caledonian cycle. The both clastic-carbonate rocks in the northern part of the western Macedonia and magmatic rocks are restricted to the Hercynian cycle. Finally, clastic, carbonate rocks and magmatic rocks in the westernmost part of the western Macedonia were formed during the Alpine cycle (as classified in the Bilal's and Eisinga's chart, 1987, edited by Elsevier).

The mentioned tectonic-magmatic cycles coincide with the metallogenical epochs, suggesting a general conclusion that the mentioned complexes were formed in various geotectonical evironments. The gneiss complex (Grenvillian epoch) was probably formed in the continental area, the green complex (Baikalian epoch) probably originated in the island arc area, while the Caledonian and Hercynian formations were created in the continental margin.

During the mentioned tectonic-magmatic cycles and metallogenic epochs respectively, deposits of various mineral raw materials were also created, the Caledonian and Hereynian epocks being of primordial importance, iniciating formation of remarkable ore deposits of iron and manganese, then of copper, lead and zinc sulfides in Caledonian epoch, as well as molybdenum and uranium deposits in Hercynian epoch.

GRENVILLIAN METALLOGENIC EPOCH

The green complex is supposed to be related to the Baikalian tectonic-magmatic cycle, based upon the paleontologically proved Cambrian, Ordovician and Devonian age of the phyllitoid complex, and also upon its position opposite the green complex, taking in account their diverse geological environments of formation (the

green comlpex in the area of island arc, and phyllitoid complex in the area of continental margin). It could also be supposed that the gneiss complex is restricted to the Grenvillian tectonic-magmatic cycle, based upon the bilateral relations of the green and phyllitoid complexes from one side, and the gneiss complex from the other side. They could also be disttinguished according to their different petrological composition, tectonical relations, grade of metamorphism and apart spatial position. This complex is located in the margin part of western Macedonia oposite Pelagonids (sensu stricto)[1]1. The gneiss complex extents from the northern flanks of Dobra Voda, over Brezovac, Pesjak, Bušova mountain, and partly over the Pelister mountain, prolonging further to Greece.

The gneiss complex is composed of micaschists, gneisses, quartzites, chlorite-epidote schists, amphibolites, metagabbros, metadiabases, metarhyolites and their metatuffs, metagranitoids, etc.

Considering mineralizations, the most important are iron and titanium ones, as metamorphogenous types formed in sedimentary, volcanogenic-sedimentary and magmatogenic conditions, being repeatedly metamorphosed during time, under the influence of various magmatic and geotectonic events.

The iron ore occurrences appeare as two chief varieties: one as impregnations and lenses in sericite - and micaschists, supposed to be formed under sedimentary and volcanic-sedimentary conditions, and the other as magmatogenic ones, originated in time of formation of metagabbroic rocks.

It could be considered that mineralizations in micaschists are the weak magnetite impregnations, showing the Fe concentrations not more than 10%. These occurrences were found near Srbica (NE of Kičevo), and near Dolno Divjaci (W of Kruševo). The banded magnetite mineralizations in form of lensed occur near Slansko, in the vicinity of Makedonski Brod, represented by the two smaller and one larger lense. The larger lense is 15 m long, 1.20 m in the false thickness. This mineralization is characterized by the augmented manganese content (8%), and the high barium grade (more than 1%). In this mineralization several minerals were found, such as more or less martitized magnetite, then secondary manganese minerals (pyrolusite, hausmanite, manganite), and barite, quartz and sericite. This banded ore was folded and metamorphosed, supposed to originate by sedimentary of volcanogenic-sedimentary processes. In the later evolution it was repeatedly strongly metamorphosed providing impression that is of hydrothermal origin. The iron content is high - 52.20%; SiO_2 and Al_2O_3 are low, exhibiting 5,87% and 1.70% respectively, as it is the case with all other constituents.

Magmatogenic mineralizations are represented by magnetite and titanium minerals. Magnetite occurs as impregnations, schliers or bands, less than 5 mm thick, in metamorphosed gabbro or in its rim, defined as chlorite-epidote schist. In the marginal part of metagabbro, that is in the chlorite-epidote schist, magnetite grains are represented by relatively coarse crystals, reaching up to 3 mm in size, compared with metagabbro, where grains are much finer, only sporadically exceeding 100 μm in size. Investigations exhibited the iron contents to vary in all limits up to 25%, grading most commonly about 15%. It is, however, distinctive that magnetite separated from the rock by a simple permanent magnet exhibited Fe contents more than 65% (in two

---

1 Pelagonids sensu lato include western Macedonia as well, constituting together the Pelagonian-Rhodopian massif.

samples contents of 67.85% Fe and 68.55% Fe were found). It is interesting to note that in the magnetite concentrate, separated by the hand permanent magnet, the titanium content is low (only 0.33%), evidently indicating that magnetite is poorly contaminated by the titanium oxide, what is visible in the microscope as well. This is a favorable circumstance, because there is no accompanying concentration of titanium as detrimental constituent, thus providing a mineral raw material enough good for the industrial use, concerning the rich iron contents as well. As an unfavourable property the extremely finegrained magnetite in metagabbro (20-100 μm in size) is to be mentioned.

