

Geol. vjesnik	Vol. 41	str. 395—405	Zagreb 1988.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 553.3

Izvorni znanstveni rad

Rudne pojave Medvednice

Boris SINKOVEC, Ladislav PALINKAS i Goran DURN
*Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
 Pierottijeva 6, YU — 41000 Zagreb*

Na Medvednici, planini u neposrednoj blizini Zagreba, nalazi se veći broj malih rudnih pojava na kojima se povremeno rudarilo, pretežno u XVII vijeku. Njezin neobičan položaj na rubu Dinarskog orogenog sistema i Pannonskog bazena, gotovo okomito pružanje na generalni pravac pružanja Dinarida, razne metamorfne i magmatske stijene, među kojima dominiraju zeleni škriljci, privlače pažnju geologa duži niz godina.

U radu se daje kratak opis još uvijek dostupnih starih rudarskih radova i izdanaka. Genetska razmatranja treba uzeti s izvjesnom dozom opreza pošto su izvedena na ograničenom broju geoloških podataka od kojih mnogi još uvijek nisu definitivno i potvrđeni. Ležišta nemaju ekonomsku vrijednost, ali bi mogla korisno poslužiti u nekim budućim geokemijskim i izotopskim istraživanjima da se riješi problem geološke evolucije Medvednice.

Medvednica, a mountain north of Zagreb, bears a number of small ore occurrences which have been mined since the 17th century. Its peculiar position at the border of the Dinaric orogeny system and Pannonian basin, perpendicular to the general alignment of Dinarides, varieties of metamorphic and igneous rocks, particularly greenstones, attracts attention ever since the beginning of geology in this country.

The presented paper is intended to give a short description of still accessible old mining works or outcrops. Genetical consideration should be regarded with certain hesitation since they were done with limited geological data. There is no economic importance of the deposits, but they might be extremely useful in some future geochemical or isotopical investigation directed to solve still uncertain knowledge of Medvednica geological evolution.

UVOD

Iako se na Medvednici nalazi veći broj rudnih pojava, one do sada nisu bile detaljnije istraživane, s izuzetkom nekih pojava željezne rude.

Prema podacima Laszowskog (1942) na Medvednici započelo se rudariti na zlato i srebro 1608. g. U XVII st. grofovi Zrinski eksploatirali su srebronosni galenit kod Sv. Jakoba, gdje se nalaze dijelom pristupačni podzemni radovi i tragovi površinske eksploatacije. U području gornjeg toka Bistra potoka u XIX st. istraživane su s nekoliko potkopa pojave galenita (Čepelak i dr., 1986). Tučan (1919) navodi da se južno od Gornje Stubice na području Slanog potoka kopala limonitna ruda, a po ostacima troske vidi se da je na tome mjestu ruda i taljena.

Posljednja istraživanja na Medvednici izvođena su od 1953. do 1956. god., kada su istraživane pojave magnetitno-hematitne rude na jugoistočnim padinama Medvednice i pojave limonita u Rudnici kod Slanog potoka (Šinkovec, 1954, 1957, Jurković, 1955).

O rudnim pojavama Medvednice ima malo objavljenih podataka. Kišpatić (1901), Tućan (1919) i Jurković (1959) samo spominju pojedine rudne pojave. Jurković (1962) smatra da kvarcno-sideritne žice s halkopiritom kod Bistre pripadaju variscijskoj metalogenoj epohi. Olovno-cinčane pojave kod sv. Jakoba i »Francuskih rudnika« svrstava u mezojnosku metalogenu epohu, ali navodi da postoji mogućnost da pripadaju variscijskoj metalogenoj epohi. U navedenom radu spominje i hematitno-magnetitne kvarcne škriljce te daje detaljni opis načina pojavljivanja rudnih pojava, strukture rude i mineralne parageneze (hematit, magnetit, kvarc, klonit, getit, lepidokrokot i Mn oksidi) i iznosi mišljenje da ove pojave željezne rude pripadaju tipu itabirita (željezovitog kvarcita). Marić (1959) smatra da su ove pojave željezne rude nastale kontaktno-metamorfnim i termometamorfnim djelovanjem ultrabazičnih magmi za vrijeme variscijske orogeneze.

