GEOINSTITUT

UDK 553.4(497.17)
ISBN 86-7156-005-B

Posebna izdanja, knjiga 20

OBOJENI, RETKI I RADIOAKTIVNI METALI ZAPADNE MAKEDONIJE

(Metalogenetske epohe i rudne pojave)

Nonferrous, Rare and Radioactive Metals in Western Macedonia

(Metallogenic Epochs and Ore Occurrences)

Radule Popović

Beograd, 1996.

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 inženjersko-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 m dubine, kao i bušenje bunara za vodosnabdevanje individualnih domaćinstava;

- Istraživanja u oblasti 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

GEOINSTITUT

UDK 553.4 (497.17)
ISBN 86-7156-005-B

GEOINSTITUT - BIBLIOTEKA
BEOGRAD
1
*

Radule Popović

OBOJENI, RETKI I RADIOAKTIVNI METALI ZAPADNE MAKEDONIJE
(metalogenetske epohe i rudne pojave)

NONFERROUS, RARE AND RADIOACTIVE METALS IN WESTERN MACEDONIA
(Metallogenic Epochs and Ore Occurrences)

Posebna izdanja, knjiga 20 • Beograd, 1996.

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 Adam Dangić,
redovan profesotr rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu
Dr Luka Pešić,
redovan profesotr rudarsko-geološkog fakulteta 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

SADRŽAJ

UVOD 5
OPŠTE METALOGENETSKE OSOBENOSTI ZAPADNE MAKEDONIJE 7
KALEDONSKA METALOGENETSKA EPOHA 9
PREGLED RUDNIH POJAVA I LEŽIŠTA
(način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav) 9
B a k a r 9
Evla i Petrino 11
Judovo 12
Berikovo - Padalište 14
Pregled ranijih istraživanja 16
Glavne litostratigrafske karakteristike 17
Metamorfisane intruzivno-efuzivne stene 20
Strukturna pozicija i glavne crte sklopa 22
Sulfidne i oksidne mineralizacije
(petrogenetska sredina, način pojavljivanja, genetski i mineraloški tipovi, hemijski sastav) 29
Ostale pojave Cu-mineralizacija u zapadnoj Makedoniji 38
O l o v o i c i n k 39
Pojave na prostoru Evla - Petrino 40
Openica (način pojavljivanja, mineralni i hemijski sastav) 40
Lakočerej 49
Kolari 49
A n t i m o n 53
A r s e n 53
Petrino 53
Korab 54
M o l i b d e n 54
Ostali retki metali 54
HERCINSKA METALOGENETSKA EPOHA 55
M o l i b d e n 56
Strelci 57
Način pojavljivanja, mineralni i hemijski sastav 57
Vrutok 62
POSTANAK I GENETSKI TIPOVI
SULFIDNIH MINERALIZACIJA U ZAPADNOJ MAKEDONIJI 65
U r a n 68
Vrutok 68
ALPSKA METALOGENETSKA EPOHA 72
Ostale rudne pojave i ležišta 73
ZAKLJUČAK 74
SPISAK KORIŠĆENE LITERATURE 77
A B S T R A C T 85
NON-FERROUS, RARE AND RADIOACTIVE METALS
IN WESTERN MACEDONIA 85

GRENVILLIAN AND BAIKALIAN METALLOGENIC EPOCHS 85
CALEDONIAN METALLOGENIC EPOCH 86
Copper 87
Lead - zinc 88
HERCYNIAN METALLOGENIC EPOCH 90
Molybdenium 90
Uranium 92
POGOVOR 95

Инв. бр. 9022/70

"Šar će ovaj biti sastavljan mali
od haosa i mračne prašine,
stihije ću na njem poumjerit,
a vremenu nepostojnost dati"

(Njegoš)

Ključne reči: Kaledonska, hercinska, epoha, bakar, olovo, cink, molibden, uran, zapadna Makedonija
Key words: Caledonian, Hercynian, epoch, copper, lead, zinc, molybdenium, uranium, western Macedonia

U V O D

Najstariji rudarski radovi, a time u izvesnom smislu i najstarija geološka istraživanja u zapadnoj Makedoniji, obavljana su u antičkom vremenu. Tada su, naime, eksploatisane srebronosne galenitske pojave. Pa ipak istraživanja obojenih metala u zapadnoj Makedoniji sve do sredine šesdesetih godina bila su zapostavljena. Prednost je data gvoždju i manganu čija su velika ležišta otkrivena pred drugi svetski rat i neposredno posle njega. Period izmedju 1950. i 1960. naročito je karakterističan. U to vreme uložena su velika finansijska sredstva u geološka istraživanja. Ona su rezultirala pronalaženjem oko 150 miliona tona rude gvoždja industrijski zadovoljavajućeg kvaliteta, zatim više stotina miliona tona ruda gvoždja sa sadržajem Fe ispod savremenih industrijskih zahteva i nerešene tehnologije. Osim toga, to je vreme kada su pronadjena i velika ležišta mangana čije se rezerve procenjuju na preko 20 miliona tona rude. U takvoj situaciji lako je naći objašnjenje što su zapostavljena istraživanja obojenih metala i urana, naročito ako se ima u vidu da do tada nije bila poznata ni jedna pojava, koja bi u to vreme bila ekonomski interesantna (uslovi su bili visok sadržaj metala i velike rezerve). Još jedan podatak je igrao značajnu ulogu: mnogi stručnjaci su smatrali da nisu postojali odgovarajući uslovi da se u metamorfnim formacijama stvore hidrotermalna sulfidna ležišta. Bilo je stručnjaka koji su tvrdili da se škriljci ponašaju kao "ekran" kroz koje rudonosni rastvori nisu mogli proći i obrazovati ležište. Pri tome svi su manje ili više gubili iz vida da su te petrogenetske jedinice, pre metamorfizma, naročito kada se ima u vidu njihova vulkanogena i vulkanogeno-sedimentna geneza, bile takodje povoljna sredina za nastanak vulkanogenih ili vulkanogeno-sedimentnih hidrotermalnih ležišta. Stoga je autor tokom druge polovine šesdesetih godina posvetio i tom problemu odgovarajuću pažnju, što je rezultiralo mnogim novim podacima, koji zapadnu Makedoniju čine znatno perspektivnijom na sulfidna ležišta, nego što se to ranije smatralo, naročito bakra i molibdena. Na žalost nije postojalo odgovarajuće razumevanje kod nadležnih institucija i nadležnih stručnjaka. To je uslovilo da su mnogi problemi sa olovom, bakrom, cinkom, molibdenom i drugim, posebno retkim metalima, ostali nedovoljno ili bolje rečeno malo istraženi. U tom pogledu treba posebno naglasiti da je dokazano postojanje vulkanogenih, vulkanogeno-sedimentnih i skarnovskih mineralizacija sulfida Cu, Pb, Zn, Mo i dr. u filitoidnom kompleksu zapadne Makedonije.

GEOINSTITUT - BIBLI
BEOGRAD
1

OPŠTE METALOGENETSKE OSOBENOSTI ZAPADNE MAKEDONIJE

Prema dosadašnjim proučavanjima u zapadnoj Makedoniji izdvojene su: grenvilska, bajkalska, kaledonska, hercinska i alpska metalogenetska epoha. Medjutim, kaledonska epoha je daleko po značaju ispred svih ostalih, a zatim sledi hercinska dok su ostale, naročito alpska, u odnosu na kaledonsku, u podredjenom ekonomskom značaju.

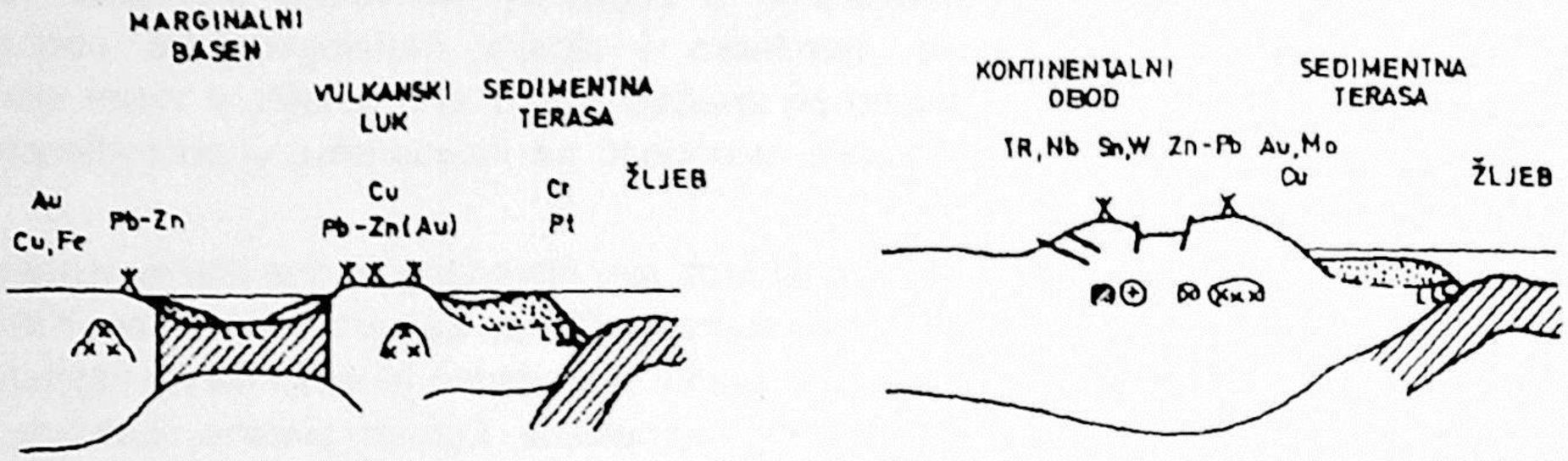
Gvoždje i mangan su vodeći metali kroz sve navedene epohe izuzev alpske, dok su sulfidi obojenih metala vezani za kaledonsku, a uran za hercinsku epohu. Kako je ovde reč o sulfidima obojenih metala i o uranu, neophodno je istaći da se najstariji tragovi sulfida javljaju u stenama zelenog kompleksa Orman planine, Lešnice i Raštana. U pitanju su male koncentracije sulfida, koje su identifikovane mineraloškim ispitivanjima veštačkog šliha, po čemu se na savremenom nivou poznavanja, mogu tretirati kao zanemarljive. Za razliku od ostalih sulfida pirit je nešto obilniji što se vidi po sadržaju sumpora S=0,15 % . U tom smislu, iako se predpostavlja da su stene bajkalske epohe stvarane u području ostrvskog luka, ipak je i ova kao i grenvilska epoha, u zapadnoj Makedoniji, deficitarna u sumporu. U tom slučaju može se reći da se sulfidne pojave i ležišta obojenih metala, prvi put javljaju u kaledonskoj epohi, a uran u hercinskoj.

U više navrata P o p o v i ć (1989a, 1989b, 1992) je isticao da je bitna karakteristika kaledonske epohe zapadne Makedonije višekratna i relativno brza promena hemizma vulkanizma, a s tim su u vezi i sve metalogenetske promene. Za bazični magmatizam vezana su ležišta gvoždja i mangana, a za srednjekiseli i kiseli, sulfidi obojenih metala. Na početku kaledonske epohe razvija se snažan vulkanizam dijabaz-spilitoidnog sastava. To je vreme obrazovanja velikih ležišta mangana i gvoždja (Stogovo, Darda Kula na Tajmištu i dr.), potom negde sredinom kaledonske epohe dolazi do promene hemizma; umesto bazičnog na početku, sada se javlja srednje kiseli i kiseli, da bi ga tokom dalje evolucije ponovo smenio bazični, a u hercinskoj eposi završio kiselim magmatizmom.

Geohemijska evolucija kaledonske epohe veoma je zanimljiva. Naime, u kambrijumu i ordovicijumu prinose se mangan i gvoždje u enormnim količinama od čega se formiraju velika ležišta. U to vreme sulfidi se javljaju samo u tragovima. Potom sledi vreme kada se mangan, uglavnom povlači, smanjuje se prinos gvoždja, a odjednom se javlja, u odnosu na prethodne metalogenetske epohe, značajan prinos sumpora, manje bakra, olova, cinka i drugih metala. Ova pojava je za sada neproučena, ali je značajna jer su tada stvorena prva ležišta pomenutih metala. Ona se susreću na celom prostoru zapadne Makedonije i vezana su za filitičnu i delimično formaciju metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata, koje inače pripadaju filitoidnom kompleksu.

Prema nepotpunim petrohemijskim ispitivanjima svi navedeni procesi odvijali su se na obodu kontinenta. U tom pogledu se zapadna Makedonija, po svojim metalogenetskim osobinama i asocijaciji hemijskih elemenata, sasvim uklapa u Z o n e n š a i n o v et al (1974.), sl. 1 model geotektonske sredine i metalogenije. Po tom modelu asocijacija metala, čija su ležišta vezana za obod kontinenta, skoro je identična sa asocijacijom ležišta metala kaledonske epohe zapadne Makedonije, a na osnovu delimičnih petrohemijskih ispitivanja (P o p o v i ć, 1989a i 1990) došlo se do

zaključka da magmatizam kaledonske epohe zapadne Makedonije pripada kalko-alkalnom nizu. Polazeći od tih činjenica i pretpostavki dolazi se do zadovoljavajućeg objašnjenja asocijacije hemijskih elemenata, a posebno formiranja mineralizacija olova, koje inače pripada kontinentalnom području.



Sl.1. Metalogenetska lokacija u zavisnosti od geotektonske sredine (Z o n e n š a j n et al,1976).
Fig.1. Metallogenic localization depending on geotectonic setting (Z o n e n s h a y n et al,1976)

Ostaje problem urana kod Vrutoka. To je za sada jedna izolovana pojava, koja nije sasvim istražena niti proučena, a posebno nije ni nagovešteno objašnjenje o poreklu urana. Za sada nema dokaza o prisustvu prepaleozojskih kontinentalnih delova u zapadnoj Makedoniji, odakle se eventualno mogao mobilisati uran. Naime, počev od grenvilske metalogenetske epohe, kada je egzistirao okeanski režim, preko bajkalske, kada se stvaraju formacije, po nekim petrohemijskim pokazateljima u području ostrvskog luka, do oboda kontinenta u kaledonskoj i kontinenta u alpskoj epohi, geološka evolucija zapadne Makedonije odvija se u smeru kontinentalizacije. Dakle, jedan proces transformacije okeanskog tipa Zemljine kore u kontinentalni. U takvim uslovima teško je objasniti, bar na današnjem nivou naučnog saznanja poreklo urana u Vrutoku, jer ni jednoj od navedenih geotektonskih sredina koje su postojale u zapadnoj Makedoniji pre hercinske epohe uran ne pripada.

S druge strane sve pojave i ležišta obojenih metala stvorena su u kaledonskoj metalogenetskoj eposi. Od njih su za sada poznate pojave i manja ležišta bakra, olova, manje cinka, retkih metala i u hercinskoj metalogenetskoj epohi pretežno kontaktnometamorfna ležišta i pojave gvoždja, molibdena i pojave urana.

KALEDONSKA METALOGENETSKA EPOHA

Ovu metalogenetsku epohu petrogenetski karakteriše filitoidni kompleks u kome se izdvajaju: filitična formacija, formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom i karbonatna formacija. Sve ove formacije su stvorene u starijem paleozoiku. Prve dve su metamorfisane vulkanogeno-sedimentne dok je treća pretežno hemogena formacija. Filitičnu formaciju sačinjavaju semimetamorfiti nastali od vulkanogeno-sedimentnog materijala. Ona je sastavljena od klastičnih i hemogenih metasedimenata, zatim, metavulkanita i metaintruzivnih stena. U njoj je moguće izdvojiti čitav niz subformacija i facija što je čini veoma kompleksnom. Kroz ceo stratigrafski stub ove formacije smenjuju se metasedimenti, metavulkaniti (bazični, srednje kiseli i kiseli), njihovi tufovi i pojedine metamorfisane intruzivne stene. Magmatska aktivnost je bila relativno snažna, ali i naknadni tektonski dogadjaji doveli su do vanredno komplikovanih tektonskih odnosa što je uslovilo veliki broj nenormalnih tektonskih odnosa i veliki broj regionalnih transformacija kako pojedinih litoloških članova tako i svih mineralizacija i ležišta u njima. Svakako sve te promene našle su odraza i na pojavama i ležištima obojenih metala i urana.

PREGLED RUDNIH POJAVA I LEŽIŠTA
(način pojavljivanja, genetski tipovi, mineralni i hemijski sastav)

BAKAR

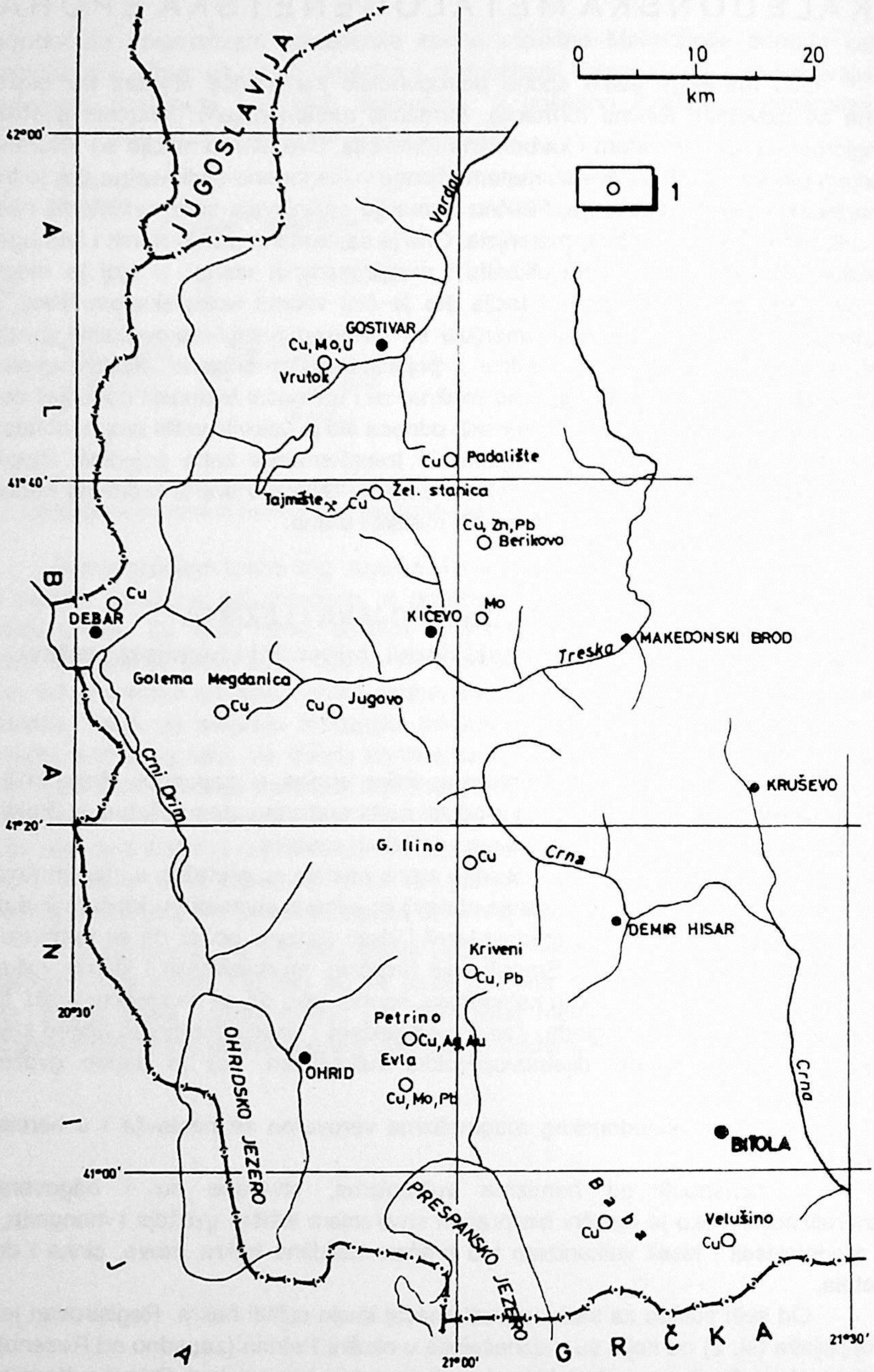
Za vreme kaledonske metalogenetske epohe u zapadnoj Makedoniji se odvijao višefazni vulkanizam čiji su produkti metamorfisane stene dijabaz-spilitoidnog, andezitskog, keratofirskog, riodacitskog i riolitskog sastava.