With regard to titanium minerals, the most abundant are sphene and leucoxene; rutile is rare, and ilmenite is sporadic, but is more abundant in the Bušova mountain locality. All of the mentioned minerals are found as infrequent constituents in the rock, but in some cases they are more frequent than usual.

Sampling indicated the TiO_2 contents to vary up to 5.5%, mostly exhibiting about 4%. Portions of metagabbroic rock with magnetite impregnations are perfectly distinguished by the magnetometric field methods, which served in the covered parts of terrain not only to discover the rich magnetite concentrations, but also to outline the gabbro massifs, which are marked by the conspicuous magnetic anomalies. In one case, for example, one outcrop exhibited a magentic anomaly of 25000 nT intensity.

These rocks are particularly characterized by the sulfide mineralizatioin, mostly pyrite. Its total concentration is really limited, and it seldom occurs out the scope of infrequent constituent. Only in one case the sulfur content was found to be near 1%. In the Dobra Voda and Brezovec localities however, as well as in the Bušova mountain locality pyrite appeares as impregnation, most commonly as cube crystals. The crystal size in the Dobra Voda and Brezovac environs is not more than 0.5 mm, while in the Bušova mountain most commonly occur the cube crystals or pseudomorph limonite after pyrite, keeping the same form (about 0.5 cm in size). In some cases the coarser grains, even up to 2 cm in size are remarkable. The mentioned limonite lost water passing into goethite, partly into magnetite, present as grains in goethite itself. In the Bušova mountain locality the limonitized pyrite can easily be concentrated as magnetic fraction by a permanent magnet.

Beside pyrite, on the southwestern flanks of Dobra Voda some geochemical anomalies of zinc as primary aureoles of dispersion (in the rock itself) were found. Among the detected anomalies the contents over 1000 g/t Zn were not rare, and in some samples the contents even over 0.4% were analyzed as well. This occurence indicates the possible presence of sphalerite, all the more that not far from this locality (about 1 km to the west), is situated the Berikovo sulfide deposit, with important sphalerite, galena, pyrite and chalkopyrite concentrations. Finally, as a very important feature of rocks of this complex, especially of the metabasic ones, the anomalous zirconium concentrations are to be stressed. Neverthless, zircon always occurs as infrequent constituent in rocks of this complex, particularly in the metagabbroic rocks, but in which the zircon concentrations locally appeare in quantities exceeding frames of infrequent constituents. Zirconium contents vary in metagabbroic rocks from 150 g/t to 2100 g/t. Considering the mean zirconium contents in gabbros of the earth crust (100 g/t, Vinogradov, 1962), and comparing them with contents in metagabbroic rocks in the Dobra Voda - Bušova mountain zone, the increasings from 1.5 times up to more than 20 times are evident, what absolutely cannot be regarded as a normal appearance.

The anomalous zirconium contents in metagabbroic rocks coincide with the strong albitization, and it reflects the possibility that both anomalous concentrations of zirconium and albitization occured in a younger time, probably Hercynian one. In that case, the same processes could bring the pyritic impregnations as well, which themselves bear the high zirconium concentrations (from 500 g/t to 1200 g/t), meaning that the epigenetic type of mineralization is in question. The high zirconium contents in other rocks of this complex, as well as in the neighbouring formations from the Kruševo-Strelci-Berikovo-Polog metallogenic zone, usually accompanied by the later albitizatioin, speak that this assumption is logical one. As an example, the high contents of 1200 g/t Zr in metarhyolite as well, could be presented (Popović, 1994).

BAIKALIAN METALLOGENIC EPOCH

The green schists, extending over the central part of western Macedonia, starting from the Požarane mountain, via Lešnica, Raštani, Dolenci, Dobri Maž, and prolonging over the Pelister mountain to Greece, can be ranged in the green complex. The age of this complex is not certain, but according to its unconformable relatioin to the phyllitoid complex of the reliable Paleozoic age, it is belived that this complex is older than the phyllitoid one. In favor of such a statement the following features could be considered: quite different metallogeny of these two complexes, partly the assumption that they originated in different geotectonical environments, and finally, the higher grade of metamorphism. If phyllites are determined as Caledonian in age, the underlying green complex could be supposed to be of the Baikalian tectonic-magmatic cycle.

The green complex constitute chlorite shists (sensu lato), ferruginous quartzites, sericite quartzites, metagabbroic rocks, amphibolites, metadiabases, metaspilites, metagranitoids, metarhyolites, metadacites, and corresponding metatuffs and metaaglomerates. Metaspilites are recognized by the preserved rests of the albite-calcite amigdules. After such a petrological composition it could be concluded that this complex initially was of the volcanogenic-sedimentary origin. With regard to the incomplete petrochemical studies, all of the mentioned formations were created in the area of island arc, and magmatic rocks of this complex are confined to the tholeiitic series.

The metallogeny of this complex corresponds to the geotectonical and petrogenetical conditions of formation, featured in the same rock assemblage. Concerning the actual knowledge, the magmatogene Fe-Ti impregnations were identified in metamorphosed gabbros and chlorite schists, then in metamorphosed volcanogenic-sedimentary sulfide mineralizations, as well as in metamorphosed sedimentary hematite mineralizations.