Od mnogobrojnih rudnih pojava i nalazišta minerala na Medvednici koja su prikazana na preglednoj karti u Mineraloškom vodiču po Medvednici (Čepelak i dr., 1986) u ovom radu opisane su samo pojave željezne, bakrene i olovne rude, te barita. Od pojava željeznih ruda istraživane su pojave magnetitno-hematitne rude na području Adolfovca i pojave limonita u Rudnici, olovne rudne pojave Rudarski vrt i u Bistranskoj Gori, a od barita pojava koja se nalazi južno od Brestovca. Nadalje, mikroskopski su istraživani uzorci rude koji se nalaze u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju i koje nam je ljubazno ustupio mr. sci. V. Zebec na čemu mu zahvaljujemo. To su uzorci bakrene rude od Mikulića i Bačuna, te pojave galenita nad Medvedgradom. Točna lokacija nalaza ovih uzoraka nije poznata, te stoga nije moguće dati opis izdanaka dotičnih rudnih pojava.

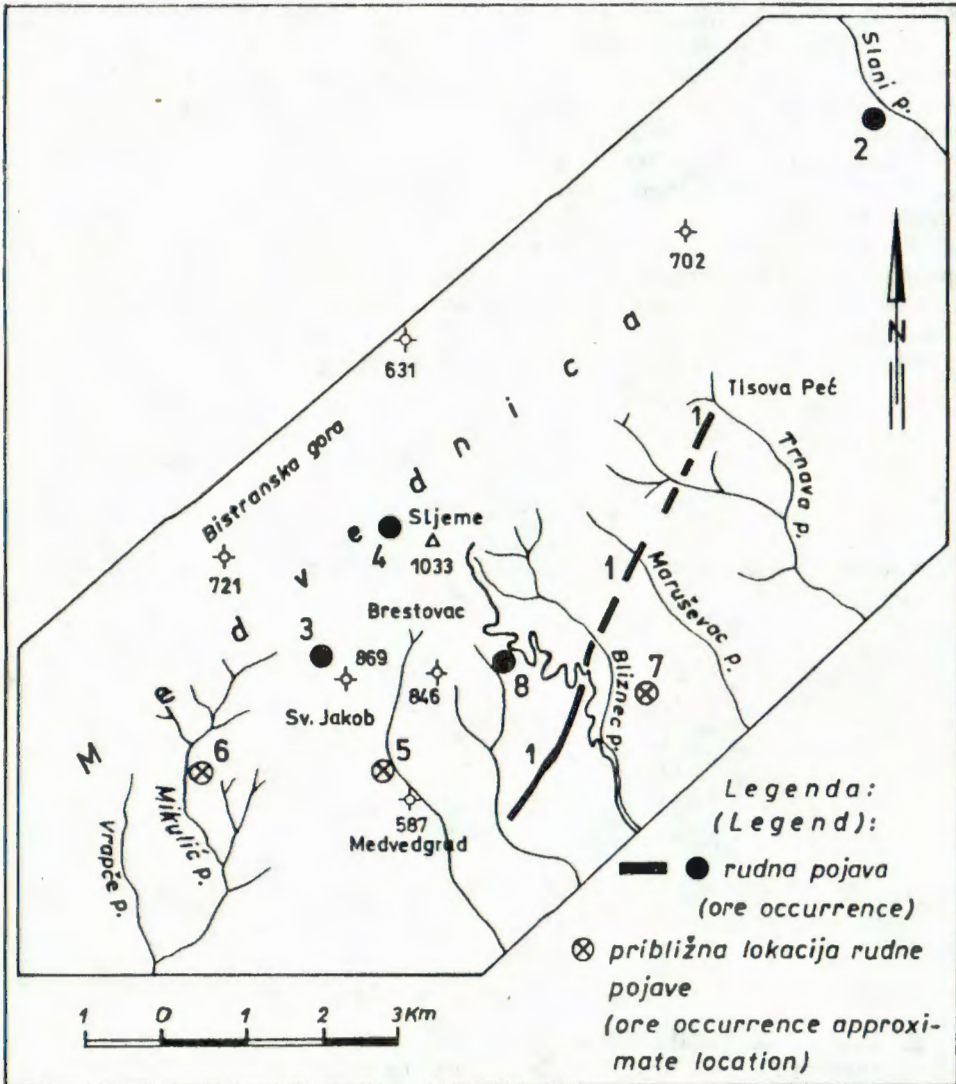
OPIS RUDNIH POJAVA

*Pojave magnetitno-hematitne rude Pustodol—Adolfovac—Tisova Peć**

Na jugoistočnim padinama Medvednice u zelenim škriljcima devonsko-karbonske (?) starosti (Šikić i dr., 1972) nalaze se pojave željezne rude u zoni dugoj 6 km i širokoj oko 0,5 km, paralelnoj pružanju Medvednice. Rudne pojave su na nadmorskoj visini od 600—800 m, na potezu od potoka Pustodol na jugozapadu pa do Tisove Peći na sjeveroistoku. U svom jugozapadnom dijelu od Pustodola do Adolfovca, u dužini od 1,5 km, zona je bogatija i tu se nalazi najveći broj rudnih izdanaka.