Metamorfisane dijabaz-spilitoidne stene nastale su pretežno u starijim fazama kaledonske epohe, mada se i kasnije obnavljalo njihovo stvaranje u kraćem ili dužem vremenskom periodu, dok su srednje-kiseli i kiseli vulkaniti počeli da se formiraju tek sredinom kaledonske epohe. Smenjivanje bazičnih, srednjekiselih i kiselih vulkanita nastavilo se kroz dalju evoluciju kaledonske epohe, tako da se na njenom kraju, tj. na početku devona javljaju, izgleda, samo srednjekiseli i kiseli diferencijati ispred kojih je neposredno išao bazični dijabaz-spilitoidni vulkanizam, koji je doneo gvoždje i mangan.

Jedan deo kaledonskog magmatizma verovatno se nastavlja i u hercinskoj eposi.

U zavisnosti od hemizma vulkanizma, stvarane su i odgovarajuće mineralizacije. Tako je bazični bio praćen stvaranjem ležišta gvoždja i mangana, dok je srednjekiseli i kiseli vulkanizam bio praćen sulfidima bakra, olova, cinka i drugih metala.

Od svih sulfida za sada najveći značaj imaju sulfidi bakra. Registrovan je veći broj pojava (sl. 2) od kojih su najznačajnije u okolini Petrina (zapadno od Resena) kod Judova, kod Berikova i Padališta, kao i za sada tragovi kod Orlovog Kamena, u rudniku "Cer", kod rudnika "Demir Hisar", železničke stanice Tajmište i drugde. Sve ove pojave pripadaju gornjim delovima filitične formacije i delimično metamorfisanim kvarcnim peščarima i konglomeratima sa hematitom, pa čak zadiru i u mermerisane krečnjake, odnosno u karbonatnu formaciju.



Sl. 2.Pregledna skica pojava bakra u zapadnoj Makedoniji

I. Pojave Cu-mineralizacija

Fig. 2. Generalized sketch map of copper occurrences in western Mac edonia.

I. Occurrence of Cu-mineralizations.

Evla i Petrino

Ove dve lokalnosti nalaze se na oko 5 km jugozapadno i zapadno od Resena. To je deo metalogenetske zone Evla - Openica - Karaorman u kojoj su poznate metamorfisane vulkanogeno-sedimentne tvorevine praćene sulfidnim mineralizacijama Cu, Mo, As, Pb, manje Zn i Sb. Dok se pojave sulfida kod Evle karakterišu po mineralizacijama molibdena, a kod Openice po mineralizacijama olova, kod Petrina odlikuju se po mineralizacijama bakra i arsena sa zlatom i srebrom. Zahvaljujući tome, moguće je konstatovati da je tu reč o zonarnom rasporedu pojedinih metala. Medjutim, zbog mnogobrojnih tektonskih deformacija teško je rekonstruisati vezu ovih mineralizacija i odredjenih magmatskih masiva. Šire područje Evle i Petrina karakterišu manji masivi pretežno srednjekiselog sastava (monoconitski), koji su u ekstruzivnom području praćeni današnjim metaandezitima i metadacitima. U tom slučaju sulfidi molibdena i bakra nalazili bi se bliže granitoidnim telima, zatim bi došli sulfidi Cu i As sa zlatom, potom sulfidi olova i cinka i najzad sulfidi antimona. Ovakvu zonalnost moguće je izvesti zahvaljujući savremenom rasporedu pojedinih mineralizacija. Tim pre što je utvrdjena njihova direktna genetska veza sa metadacitoandezitskim vulkanitima, dok njihov zajednički odnos prema granitoidima još nije u potpunosti razjašnjen. Prema podacima P o p o v i ć a (1974), pretpostavlja se da metalogenetska zona "Evla - Openica - Karaorman" predstavlja deo bočne strukture koja prati metagranitoidni pluton, duž koje se obavlja vulkanska aktivnost za vreme starijeg paleozoika. Pluton, o kome je ovde reč, sastavljen je od kaledonskog metagranitoida Pelistera i Ilinske planine. U odnosu na taj metagranitoid mineraliizacije kod Petrina pripadale bi Cu - Mo - As - Au zoni (P o p o v i ć, 1989b, 1990).

U ovoj lokalnosti najznačajnije su halkopiritske i arsenopiritske mineralizacije. Arsenopirit je vodeći mineral, a praćen je halkopiritom i piritom. Mineralizacije se nalaze u izmenjenim škriljcima, koji najverovatnije predstavljaju obodne delove jednog metaandezitskog tela hidrotermalno potpuno alterisanog. Javlja se u obliku žica prosečne debljine oko 0,10 m i dužine oko 30 m. Rasedima je ova žica iskidana. Pojavu karakteriše sadržaj arsena oko 6%, bakra 0,8%, Co-0,29%, zlata ima 2,8 g/t i srebra 33,25 g/t (I v a n o v s k i et al 1966).

Severoistočno od Petrina nalaze se dve pojave piritske mineralizacije impregnacionog tipa, takodje vezane za metaandezitsku stenu. Jedna od njih dve praćena je na dužini od oko 10 m, a prividna joj je debljina oko 2 m (lokalitet se zove Bozovec). Druga pojava, u lokalitetu tzv. Helikopter, dugačka je više od 50 m i prividne debljine oko 30 m. U njoj sadržaj bakra varira od 0,13% do 0,17%, zlata ima oko 0,2 g/t i srebra 1,2 g/t do 1,4 g/t.

Osim navedenih pojava u dolini Petrinske reke, u istoj petrogenetskoj sredini kao i prethodne pojave, nalazi se pojava pirita, halkopirita manjih dimenzija u vidu slabih impregnacija, kratkih i tankih žica (debljine manje od 6 cm). Sve pojave Cu-mineralizacije praćene su sekundarnim mineralima bakra, kao što su malahit, azurit, ali bez značajnijih koncentracija. Najizrazitija sekundarna promena je limonitizacija. Ona je zahvatila pirit u jačem stepenu.

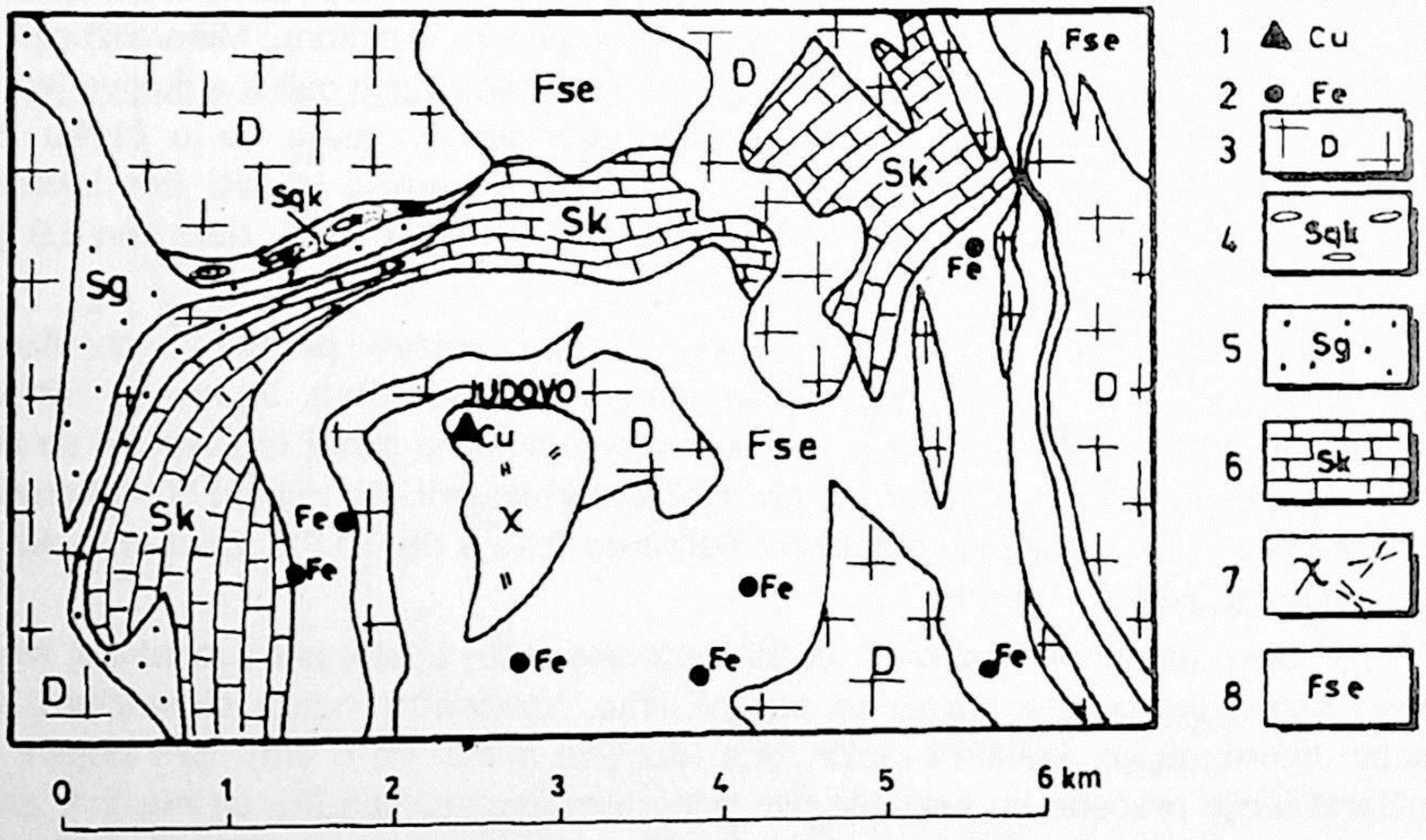
Što se drugih pojava tiče u ovom području I z m a j l o v (1956b) je registrovao slabe halkopiritske mineralizacije žičnog tipa. Debljine žica manje su od 1 cm.

Takodje i M a m o n t o v, u izveštajuiz 1928 navodi podatke koji nisu sasvim sigurni, da se kod sela Rečica, severoistočno od Openice, a jugoistočno od Kuratice, nalazi pojava Cu-mineralizacije debljine oko 1 m.

J u d o v o

Judovo se nalazi na oko 12 km jugozapadno od Kičeva. Poznato je po ležištu gvoždja sa rudnim rezervama od oko 400.000 tona rude. Malo je, medjutim, poznato i po jednoj pojavi bakrove mineralizacije. Izuzev I z m a j l o v a (1977b), koji ovu pojavu samo pominje i kraćeg prikaza, koji daje P o p o v i ć (1977b) drugih objavljenih podataka o njoj nema.

Pojava se nalazi u metamorfisanom riolitporfiru, a ovaj leži u metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj petgrogenetskoj sredini. Po svoj prilici izgleda da metamorfisani riolit nije ništa drugo do deo riolitskog sliva, obzirom da izostaju sve one manifestacije koje bi mogle ukazati na eventualno mladju stenu koja se utisnula u metamorfite. Ovaj vulkanit je i sam metamorfisan i čini sastavni deo formacije u kojoj leži. Kao što se na Sl. 3. vidi, metamorfisani riolitporfir kao da se nalazi u središtu jedne krupne strukture, ali to je samo privid. Tektonski sklop je ovde veoma komplikovan i nije razjašnjen do danas. Činjenica je da su sve formacije intenzivno ubrane i da su medjusobni odnosi pojedinih formacija često nenormalni. Takva situacija otežava rekonstrukciju prvobitnog stratigrafskog stuba. Ipak, predpostavlja se da filitična formacija sa krečnjačkim i glinovitim škriljcima predstavlja metamorfisanu vulkano-sedimentnu podinu. Nju sačinjavaju: sericitski filit, grafitični filit, metapeščar, kvarcit, tufozni metapeščar, metaandezit, metariolitporfir, krečnjački škriljac, glinoviti škriljac sa tufoznim metapeščarima i druge metatufogene stene. Prema tome, u vreme stvaranja ove formacije izgleda, da na području Judova vulkanska aktivnost, po svoj prilici nije bila obilna u vulkanogenom materijalu. I upravo za vreme te aktivnosti stvorene su sulfidne mineralizacije bakra.



Sl.3 Geološka karta okoline Judova.

1. Cu-mineralizacija; 2. Fe-ruda; 3. mermerisani krečnjak; 4. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat sa hematitom; 5. glinoviti i alevrolitični škriljac; 6. krečnjački škriljac; 7. metamorfisani riolitporfir; 8. sericitski filit.

Fig.3. Geological map of Judovo and surrounding area.

1. Cu-mineralization; 2. Iron ore; 3. Marmorized limestone; 4. Metamorphozed quartzose sandstone and conglomerate with hematite; 5. Shale and siltstone schist; 6. Calc-schist; 7. Metamorphosed rhyolite porphyre; 8. Sericite phylite.

Preko ove formacije dolazi metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat sa hematitom, a ova naviše postupno prelazi u bankovitu i masivnu karbonatnu formaciju (sastavljenu od mermerisanih krečnjaka, dolomitičnih krečnjaka, manje dolomita, laporovitih krečnjaka i krečnjaka). U graničnom delu ovih formacija stvarane su pretežno hematitske rude gvoždja.

Od svih stena koje sačinjavaju filitičnu vulkanogeno-sedimentnu formaciju, u ovom slučaju metamorfisani riolitporfir je najvažnija stena, pošto je prate mineralizacije bakra. Ostali metavulkaniti nisu proučavani, a ni o metamorfisanom riolitporfiru nema mnogo podataka. Ova stena je izdvojena kao jedna relativno mala masa na istočnom i jugoistočnom delu sela Judova. Izdužena je u pravcu sever - jug u dužini od oko 1,5 km i prosečne širine oko 600 m. Pošto je preseca Judovska reka tu je najdublje erodovana. Zahvaljujući tome, u vertikalnom pravcu zasečena je na više od 200 m. Ovu stenu detaljnije je opisala T o š i ć (1962) i definisala je kao "škriljavi kvarcporfir". Mišljenja smo da nema razloga da se ovakve stene nazivaju drugačije nego što su definisane kao "metamorfisani riolit", a pogotovu što su sve slične stene tako determinisane u zapadnoj Makedoniji, koje su bile stvorene u periodu ordovicijum - silur.

To je stena holokristalasto-porfirske i porfiroblastične strukture, koju sačinjavaju fenokristali kvarca, ortoklasa i albita kao glavnih sastojaka. Osnovna masa je sastavljena od sitnozrnog kvarca, feldspata, liski sericita i malo hlorita. K-feldspat je delimično kaolinisan. Sporedni sastojci su cirkon, sfen, epidot, apatit i turmalin. Značajno je napomenuti da se u ovoj steni nalaze uklopci takodje metamorfisanih riolitporfira, što bi moglo sugerisati postojanje vulkanske breče, odnosno da je taj metariolitporfir nastao u ekstruzivnom području. Uostalom kao što je već rečeno smatra se da je ova stena sinhrona sa filitičnom formacijom i da se u njoj ona nalazi kao deo vulkanskog izliva. Kako je filitična formacija pretrpela snažne tektonske deformacije i kako se u njenom sastavu nalazi ovaj metariolitporfir i sam je pretrpeo krupne promene koje se manifestuju kataklaziranošću i uškriljenošću. T o š i ć (1962) je zapazila da su u njemu zrna kvarca i feldspata ne samo ispucala već i polomljena, a delovi zrna ili kristala razdvojeni.

Metamorfisani riolitporfir pripada zoni koja danas ima pružanje približno sever-jug i u kojoj je izdvojeno više takvih malih masa počev od Bistre planine, severozapadno od Tajmišta, potom kod Kolara, Raštana, ovde kod Judova i na prostoru Plakenske planine. Istočno od ove zone nalazi se druga u kojoj se javljaju takodje male mase metamorfisanih riolitporfira, kao što su u Dolno Divjacima, u Strelcima, kod Berikova, Padališta i dalje prema severu (Srbjani) itd. Obe ove zone karakterišu pojave sulfidnih mineralizacija pa su zbog toga i interesantne pojave metariolitporfira, ne samo petrološki, već i metalogenetski.

Kada je reč o Cu-mineralizacijama u metariolitporfiru kod Judova, od rudnih minerala do sada su utvrdjeni halkopirit, bornit i malo magnetita. Od sekundarnih identifikovani su malahit, azurit, kovelin, halkozin i limonit. Zanimljivo da je, u delu Cu-mineralizacije i metariolitporfira koji su ispitivani, pirit redak.

Najinteresantnija Cu-mineralizacija javlja se u perifernim delovima metariolitporfira, pa bi s tim u vezi bilo veoma interesantno izvršiti ispitivanja distribucije sulfida u okolnim škriljcima; tim pre što je reč o metavulkanogeno-sedimentnoj formaciji.