Magnetite impregnations are mostly low graded, and the Fe contents are seldom higher than 10-15%. Only near Raštani occurs a more intensive magnetite impregnation exhibiting 18% Fe. Magnetite is here the most abundant ore mineral, occuring in form of octahedre, up to 3 mm in size, as it is in the Orman mountain, while in all other localities it is of finer grain (near Raštani it is mostly about 1 mm in size, and in other localities it is much finer). Following the order of abundancy, further appeare the titanium minerals (sphene, leucoxene, ilmenite and rutile). It is

interesting to stress that here the mixed magnetite and ilmenite or titanomagnetite grains respectively are rare. The titanium (TiO_2) contents videly vary, starting from nearly 1% up to over 6%, as for example in the mineralization near Raštani, where TiO_2 grades from about 3% to over 5%, or near Dolenci, where the maximum contents reach nearly 6.5%.

Sulfides correspond to the metamorphosed volcanogenic-sedimentary type. The two varieties of these mineralizations have to date been distinguished. One is represented by the pyrite mineralizatioins, occuring as more or less intensive impregnations in chlorite schists near Raštani, at Orman and Požarane mountains. The other variety is registered by the sulfide separated from rocks granulated by grinding and than panned, collected in the Raštani and Orman localities.

The local richer pyrite concentrates are marked by a gossan, in which 25% Fe was determined. However, the pyrite content in chlorite schist as a whole is not high, judging by the sulfur contents, seldom exceeding 0.3%.

The presence of other sulfides in the panned concentrate from the ground rock is of primordial importance. In two samples from the Raštani locality pyrite, chalcopyrite, stibnite, sphalerite and malachite were separated, beside the chief minerals, such as magnetite, martite, ilmenohematite, sphene, leucoxene, ilmenite and rutile. This mineralization is very interesting, disregarding the fact that the concentrate was panned from the ground rock, especially if one takes in account the richer sulfide associations found in the Orman mountain. The metallogenic curiosity is completed by an other fact that in the same locality the metamorphosed dacite-andesite and rhyolite-dacite tuffs and agglomerates were found. Here, the following minerals were detected: pyrite, chalcopyrite, marcasite, arsenopyrite, galena, sphalerite, stibnite, tetrahedrite, chalcosine, bornite, covellite, and malachite. In this locality an association of minerals related to the volcanic activity is evident, but this problem has not enough been focussed.

The next genetical type of mineralization is restricted to the metamorphosed sediments, including the occurrence of ferruginous quartzite with hematite as almost single metallic mineral. The occurrence is located about 300 m northeast from the Midinci village.

Almost all masses of this quartzite bear hematite in various quantities, from sporadic traces to very rich portions, corresponding to massive hematite. The richest part are up to 1.5 m thick, seeming as two horizons, but it is not a reliable appearance, possibly being a folded single bed. At any case, this is the banded type of ore, in which the locally preserved sedimentary structures indicate the corresponding origin of this mineralizatioin. It is considered that in the postgenetical evolution this ore occurrence had undergon the repeated changes, reflected in regeneration and recrystallization of hematite and quartz. As a result of this phenomenon frequently occur hydrothermal quartz and micaceous hematite (specularite).

The iron contents largely vary in this hematite mineralization. Sampling in trenches and in boreholes exhibited the iron contents from about 8% to over 60%. The same variations showed SiO_2 contents (from 8.3% to over 75%). For the time being this is the only such an occurrence found in western Macedonia.

When finally speaking about metallogeny of the green complex, it is necessary the appearance of radioactivity in metatuffs west of Raštani to be emphasized. The radioactive anomaly was detected by the airborne prospection (Vukašinović, 1961), but the checking of this anomaly has unfortunately not been done, its nature

thus being not recognized. If it would be identified, for example, as an uranium anomaly, in such an instance it could be considered as an epigenetic mineralization. From the other side, the mentioned possible origin of that anomaly could be related to the same processes which led to the formation of uranium mineralization near Vrutok (Gostivar), which is but refered to the Hercynian metallogenic epoch.

There is no nead these problems to be developed here, but they are mentioned only as a random connection with the green complex. This author has written about the torbernite occurrence in the (Baikalian) green schists, but in eastern Macedonia (Popović, 1993), and in that case the mentioned uranium mineral was later introduced in rocks of the green complex, supposed to happen during the Hercynian metallogenic epoch.

CALEDONIAN METALLOGENIC EPOCH

Formations of this epoch are widely distributed in western Macedonia. They occur in two synforms separated by two antiforms of green schists, running along the middle part of western Macedonia.

All of the rock masses, formed during the Caledonian tectonic-magmatic cycle are classified as the unique phyllitic complex, including petrogenetical units of lower order, such as phyllitic formation, then formation of metamorphosed quarzose sandstones and conglomerates, as well as carbonate formation. In the framework of all of these formations the subformations and facieses can be distinguished. Discussing the magmatic rocks, it is likely that they could be at least partially distributed as individual formation. However, the phyllitic complex is tectonically very complicated, affected by strong metamorphic changes, so that for instance the former volcanites are hardly to be dicriminated from other metamorphic rocks. For that reason it has been tacken standpoint that the both phyllitic formation and formation of metamorphosed quartzose sandstones and conglomerates are of volcano-sedimentary origin.