Rudni izdanci u rudonosnoj zoni su rijetki i njihov ukupni broj ne prelazi 20. Dužina izdanaka je do nekoliko desetaka metara, debljina 2—3,5 m, a nagib im je pretežno 25° do 45° prema sjeverozapadu. Ruda je tanko uslojena i škriljave teksture, a sastoji se od naizmjeničnih tankih proslojaka rudnih i jalovinskih minerala. Debljina proslojaka je od 1 cm do manje od 1 mm.

* Detaljno proučavanje ovih rudnih pojava je u toku, pa ćemo stoga ovdje dati samo osnovne podatke o njima.



Sl. 1. Položajna karta rudnih pojava Medvednice.

Fig. 1. The geographical position of the Medvednica ore occurrences.

1 — Pustodol — Adolfovac — Tisova Peć; 2 — Rudnica; 3 — Rudarski Vrt; 4 — Bistranska gora; 5 — Nad Medvedgradom; 6 — Mikulić; 7 — Bačun; 8 — Brestovac.

U rudi je utvrđena sljedeća mineralna parageneza: rudni minerali: hematit, magnetit, martit, pirit, getit, lepidokrokit, psilomelan i piro-luzit. Jalovinski minerali: kvarc, klorit, sericit, stilpnomelan i aktinolit.

Od rudnih minerala najobilniji je hematit. Magnetit je također čest, a većim dijelom prešao je u martit. Ostali minerali su podređeni a pirit je nađen samo u jednom uzorku. Od jalovinskih minerala kvarca ima znatno više od drugih minerala.

Stilpnomelan je određen po njegovom svojstvenom pleohroizmu (zlatnožuti i crvenosmeđi). Stilpnomelan je karakterističan mineral za neke parageneze metamorfnih stijena. Tako je utvrđen u stijenama silikatno-željezne formacije područja Gornjih jezera u SAD, koje su pretrpjele regionalni metamorfizam niskog stupnja (James, 1954).

Količina rudnih minerala u rudi je niža od količine minerala jalovine, tako da sadržaj željeza rijetko prelazi 30%. Kao primjer možemo navesti tri analize prosječnih uzoraka rudonosnog sloja.

Fe ₂ O ₃	36,24 %	25,83 %	33,31 %
FeO	5,60	2,00	8,40

(Analize izrađene u Željezari Sisak, 1954. g.)

Nadalje izrađena je jedna analiza rude (1) i jalovinskog proslojka u rudi (2):

	1	2
SiO ₂	61,23 %	91,15 %
TiO ₂	0,44	0,24
Al ₂ O ₃	4,89 %	0,67 %
Fe ₂ O ₃	20,84	4,65
FeO	5,21	0,72
MnO	0,16	0,19

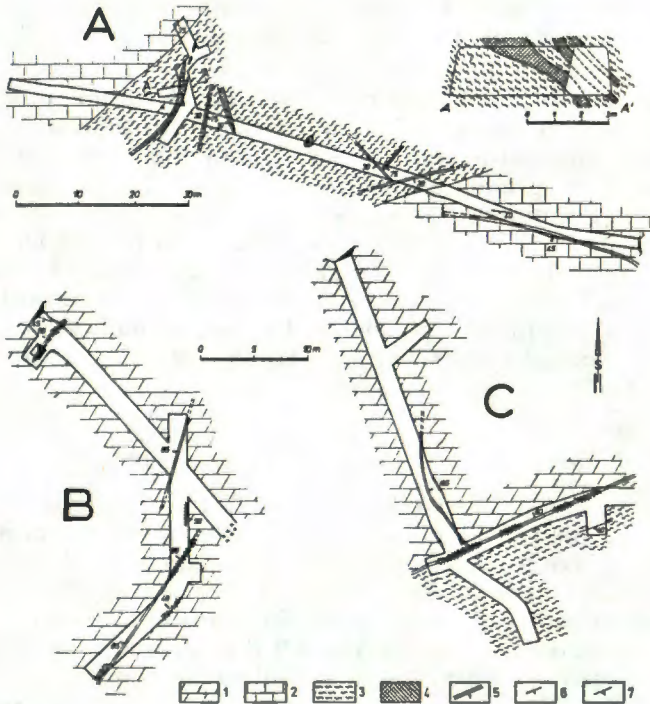
(Izrađeno u laboratoriju Zavoda za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju, RGN fakulteta.)