U celini posmatrano, u delu metamorfisanog riolitporfira koji se nalazi u koritu Judovske reke, primarna sulfidna mineralizacija slabije je zastupljena, dok je

sekundarna daleko izraženija što se može videti i iz sadržaja bakra od oko 0,5% do 1% (I z m a j l o v, 1956b navodi i veće sadržaje, kao što su 0,93% i 1,45% bakra). Sadržaji ostalih elemenata su uglavnom niski:

u g/t

Pb	Mo	V	Mn	Ti	Ca	Mg	Y	Zr	Ni	Co	Cr	Ba	Ag
4500	5	3	300	1200	700	2500	35	180	3	2.5	5	200	30

izuzev olova, koga ima oko 4500 g/t, i što sugeriše mogućnost prisustva i galenita; takodje povišen sadržaj srebra, predstavljaju pojavu koja se može okarakterisati kao anomalna.

Pretpostavlja se da u ovom slučaju srebro prati neki mineral olova, obzirom na sadržaj Pb od 4500 g/t.

Ono što se posebno ističe jeste izrazito nizak sadržaj kobalta (2,5 g/t), nikla (3 g/t) i hroma (5 g/t): čak bi se moglo reći da je u pitanju izrazito osiromašenje u odnosu na srednji sadržaj za slične stene u okviru Zemljine kore koje navodi V i n o g r a d o v, (1962). Identična situacija je i kod drugih sulfidnih mineralizacija koje se nalaze u zoni sa ovom lokalnošću, kao što su Kolari i Openica iako su tamo u pitanju Pb-mineralizacije. Medjutim, iako je približno sinhrono i iste geneze ležište gvoždja Visoko Drvo kod Openice ima relativno visok sadržaj olova, cinka i bakra, medjutim, u geohemiji nikla, kobalta i hroma na ovom terenu nešto se dešava. Naime, u tom ležištu, za razliku od Cu-mineralizacije kod Judova, Pb-mineralizacije kod Kolara i Openice u Fe-ležištu Visoko Drvo, sadržaji tih elemenata su znatno uvećani, čak i do 10 puta. Obzirom na karakter vulkanizma i na sulfidne pojave ovaj problem se pojavljuje, kao karakterističan i za sada ostaje otvoren.

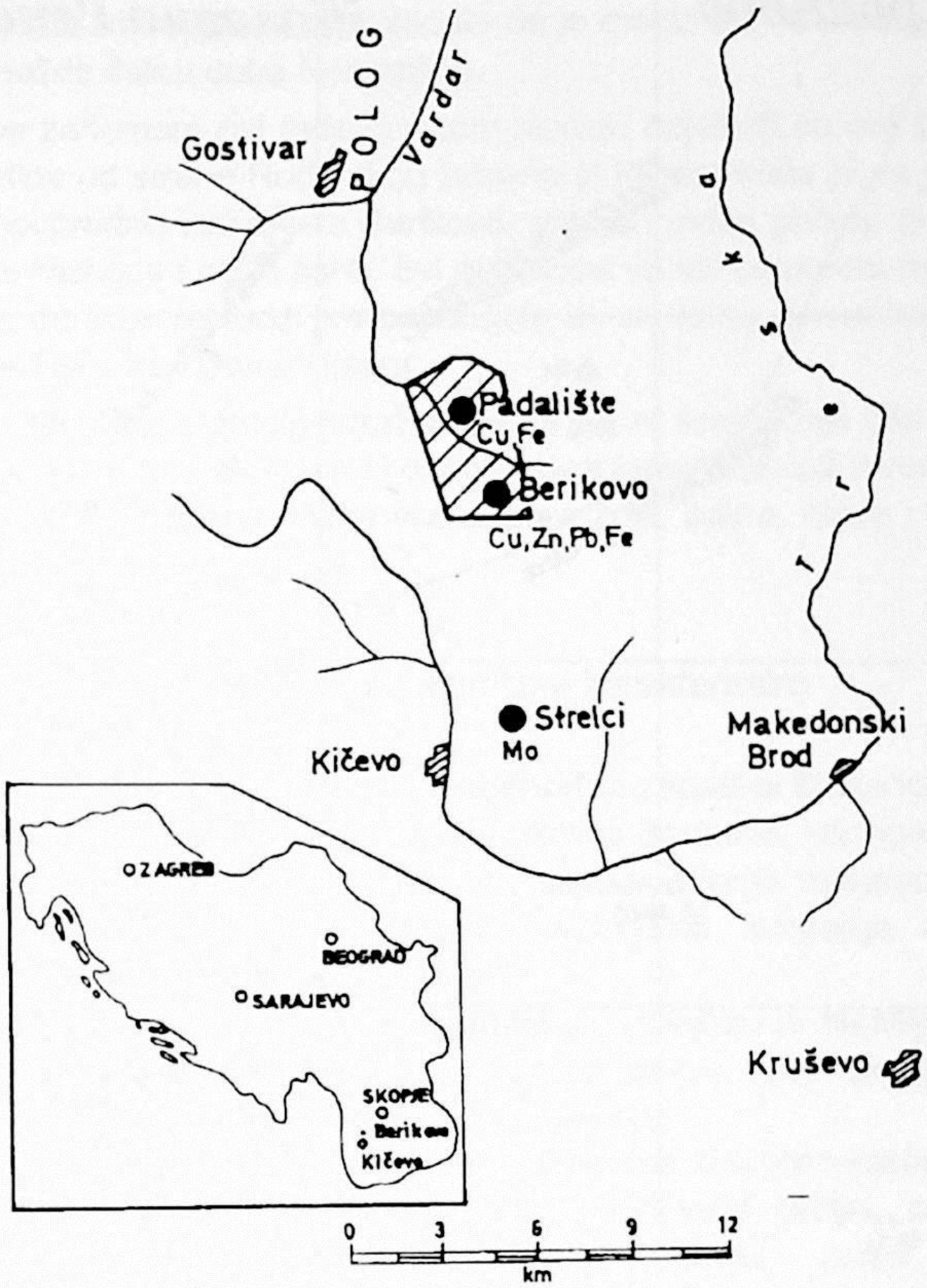
Kao što je već pomenuto kod Judova glavni mineral bakra je halkopirit, a javlja se u vidu prožilaka i slabe impregnacije po čemu podseća na štokverkni ili štokverkno-impregnacioni tip.

Interesantno je primetiti da se i ovde kao i kod Openice, blizu sulfidne mineralizacije javlja i jedno ležište gvoždja. Ima se utisak da je u oba slučaja ležište gvoždja stvarano posle formiranja sulfidnih mineralizacija. Isto tako karakteristično je da je u Openici glavni metal olovo, sa malo bakra, dok je u Judovu bakar glavni, sa relativno malo olova, u Strelcima i Vrutoku vodeći je molibden, dok su svi ostali metali sasvim podredjeni, za razliku od pojava kod Petrina, Kolara, Berikova i Padališta, gde je reč o polimetaličnim mineralizacijama.

B e r i k o v o - P a d a l i š t e

Berikovo i Padalište su dve lokalnosti medjusobno udaljene oko 4 km. Kako se u oba slučaja javljaju uglavnom isti genetski i mineraloški tipovi mineralizacija, iste su starosti i u istoj se zoni nalaze, prikazaće se zajedno.

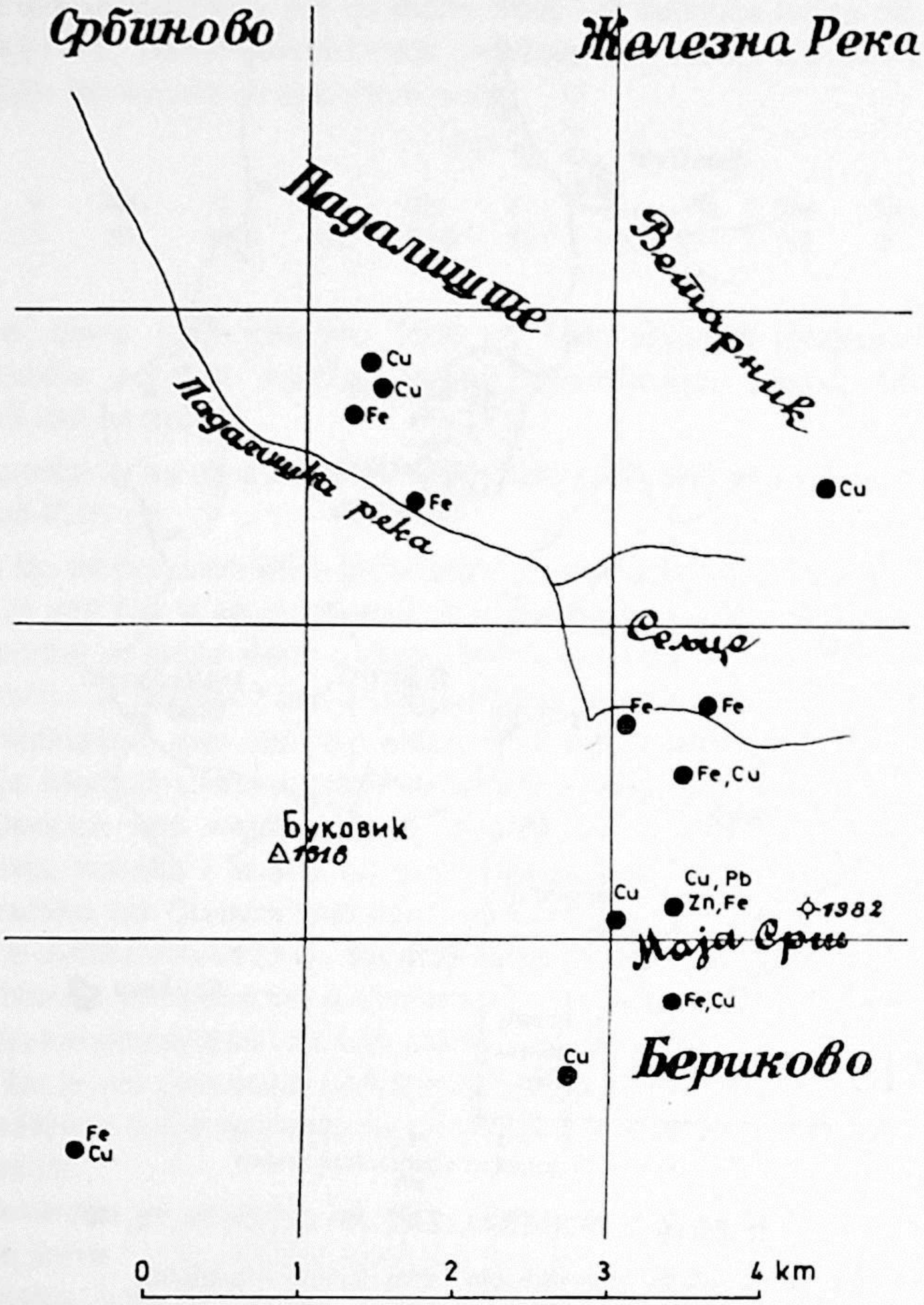
Ceo prostor od Berikova do Padališdta je izdvojen kao jedinstvena celina: rudno polje Berikovo-Padalište. U njemu se nalaze polimetalične rudne pojave u kojima su bakar i cink vodeći metali, dok su olovo i gvoždje podredjenije zastupljeni. Obojeni metali, u primarnoj mineralizaciji nastupaju kao sulfidi, dok se gvoždje javlja kao oksid (magnetit i hematit) i posebno kao sulfid-pirit, kada predstavlja najrasprostranjeniji rudni mineral. Pirit se javlja u kristalnom i koloidnom obliku. Ovaj drugi je izrazito sitnozrn zbog čega se makroskopski ne zapaža. Otkriven je tek pod maksimalnim uvećanjem u rudnom mikroskopu.



Sl. 4. Pregledna skica pojava sulfidnih mineralizacija u zoni Berikovo-Padalište.
1. Pojave mineralizacija Cu, Zn, Pb, Mo, Fe

Fig. 4. Sketch map of sulfide mineralizlations in the Berikovo-Padalište zone.
1. Occurrence of Cu, Zn, Pb, Mo, Fe - mineralizations.

U rudnom polju Berikovo-Padalište, registrovane su sledeće pojave: na južnim padinama Maje Srt, neposredno iznad sela Berikovo, nalaze se skarnovske pojave koje su istraživane rudarskim istražnim radovima 1950., ali samo kao mineralizacije gvoždja, zatim, severozapadno od sela, u sericitskim škriljcima, registrovana je pojava halkozina, a u tamnosivim karbonatnim škriljcima javlja se intenzivna mineralizacija veoma sitnozrnog koloidnog pirita (meljinkovita). Na tom delu terena registrovana je visoka anomalija izazvane polarizacije i sopstvenog potencijala (sl. 7). Druge se pojave nalaze na samom grebenu Maja Srt. Tu je reč o mineralizacijama bakra, olova, cinka i gvoždja (u obliku magnetita). Idući prema severu, nailazi se na hematitske škriljce u kojima se takodje mestimično javljaju obogaćenja sulfidima. Na južnim padinama Seljca i u dolini gornjeg toka Padališke reke, nalaze se opet skarnovske mineralizacije oksida gvoždja sa tragovima sulfida Fe, Cu, Pb, Zn. Na Veterniku registrovana je kvarcno-halkopiritska žica, a u Padalištu, u sericitskim škriljcima javlja se stratiformno halkopiritsko-piritsko rudno telo (Sl. 5).



Sl. 5. Pregledna skica pojava polimetaličnih mineralizacija u rudnom polju Berikovo-Padalište.
1. pojave polimetaličnih mineralizacija.
Fig. 5. Location map of polymetallic mineralizations in the Berikovo-Padalište ore field.
1. Polymetallic ore occurrences.

Zapadno i jugozapadno od pojave, u selu Padalište, u zoni kontakta sa mermerisanim krečnjacima, nalaze se skarnovske mineralizacije, prvenstveno oksida gvoždja. U tim delovima kao i na severozapadnim padinama Maja Srta, odnosno u Prisoju, metamorfisane gabrodijabazne stene su takodje mineralizovane oksidno-sulfidnim mineralizacijama Fe, Cu, Pb, Zn.

Pregled ranijih istraživačkih radova

Najstariji tragovi rudarskih radova, u rudnom polju Berikovo-Padalište, nalazi se na grebenu Maja Srt. Do sada je poznato više od deset pingi različite dubine i prečnika, rasporedjenih na prostoru od 200x50 m. Nije poznato ko i kada je tu radio i šta je eksploatisao. Pisani podaci nisu pronadjeni, a mesnom stanovništvu nije ništa

GEOINSTITUT - BIBLIOTEKA
BEOGRAD
17

poznato o tim radovima*. Na osnovu veličine i sastava halde oko pingi, pretpostavlja se da je eksploatisan magnetit, a eksploatacija je mogla biti obavljena za vreme turske okupacije ili možda čak u doba Nemanjića.

Ako se zanemare ovi radovi, u tom slučaju najstariji su oni što su realizovani pedesetih godina od strane Rudarskog basena iz Kičeva kada je na južnim padinama Maja Srta, neposredno iznad sela Berikova, uradjen jedan potkop dužine oko 10 m i oko njega više raskopa i plićih šahti. Svi ovi radovi su bili usmereni na istraživanje Fe-mineralizacija, za koje se tada pretpostavljalo da su istog genetskog i mineraloškog tipa kao i rude Tajmišta i Damir Hisara.

Nakon tih radova drugih istraživanja na ovom terenu nije bilo do 1964. godine kada su R. P o p o v i ć i S. C v e t i ć, obišli ovaj teren, sakupili izvestan broj uzoraka i utvrdili da su ovde u pitanju mineraliizacije gvoždja, bakra, olova i cinka, termalnog porekla.

Glavne litostratigrafske karakteristike

Prema petrološkoj klasifikaciji metamorfita zapadne Makedonije, koju je dao P o p o v i ć (1989b) u geološkoj gradji šire okoline Berikova, odnosno u rudnom polju Berikovo - Padalište, učestvuju filitična formacija, formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom, karbonatna formacija i metamorfisane intruzivno - efuzivne formacije.

Filitična formacija po svom stratigrafskom položaju je najstarija, ali generalno posmatrano ovde su zastupljeni njeni gornji delovi, koji postupno prelaze u metamorfisane peščare i konglomerate sa hematitom.

To je metamorfisana vulkanogeno-sedimentna klastično-karbonatna formacija. Sačinjavaju je sericitski škriljci, filitični škriljci, krečnjački škriljci, sericitsko-hloritski, hloritsko-aktinolitski, sericitsko-hloritsko-epidotski škriljci, zatim, metamorfisane tufogene stene, metadijabazi, metaandeziti, metarioliti, metagabrovi i metagranitoidi. Posebnu karakteristiku ove formacije čini to da u zapadnim delovima ona postupno prelazi u mermerisane krečnjake planinskog masiva Bukovik. Bitna karakteristika ove formacije je, osim što je vulkanogeno-sedimentnog postanka, ta što se u njoj javljaju vulkanogeno-sedimentne sulfidne mineralizacije, koje su sinhrone i genetski vezane za nju, odnosno njen vulkanizam. (Sl. 7).

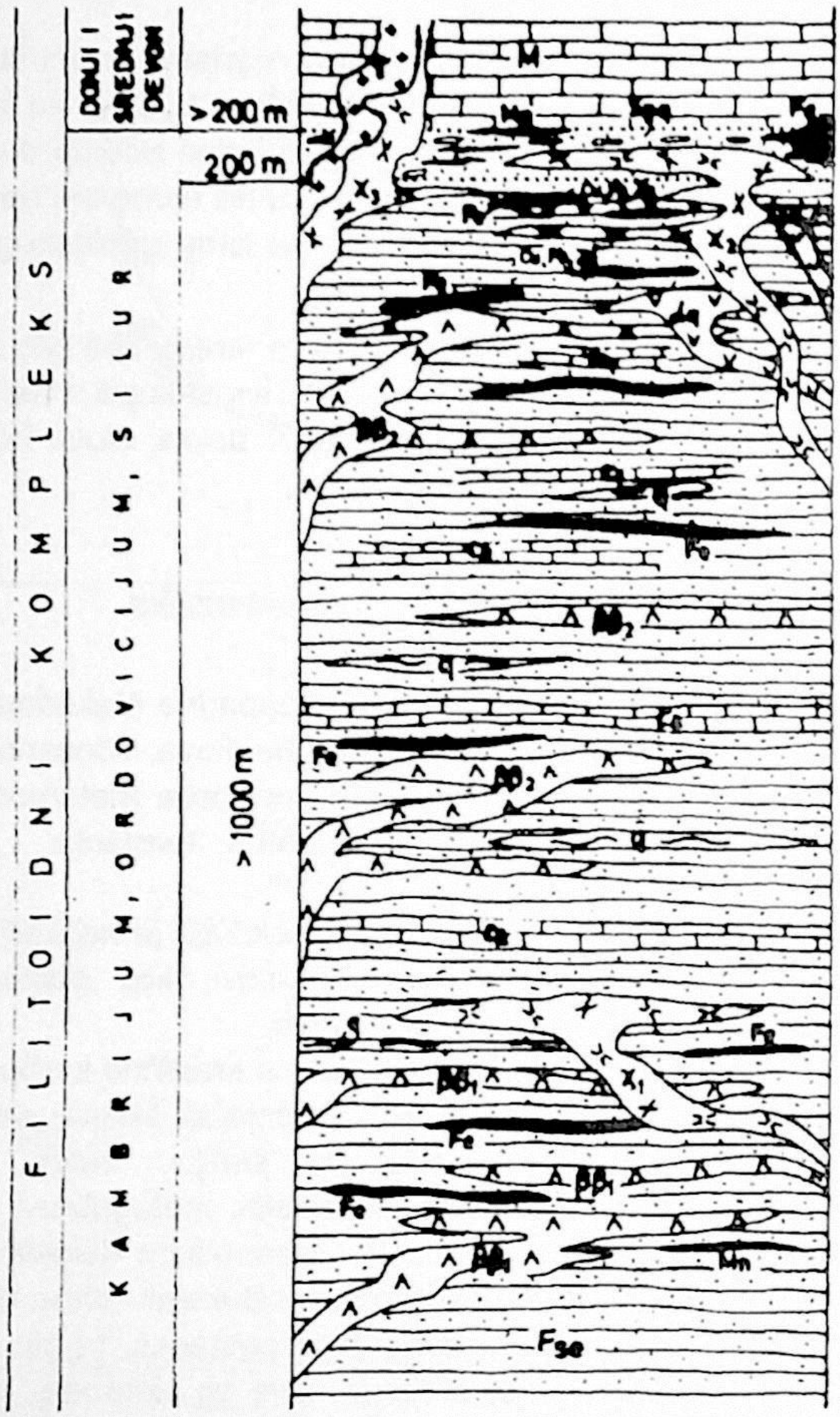
Obzirom da su faunistički dokazani kambrijum i ordovicijum na Stogovu u donjim delovima ove formacije, zatim devonska starost karbonatne formacije, kao najvišeg člana filitoidnog kompleksa, nesigurne silurske faune gornjih delova filitične formacije kod Openice, (P o p o v i ć, 1977c), moglo bi se sa dovoljno razloga pretpostaviti da je deo ove formacije, koji se nalazi u rudnom polju Berikovo - Padalište, stvaran u siluru.