The age of the three mentioned formations is proved by paleontological data. Here was in fifties for the first time was identified the Lower and Middle Devonian age for the carbonate formation, then in 1965. Antonović and author of this work discovered the triolibite fauna in the Stogovo mountain, determined as Ordovician in age by Stojanović-Kuzenko. In the mid-seventies, Radoičić and Petkovski announced discovery of the Cambrian fauna, also in the Stogovo mountain. These informations enabled to establish continuity in deposition of sediments in the time span from Lower Cambrian to Middle Devonian.

Concerning magmatic rocks, Šoptrajanova (1967) determined Ordovician age of some metagranitoids from the Pelister mountain, then Deleon found Hercynian age for the Strelci and Vrutok metagranitoids. The age of other magmatic rocks was determined comparing them with the synchronic deposited former sediments. It could be accordingly considered that the age of chief petrological units has been realiably established, except some detailed dismemberments of all formations. On the basis of these data the time of tectonic-magmatic events, as well as the time of formation of ore deposits and occurrences during Caledonian epoch, was established. By the partial, not systematic and incomplete petrochemical and geochemical investigations of magmatic rocks in western Macedonia, it could be assumed that they

were intruded in the continental margin, being of calc-alkalic type, initiating the metallogeny in western Macedonia as well. With regard to the former cognitions, the Caledonian volcanism was developed during the three chief stages (it is belived these to be much more frequent, but only three of them have been clearly distinguished). The oldest stage is signified by the early Cambrian metadiabases and metaspilites; further intrusions brought less basic rocks, including the Ordovician-Silurian medium-acidic and acidic volcanites (of andesitic and rhyolitic character). The last stage took place at the end of Caledonian epoch, but the chief activity was related to the Hercynian epoch.

The metallogenic classification is associated with the corresponding magmatic activity. The iron and manganese deposits are bound on the oldest diabase-spilitic volcanites, occuring at the begining of Caledonian epoch. The change of chemistry of volcanism influenced the chemical modification of metallogeny, meaning the removal of manganese and drastic lessering of the iron introduction. For the first time the considerable amounts of sulfur, as well as the copper, lead and zinc infiltratiolns have been mentioned. At that time some smaller iron deposits, accompanied by the lead, zinc and copper sulfide deposits, were created. In the next magmatic and volcanic or metallogenic stage respectively the change of chemical composition appeared again, causing retreating of lead, zinc, and copper, and large iron deposits (hematite schists) were formed again, finalized by creation of the manganese deposits and occurrences of the "Cer" type.

Concerning only iron and manganese appearance, the entire phyllitioid complex could be divided into three ore levels. The first two levels are restricted to the phyllitic formation, and the third one is related to the metamorphosed quartzose sandstones and conglomerates, or to the transitional zone of this formation into the carbonate formation. In the phyllitic formation the footwall and hanging wall ore series are to be distinguished. They differ not only by stratigraphical position, but also by presence of the manganese deposits (Stogovo type) and iron deposits (Darda Kula - Tajmište type) in the footwall series. In the hanging wall series however only iron deposits of the Čaušica (Tajmište) and Demir Hisar type occur.

IRON

The footwall series. The silicate-carbonate-oxide types of iron deposits occur in the footwall series, as it was already stressed. These are oolitic ores, including Fe-chlorite (identified as chamosite, seldom as thuringite), accompanied by siderite and little magnetite. One of the obvious chemical feature of both series is the phosphorus grade which is present in the series in quantities less than 1%, compared with the hanging wall series where phosphorus is much higher (locally even to 3%).

The iron ores of this series occur mostly as stratiform of lense-like bodies, embeded in the metaclastic environment with the local appearance of calcareous schists.

The chief deposits occur in the Babin Srt, Ržanski Rid and other localities near Ehloec in the Stogovo mountain area as well as the Darda Kula locality in the Tajmište ore field.

In the Stogovo mountain massif the huge ore bodies occur, even more than 600 m long, and more than 20 m thick, unfortunately representing non profitable ore reserves, although discovery of the new large ore bodies could be foreseen. The iron

contents are generally low, ranging from 20-35%, although in some portions contents even higher than 40% were found, but in the low sized bodies. It should be however stressed that the overmentioned informations are mostly of preliminary character, the all ore occurrences in the Stogovo mountain being not researched in details.

The Darda Kula ore deposits in the "Tajmište" locality is of a considerable economic potential, contrary to the Stogovo mountain mineralizatioins, with the reasonably assured reserves of 60 million tons of ore, averaging 36.50% Fe and about 18% SiO_2, with the phosphorus contents, as already mentioned, less than 1% (the mean content is 0.93% P).