Pojave limonita Rudnica

Za razliku od prethodno opisane rudne pojave koja je u devonsko-karbonskim (?) stijenama, pojave limonita nalaze se u slabo metamorfiziranim naslagama kojima se pripisuje donjopermska (?) starost (B a s c h, 1980) i koje su na području rudnih pojava predstavljene pločastim i škriljavim mramoriziranim vapnencima i kvarcno-kloritno-sericitnim škriljcima.

Na zapadnoj strani Slanog potoka, osobito oko lokaliteta Mačkova Peć i Hozji Hrt, mnogobrojne su pojave starih rudarskih radova i ostataka troske. Ovi ostaci i izdanci rudnih žica dali su povoda da se istraži ovo područje. Izrađen je veći broj istražnih raskopa i potkop dug 125 m s kraćim prečnicima. Utvrđen je veći broj rudnih žica koje su po pružanju i padu kratke i rijetko prelaze dužinu od 20 m. Obično su lečastog oblika ili se žica sastoji od niza manjih leća. Debljina žica je od neko-

liko decimetara do jednog metra. Generalno pružanje žica je sjever—jug, s padom prema zapadu ili istoku, ali odstupanja su velika. Žice se nalaze i u vapnencima i u škriljcima i često su konkordantne s padom, odnosno škriljavošću. Zapaženo je da se žice nalaze i na granici dviju vrsta stijena. Tektonski su poremećaji zahvatili stijene i žice, što ukazuje da je glavno djelovanje tektonike mlađe od orudnjenja (sl. 2).



Sl. 2. Geološko-jamske karte rudne pojave limonita Rudnica (A) i olovno-cinčane rudne pojave »Francuski rudnici« (B — gornji rova, C — donji rova).

1 — Dolomiti, 2 — Vapnenci, 3 — Škriljci, 4 — Rudna mineralizacija, 5 — Rasjed, 6 — Nagib sloja, 7 — Folijacija.

Fig. 2. Geological underground mapping of limonitic ore occurrence Rudnica (A) and lead-zinc ore occurrence »French mines« (B upper adit, C — lower adit).

1 — Dolomites, 2 — Limestones, 3 — Schists, 4 — Ore mineralization, 5 — Fault, 6 — Dip of bed, 7 — Foliation.

Primarni rudni minerali su siderit, pirit, halkopirit, kvarc, a sekundarni getit, lepidokrokrit, psilomelan i kalцит. Siderit je glavni mineral, dok su drugi primarni minerali znatno podređeni. Siderit je gotovo potpuno limonitiziran.

Kemijska analiza srednjeg uzorka: Fe = 38,16 %, Mn = 2,87 %, SiO₂ = 30,62 %, S = 0,21 %, P = 0,32 %.

Pojava olovne rude Rudarski vrt (Sv. Jakob)

Rudna pojava nalazi se oko 150 m jugozapadno od planinarskog doma Grafičar. Na tome mjestu teren je zaravnjen i izgrađen od dolomita devonsko-karbonske (?) starosti. Jasno se raspoznaju tragovi manje površinske eksploatacije, a dijelom je pristupačan jedan rov. Orudnjenje se bolje zapaža na površini nego u rovu, a sastoji se od spletova nepravilnih žilica, uprskanja i leća galenita u dolomitu.

Mikroskopskim pregledom utvrđena je jednostavna parageneza: galenit, sfalerit, pirit, dolomit, kvarc, a od sekundarnih minerala anglezit i ceruzit.