Istovremeno sa formiranjem ovog dela filitične formacije razvija se bazični, intermedijarni i kiseli vulkanizam. Njegovi tragovi su registrovani na širem prostoru zapadne Makedonije (Openica, Judovo, zapadne i jugozapadne padine Babe Sač, Strelci, Berikovo, Padalište itd.), a aktivnost se produžila do devona, kada se stvara karbonatna formacija. U toku te aktivnosti prinesena je velika količina gvoždja, bakra,

---

* Prema podacima T.Smiljanića-Bradine (1935) u Berikovo i okolna sela, Šiptari su se nasilno naselili krajem 19. i početkom 20. veka, slovensko stanovništvo je proterano, tako da oni ne mogu znati ko i kada je tu eksploatisao neku mineralnu sirovinu.

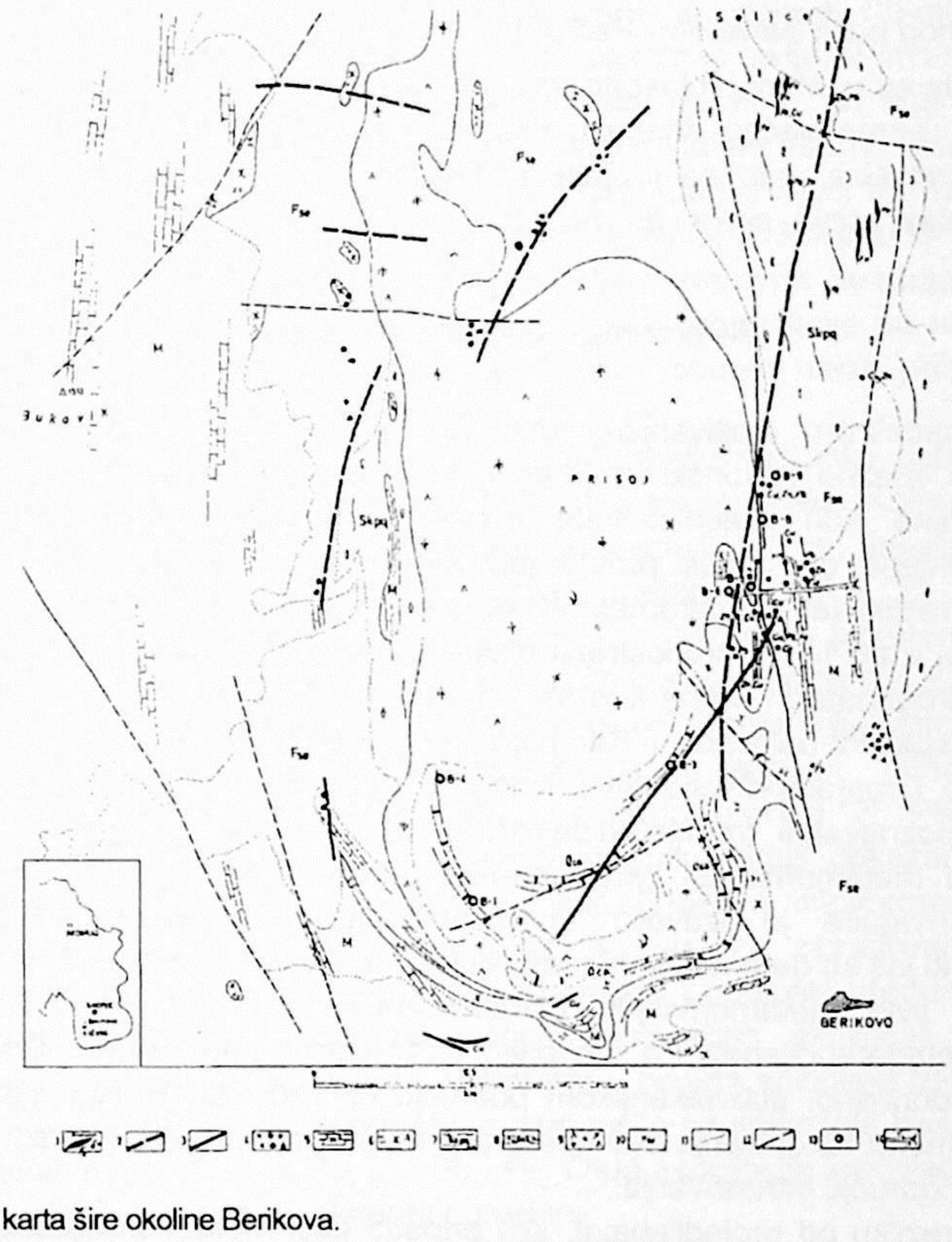
olova, cinka i mangana. U tom smislu filitična formacija predstavlja važan potencijal za pronalaženje mineralizacija i ležišta sulfida bakra, olova, cinka i dr. metala.



Sl. 6. Stratigrafski odnosi pojedinih litoloških članova u zapadnoj Makedoniji (gornji deo stuba odnosi se na zonu Berikovo - Padalište).
1. Metagranitoid, 2. metariolit "3", 3. mermerisani krečnjak, 4. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat sa hematitom, 5. Cu, Zn, Pb-mineralizacija, 6. metariolit "2", 7. metaandezit, 8. metadijabaz "2", 9. kvarcit, 10. krečnjački škriljac, 11. metariolit "1", 12. Mn i Fe-mineralizacija, 13. metadijabaz "1", 14. sericitski filit.

Fig. 6. Stratigraphic relationship of individual lithological members within phyllitoid complex formed in Cambrian-Middle Devonian (Upper part relates to Berikovo-Padalište zone).
1. Metagranitoid, 2. Metarhyolite "3", 3. Recrystallized limestone, 4. Metamorphosed quartz sandstone and conglomerate with hematite, 5. Cu, Zn, Pb-mineralization, 6. Metarhyolite "2", 7. Metaandesite, 8. Metadiabase "2", 9. Quartzite, 10. Calcshiste, 11. Metarhyolite "1", 12. Mn and Fe-mineralization, 13. Metadiabase "1", 14. Sericite phyllite.

Od svih facija ove formacije, u okolini Berikova, u metalogenetskom pogledu najznačajniji su krečnjački škriljci. Oni pripadaju gornjem delu filitične formacije a prostiru se izmedju Berikova i gornjeg toka Padališke reke, odnosno Ćafanskog potoka. Kao što su i svi ostali članovi filitične formacije, tako je i facija krečnjačkih škriljaca, kao njen sastavni deo, jako ubrana. U njenom sastavu javljaju se hloritski škriljci (verovatno bivši dijabazi), snažno orudnjeni. Ova facija je rudarskim istražnim radovima i istražnim bušenjem praćena u pravcu istok - zapad oko 500 m i po vertikali više od 150 m. U oba smera je mineralizovana, a u kontaktnim delovima, gde je probija postdonjedevonski metamorfisani riolitporfir, kontaktno je izmenjena pri čemu je dodatno mineralizovana, bilo da je reč o zoni skarna ili o regeneraciji ranije već formiranih mineralizacija.



Sl. 7. Geološka karta šire okoline Berikova.

1. Pojava mineralizacije Cu, Zn, Pb, Fe; 2. osa geohemijske anomalije Cu, Zn, Pb; 3. osa anomalije SP i IP; 4. mehanički oreol rasejavanja sulfidnih i oksidnih mineralizacija; 5. mermerisani krečnjak; 6. metariolit ("2" i "3"); 7. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat; 8. karbonatni škriljac; 9. metagabro i metagabrodijabaz; 10. sericitski škriljac; 11. granica postupnog prelaza; 12. rased osmatran i pokriven; 13. istražna bušotina; 14. potkop.

Fig. 7. Geological map of Berikovo and surrounding area.

1. Occurrence of Cu, Zn, Pb, Fe-mineralization; 2. Axis of Cu, Zn, Pb geochemical anomalies; 3. Axis of SP and IP anomalies; 4. Mechanical dispersion halo of sulfide and oxide mineralization; 5. Marmorized limestone; 6. Metarhyolite ("2" i "3"), 7. Metamorphosed quartz sandstone and conglomerate; 8. Carbonate schist; 9. Metagabbro and metadiabase; 10. Sericite schist; 11. Boundary of gradual transition; 12. Fault (visible and covered); 13. Drill hole; 14. Adit.

U kasnijim vremenima, u prvom redu u vreme hercinskog tektonomagmatskog ciklusa, magmatska aktivnost se obnavlja i tada se stvaraju granitoidi i najmladje riolitske stene.

Formacija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom, za razliku od drugih lokalnosti zapadne Makedonije, ovde je znatno sitnozrnija i samo mestimično su razvijene krupnozrnije konglomeratične facije. Vulkanska aktivnost je nastavljena i u vreme nastanka ove formacije, tako da se u njoj mogu naći metavulkaniti kao i slabije sulfidne mineralizacije i sočiva hematitskih škriljaca. Preko nje leži karbonatna formacija, u koju metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati sa hematitom postupno prelaze (Sl.6 i 7). To je formacija mermerisanih krečnjaka, koji izgradjuju planinski masiv Bukovika. Ona je razvijena u zapadnom delu rudonosne zone ili rudnog polja Berikovo - Padalište.

Kada su u pitanju mineralizacije, ova formacija, na delu terena koji je predmet ovog rada, nema većeg značaja. Izuzetak čine mestimično skarnovi, naročito u području Padališta, gde se javljaju slabije oksidne i manje sulfidne mineralizacije gvoždja, bakra, olova, cinka i dr. metala.

Metamorfisane intruzivno-efuzne stene

Dosadašnjim ispitivanjima utvrdjeno je da su prvobitne stene zapadne Makedonije snažno tektonski izmešane, deformisane i u manjem ili većeg stepenu metamorfisane. Kao posledica toga magmatske stene, posebno vulkaniti, često su toliko izmenjene da danas prdstavljaju sericitske ili hloritske škriljce kada ih je nemoguće razlikovati od parametamorfita. Ovakva situacija na savremenom stepenu poznavanja, a poštujući hronostratigrafsku pripadnost, omogućila je izdvajanje samo krupnih petrogenetskih celina kao što su kompleks u koji su svrstane sve formacije stvarane u starijem paleozoiku. Kao najrazvijenija tu se našla filitična formacija u čiji su sastav ušle i metamorfisane intruzivno-efuzivne stene, koje bi, u prilikama boljeg sveopšteg poznavanja, trebale da se izdvajaju kao zaseban kompleks.

Kod metamorfisanih intruzivno-efuzivnih stena, u rudnom polju Berikovo - Padalište moguće je izdvojiti: metagabrodijabaz, metariolit, metagranitoid, a mikroskopski još su determinisani metadijabaz, metaandezit i metatufovi.

Od svih metamorfisanih intruzivno-efuzivnih stena najveće prostranstvo zauzima metagabrodijabaz. Po svoj prilici on bi mogao pripadati graničnom intruzivno-efuzivnom odnosno, subvulkanskom području obrazovanja bivšeg gabra i dijabaza. Dakle u domenu razdvajanja ove dve stene na intruzivnu-gabro i efuzivnu-dijabaz, ali još uvek u području intrudovanja.

Za razliku od metadijabaza, koji pripada istoj metagabrodijabaznoj masi, kao sastavni deo sericitskih škriljaca, javlja se jako albitisani hloritski i hloritsko-aktinolitski škriljac, koji najverovatnije predstavlja bivše submarinske izlive dijabaznih i dijabaz-spilitoidnih stena.

Najzad, u istoj metagabrodijabaznoj masi izdvojena je jedna veoma karakteristična karbonatna stena, koja je nastala karbonatizacijom primarnog mikrogabra. P o p o v i ć, J a n č i ć (1969) izdvojili su je kao "karbonatni škriljac orto-porekla".

Drugu grupu predstavljaju metagranitoidne i metariolitske stene. Njihov medjusobni odnos do sada nije razjašnjen. Ono što je bitno za metagranitoidnu stenu

jeste izostajanje kontaktnog metamorfizma sa okolnim stenama i što je jako dinamometamorfisana. Ove promene su takve da je većim delom primarna stena prevedena u sericitski škriljac. Javlja se u manjim, sočivastim telima na površini terena (blizu starog potkopa, severno od sela Berikovo i na grebenu Maja Srt), a istražnim bušenjem je nabušena takodje jedna manja masa na dubini od blizu 200 metara. Veruje se da taj metagranitoid pripada istoj intruziji koja je dala metagranitoidne stene kod Strelaca i kod Jagola (takodje nabušena istražnim bušenjem na ugalj).

Metariolitske stene, u rudnom polju Berikovo - Padalište, po svoj prilici izgleda da pripadaju dvema generacijama. Jedna je jako uškriljena i biotitizirana. Ona leži u sericitskim i karbonatnim (krečnjačkim) škriljcima. U medjusobnom kontaktu nema termičkih promena - skarnovi i korniti, dakle, izostaju, a u ovom metariolit-porfiru ili u njegovoj blizini, u sericitskim škriljcima, registrovane su pojave Cu-mineralizacije. Moguće da je to metariolit-porfir "2"* i da to, što se danas javlja, u stvari su njegovi primarni slivovi, ili bar njihovi ostaci. Kao što se vidi na sl. 7. on ima kružni oblik pojavljivanja, obuhvatajući metagabrodijabaznu masu sa južne strane. Drugi metariolit je manje uškriljeni; njegova glavna masa strči u terenu, podsećajući na vulkanski nek. On probija sve okolne stene, pa i mermerisane krečnjake Bukovika. U kontaktu sa sericitskim škriljcima gradi kornite, a sa karbonatnim stenama (krečnjački škriljci i mermerisani krečnjaci) orudnjene skarnove. Za njihovo razdvajanje na različite faze, izuzev navedenih, drugih dokaza nema, pa ovakvu podelu treba prihvatiti samo uslovno i sa rezervom.

Pored navedenih stena, u medjuvremenu izmedju nastanka gabrodijabaza i najmladjeg riolit-porfira "3" (dakle onog koji kontaktno metamorfiše okolne stene i koji verovatno pripada hercinskoj eposi) formirane su andezitske stene, docnije sve skupa metamorfisane. Medjutim, odnos metaandezita i metariolit-porfira "2" za sad nije definitivno razjašnjen. Ipak, ako se ima u vidu da su vulkanske hidroterme, koje su pratile izlive primarnih andezita i metariolit-porfira "2", donele sulfide Cu, Zn, Pb i Fe, a oslanjajući se na evoluciju magmatizma, odnosno okiseljavanje vulkanizma, počev od dijabaza do riolita, moglo bi se pretpostaviti da je andezit, odnosno danas metaandezit, prethodio riolit-porfiru "2", ili danas metariolit-porfiru "2". Polazeći od tih stavova (asocijacija sulfida bakra sa navedenim vulkanitima dokazana je i kod Berikova i kod Padališta) i činjenice da su kod Berikova istovremeno stvarane karbonatne stene, dolazi se do konstatacije da su, za obrazovanje sulfidnih mineralizacija već bili stvoreni potrebni fizičko-hemijski i geološki preduslovi. Naime, stvaranje karbonatnih sedimenata (današnjih krečnjačkih škriljaca) odvijalo se istovremeno sa vulkanskom aktivnošću. Hidroterme, bogate sulfidima izlivale su se u karbonatnu, odnosno bazičnu sredinu, što je omogućilo neutralisanje kiselih rastvora i obaranje sulfidnih mineralizacija Cu, Zn, Pb i Fe. Otud asocijacija krečnjačkih škriljaca, metavulkanita, pirita, halkopirita, sfalerita i galenita.

Kada se govori o metamorfisanim magmatskim stenama, u rudnom polju Berikovo - Padalište, neophodno je istaći njihovu zajedničku karakteristiku, da su manje, više sve orudnjene. Unutar metagabrodijabazne mase nalaze se mineralizacije bakra i sasvim podredjeno olova i cinka, dok se u metariolit-porfiru "2" javljaju mineralizacije bakra, a u metariolit-porfiru "3" registrovane su relativno bogate impregnacije hematita i kristala magnetita.

---

* Metamorfisani riolit-porfir "1" nije do sada registrovan na prostoru Berikovo-Padalište. On pripada nižim delovima filitične formacije, dok sve, za sada, izdvojene stene na navedenom prostoru, pripadaju gornjim delovima filitoidnog kompleksa

Na kontaktu krečnjačkog škriljca i metagabra, u potkopu, na dužini od 9 m nalazi se, u metagabru relativno bogata sulfidna mineralizacija sa ukupnim sadržajem bakra, olova i cinka oko 6% (od čega na bakar otpada oko 1%). Medjutim, na kontaktu metariolit-porfira "3" i karbonatnih stena javljaju se uglavnom gvoždjeviti (magnetit, hematit) skarnovi u kojima se nalaze relativno bogate koncentracije halkopirita (mestimično sadržaj Cu iznosi i do 1%), sfalerita (sadržaj Zn do 0,5%) i galenita (sadržaji Pb do 0,2%).