The hanging wall series is featured by ore deposits embedded in an environment built up of metaclastic and metacarbonate rocks. Various types of metasandstones, sericite phyllites, graphitic phyllites, quartzites, metadiabases, metaspilites, limestones and other schists, have been identified. This ore series was also of the volcanogenic-sedimentary origin, as the previously described one. Iron was introduced by volcanic emanations, probably in form of chloride, the primary iron being related to Fe-chlorite, siderite and magnetite, less to hematite. The primary siderite is subordinated, chiefly deposited in the post-ore time and through the process of repeated sideritization, as it was the case with magnetite as well. Oposite to the footwall series, in the hanging wall series siderite is actually predominant, followed by magnetite and Fe-chlorite. Most of siderite, as well as one portion of magnetite, derived from the disintegrated Fe-chlorite (chamosite), exhibiting oolitic texture. The oolitic grains are composed of Fe-chlorite (chamosite and thuringite), siderite and magnetite. Oolites are commonly deformed, showing mostly an ellipsoidal instead of round shape.

In all of the recongnized deposits the ore bodies, either as a whole or in details, dominated by any of the mentioned minerals, are easily to be distinguished, depending on presence of individual minerals. As an example the ore bodies with predominant magnetite are present in the Čaušica locality, as it is case with the Požarane mountain locality or near Malkoec, then in the "Demir Hisar" deposit or elsewhere. Siderite but dominates in some mine sections in the Čaušica ("Tajmište", mining districts I and II), then in Orlov Kamen locality, near Novo Selo, Sapotnica, Vardino, etc.

The hanging wall series is characterized, among other things, by some higher iron contents, as it is case in the footwall series, then by lower SiO_2 content, and high phosphorus grade (even to 3%).

The most important ore deposits of this ore series are in the Čaušica locality ("Tajmište" mining districts I, II, III, and IV), where the reasonably assured reserves totalize about 40 million tons of ore, averageing 38.44% Fe, 16.9% SiO_2 and more than 2% P (frequently to 3%).

The Požaranska Planina ore deposit is limited in size, originally formed as the unique body, later tectonically separated into several blocks. The assured ore reserves totalize about 650000 t, exhibiting average grades 40.60% Fe, 11.53% SiO_2, more than 2% P; it is also interesting to mention the high sulfur content (2.42%). This relatively limited ore deposit is promissing one, being of a good quality, with the high iron and low silica contents, connected with the satisfactory comunications as well, considering 10 km of good road from Požarane to Gostivar and further 40 km from Gostivar to the "Skopje" bloomery.

The Malkoec ore deposit is located in the vicinity of Kičevo, including two ore bodies with predominant siderite in one body and magnetite in the other one, totaling 3.5 million tons of ore, with mean contents 41.15% Fe, representing the most important ore deposit, after "Tajmište" and "Demir Hisar" mines, after cognitions to date. The investigations are here not definitely terminated, and it is expected the further two million tons of iron ore of good quality to be discovered by the additional research works.

In the Orlov Kamen locality a small ore deposit with siderite as the chief mineral of oolitic texture is present. The iron ore grade is more than 41%, and the silica contents range from 10-20%. The ore paragenesis is represented by siderite, little Fe-chlorite and magnetite, and by much limonite. The until recently found ore reserves totalize about 40000 t.

The Demir Hisar ore field, including several ore bodies or deposits, such as Žvansko, Damjanova Glava, Sopotničko, Mrenoško, Majdanište, Josifovo, is - after the "Tajmište" mine - the largest known iron ore deposit in western Macedonia. Here, a large gossan has been developed by weathering of Fe-chlorite and siderite. Magnetite is the next important ore mineral. Thuringite is subordinated, and hematite is sporadic. The ore is also of oolitic texture, oolites commonly being deformed.

The reasonably assured ore reserves have totalized about 8 million tons exhibiting mean contents of 36.8% Fe and 14% SiO_2. In the gossan the high limonite concentrations have been found, being exploited after removal of clayey constituent.

Similar to the "Demir Hisar" ore deposit are some ore occurrences between Novo Selo, Sapotnica and Varidno, where the research works have not been completed. These occurrences are characterized by oolitic texture, and siderite is the predominant ore mineral.

It is likely that all ore deposits and occurrences in the larger "Demir Hisar" mine area are confined to a single basin, having not the comunication with the "Tajmište" basin. This basin was namely related to an arc-like depression, occuring at the border of a large paleovolcanic center, which yielded voluminous quantities of iron. It has actually been pointed out by metabasic rocks, extending from the Novo Selo, throughout Žvan, up to the Orlov Kamen localities. The iron ore deposits and occurrences are distributed parallel to the metabasite range, suggesting possiblity the other, still undiscovered ore mineralizations to be detected in the domain of these igneous rocks. In the framework of the hanging wall ore series, some other deposits and occurrences, beside the mentioned ones, are known as well. The largest one among these is the Visoko Drvo ore deposit, situated about 12 km NE of Ohrid, indicating the reasonably assured reserves of about 250000 t of ore, exhibiting 38.2% Fe and high SiO_2 (even to 40%). Similar to this deposit are the ore occurrences near Crvene Vode and Bolno localities. They are also featured by oolitic texture, showing also the high sulfide contents, related to the corresponding metal contents, such as Zn to 0.18%, Pb to 0.1%, than several hundreds grams per ton of copper, antimony, arsenic, etc., compared with the other sterile iron ore deposits and occurrences in western Macedonia. These properties have pointed out a lateral facies of the hanging wall ore series.