Galenit je najobilnije zastupljen rudni mineral. Krupno je kristalast, a pukotine kalavosti su mu mjestimično savijene, što ukazuje da je bio podvrgnut tektonskim pritiscima. Sfalerit je znatno rjeđi od galenita. Pretežno se nalazi na granici galenita i dolomita ili kao sitna zrna u galenitu. Ima svijetle unutrašnje refleksije i redovno je potiskivan od galenita. Pirit je malo rjeđi od sfalerita. Najčešće je u pojedinačnim zrnima ili manjim masama na kontaktu galenita i dolomita. U manjoj mjeri potiskivan od galenita i sfalerita, što znači da je redosljed starosti sulfida: pirit → sfalerit → galenit. Uz galenit nalaze se krupnija zrna dolomita i, rjeđe, kvarc. Galenit je rijetko uz rubove zrna prešao u anglezit i ceruzit.

Pojave olovne rude u Bistranskoj gori

Na sjevernim padinama Medvednice na području gornjeg toka Bistra potoka što se zove Bistranska gora, nalazi se više rudnih pojava koje su istraživane kraćim potkopima («Francuski rudnici»). Neki od tih potkopa su pristupačni, tako da se u njima kao i u njihovoj blizini na površini mogu naći rudne mineralizacije. Kao i u Rudarskom vrtu orudnjenje se nalazi u devonsko-karbonskim (?) dolomitima u obliku tankih lećastih kvarcno-karbonatnih žilica sa sulfidima. Pružanje žilica je SI—JZ, a nagib 40° do 80° pretežno prema sjeverozapadu. Žice su nastale orudnjavanjem rasjeda. Nadalje nalazimo i spletove tankih žilica i male nepravilne orudnjene nakupine (sl. 2).

Utvrđena je slijedeća mineralna parageneza: galenit, sfalerit, halkopirit, pirit, markazit, realgar, auripigment, kvarc, dolomit, kalcit, siderit, a od sekundarnih minerala: anglezit, ceruzit, getit, kovelin, halkozin, malahit i azurit.

Galenit je najobilnije zastupljen sulfidni mineral. Srednjozrnast je, a pukotine kalavosti mjestimično su mu savijene. Sfalerita ima znatno manje od galenita koji ga potiskuje, a pretežno se nalazi uz rubove galenitnih žilica. Unutrašnji refleksi sfalerita najčešće su svijetlosivi. Pirit je rijedak iako uvijek prisutan kao pojedinačna sitna zrna koja su često idiomorfna. Halkopirit je rijedak i obično se nalazi kao krupnija zrna koja su većim dijelom prešla u sekundarne produkte raspadanja. U jednom uzorku zapažena je tanka žilica markazita u galenitu. Od minerala jalovine obilniji su dolomit i kvarc, dok su kalcit i siderit rjeđi.

Površinska preobrazba zahvatila je, pored halkopirita, samo u manjoj mjeri galenit.

Realgar je nađen samo u jednom uzorku, kojega točna lokacija nije poznata. Realgar je kao žilica debela nekoliko milimetara u dolomitu. Uz realgar nalazi se malo galenita i sitna zrna piritita, te auripigment.

Redosljed kristalizacije minerala je slijedeći: minerali jalovine → pirit → sfalerit, halkopirit → galenit → markazit, realgar, auripigment.

Pojava olovne rude nad Medvedgradom

U uzorku označenim tim imenom utvrđeni su galenit, sfalerit, halkopirit, kvarc i anglezit. Uzorak je krupan komad gotovo čistog galenita koji je izgrađen od krupnozrnastog galenita. U galenitu su zrna sfalerita koja su zaobljena uslijed potiskivanja galenitom. U sfaleritu su česta halkopiritna zrna duga do 50 μm , te uske lamele i vrlo sitna zrna halkopirita koja su pravilno orijentirana po pukotinama kalavosti sfalerita. Na rubu galenita nalaze se kvarcna zrna. U galenitu su rijetke žilice i nakupine anglezita.

Sličnih pojava ima i na drugim mjestima Medvednice, kao na primjer u gornjem toku potoka Bidrovec, gdje su nađene kalcitne žilice s galenitom i sfaleritom.

Pojava bakrene rude Mikulić

Iz područja gornjeg toka potoka Mikulić je uzorak koji potječe od rudne žice u kojoj je kvarc najobilniji i najstariji mineral. Siderit je također obilno zastupljen, krupnozrn je i dijelom potiskuje kvarc. Od sulfida utvrđeni su halkopirit i pirit. Halkopirit je u žilicama i nepravilnim zrnima. Pirit je znatna rijeđi od halkopirita i pojavljuje se u sitnim zrnima. Od sekundarnih minerala najobilniji je getit koji djelomično ili potpuno zamjenjuje siderit. Descendentni halkozin potiskuje halkopirit po pukotinama i rubovima zrna, a zapažen je i malahit.