Sl. 8. Sitna zrna i žilice halkopirita (svetli deo slike, uvećano 8x25) u metamorfisanom gabru (P o p o v i ć et al, 1969).

Fig. 8. Small grains and veinles of chalkopyrite (liight part of photo, enlarged 8x25) in mestamorphosed gabbro (P o p o v i ć et al, 1969)

Osim toga, mora se istaći postojanje kontaktno metamorfnih promena, koje se vezuju za hercinsku epohu. U ataru sela Berikova, na Maja Srtu, i kod Padališta, javljaju se mineralizacije uglavnom u kontaktu metariolit-porfira "3", sa karbonatnim škriljcima, za razliku od skarnova koji su registrovani mestimično duž istočnog oboda mermerisanih krečnjaka Bukovika i metaklastita, a za koje nije do sada utvrdjena magmatska stena koja ih je uslovila, mada bi se moglo pretpostaviti da je i ovde u pitanju metamorfisani riolit-porfir "3".

Strukturna pozicija i glavne crte sklopa

Generalno posmatrano Berikovo leži u zoni, koja bi se mogla okarakterisati kao tektonski kontakt izmedju semimetamorfita filitoidnog kompleksa zapadne Makedonije i stena višeg stepena metamorfizma izdvojenih kao gnajsni kompleks i koji po nekim autorima pripada Pelagonidima (P o p o v i ć, 1989.).

Osim tektonskog karaktera, ova zona je markirana metabazitima, metagranitoidima i metavulkanitima. Smatra se da je ta struktura prilično stara i da u

sebi krije mnogobrojne geološke zagonetke (tektonske, petrogenetske, metalogenetske i druge).

Ako bi se oslonili na podatke izotopske starosti, koje je D e l e o n, 1968. god.* dobio na metagranitoidu u Strelcima (dobijeni su dvoznačni rezultati: jedni odgovaraju karbonu, a drugi juri), moglo bi se pretpostaviti da je već u karbonu ova struktura postojala i da ju je tada stvoreni granitoid koristio za svoje intrudovanje, a kasnije, da je obnovljena mladjim magmatskim pokretima vezanim za tektonske dogadjaje koji su im prethodili (Sl. 9).

U celini posmatrano, sve formacije u rudnom polju Berikovo - Padalište i mineralizacije u njima, locirane su u tektonkom bloku koji pripada strukturi višeg reda. Nju prate karakteristične mineralizacije (sulfidne) i stene, odnosno formacije intruzivno-efuzivnog kompleksa. Duž te strukture, javljaju se metamorfisane gabrodijabazne, metamorfisane granitoidne i metamorfisane riolitske stene. Ako se posmatraju podaci dobijeni izotopskim ispitivanjima starosti kod Strelaca i kod Vrutoka, videće se, da su u oba slučaja metagranitoidi nastali u hercenskom vremenu, koji su kasnije tokom mezozoika, utiskivanjem kruševskog, odnosno cerskog granitoida, pretrpeli snažnu biotitizaciju, odnosno kalijsku metasomatozu.

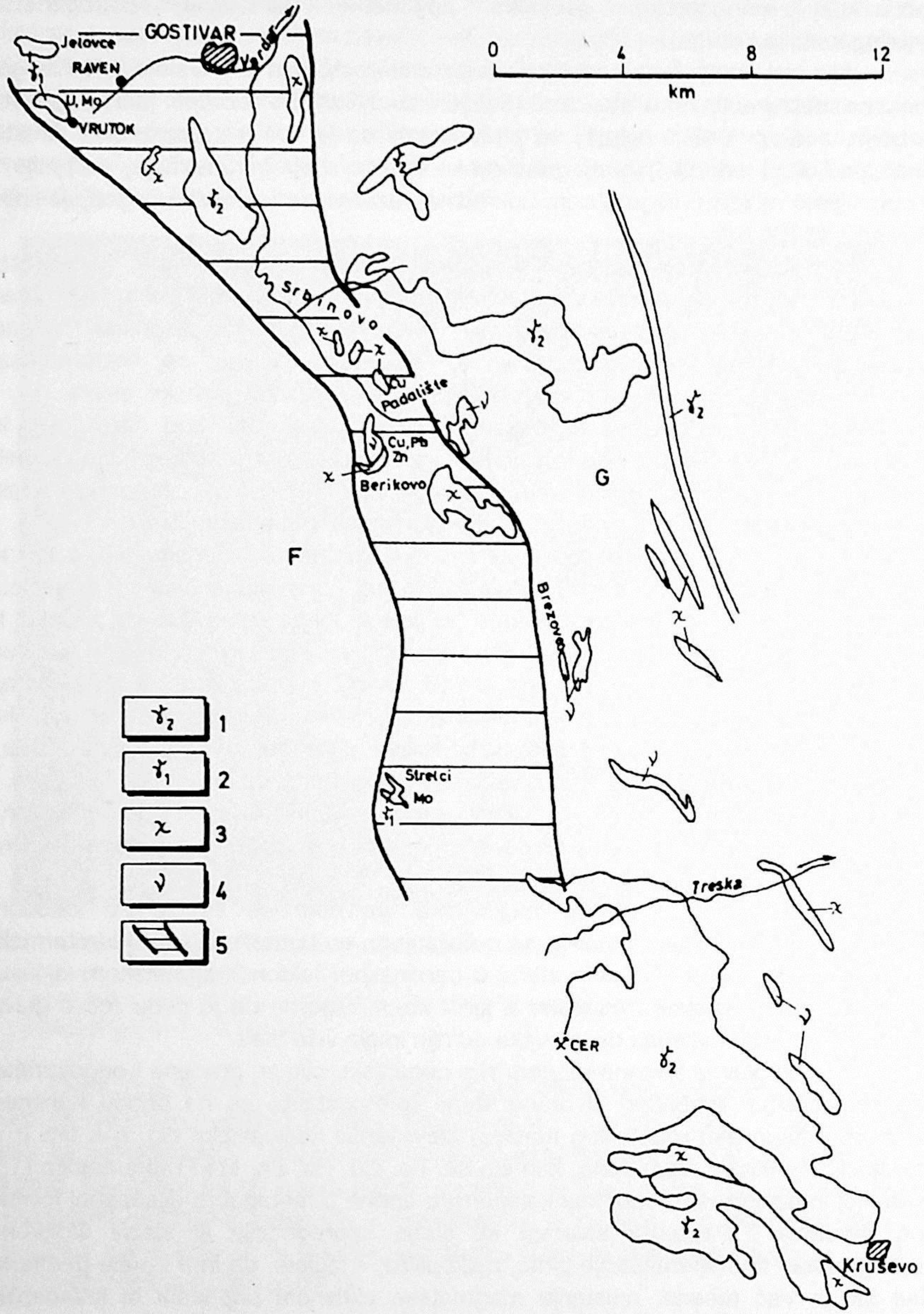
To je uslovilo dvoznačne rezultate izotopske starosti (hercinska i jurska) kod Strelaca. Ali, ako se uzmu drugi geološki podaci, uz realno utvrdjenu činjenicu o mladjoj, kalijskoj metasomatozi, odnosno biotitizaciji, onda će se doći do podatka koji govori da je primarni granitoid kod Strelaca stvoren kad i u Vrutoku, tj. u vreme karbona. Polazeći od tog tumačenja dolazi se do pretpostavke da je pomenuta struktura, formirana još u, najmanje, hercinskom vremenu i da je u više mahova kroz kasniju evoluciju obnavljana. To ujedno objašnjava heterogenost magmatskih stena, tj. egzistiranje stena različitih po hemizmu, po vrsti i po starosti u okviru iste strukture. Pa ipak njihova prostorna bliskost i način pojavljivanja, pri čemu često jedna drugu probija, omogućavaju da se relativno lako identifikuje njihova pojedinačna relativna starost.

Prema tome, najstarija magmatska aktivnost se vezuje za kaledonski tektonomagmatski ciklus, obnavlja se probijanjem, metamorfisanjem i hidrotermalnim menjanjem svih ranije stvorenih stena u hercinskom tektonomagmatskom ciklusu, a zatim, ponovo u alpskom, odnosno u juri i kredi. Sigurno da je ovde reč o glavnim magmatskim aktivnostima i da je svaka od njih imala više faza.

Sva tri glavna tektono-magmatska dogadjaja, bila su praćena i odgovarajućim mineralizacijama. Prvobitno stvorene stene (pretpostavlja se na obodu kontinenta, odnosno pelagonsko-rodopskog masiva) karakteriše kalkoalkalni niz, a s tim u vezi asocijacija hemijskih elemenata, kao što su: Fe, Cu, Pb, Zn, Mo i retke zemlje (T.R.). U starijoj intruzivno-efuzivnoj fazi kaledonske epohe u metagabro dijabaznoj formaciji, kod Berikova i Padališta stvaraju se slabe impregnacije ili slabiji štokverkno-impregnacioni tip mineralizacije pirita, halkopirita, a izgleda da ima i malo pentlandita. Kao što je već rečeno, najstarija magmatska aktivnost pripadala bi kaledonskom tektonomagmatskom ciklusu. U hercinskom ciklusu stvaraju se mladje magmatske stene kiselog sastava. U tektonskom pogledu, to je vreme prvih snažnijih ubiranja; tada nastaju nabori čije se b-ose pružaju u pravcu sever-jug ili severoistok-jugozapad. Posle ovih došli su alpski poremećaji koji su, ne samo prenabrali starije formacije, već su doveli do potiranja jednog dela starijih struktura, a u prvi plan izlaze mlade, alpske strukture.

---

* U izveštaju P o p o v i ć R. et al, 1968.



Sl. 9. Geološka skica tektono-magmatske i rudne zone Kruševo-Gostivar.

1. Alpski granitoidi; 2. hercinski metagranitoidi; 3. kaledonski i hercinski metariolitski vulkaniti; 4. kaledonski i stariji metagabrovi; 5. relikti kaledonsko-hercinske tektono-magmatske i rudonosne strukture.

Fig. 9. Geological sketch map of tectono-magmatic and ore bearing of the Kruševo-Gostivar zone.

1. Alpine granitoids; 2. Hercynian metagranitoids; 3. Caledonian and Hercynian metarhyolite volcanites; 4. Caledonian and older metagabbros; 5. Relics of Caledonian-Hercynian tectono-magmatic and ore bearing structure.

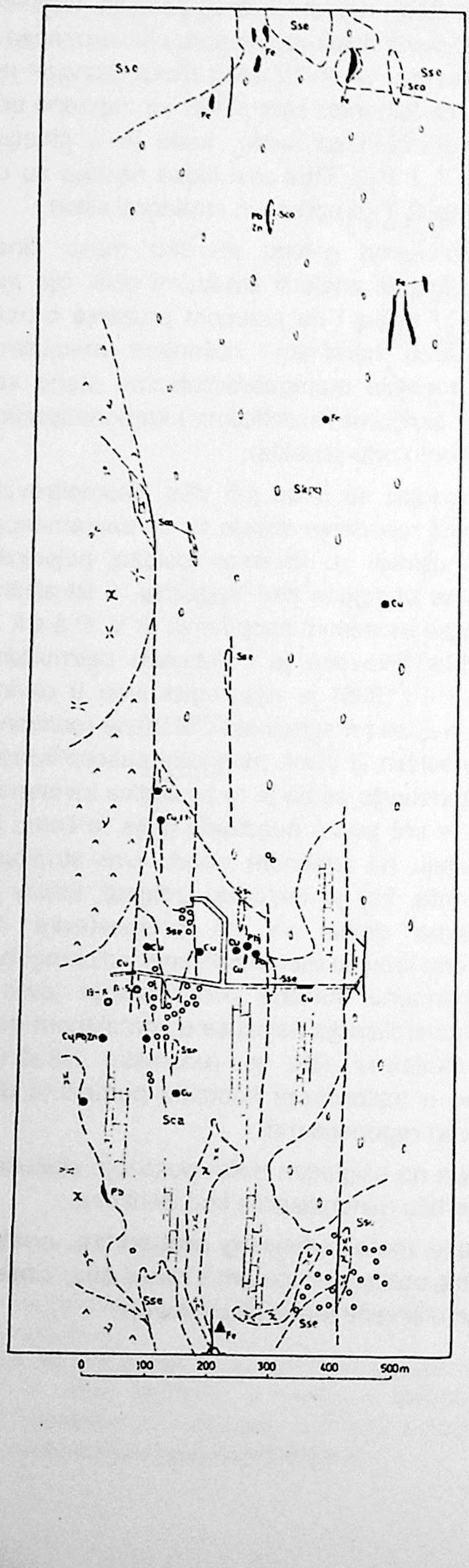
Ako se posmatra deo zone kod Berikova u kojoj su dokazane, za sada najinteresantnije mineralizacije, videće se da se tu javljaju dva tektonska bloka. Istočni blok dužine oko 2 km i prividne debljine veće od 500 m (Sl.10) sa krečnjačkim škriljcima kao glavnim i dominirajućim litološkim članom. On je izrazito ograničen subvertikalnim rasedima, pravca pružanja približno sever-jug. U njemu se nalaze strukture nižeg reda, kao što su "cm" do "m" nabori i rasedi lokalnog značaja. Najveći broj b-osa nabora pruža se u pravcu sever-jug, severoistok-jugozapad, i severozapad-jugoistok. Generalno, većina ih tone prema severu. U okviru ovog bloka, razvijen je klivaž aksijalne površine raznih generacija. Drugi tektonski blok nalazi se zapadno od prvog. U njemu glavnu, odnosno dominirajuću stensku masu, kada je u pitanju površina, čine metagabrodijabazne stene (Sl. 7. i 10.). Oba ova bloka nastala su u mladjim tektonomagmatskim ciklusima, čiji je rezultat komplikovan strukturni sklop.

Ima se utisak da tektonski blok u kome glavnu stensku masu čine metagabrodijabazne stene, predstavlja jedan lokalni zdelasti strukturni oblik čija se duža osa pruža u pravcu sever-jug, kao što je slučaj i sa pravcem pružanja b-osa jednog dela nabornih struktura u drugom bloku. Istražnim bušenjem, medjutim, utvrdjeno je, da se u vertikalnom pravcu smenjuju metagabrodijabazne stene sa metariolitima, sericitskim i sericitsko-hloritskim škriljcima, kalkšistima i karbonatisanim metamikrogabrom (odnosno karbonatnim škriljcem orto-porekla).

Posle hercinskih, alpski tektonski dogadjaji su ovde još više iskomplikovali tektonske odnose. Nova ubiranja i mnogobrojna rasedanja dovela su do savremenog strukturnog sklopa. Ovi poslednji dogadjaji uslovili su inversan položaj pojedinih formacija, što je bez dvoumljenja na izdancima utvrdjeno kod Padališta, a istražnim bušenjem, to je i kod Berikova dokazano. Prema usmenom saopštenju dr V. P a s k a l e v a glavna struktura o kojoj je reč, identifikovana je i dubokim seizmičkim sondiranjem. Medjutim, V u k a š i n o v i ć (1986) je nije registrovao u okviru aeromagnetskih ispitivanja, iako se u toj zoni nalaze i magnetoaktivne stene (odnosno magmatske stene koje bi trebalo da imaju povišen ili visok magnetni susceptibilitet, kao što je na primer metagabrodijabaz). Pretpostavlja se da je to posledica inversnog položaja, po čemu bi tektonski blok o kome je reč pao u negativno polje, o čemu je već bilo govora. Mineralizacije koje se javljaju na istočnom obodu ove strukture predstavljaju samo bočni deo rudnog horizonta, koji je tektonski izdignut, kakav je slučaj na Maja Srtu. U takvim odnosima dolazi se do pretpostavke da metagabrodijabazne stene predstavljaju prividnu krovinu metamorfisanoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji u kojoj se pored primarne sulfidne mineralizacije javlja i regenerisana mineralizacija. Najbogatija Cu-mineralizacija nalazi se u kontaktnom delu metagabrodijabaza, prema karbonatnim škriljcima (što je rudarskim istražnim radovima i utvrdjeno). Obzirom da je tu reč o tektonskom kontaktu pomenuta dva bloka, smatra se, da je ta mineralizacija u stvari regenerisana.

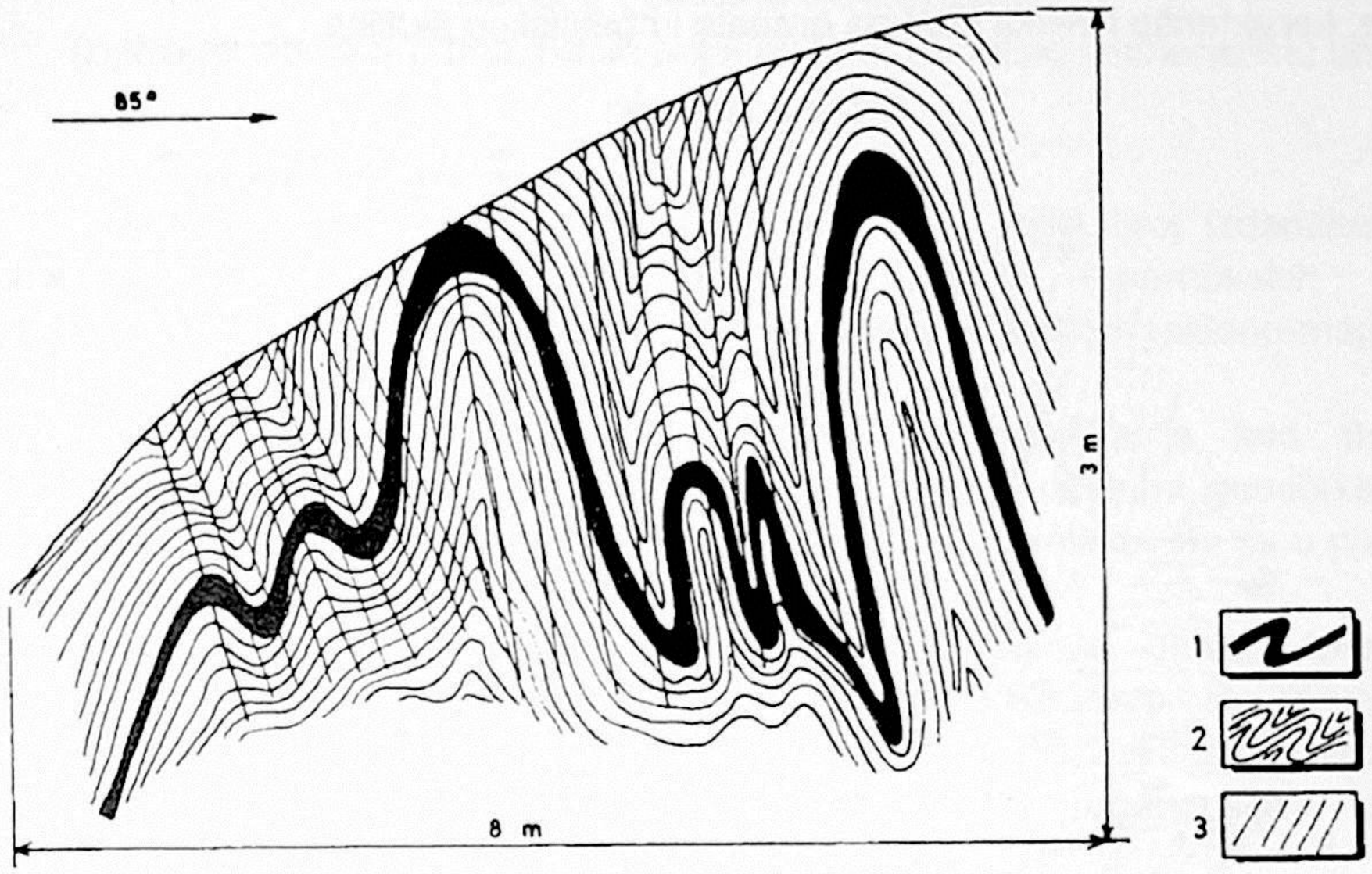
Ovaj kratak pregled strukturnog sklopa na očigledan način pokazuje složenost tektonskih odnosa, a time i svih drugih koji se tiču mineralizacija kod Berikova.