FORMATION OF METAMORPHOSED QUARTZOSE SANDSTONES AND CONGLOMERATES

This formation is stratigraphically disposed between the phyllitic and carbonate formations, gradually replacing the underlying phyllitic formation, and gradually passing into the overlying carbonate formation. This formation had been deposited contemporary with the diabase-spilitic and andesite-keratophyric volcanism. In this time the considerable amount of iron was introduced into this formation by volcanic emanations, actually occuring as hematite schists, seldom as massive hematite. In this formation the variable hematite concentrations are present, starting from traces to high values, generally exhibiting the most common iron contents to 30%, and silica contents mostly more than 30%. Locally occur some high iron concentrations forming ore deposits, such as in the Baba Sač locality (former "Cer" mine), near Judovo, where the ore reserves of about 600000 t have been found, grading 40-51.54% Fe, 11.73-17.23% SiO_2, with remarkably characteristical (after Cissarz) prosphoritic concretions. Similar to that one is the deposit in the area of former "Cer" mine, where the ore reserves are estimated from about 500000-1000000 t. Unfortunately, this deposit was destroyed during the manganese ore exploitation, hematite being mostly dumped.

Beside the mentioned iron deposits and occurrences, some other of these occur near Turje, Grkopolje, Kuratica and Izbište lokalities, then in the Bistra mountain, N and NW of Tajmište.

Near Kuratica in the Mala Planina mountain appeares a limited ore body of about 10000-20000 t, averaging 60% Fe and less than 5% SiO_2. Next are hematite schists in the Izvor and Osoje localities, with estimated ore reserves of several million tons, grading less than 30% Fe.

As far as concerned the origin of the iron ore mineralizations in western Macedonia, the question is, in our opinion, about the volcanic-sedimentary origin and about the post-ore period of strong regenerative transformations, particularly under the influence of rich-in-CO_2 fluids, resulting in the repeated transformations of Fe-chlorites and repeated sideritization. Such transformed rocks were further deformed by the post-ore tectonics, the original thickness being doubled in some places by folding, forming boudinage structures in some other places, which were by the further tectonic processes separated into boudines, acting individual ore bodies of the actual lenselike shape.

MANGANESE

The two types of manganese ore deposits and occurrences have been distinguished, as implied by actual knowledges. The first one was formed at the begining of Caledonian epoch, when manganese was forced before iron, producing large ore bodies in the Stogovo mountain. These bodies could be stratigraphically restricted to the footwall ore series. The both iron and manganese deposits are either in stratigraphical or in spacious position very close. They are separated in time, in that way the manganese mineralizations being firstly deposited, and by later introduction of iron the iron ore deposits of the footwall series were produced. These manganese ore deposits are confined to the carbonate-silicate type, intensively affected by later changes, manifested as manganese reconcentration and enrichment, particularly in the domain of manganese hat.

The most important ore bodies and deposits are situated at Vrbjansko, Užinice, Babin Srt and Karadere localities, where as primary ore minerals appears psilomelane, pyrolusite, rodochrosite, and Mn-carbonate; pyrolusite, manganite and braunite constitute the secondary paragenesis.

The Užinice ore body is of the best quality, including nearly one million tons of ore (see Table 32 in the text, where ore reserves and chemistry of individual ore bodies have been presented).

The manganese ore field Stogovo contains huge amounts of the carbonate-silicate ore, with the positively solved technology for the ferromanganese and metallic manganese production, and if taken as an unique ore deposit, it could be considered as the largest one in the Balkan Peninsula, including the estimated reserves of more than 25 million tons of ore. Such an ore potential had to be evaluated. This deposit is of the same (volcanic-sedimentary) origin as the iron ore mineralizations from the footwall series.

Manganese deposits in the Baba Sač locality (the "Cer" ore deposit) were formed after the deposition of hematite schists, compared with the Stogovo manganese deposit, formed prior to the deposition of iron ores.

In the "Cer" mine at the Baba Sač locality about 200000 t of ore were extracted, the grades ranging from 26-38% Mn. This is the oxide type of manganese ore, strongly regenerated under the influence of emanatiions derived from the Kruševo granitoid in the Mesozoic time. The estimated manganese ore reserves in the ancient "Cer" mine could measure several hundred thousands tons, but most of the ore was lost by the former malpracticed exploitation, although research works have not been completed for the larger area.

Beside this locality, the occurrences of the same type of manganese mineralizations are known at some other localities, such as Crsko, Veliko Ilino, Malo Ilino, Kuratica, and at other localities, where the considerable Mn-mineralizations are to be anticipated. Such a feature is evident according to numerous indications, considering stratigraphical relations, mechanically dispersed fragments of Mn-ore as aureoles, and regeneration visible either in the mentioned fragments or in outcrops. The next important evidence are preserved hanging wall crystalline limestones, as well as the presence of metavolcanites, supposed to be in the closest genetical relation with the manganese yield.

HERCYNIAN METALLOGENIC EPOCH

For the metallogeny of this epoch the most interesting are metagranitoid and metarhyolitic rocks, compared with all other mentioned formations. They intrude the older formations, forming skarns of hornstones with mineralizations of variable intensity. These rocks occupy a large area in western Macedonia, from the Prespa depression, Plakenska Planina mountain, and the Bigla mountain in the south, up to the Šar Planina mountain to the north. Distribution of the contact-metamorphic rocks and accompanied mineralizations is in accordance with the mentioned position of magmatic rocks.