Pojava bakrene rude Bačun

Uzorak pod tim nazivom vjerojatno je uzet sjeverno od naselja Bačun. U uzorku u kojemu kvarc prevladava nalazi se žilica halkopirita koji je najobilnije zastupljeni sulfid. Pirit kao pojedinačna zrna ili žilice, pretežno se nalazi na kontaktu halkopirita i kvarca, dijelom je korodiran od halkopirita, ali nalazimo i žilice piritita u halkopiritu, što ukazuje na dvije generacije piritita ili, što je vjerojatnije, da je pirit kristalizirao prije, za vrijeme, i poslije halkopirita. U halkopiritu su sitna nepravilna zrna sfalerita koji je istovremen s halkopiritom. Od sekundarnih minerala najčešći je getit, zatim halkozin, dok je kovelin vrlo rijedak. Oni grade tanke žilice u halkopiritu. Malahit je zapažen u kvarcu.

Pojava barita Brestovac

Oko 600 m južno od sanatorija Brestovac, u lijevom pritoku potoka Pustodol, na mjestu gdje šumska cesta prelazi potok, nalazi se pojava barita. Izdanak se ne vidi, jer se na tome mjestu, uslijed zasijecanja puta, nalazi manji odron koji je prekrpio izdanak. U površinskom na-

nosu kao i u nasipu puta nalaze se veliki blokovi barita, na osnovi čega se može zaključiti da je izdanak barita većih dimenzija.

Mikroskopskom analizom utvrđeni su slijedeći minerali: barit, kvarc, klorit, stilpnomelan, muskovit, albit, magnetit, pirit, halkopirit, martit i getit.

Barit količinski znatno prevladava. Veličina mu varira od vrlo sitnih zrna do zrna čija dužina doseže do 6 mm. Veća zrna su pločasta i paralelno orijentirana. Kvarc se nalazi kao pojedinačna zrna ili nakupine sitnih zrna u baritu. I kvarc i barit često undulatorno potamnjuju. Od bojanih minerala najčešći je klorit, koji se pretežno javlja u tankim proslojcima u baritu koji su paralelno orijentirani s baritnim zrnima. Nalaze se i pojedinačni listići klorita ili nizovi listića između zrna barita. U nekim uzorcima zapažen je stilpnomelan. Muskovit je rijedak. Autigeni albit se nalazi u uzorcima s većim sadržajem klorita kao pojedinačna zrna. U tim uzorcima čest je magnetit koji je pretežno u kloritnim proslojcima. Magnetit je prešao u martit. Vrlo rijetko se zapažaju sitna zrna halkopirita. Pirit se nalazi kao idiomorfna zrna u baritu i dijelom je ili potpuno getitiziran.

OSVRT NA GENEZU RUDNIH POJAVA

Iako su podaci dobiveni proučavanjem rudnih pojava na Medvednici nedovoljni za jasnije utvrđivanje geneze tih pojava, ipak se na temelju sadašnjeg saznanja mogu dati određeni zaključci o njihovoj genezi.

Istraživane rudne pojave mogu se prema njihovoj genezi svrstati u više grupa.

Prvoj grupi pripadaju pojave barita Brestovac i magnetitno-hematitne rudne pojave. Ove pojave su prostorno bliske i nalaze se u devonsko-karbonskom (?) vulkanogeno-sedimentnom kompleksu stijena koji je metamorfoziran djelovanjem regionalnog metamorfizma u uvjetima facije zelenih škriljaca (Šikić i dr., 1972). Za vrijeme sedimentacije tih stijena nastala je, uslijed magmatske aktivnosti, vulkanogeno-sedimentna pojava barita Brestovac. Na primarno sedimentni postanak barita ukazuje i baritizirana reliktna organska struktura koja je zapažena u jednom uzorku. Pojava je zatim, zajedno s okolnim stijenama, podvrgnuta metamorfizmu. Radi toga baritna ruda ima tipičnu metamorfnu strukturu. Barit i kvarc su prekristalizirali, a veća zrna barita orijentirana su paralelno sa škriljavošću. Uz veća zrna albita i magnetita zapaža se »shadow« struktura. Tanki proslojci klorita i drugih pratećih minerala nastali su metamorfozom željezovito-silicijsko-glinovitih primjesa u primarnom baritu. Prema tome pojava barita je iste starosti kao i stijene u kojoj se nalazi, tj. devonsko-karbonske (?).