Najzad, sigurno je da pojedine mase metamorfisanog riolit-porfira, onakve kakve se danas javljaju, predstavljaju rezultat ubiranja, a potom i rasedanja, čime je prvobitna jedinstvena masa izdeljena na manje ili veće mase (ili blokove).



Sl. 10. Geološka karta Berikovo-Seljce.
1. Mehanički oreol rasejavanja;
2. skarnovska Fe-mineralizacija;
3. metamorfisani riolit-porfir;
4. sulfidna mineralizacija; 5. tragovi sulfidne mineralizacije;
6. metagabro-dijabaz; 7. krečnjački škriljac; 8. hematitski škriljac;
9. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat; 10. sericitski škriljac; 11. rased (osmatran i pokriven); 12. istražna bušotina; 13. istražni potkop.

Fig. 10. Geological map of Berikovo-Seljce area.
1. Mechanical dispersion halo;
2. Skarn Fe-mineralization;
3. Metarhyolite-porphyre; 4. Sulfide mineralization; 5. Traces of sulfide mineralization; 6. Metagabbro-diabase; 7. Calcschist; 8. Hematite schist; 9. Metamorphozed quartzose sandstone and conglomerate; 10. Sericite phyllite; 11. Fault (visible and covered); 12. Borehole; 13. Adit.



Sl. 11. Lokalni profil kod Padališta na kome se vidi snažna ubranost stena.
1. Metadijabaz; 2. sericitski škriljac; 3. klivaž.

Fig 11. Local cross section near Padalište where rocks are intensively folded
1. Metadiabase; 2. Sericite schist; 3. Cleavage.

Obzirom da je ovde reč o jedinstvenoj tektonomagmatskoj i metalogenetskoj zoni Berikovo - Padalište, litološki sastav i stratigrafski položaj svih formacija na celom prostoru je identičan. Otud je i litološki sastav kod Padališta skoro u potpu nosti podudaran sa onim kod Berikova. Kod Padališta je takodje reč o filitičnoj, bivšoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji, formaciji metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom (hematit se ovde javlja samo u tragovima) i o karbonatnoj formaciji.

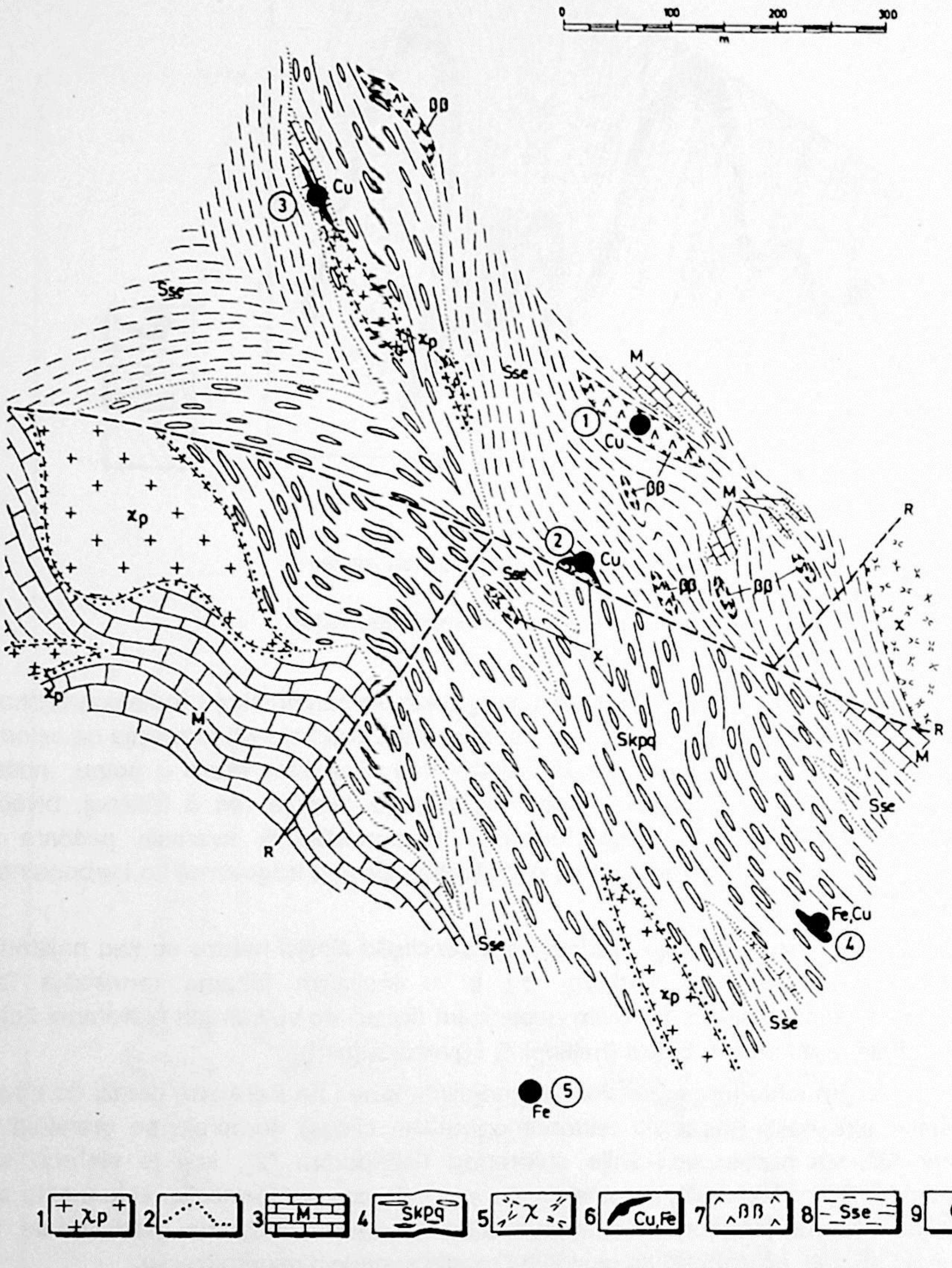
U filitičnoj formaciji, koju predstavljaju sericitski škriljci nalaze se kao najstariji vulkaniti dijabaz-spilitoidnog sastava, da bi u kasnijim fazama formiranja taj vulkanizam prešao u riolitski. Sa ovim poslednjim dolazi do vulkanskih hidrotermi koje donose sulfide prvenstveno bakra (halkopirit) i gvoždja (pirit).

U mladjim tektonomagmatskim dogadjajima kao i na Berikovu, dolazi do nove magmatske aktivnosti (hercinski tektonomagmatski ciklus); formiraju se granitoidi i riolitporfir "3", za razliku od ranije stvorenog riolitporfira "2", koji je sinhron sa sericitskim škriljcima, dok ovaj hercinski seče sve kaledonske formacije. U kontaktu sa karbonatnom formacijom, formira skarnove, a sa sericitskim škriljcima, gradi kornite. U oba slučaja nastaje skarnovski tip oksidnih i manje sulfidnih mineralizacija.

Za razliku od Berikova, u neposrednoj blizini Cu-pojave u Padalištu metagabroidne stene izostaju, a sa njima i karbonatni škriljci, odnosno karbonatisani metamikrogabro.

Za metariolitporfir "3" karakteristično je da je neravnomerno metamorfisan. Pojedini delovi su intenzivno metamorfisani, dok su drugi sa malo ili skoro bez regionalnih dinamometamorfnih promena (bez uškriljavanja). Ovaj mladji, tj. metarioliporfir "3", je nastao nakon okončanja formiranja karbonatne formacije (mermerisani krečnjaci planine Bukovika). Iz toga proizilazi da se i ovde kao i na

Berikovu, javljaju skarnovi koje, pored oksidno-sulfidnih mineralizacija i kornitske strukture, karakteriše i velika količina granata i ribektiskog škriljca.



Sl. 12. Geološka karta okoline Padališta (Popović, 1985)

1. Metamorfisani riolit-porfir ("3"); 2. zona kontaktnog metamorfizma; 3. mermerisani krečnjak; 4. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat; 5. metamorfisani riolit-porfir ("2"); 6. Cu i Fe mineralizacije; 7. metamorfisani dijabaz; 8. sericitski škriljac; 9. broj rudne pojave.

Fig. 12. Geological map of Padalište (after Popović, 1985.).

1. Metamorphosed rhyolite-porphyre ("3"); 2. Contact-metamorphic zone; 3. Marmorized limestone; 4. Metamorphosed quartz sandstone and conglomerate; 5. Metamorphosed rhyolite-porphyre ("2"); 6. Cu and Fe mineralizations; 7. Metamorphosed diabase; 8. Sericite schist, 9. Number of ore occurrence.

Sulfidne i oksidne mineralizacije
(petrogenetska sredina, način pojavljivanja, genetski i mineraloški tipovi, hemijski sastav)

Na prostoru Berikovo - Padalište, poznat je veliki broj izdanaka sulfidnih vulkanogeno-sedimentnih metamorfisanih i oksidnih (skarnovskih pretežno) mineralizacija. Prve pripadaju kaledonskom a druge hercinskom tektono-magmatskom ciklusu.

Glavna zajednička osobina kaledonskih mineralizacija kod Berikova i Padališta, jeste vulkanogeno-sedimentno poreklo, zatim direktna genetska veza sa svim stenama koje pripadaju gornjem delu filitoidnog kompleksa i što su u postrudnom vremenu jače ili slabije zahvaćene regeneracijom.

Na osnovu načina pojavljivanja, mineralnog sastava, geneze, parageneze, litološke sredine u kojoj se javljaju, u okviru rudnog polja Berikovo - Padalište, moguće je izdvojiti više tipova mineralizacija, to su: stratiformne vulkanogeno-sedimentne metamorfisane, štokverkno-impregnacione, skarnovske, regenerisane, sulfidne i oksidne mineralizacije.

U sericitskim i sericitsko-hloritskim škriljcima piritske i halkopiritske mineralizacije, u manjoj meri su praćene sulfidima olova i cinka. Javljaju se kao stratiformna tela. Kod Berikova pojava halkozinske mineralizacije u sericitskim škriljcima javlja se na južnim padinama Berikovske Kraste. To je jedna stratiformna pojava debljine oko 0,50 m, a osmatrana je na dužini od oko 5 m. Kao glavni minerali ovde su utvrdjeni: magnetit, hematit, martit halkozin, kovelin, malahit i limonit. Pretpostavlja se da je ovde halkozin primaran mineral. U ovoj pojavi sadržaj Cu je 1,65%, dok je sadržaj olova 0,2%. Za nju je posebno zanimljiv visok sadržaj srebra od 150 g/t. Slična situacija zapažena je u istim škriljcima presečenim bušotinom od 176,00-181,50 m, koja je bila locirana na Berikovskoj Krasti. Tu je registrovana halkopiritska i galenitsko-sfaleritska mineralizacija. U ovom slučaju proba dužine od 20 cm imala je bakra preko 1% (u delu gde je halkopirit vidljiv), a inače na celoj dužini jezgra od 15 m dobijeni su sledeći sadržaji (u g/t):

Cu	Pb	Zn	Ag	Bi	Mo	La
100	3000	3000	3	20	55	60

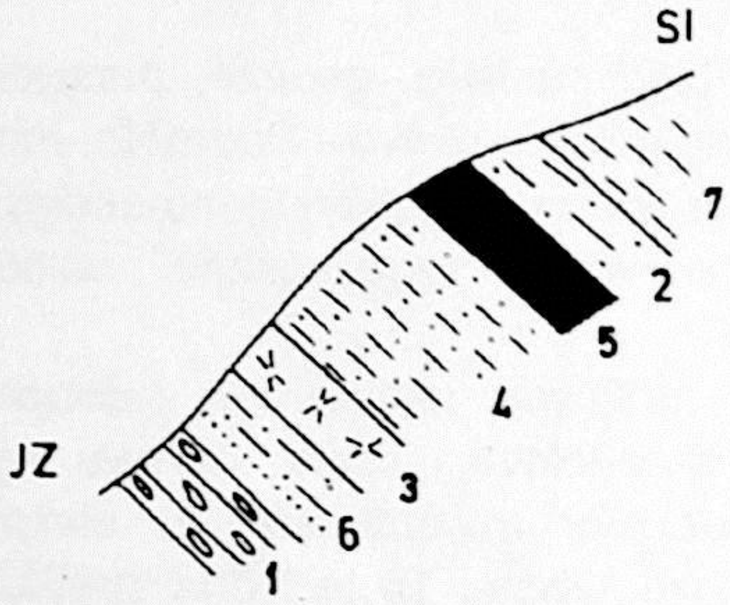
Za razliku od Berikova, kod Padališta je poznato jedno stratiformno rudno telo, ukupne debljine 4,26 m u kome je srednji ponderisani sadržaj bakra 9,9%, s tim što je jedna proba dužine 0,50 m imala 19,50% bakra, 0,20% olova i 2,00% cinka; zatim, proba dužine 1,26 m, imala je bakra 0,13%, a olova 200 g/t i cinka 450 g/t i jedna proba dužine 2,55 m imala je bakra 0,40%, olova u tragovima i cinka 500g/t. Osmatrana dužina ovog tela je 10 m.

U rudnoj paragenezi ove pojave identifikovani su: halkopirit, pirit, bornit, galenit, sfalerit, Fe-hlorit; sekundarni: halkozin, kovelin, malahit i limonit, a od nerudnih: kvarc, sfen i rutil.

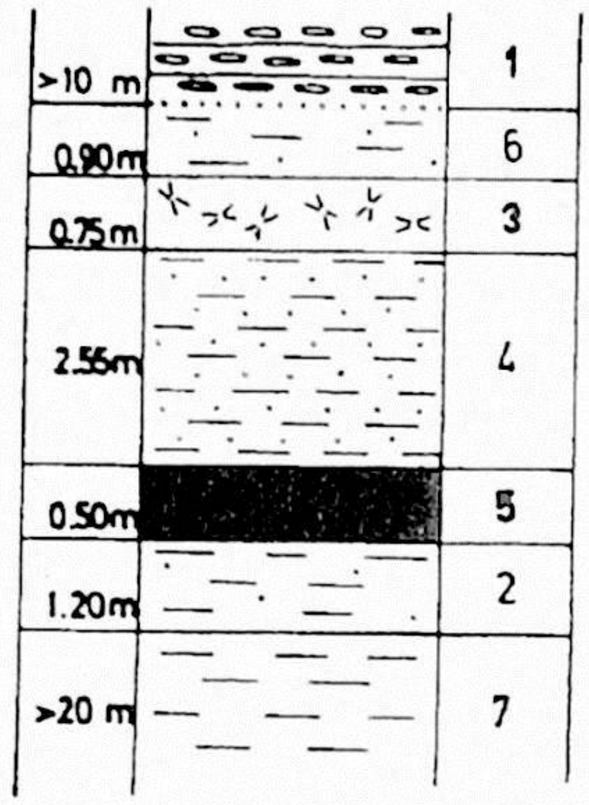
S druge strane pojava u Padalištu se karakteriše relativno visokim sadržajem bizmuta od 130 g/t, barijuma - 5500 g/t, cerijuma - 900 g/t, niobijum - 80 g/t, lantana - 600 g/t, molibdena 400 do 800 g/t, srebra - 300 g/t, cirkonijuma 1400 g/t, dok su kobalt, hrom, nikal i vanadijum izrazito niski; itrijuma ima 110 g/t, titana - 600 g/t, mangana 1200 g/t, magnezijuma preko 1% i kalcijuma - 8000 g/t. Ovi podaci navode

na pretpostavku da Cu-mineralizacija u Padalištu nije u vezi sa bazičnim vulkanizmom, već da je reč o srednjekiselom i kiselom vulkanizumu. Da to nije baš tako jednostavno najbolje govori pojava metamorfisanog dijabaza mineralizovanog pirhotinom, halkopiritom i arsenopiritom. Za taj metadijabaz još je karakteristično da je u njemu nadjeno zrno grafita. Pretpostavlja se da je tu reč o bivšem dijabaznom slivu koji je zahvatio organsku materiju, a koja je metamorfisanjem prešla u grafit.

Današnji položaj dela filitične formacije, u kojoj se nalaze sulfidne mineralizacije, inversan je u odnosu na prvobitan položaj, što se delimično može videti na sl. 13.



A.



B.