FORMATION OF METAMORPHOSED QUARTZOSE SANDSTONES AND CONGLOMERATES

This formation is stratigraphically disposed between the phyllitic and carbonate formations, gradually replacing the underlying phyllitic formation, and gradually passing into the overlying carbonate formation. This formation had been deposited contemporary with the diabase-spilitic and andesite-keratophyric volcanism. In this time the considerable amount of iron was introduced into this formation by volcanic emanations, actually occuring as hematite schists, seldom as massive hematite. In this formation the variable hematite concentrations are present, starting from traces to high values, generally exhibiting the most common iron contents to 30%, and silica contents mostly more than 30%. Locally occur some high iron concentrations forming ore deposits, such as in the Baba Sač locality (former "Cer" mine), near Judovo, where the ore reserves of about 600000 t have been found, grading 40-51.54% Fe, 11.73-17.23% SiO_2, with remarkably characteristical (after Cissarz) prosphoritic concretions. Similar to that one is the deposit in the area of former "Cer" mine, where the ore reserves are estimated from about 500000-1000000 t. Unfortunately, this deposit was destroyed during the manganese ore exploitation, hematite being mostly dumped.

Beside the mentioned iron deposits and occurrences, some other of these occur near Turje, Grkopolje, Kuratica and Izbište lokalities, then in the Bistra mountain, N and NW of Tajmište.

Near Kuratica in the Mala Planina mountain appeares a limited ore body of about 10000-20000 t, averaging 60% Fe and less than 5% SiO_2. Next are hematite schists in the Izvor and Osoje localities, with estimated ore reserves of several million tons, grading less than 30% Fe.

As far as concerned the origin of the iron ore mineralizations in western Macedonia, the question is, in our opinion, about the volcanic-sedimentary origin and about the post-ore period of strong regenerative transformations, particularly under the influence of rich-in-CO_2 fluids, resulting in the repeated transformations of Fe-chlorites and repeated sideritization. Such transformed rocks were further deformed by the post-ore tectonics, the original thickness being doubled in some places by folding, forming boudinage structures in some other places, which were by the further tectonic processes separated into boudines, acting individual ore bodies of the actual lenselike shape.

MANGANESE

The two types of manganese ore deposits and occurrences have been distinguished, as implied by actual knowledges. The first one was formed at the begining of Caledonian epoch, when manganese was forced before iron, producing large ore bodies in the Stogovo mountain. These bodies could be stratigraphically restricted to the footwall ore series. The both iron and manganese deposits are either in stratigraphical or in spacious position very close. They are separated in time, in that way the manganese mineralizations being firstly deposited, and by later introduction of iron the iron ore deposits of the footwall series were produced. These manganese ore deposits are confined to the carbonate-silicate type, intensively affected by later changes, manifested as manganese reconcentration and enrichment, particularly in the domain of manganese hat.

The most important ore bodies and deposits are situated at Vrbjansko, Užinice, Babin Srt and Karadere localities, where as primary ore minerals appears psilomelane, pyrolusite, rodochrosite, and Mn-carbonate; pyrolusite, manganite and braunite constitute the secondary paragenesis.

The Užinice ore body is of the best quality, including nearly one million tons of ore (see Table 32 in the text, where ore reserves and chemistry of individual ore bodies have been presented).

The manganese ore field Stogovo contains huge amounts of the carbonate-silicate ore, with the positively solved technology for the ferromanganese and metallic manganese production, and if taken as an unique ore deposit, it could be considered as the largest one in the Balkan Peninsula, including the estimated reserves of more than 25 million tons of ore. Such an ore potential had to be evaluated. This deposit is of the same (volcanic-sedimentary) origin as the iron ore mineralizations from the footwall series.

Manganese deposits in the Baba Sač locality (the "Cer" ore deposit) were formed after the deposition of hematite schists, compared with the Stogovo manganese deposit, formed prior to the deposition of iron ores.

In the "Cer" mine at the Baba Sač locality about 200000 t of ore were extracted, the grades ranging from 26-38% Mn. This is the oxide type of manganese ore, strongly regenerated under the influence of emanatiions derived from the Kruševo granitoid in the Mesozoic time. The estimated manganese ore reserves in the ancient "Cer" mine could measure several hundred thousands tons, but most of the ore was lost by the former malpracticed exploitation, although research works have not been completed for the larger area.

Beside this locality, the occurrences of the same type of manganese mineralizations are known at some other localities, such as Crsko, Veliko Ilino, Malo Ilino, Kuratica, and at other localities, where the considerable Mn-mineralizations are to be anticipated. Such a feature is evident according to numerous indications, considering stratigraphical relations, mechanically dispersed fragments of Mn-ore as aureoles, and regeneration visible either in the mentioned fragments or in outcrops. The next important evidence are preserved hanging wall crystalline limestones, as well as the presence of metavolcanites, supposed to be in the closest genetical relation with the manganese yield.