Magnetitno-hematitne pojave po svom mineralnom sastavu slične zelenim proslojcima u baritu koji su također bogati magnetitom. Glinovito-silicijski sedimenti koji su bili obogaćeni željezom metamorfozirani su regionalnim metamorfizmom pri čemu su nastale magnetitno-hematitne rude slojevite i škriljave teksture, koje slične na itabirite. Porijeklo željeza može se vezati na magmatsku aktivnost za vrijeme sedimentacije glinovito-silicijskih sedimenata.

Stratiformni karakter hematitno-magnetitnih i u neposrednoj blizini smještenih baritnih pojava također sugerira vulkanogeno-sedimentno porijeklo i sigurnije određivanje vremena mineralizacije bit će povezano s određivanjem starosti orudnjenih metamornih stijena pomoću izotopnih geokronoloških metoda.

U baritima su nađene vrlo sitne dvofazne inkluzije s tekućom i plinskom fazom (L+V). Vibracije plinskih mjehurića upućuju na prisustvo CO₂, što je vrlo čest slučaj u mineralima iz metamornih stijena. Veličina nađenih inkluzija za sada ne dozvoljava izvođenje mikrotermometrijskih istraživanja, ali u daljnjem istraživanju tražit će se krupnije inkluzije, čiji će podaci dati jasniju genetsku sliku i PT uvjete metamorfizma.

Izotopna analiza sulfatnog sumpora barita dala je vrijednost $\delta^{34}\text{S} = +26,6\%$ (usmeno saopćenje D. Siftara). Ta vrijednost ukazuje na marinsko porijeklo sulfata i ne isključuje mogućnost devonske starosti pojave.

Cu, Pb, Zn sulfidna mineralizacija u takozvanim francuskim rudnicima vezana je za devonsko-karbonske metamorfne stijene i žičnog je karaktera. Geneza ove pojave mogla bi se vezati za hercinsku metalogenezu.

Izotopska analiza olova u galenitu dala je slijedeće vrijednosti: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,3315$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,6592$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38,5216$. Modalna starost olova prema jednostepenoj evoluciji iznosila bi 293×10^6 godina, a prema dvostepenom modelu 341×10^6 godina što odgovara karbonskoj starosti (Palinkaš, 1985).

Pb, Zn sulfidna mineralizacija Rudarski vrt nalazi se u dolomitima, kojima se prema današnjem stupnju poznavanja geologije Medvednice pripisana devonsko-karbonska starost. Njezin epigenetski karakter, jednostavna bimetalna parageneza, odsustvo bakarnih sulfida ili njihovih krutih inkluzija u svijetlom sfaleritu, daju pojavi veliku sličnost sa srednjotrijaskim »Pb, Zn ležištima u karbonatima« (tip Mežica, Bleiberg).

Nešto jasnija situacija je sa sideritnim, žičnim pojavama u Rudnici, koje epigenetski sijeku niskometamorfnu sedimentnu seriju donjopermske (?) starosti. Ako je starost stijena točno određena onda bi ove pojave mogle odgovarati sideritnoj mineralizaciji u Samoborskoj gori koja je gornjopermske starosti (Sinkovec, 1971). Po mineralnom sastavu razlikuju se od gore opisanih sulfidnih rudnih pojava po većem učešću siderita dok su sulfidi vrlo rijetki.

Primljeno: 12. 1. 1988.

LITERATURA

- Basch, O. (1980): Tumač Osnovne geološke karte List Ivanić-Grad. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Čepelak, M., Malinar, H., Zagorščak, D. & Zebec, V. (1986): Mineraloški vodič po Medvednici. Mineraloško-petrografski muzej, Zagreb.
- James, H. L. (1954): Sedimentary facies of iron-formation. *Econ. Geol.*, 49, p. 235.
- Jurković, I. (1955): Mikroskopska ispitivanja pojava željezne rude na Adolfovcu u Zagrebačkoj gori. Arh. Geol. zavoda, Zagreb.