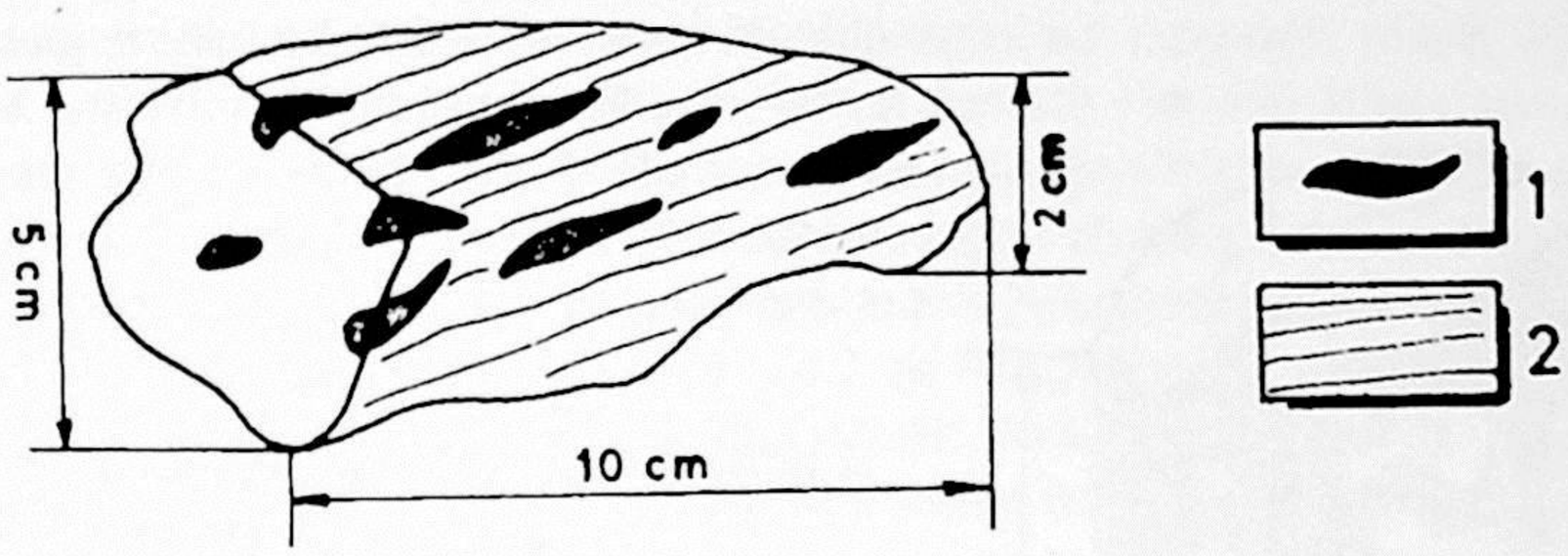
Sl. 13. Geološki položaj Cu-mineralizacije u Padalištu (zapadno od džamije):

A. - savremeni položaj na lokalnom profilu; B. - stvarni položaj u stratigrafskom stubu (P o p o v i ć, 1985).1. Mestamorfisani kvarcni peščar; 2 i 6. sericitski škriljac sa slabom Cu-mineralizacijom; 3. metariolit; 4. sericitski škriljac jače impregnisan halkopiritom; 5. masivna Cu-mineralizacija; 7. sericitski škriljac.

Fig. 13. Geological position of Cu-mineralization in the Padalište (western part of the mosque):

A. - Modern position on the local cross section, B.- Primary position in the stratigraphic column (after P o p o v i ć, 1985). 1. Metamorphosed quartz sandstone; 2. and 6. Sericite schist with poor Cu-mineralization; 3. Metarhyolite; 4. Sericite schist chalcopyrite impregnation; 5. Massive Cu-mineralization; 7. Sericite schist.

Najznačajnije pojave kod Berikova javljaju se u krečnjačkim škriljcima. To je jedan paket čija je dužina oko 800 m i prividna debljina oko 500 m. Po dubini (istražnim bušenjem) mineralizacija je praćena do 150 m, a procenjuje se, da ide u dubinu čak do 400 m (relativna dubina). Ovde se javljaju podjednako zastupljeni pirit, halkopirit, sfalerit i nešto manje galenit. U celini uzev samo pojedini intervali sadrže olova i cinka zajedno više od 3%, bakra više od 0,6%. Istražnim bušenjem je utvrdjeno da su krečnjački škriljci po dubini, čas jače čas slabije mineralizovani, a isti je slučaj i na prividnoj debljini. Kao što je već rečeno, ovi krečnjački škriljci su jako ubrani u sitne nabore, približno u vertikalnoj ravni, tako da su površine klivaža aksijalne površine subvertikalne. Mineralizacije u njima se javljaju u obliku impregnacije, s tim što ima delova u kojima se javlja sfalerit sa piritom i halkopiritom često kao mala sočiva ili elipsoidi, koji su rasporedjeni paralelno primarnoj planari (verovatno slojevitosti). Ovo veoma liči na primarno okruglasta zrna čiji je prečnik bio i do 5 mm, ali koji su tektonski deformisani u elipsoide i čija je duža osa paralelna sa pružanjem planara u kojima leže ovi novostvoreni elipsoidi rudne materije, tako da sve to skupa može da podseća na primarne ooide (možda ooliti) (Sl.14.).



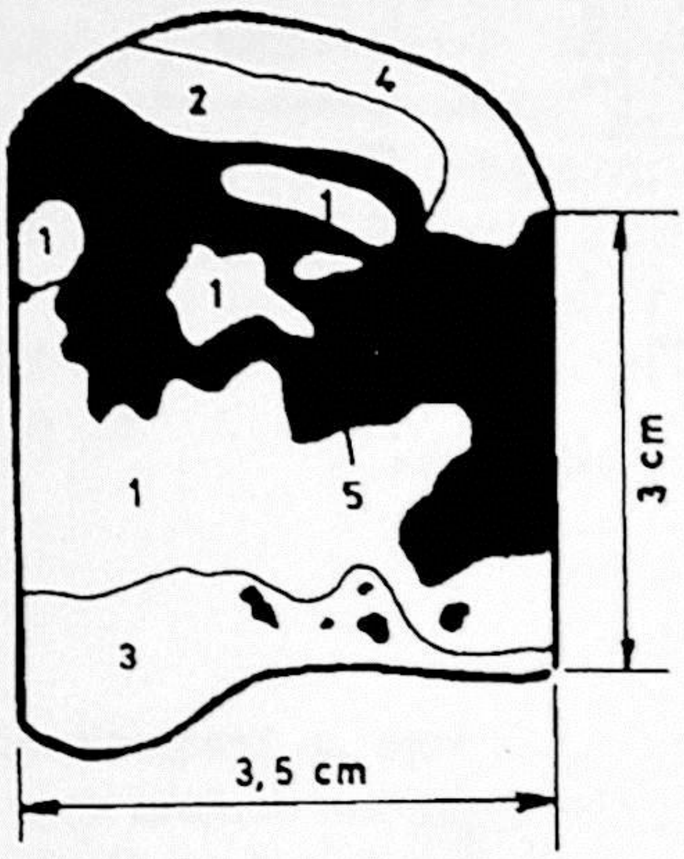
Sl. 14. Jedan od oblika pojavljivanja sulfida u krečnjačkim škriljcima kod Berikova.
1. Rudni elipoidi; 2. trase škriljavosti.
Fig. 14. One of form of sulfides occurrences in calcschist near Berikovo.
1. Ore ellipsoidal; 2. Schistosity traces.

Osim toga u ovoj sredini javljaju se hloritošisti, za koje se pretpostavlja da vode poreklo od dijabaza ili spilita. Oni su dobro orudnjeni. Prividna debljina im je oko 2,5 m, a po pružanju su (jamskim radovima) praćeni dvadesetak metara. U njima je srednji sadržaj bakra 0,63%, cinka 4,4% i olova 1,03%. Ovde su identifikovani: sfalerit, halkopirit, pirit, galenit. Posmatrano u celini potkop je celom dužinom mineralizovan, tako na primer od 9 do 22 m, sadržaj olova je 0,84%, cinka oko 1%, a bakra oko 0,2%. Bušotina B-5 (sl. 15.), na koju je usmeren potkop, je u intervalu od 27,9 do 38,30 m nabušila mineralizaciju sa sadržajima koji su prikazani na tabeli 1.

Tabela 1. Sadržaji Cu, Pb, Zn, u bušotini B-5 (od 27,9 do 38,3 m) -Berikovo
Table 1. Contents of Cu, Pb, Zn in borehole B-5 (27,9-38,3 m) - near Berikovo

dužina probe	Cu	Pb	Zn
(m)		u %	
2,10	0,27	0,50	
1,00	0,20	2,70	3,50
0,90	0,25	3,30	2,50
3,20	0,03	1,10	1,00
3,70	0,12	1,20	1,50
1,00	0,55	2,10	2,00

Sve ove probe se nalaze u krečnjačkom škriljcu, a od rudnih minerala identifikovani su: sfalerit, galenit, halkopirit, enargit, pirit, rutil. Halkopirit se javlja u dvema generacijama. Za razliku od starijeg, mladji se izdvaja iz sfalerita. Slične podatke navodi A n t o n o v i ć (1971.) dobijene istražnim bušenjem. Po njemu u bušotini B-9, od 18 do 122 metra srednji sadržaj bakra je 0,18%; s tim što je od 42,80 do 43,40 m, sadržaj bakra 1,30%, cinka 3,60%, olova 0,60%, zatim, od 61,20 do 62,00 sadržaj bakra 0,50%, cinka 1,40% i olova 0,70%, dalje od 80,60 do 81,00 metra, sadržaj bakra je 0,70%, cinka 2,00% i olova 0,50%. Od 99,60 do 100,00 m sadržaj bakra iznosi 1,10%, cinka 3,60% i olova 1,00%, od 103,80 do 104,00, sadržaj bakra je 0,70%, cinka 1,20% i olova 0,30%; od 109,40 m bakra ima 0,90%, cinka 0,50% i olova 0,05%. Uz napomenu da se mestimično u zoni krečnjačkih škriljaca javlja relativno visok sadržaj arsena. Tako je registrovano u jednoj probi 0,85%, a u drugoj 0,90% As. U vezi sa tim na osnovu geohemijskih ispitivanja, slične mineralizacije je moguće očekivati i na zapadnom delu. Pošto su krečnjački škriljci sastavni deo filitične formacije, odnosno sericitskih i sericitsko-hloritskih škriljaca, mogu se očekivati slične halkopiritske mineralizacije i u njima.



Sl.15. Način pojavljivanja halkopirita i pirita u jezgru bušotine B-5.
1. Kvarc; 2. feldspat; 3. hloritsko-sericitski škriljac sa piritom i halkopiritom; 4. krečnjački škriljac; 5. piritsko-halkopiritska mineralizacija.

Fig. 15. Mode of occurrence of chalcopyrite and pyrite in core of the drill hole B-5.
1. Quartz; 2. Feldspar; 3. Chlorite-sericite schist with pyrite and chalcopyrite; 4. Calcschist; 5. Pyrite-chalcopyrite mineralization.

Sledeća stratigrafska i petrogenetska sredina predstavljena je metamorfisanim kvarcnim peščarima i konglomeratima sa hematitom. Ovu formaciju karakteriše prvenstveno hematit, u vidu hematitskih škriljaca sočivastog načina pojavljivanja.

Osim slabih hematitskih mineraliziacija kod Berikova u ovoj formaciji, registrovane su i slabije sulfidne mineralizacije. Do sada su poznate dve pojave, jedna se nalazi severno od ulaza u potkop P-1, gde se javlja u društvu sa hematitskim škriljcem. Tu je reč o slabijoj halkopiritsko-sfaleritskoj mineralizaciji u kojoj je sadržaj bakra 0,15%, a cinka 0,50%, dok je druga pojava predstavljena slabom galenitskom i sfaleritskom mineralizacijom sa malo halkopirita. U njoj ima olova 0,25%, cinka preko 1% i bakra 0,32%.

Najzad metamorfisani gabro predstavlja takodje sredinu u kojoj se javljaju sulfidne mineralizacije. Za razliku od ostalih ovde su izdvojena tri tipa mineralizacije; prvi verovatno pripada likvidnim segregatima ili likvidno segregacionim diferencijatima, u kojoj se javlja visokotemperaturna asocijacija minerala, kao što su pirhotin, halkopirit i jedan mineral koji nije definitivno determinisan, ali koji mnogo podseća na pentlandit. Naime, mikroskopskim ispitivanjima utvrdjeno je da se iz pirhotina izdvajaju retke i tanke pritke nekog minerala koji jako podseća na pentlandit. Obzirom na malu zastupljenost, ni hemijske analize u tom pogledu nisu mogle mnogo pomoći. Prema nepotpunim ispitivanjima utvrdjeno je da sadržaj nikla varira do 120 g/t (srednji oko 70 g/t), što bi moglo da korespondira sa koncentracijom tog minerala. U tom smislu korelativan bi bio i sadržaj bakra, obzirom na koncentraciju halkopirita, koji je obimniji od pomenutog minerala. U istim probama srednji sadržaj bakra je oko 100 g/t, što se može korelisati sa sadržajem nikla u medjusobnom odnosu zastupljenosti halkopirita i eventualnog pentlandita.

Na osnovu jasno izražene anizotropije halkopirita i genetske povezanosti sa pirhotinom, dolazi se do konstatacije o visokoj temperaturi stvaranja ovih minerala i likvidnomagmatskoj prirodi postanka.

Osim navedene slabe impregnacije, utvrdjene su i dve mladje mineralizacije; jedna se javlja kao štokverkno-impregnaciona (sl. 8.) u kojoj sadržaj bakra varira do 300 g/t i olova do 340 g/t, a druga mladja, za koju se pretpostavlja da pripada regenerisanoj, javlja se u zoni intenzivnog drobljenja metagabra. To je rasedna zona koja razgraničava krečnjačke škriljce i metagabrodijabazne stene.

U ovoj sredini od rudnih minerala identifikovani su: magnetit, martit, halkopirit, pirit, galenit, sfalerit i sekundarni: halkozin, bornit, kovelin i limonit. Kada su u pitanju pojedine vrste stena sadržaji glavnih elemenata se najbolje vide kroz podatke dobijene oprobavanjem potkopa, dužine 400 m. Na osnovu toga izdvojeno je više intervala. Prvi interval se nalazi izmedju 6. i 42. m gde karbonatni (krečnjački) škriljac sadrži cinka izmedju 0,3% i 0,5%, a u delu izmedju 9. i 11. m sadržaj olova varira od 0,84% do 1,5%, cinka ima oko 1%, a bakra oko 0,2%. Potom sledi interval, takodje krečnjačkih škriljaca izmedju 75. i 100. metra gde je sadržaj bakra 0,1%. Treći interval počinje na 285. i proteže se do 400. metra. Na celoj dužini ovog intervala srednji sadržaj cinka je iznad 0,5%, a sadržaj olova samo mestimično prelazi 0,1%. U ovom intervalu izdvojen je hloritski škriljac debljine 2,5 m u kome su sadržaji bakra 0,63%, cinka 4,4% i olova 1,03%, zatim sledi hloritsko-karbonatni škriljac prividne debljine* . oko 45 m sa srednjim sadržajem bakra 0,054%, cinka 0,73% i olova 0,13%. Najzad tektonizirani metagabro (rasedna zona) debljine 9 m sa srednjim sadržajem bakra 0,93%, cinka 1,50% i olova 1,03%. Veoma je interesantno navesti sadržaje i drugih elemenata, kao što su bizmut sa 700 g/t, molibden sa 316 g/t i srebro sa 24 g/t. Ovoj sredini takvi sadržaji Bi i Mo ne odgovaraju. Nažalost, taj problem nije proučavan.

Iz navedenih podataka vidi se, da su sadržaji barka, olova i cinka u hloritošistima i metagabru relativno ujednačeni, uz napomenu da su sadržaji pojedinih mikroelemenata za dotičnu sredinu veoma visoki (Bi i Mo). I što je zanimljivo kada su u pitanju stene koje bi mogle voditi poreklo od bazičnih magmatskih stena ili su kao takve dokazane, sadržaji ova dva elementa, kojima inače sa takvim koncentracijama tu mesto nije, pokazali su njihovu korelativnost, čime se očigledno dokazuje naknadno unošenje tih elemenata u metagabroidnu sredinu. Što se tiče ostalih hemijskih elemenata, interesantno je, da su sadržaji V, Co, Ni i Cr celom dužinom potkopa niski, dok sadržaji srebra variraju od 2,5 g/t do 24 g/t. Zahvaljujući sadržajima mikroelemenata, dolazi se do zaključka, da je naknadna (ili regenerisana) sulfidna mineralizacija u genetskoj pa i prostornoj vezi sa srednje kiselim do kiselim magmatizmom.

U Padalištu je takodje nadjen jedan izdanak metadijabaza sa povišenim sadržajima sulfida. Kao što je već rečeno, to je jedno sočivo dužine oko 50 m, i prividne debljine oko 10 m. U njemu su identifikovani pirhotin, pirit i halkopirit, ali kao ni kod Berikova ni ovde nije razjašnjena geneza sulfidne mineralizacije.

Kontaktnometamorfne sulfidne mineralizacije, nalaze se u zoni kontakta metamorfisanog riolit-porfira "3" i starijih okolnih stena. Kako metamorfisani riolitporfir "3" probija sve metamorfite, uključujući i mermerisane krečnjake, koji se svrstavaju u donji i srednji devon, stalo se na stanovište da je ova stena utisnuta u vreme hercinskog tektonomagmatskog ciklusa, a s tim u vezi i sve rudne mineralizacije ovog tipa, pripadale bi hercinskoj metalogenetskoj eposi. Treba dodati, da se u Strelcima i kod Vrutoka, nalaze granitoidi za koje je takodje utvrdjeno, da su hercinske starosti, i da su se u njihovom kontaktu sa starijim okolnim stenama formirale termometamorfne stene praćene skarnovskim mineralizacijama. U tom slučaju, ovaj tip mineralizacije trebalo bi prikazati u okviru poglavlja o hercinskoj metalogenetskoj eposi, ali kako je reč o sulfidnim mineralizacijama Berikova i Padališta, koje su stvarane i u kaledonskoj eposi, prikazaće se u ovom poglavlju, a u opisu hercinske samo će se pomenuti.

Iz ovog što je rečeno, vidi se, da su kontaktno-metamorfne, odnosno skarnovske mineralizacije, rasprostranjene na velikoj površini. One su registrovane

---

* Kada je reč o debljinama, mora se naglasiti da je uvek u pitanju prividna debljina

počev od Kruševa (Dolno Divljaci) gde se javljaju korniti, zatim, kod rudnika "Cer", u Strelcima, na Berikovu i dalje skroz do Padališta i najzad kod Vrutoka.

U zoni Berikovo - Padalište (odnosno u rudnom polju Berikovo - Padalište), pojave skarnovskih mineralizacija, izdvojene su na južnim padinama Maje Srta (neposredno iznad sela Berikova), na Maja Srtu, na istočnim padinama Bukovika, gde se takodje nalaze proboji metamorfisanog riolitporfira "3", zatim u gornjem toku Padališke reke (Ćafanski potok), na padinama Seljca i na kontaktu mermerisanih krečnjaka i metamorfisanog riolitporfira "3" u Padalištu.

Od kontaktno-metamorfnih stena izdvojeni su korniti i skarnovi. Interesantno je napomenuti da su ovde registrovane i druge stene kao što su ribekitski škriljac, hloritsko-albitski škriljac i epidozit. One se najčešće javljaju u kontaktnom delu metagabrodijabaznih i okolnih stena, a to su istovremeno i tektonski kontakti.

Sve kontaktno-metamorfne stene su jače ili slabije mineralizovane. Mineralizacija je predstavljena oksidima gvoždja i sulfidima bakra, olova, cinka, molibdena i gvoždja. Dok su za skarn, kontaktno-metamorfni hloritsko-albitski škriljac i epidozit uglavnom vezani, magnetit i hematit, podredjeno sulfidi, sa ribekitskim škriljcem, asociraju prvenstveno sulfidi bakra, olova i cinka, dok su oksidi podredjeni. Na Maja Srtu, u okviru mermerisanog krečnjaka i krečnjačkog škriljca, javlja se u znatnoj zastupljenosti ribekitski škriljac, koji je prosto "natopljen" sulfidima bakra. Pa ipak u celini posmatrano ukupna orudnjenost kontaktno metamorfnih stena je veoma neravnomerna i relativno mala.