HERCYNIAN METALLOGENIC EPOCH

For the metallogeny of this epoch the most interesting are metagranitoid and metarhyolitic rocks, compared with all other mentioned formations. They intrude the older formations, forming skarns of hornstones with mineralizations of variable intensity. These rocks occupy a large area in western Macedonia, from the Prespa depression, Plakenska Planina mountain, and the Bigla mountain in the south, up to the Šar Planina mountain to the north. Distribution of the contact-metamorphic rocks and accompanied mineralizations is in accordance with the mentioned position of magmatic rocks.

When iron and manganese are discussed, for the Hercynian metallogenic epoch only the scarn-type iron occurrences are characterized. After the actual knowledge, a limited ore body occurs near the Kriveni village (in vicinity of Resen, on the SW banks of the Bigla mountain), and an other one appeares near Berikovo (NE of Kičevo). The other occurrences are smaller and are situated only between the Berikovo and Padalište localities.

None of the iron occurrences is, according to the knowledge to date, of economic importance. It should be however stressed, that it would be interesting the all contact zones of metagranitoids and metarhyolites with carbonate rocks in the Berikovo-Padalište zone to be investigated, the more so the iron mineralizations being accompanied by the augmented rare metals contents.



Dr Radule Popović, diplomirani inženjer geologije, rođen 2.10.1933. od oca Bogdana i majke Sofije (rođ. Avdalović) u Njegoševu kod Bačke Topole, ali je u matičnoj knjizi rodjenih opštine Ada (Bačka) upisano da je rođen u tom mestu, tako da su mu sva dokumenta vezana za Adu kao mesto rođenja.

Najranije detinjstvo provodi u Adi. Pred početak drugog svetskog rata sa roditeljima i bratom seli se u Gacko (Hercegovina), gde se upisuje u Osnovnu školu. Sredinom 1941.god. ustaše su mu ubile oca. Ratne godine, sa majkom, bratom i sestrom, provodi u Gacku. Po oslobodjenju Gacka 1.9.1944. god. nastavlja, ratom prekinuto, školovanje u osnovnoj školi i završava je 1945., kada se vraća u Adu gde završava Nižu gimnaziju 1948., a u Mostaru Višu gimnaziju 1953. god. Tada prelazi sa školovanjem u Beograd gde se upisuje na Geološki fakultet Tehničke velike škole, danas Rudarsko-geološki fakultet, na kome diplomira 23.5.1959. god. Odmah po završetku fakulteta odlazi na Rudnik uglja "Vrbica" u Gacku, gde radi najpre kao tehnički direktor, a potom kao V.D. direktora Rudnika do 15.2.1961. god. kada prelazi u Institut za istraživanje nuklearnih sirovina, današnji Geoinstitut.

U Institutu najpre počinje da radi na geološkim istraživanjima urana, ruda gvožđa, mangana, zatim obojenih metala, a poslednjih desetak godina istražuje plemenite metale na teritoriji Srbije, Makedonije, Bosne i Hercegovine i Crne Gore.

U periodu od 1970. do 1972. god. radi na istraživanjima obojenih metala u Turskoj, a 1974. na geološkom kartiranju u Libiji. Pred kraj 1977. i u prvoj polovini 1978. god. nalazi se na studijskom boravku u Francuskoj. Tada obilazi najveća ležišta urana i niz nuklearnih postrojenja, potom najveća ležišta gvožđa severoistočne i zapadne Francuske.

U vremenu od novembra 1979. do aprila 1984. god. bio je generalni direktor Geoinstituta.

Kao student dva puta je nagrađivan za studentske stručne radove. Najpre 1956. god. za rad: "Boksitna ležišta Jugoslavije", dobio je drugu, a sledeće 1957. god. za rad: "Ekonomsko - geološki pregled boksitnih ležišta Crne Gore" dobio je prvu nagradu na Univerzitetu u Beogradu.

Radeći na istraživanjima gvožđa u zapadnoj Srbiji omogućeno mu je da uradi doktorsku disertaciju, koju je 21.6.1983. god. uspešno odbranio na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, a već sledeće godine je objavio kao monografiju pod naslovom: "Metalogenija metamorfikuma drinske oblasti (zapadna Srbija)".

Objavio je više od 90 naučnih radova u Jugoslaviji, SAD, Holandiji, Japanu i Turskoj, a 1989. objavljuje još jednu monografiju pod naslovom: "Geologija zapadne Makedonije - proterozoik i paleozoik".

Učestvuje na mnogim domaćim naučnim skupovima, a u inostranstvu na 26., 27., 28. i 29. Međunarodnom geološkom kongresu i 1. kongresu geologa Srednjeg istoka, sa zapaženim naučnim radovima.

U zvanje naučnog savetnika izabran je 4.9.1989. god.

Tokom studija bio je više godina studentski rukovodilac, a kasnije bio je član Upravnog odbora Srpskog geološkog društva u više mandata, član i predsednik Naučnog veća Geoinstituta, u više saziva, predsednik Skupštine Saveza geoloških društava SFRJ, zatim takođe u više saziva bio je član redakcionog odbora časopisa Radovi Geoinstituta i član većeg broja komisija pred kojima su branjene magistarske i doktorske disertacije. Sada je rukovodilac naučnog projekta koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnologiju Republike Srbije, potpredsednik je Upravnog odbora i predsednik Naučnog veća Geoinstituta i ekspert Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Savezne republike Jugoslavije.