- Jurković, I. (1959): Pojave barita u Hrvatskoj. *Geol. vjesnik*, 12, 77—94, Zagreb.
- Jurković, I. (1962): Rezultati naučnih istraživanja u NR Hrvatskoj. *Geol. vjesnik*, 15/, 249—294, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1901): Rude u Hrvatskoj. *Rad JAZU*, 147, (*Matem.-priřr. razr.* 30), 1—104, Zagreb.
- Laszowski, E. (1942): Rudarstvo u Hrvatskoj, knj. I. Nakl. Hrv. drž. tiskare, Zagreb.
- Palinkaš, L. (1985): Lead isotope patterns in galenas from some selected ore deposits in Croatia and NW Bosnia. *Geol. vjesnik*, 38, 175—189, Zagreb.
- Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, A. (1972): Tumač Osnovne geološke karte list Zagreb. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Šinkovec, B. (1954): Istražni raskopi na željeznu rudu na Sljemenu. *Arh. Geol. zavoda*, Zagreb.
- Šinkovec, B. (1957): Istražni radovi na željeznu rudu na području Zagrebačke gore. *Arh. Geol. zavoda*, Zagreb.
- Šinkovec, B. (1971): Geologija ležišta željezne i bakrene rude u Rudama kraj Samobora. *Geol. vjesnik*, 24, 165—181.
- Tučan, F. (1919): Naše rudno blago. Matica hrvatska, Zagreb.

Ore occurrences on the Medvednica Mountain

B. Sinkovec, L. Palinkaš and G. Durn

On Medvednica, a mountain situated north of Zagreb, there are many small ore occurrences which have been mined since the 17th Century.

The examined ore occurrences will be described in order of decreasing formation time.

Hematite-magnetite ore deposits in Devonian-Carboniferous (?) greenschists is placed in a zone Pustodol—Adolfovac—Tisova Peć, long 6 km. The ore outcrops at several places, striking several tens of meter, thick 2 to 3.5 meter. The ore is thinly inbedded and schistose. Ore minerals, hematite, magnetite, martite, pyrite, goethite, lepidocrocite, psylomelane and pyrolusite alternates with quartz, chlorite, sericite, stilpnomelane and actinolite. Content of iron reaches hardly 30%. The host rocks belong to a regionally metamorphosed volcano-sedimentary sequence (greenschist facies, Šikić et al., 1972), which incorporates barite ores. The original clayey-silicic interlayers in barite had been transformed into chlorite, albite, quartz etc. The barite bears tiny two phase inclusions, with rapidly moving bubbles (probably CO₂ inclusions), inconvenient for microthermometric measurements. Isotopic composition of barite sulfate $\delta^{34}\text{S} = +26.6\%$ (personal communication with D. Šiftar) points out marine sulfate source and does not exclude Devonian age of the ore.

Cu, Pb, Zn sulfide mineralization in so called French mines (Bistranska gora) is epigenetically implaced into Devonian-Carboniferous (?) dolostones. It consists of galena, sphalerite, chalcopryrite, pyrite, marcasite, realgar, orpiment, quartz, dolomite, calcite, siderite, anglesite, cerussite, goethite, covellite, chalcocite, malachite, azurite. The genesis might be related to Hercynian metallogeny. Pb-isotope analysis of galena determined following composition: $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.3315$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.6592$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.5216$. Using Doe-Stacey and Stacey-Kramers model of lead growth curve, the age of 293×10^6 and 341×10^6 years has been determined (Palinkaš, 1985).

Pb, Zn sulfide mineralization in Rudarski vrt (St. Jakob) is situated in the Devonian-Carboniferous (?) dolomites. Its epigenetic character, simple bimetal paragenesis, absence of copper sulfides or their solid inclusions in light sphalerite, makes the occurrence very similar to «the Pb, Zn deposits in carbonates» (type Bleiberg, Mežica, Mississippi valley).

Siderite veins in Rudnica, cutting epigenetically low-metamorphic sedimentary series of the Lower Permian age (?), long up to 20 m and thick 1 m, have only minor quantity of pyrite and chalcocite. Great part of the siderite has been hypergenetically oxidized into limonitic ore (goethite, lepidocrocite, psylomelane, etc.). The appearance of ore resembles very much to nearby hydrothermal barite-siderite deposit in Samoborska gora which is Upper Permian in age definitely.

Rather uncertain determination of metallogenic epoch and formation time is due to still unsupported geological age determination, time of metamorphism and geotectonic position of Medvednica. Isotope geochemistry applied in rock and ore petrology would be useful in both respect.