Na južnim padinama Maja Srta (odnosno iznad sela Berikova) skarnovi se nalaze u svim delovima terena gde se nalaze metamorfisani riolit-porfir ("3"). Zona skarnova je promenljive debljine; ona varira od 0,5 m pa do iznad 5 m. Potkop koji je lociran u jednom od ovih skarnova dugačak je preko 10 m. Njegovim oprobavanjem dobijeni rezultati su prikazani na tabeli 2. Ovde je glavni mineral ljuspasti hematit (kontaktno-metasomatski), praćen jače ili slabije martitisanim magnetitom. Mestimično, zapažen je i siderit.

Kao što se vidi na tabeli 2, sadržaj gvoždja je uglavnom nizak, tako da se ova mineralizacija ne bi mogla koristiti kao sirovina za dobijanje sirovog gvoždja, ali iz navedenih analiza, očigledan je visok sadržaj arsena, jer njegov sadržaj varira od 60 do 1160 g/t. Obzirom na sadržaj bakra, prisustvo enargita i Cu-mineralizacije nabušene bušotinom B-5, smatra se da je deo arsena vezan upravo za enargit.

Tabela 2. Rezultati oprobavanja skarna u potkopu (u %)
Table 2. Results sempling (testing) of skarn in adit (u %)

Fe	Mn	SiO_2	MgO	S	P	TiO_2	Al_2O_3	As	CaO
32,60	3,18	20,28	3,63	0,11	0,06	0,138	1,73	0,116	16,08
22,95	3,44	38,68	7,88	0,10	0,06	0,131	2,77	0,011	10,40
11,99	2,90	39,57	8,94	0,21	0,05	0,152	5,47	0,006	18,35

Po podacima autora ovog rada, sadržaji Fe variraju od 8% do 35% dok su ostali metali vezani prvenstveno za sulfide,koji su takodje zastupljeni u varijabilnim koncentracijama. Tako sadržaj bakra varira od 500 g/t do 1%, olova oko 200 g/t, cinka od 0,1% do 1%, arsena do 1200 g/t i srebra od 3 g/t do 6 g/t. Osim ovih registrovani su i berilijum od 3 do 14 g/t, niobijum od 20 do 30 g/t i bizmut do 250 g/t. Od sulfidnih minerala u ovom skarnu se nalaze pirit, halkopirit, sfalerit i redak galenit.

U neposrednoj blizini ovog potkopa izdvojen je, u zoni kontaktnog metamorfizma, i ribekitski škriljac, ali je znatno podredjenije zastupljen nego na Maja Srtu, gde mestimično obrazuje manja ili veća tela. Pojava kontaktno-metamorfnog ribekitskog škriljca na Maja Srtu, nije sasvim razjašnjena, jer u neposrednoj njegovoj blizini nije nadjena odgovarajuća stena koja je mogla izvršiti kontaktne promene i stvoriti ribekitski škriljac. Pretpostavlja se da je blok sa ribekitskim škriljkcem otkinut tako da je došlo do razdvajanja magmatske stene i kontaktno-metamorfne. U svakom slučaju ribekitski škriljac se javlja kao kontaktno-metamorfna stena na relativno velikom prostoru. Osim pomenuta dva lokaliteta, registrovan je na južnim padinama Seljca, tj. u dolini gornjeg toka Padališne reke, zatim na istočnom kontaktu metamorfisanog riolitporfira "3" i mermerisanih krečnjaka Bukovika, kao i u istom kontaktu kod Padališta.

U svim pojavama kontaktno-metamorfnih stena, javlja se skoro ista parageneza; magnetit, hematit, martit, sfalerit, halkopirit, galenit. Ali, od mesta do mesta menja se njihova količinska zastupljenost - čas je magnetit u odnosu na hematit dominirajući, čas je obrnut slučaj, a isto se dešava i sa sulfidima. U celini uzevši, izuzev kontaktno-metamorfnog dela, gde dominira ribekitski škriljac, u svim ostalim delovima skarna sulfidi su podredjeno zastupljeni.

Kako u geološkoj praksi cele bivše (SFR) Jugoslavije mineral ribekit, a time i stena sastavljena od tog minerala, ni za jednu lokalnost nije detaljnije prikazan, to će biti uradjeno u ovom radu. Kao što je poznato, mineral ribekit se javlja prvenstveno kao sastavni deo natrijumom bogatih magmatskih stena, uključujući tu i izlivne, a ponekad i u zoni kontaktnog metamorfizma. U rudnom polju Berikovo - Padalište na više mesta registrovana je pojava ribekitskog škriljca. Ovde je u pitanju orudnjena stena. Ona se javlja u zoni kontakta metagabrodijabaznih i metariolitskih sa okolnim stenama. Kako je taj kontakt često i tektonski, onda je nastanak ovih stena u direktnoj vezi sa prostorom gde su se mogli kretati fluidi bogati natrijumom, sumporom, bakrom, olovom i cinkom. Metasomatozom okolnih stena nastala je stena, sastavljena od ribekita, natrijumom bogatog minerala sa relativno bogatom mineralizacijom bakra. U kasnijoj evoluciji ova stena je uškriljena. Kako ribektiski škriljac prati i skarnove, nastale na kontaktu metariolit-porfira "3" i okolnih karbonatnih stena, u tom slučaju moglo bi se reći da se utiskivanje metariolit-porfira "3" odvijalo takodje duž tektonske zone i da je upravo taj magmatizam bio praćen natrijumom bogatim fluidima. Prema tome nastanak ribekitskog škriljca je u direktnoj vezi sa formiranjem današnjeg metariolit-porfira "3", a to će reći u hercinskoj metalogenetskoj i tektono-magmatskoj eposi.

Ribekitski škriljac se javlja u više varijeteta, kao što su ribekitski, ribekitsko-biotitski, ribekitsko-granatski ili čak granatsko-ribekitski, ribekitsko-epidotski škriljac itd., što je u zavisnosti od toga koji je pored ribekita sledeći mineral čija je zastupljenost relativno velika.

Ova stena je tamnosive, golubije-plave, tamnogolubije-plave, bledozelene boje, svilastog, fibroznog, vlaknastog habitusa, čas je jače, čas slabije uškriljena. Struktura joj je takodje veoma različita:granoblastična, granonematoblastična, nematoblastična, lepidoblastična i porfiroblastična. Sastavljena je prvenstveno od ribekita, natrijumskog amfibola, koji se najčešće javlja u obliku igličastih i prizmatičnih kristalića, zatim listastih agregata biotita, potom epidota, granata, karbonata (kalcit, siderit), kvarca, koji često u sebi sadrži igličaste i vlaknaste kristale ribekita; ima malo hlorita, koji je nastao od ribekita, zatim aktinolita a ponekad se javi i albit. Posebna karakteristika je obilje rudnih minerala, od kojih je limonit najobilniji, potom se u manjoj

ili većoj količini javljaju magnetit, martit, hematit (često u obliku rozeta), potom ima relativno dosta halkopirita i pirita, podredjenije siderita, galenita i sfalerita.

Od ostalih akcesornih sastojaka cirkon je redovno prisutan. Pored navedenih često se javljaju sekundarni minerali bakra, kao što su malahit i azurit, mestimično se javi i halkantit, potom halkozin, kovelin, anglezit i ceruzit.

Potrebno je naglasiti da se mineral ribekit javlja i u pravom skarnu, što pored svih navedenih podataka govori o prirodi ribekitskog škriljca.

Što se pak tiče sadržaja pojedinih hemijskih elemenata bitnu karakteristiku predstavlja sadržaj bakra koji često ide i preko 1%, ali ima delova gde mu sadržaj pada ispod 0,1%. Cink varira u svim razmerama počev od nekoliko desetina grama po toni do 0,5%; slična je situacija i sa olovom, čiji sadržaji variraju od 60 g/t do 0,15%. Sadržaji molibdena se kreću od tragova do čak 500 g/t. Bizmut je takodje registrovan, ali u koncentracijama od tragova do 160 g/t. Ono što je posebno interesantno jeste berilijum, koji je mestimično zastupljen sa 20 g/t, ali isto tako značajnu i karakterističnu pojavu predstavljaju sadržaji hroma, nikla i kobalta. Prema dosadašnjim podacima njihove najveće koncentracije su manje od 20 g/t, što jasno govori, uz sve prethodne podatke, o bitnom uticaju kiselog magmatizma na formiranje ribekitskog škriljca i mineralizacija u njemu.

Zahvaljujući svim navedenim podacima došlo se do konstatacije da ribekitski škriljac po svom postanku pripada zoni kontaktnog metamorfizma, kako je to u ovom radu i prikazano.

Oprobovanja ribekitskih škriljaca su pokazala značajne koncentracije pojedinih metala (Tabela 3).

Tabela 3. Sadržaji pojedinih metala u ribekitskom i sericitskom škriljcu (u %)
Table 3. Contents of individual metals in riebeckite and sericite schists (u %)

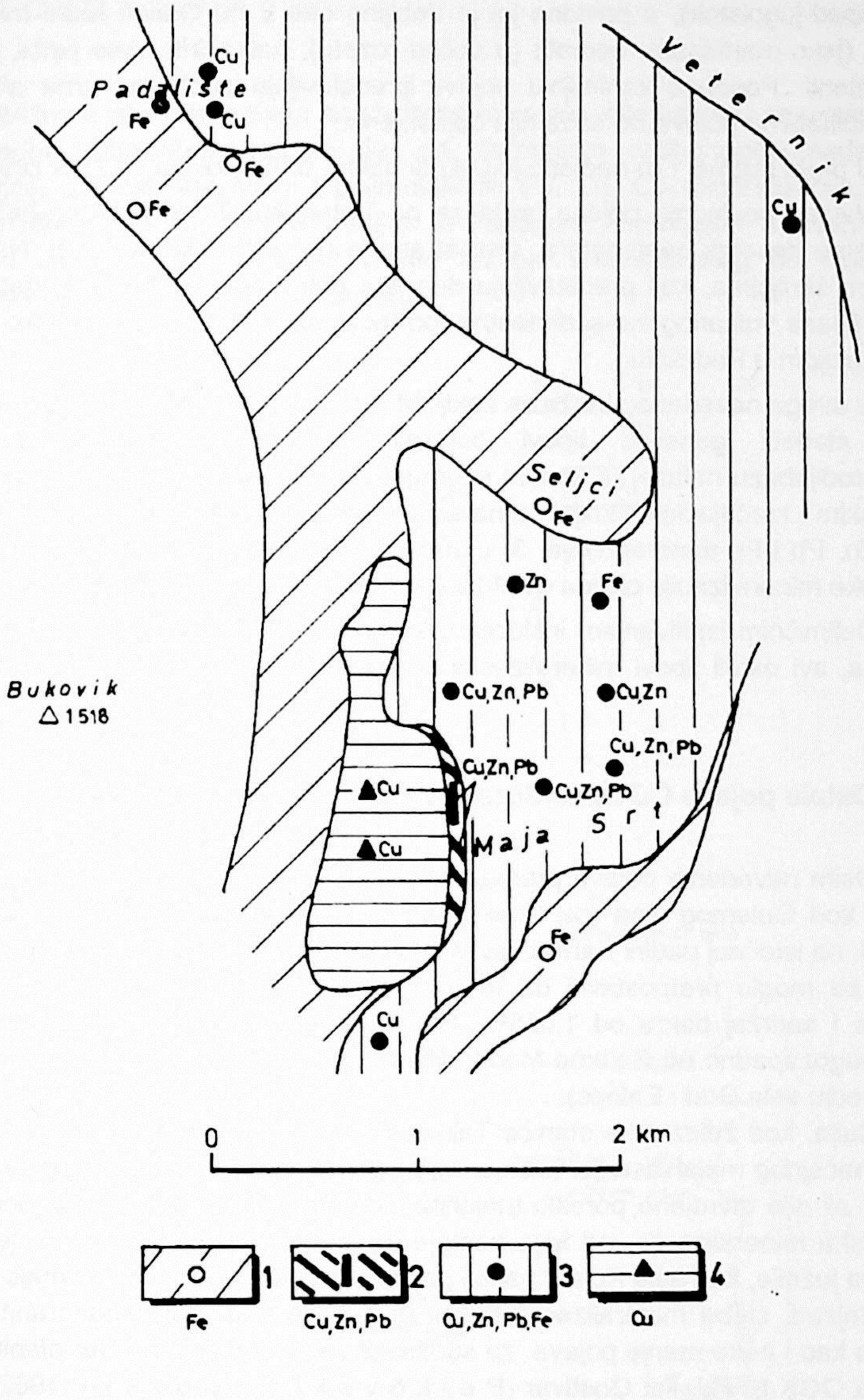
Cu	Pb	Zn	Mo	Bi	Ag (ppm)	Vrsta stene
1,00	0,056	0,38	0,05	x	8	ribekitski škriljac
1,00	0,250	0,50	x	x	28	ribekitski škriljac
0,774	0,180	x	0,025	x	x	ribekitski škriljac
0,020	0,024	x	-	0,015	x	sericitski škriljac u kalkšistu
2,72	0,91	x	0,075	x	x	sericitski škriljac u kalkšistu
0,04	1,17	x	-	x	x	sericitski škriljac u kalkšistu
4,00	0,11	x	-	x	8,5	sericitski škriljac u kalkšistu

x-nije analizirano

Na Seljcu u skarnu se javlja magnetit kao glavni mineral, manje hematit, potom galenit, halkopirit, malo pirita i sfalerit kao najobilniji sulfid. Od sekundarnih minerala prisutni su martit, malahit i limonit.

Ovu pojavu karakterišu sadržaji bakra koji variraju izmedju 65 g/t i 800 g/t, olova oko 300 g/t, dok je sadržaj cinka oko 1000 g/t.

Skarnovske pojave kod Padališta, slične su sa prethodnim. Na jugozapadnom delu kontakta sericitskih škriljaca, metariolit-porfira ("3") i mermerisanih krečnjaka, nalaze se skarnovske mineralizacije izdvojene kao hloritsko-albitski škriljac u kojem je dominirajući jako martitisani magnetit (skoro sav pretvoren u martit), malo ima siderita i hematita najčešće u obliku rozeta. Sadržaj gvoždja u zoni kontaktnog metamorfizma, ovde, varira oko 25%. Medjutim, pored drugog ovi skarnovi, odnosno kontaktno-metamorfne stene su interesantne po sadržajima mikroelemenata, tako na primer niobijuma ima izmedju 40 i 100 g/t, molibdena 16 g/t, cinka 300 do 650 g/t, galijuma 26 g/t, olova 10 do 30 g/t, bakra 600 g/t i srebra 1 g/t.



Sl. 16. Pregledna skica genetskih tipova Cu, Zn, Pb i Fe mineralizacija u rudnom polju Berikovo - Padalište.1. Skarnovski tip (Fe); 2. regenerisani tip (Cu, Zn, Pb); 3. vulkanogeno-sedimenti tip (Cu, Zn, Pb i Fe); 4. likvidni segregati (Cu).

Fig 16. Sketch map of genetic types of the Cu, Zn, Pb, and Fe mineralizations in the Berikovo - Padalište ore field. 1. Skarn type (Fe); 2. Regenerated type (Cu, Zn, Pb); 3. Volcano-sedimetary type (Cu, Zn, Pb and Fe); 4. Magmatic segregation type (Cu).

Severozapadno oko 500 m od glavne halkopiritske mineralizacije nalazi se jedna manja kontaktno-metamorfna pojava u kojoj je ribektiski škriljac mineralizovan. Do kontaktno-metamorfnih promena je došlo na kontaktu metariolit-porfira ("3") i mermerisanog krečnjaka. Pojava je osmatrana na dužini od 5 m (izdužena je u pravcu

severozapad-jugoistok), a prividna joj je debljina oko 2 m. Glavni rudni minerali su: magnetit (jako martitisan), hematit (u obliku rozeta), halkopirit, malo pirita, sfalerita i redak galenit. Posebno zanimljivu pojavu predstavljaju zaobljena zrna albita. Ova veoma indikativna pojava do sada nije objašnjena.

U probi dužine 1 m nadjeno je 0,47% bakra, 0,08% olova i 0,25% cinka.

Najzad poslednja pojava javlja se na Veterniku. To je kvarcno-halkopiritska žica debljine desetak centimetara. Osmatrana je na dužini od oko 1 m. Nalazi se u sericitskim škriljcima, koji predstavljaju deo iste petrogenetske sredine kojoj pripada metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija sa glavnom halkopiritsko-piritskom mineralizacijom u Padalištu.

Iz svega navedenog može se zaključiti da, u rudnom polju Berikovo -Padalište, postoje sledeći genetski tipovi sulfidnih i oksidnih mineralizacija: 1. u metagabrodijabazu nalaze se likvidni segregati i regenerisani tip Cu-mineralizacija, 2. u sericitskim i krečnjačkim škriljcima nalazi se metamorfisani vulkanogeno-sedimentni tip Cu, Zn, Pb i Fe mineralizacija, 3. u zonama kontaktnog metamorfizma javljaju se skarnovske mineralizacije oksida gvoždja i sulfida bakra, cinka i olova.

Delimičnim ispitivanjem inkluzija u kvarcu utvrdjeno je da su, izuzev likvidnih segregata, svi ostali tipovi mineralizacija stvarani na temperaturama izmedju 90°C i 300°C.

Ostale pojave Cu-mineralizacija u zapadnoj Makedoniji

Osim navedenih pojava prema podacima I z m a j l o v a (1956b) u filitičnoj formaciji kod Golemog Ilina (na Ilinskoj planini), blizu mesta Senkoica, na putu za Velmevci, na istočnoj padini Karme, javlja se zona piritizacije sa malahitom, na osnovu čega bi se moglo pretpostaviti da tu osim pirita, ima i halkopirita, što po njemu potvrdjuje i sadržaj bakra od 1,035%. Isti autor pominje pojave pirita, halkopirita i galenita jugozapadno od Goleme Megdanice (masiv Stogova, istočne padine Babinog Srta, izmedju sela Gari i Ehloec).

Dalje, kod železničke stanice Tajmište u sericitskim škriljcima registrovana je pojava značajnog malahitisanja, razvijenog po površinama škriljavosti i po površinama pukotina, ali nije utvrdjeno poreklo malahita. Smatra se da u blizini ipak postoji neka halkopiritska mineralizacija, od koje nastaje taj malahit. Ovo tim pre što se nekoliko kilometara južnije, kod sela Kolari, nalazi galenitska pojava u kojoj ima i malo bakra.

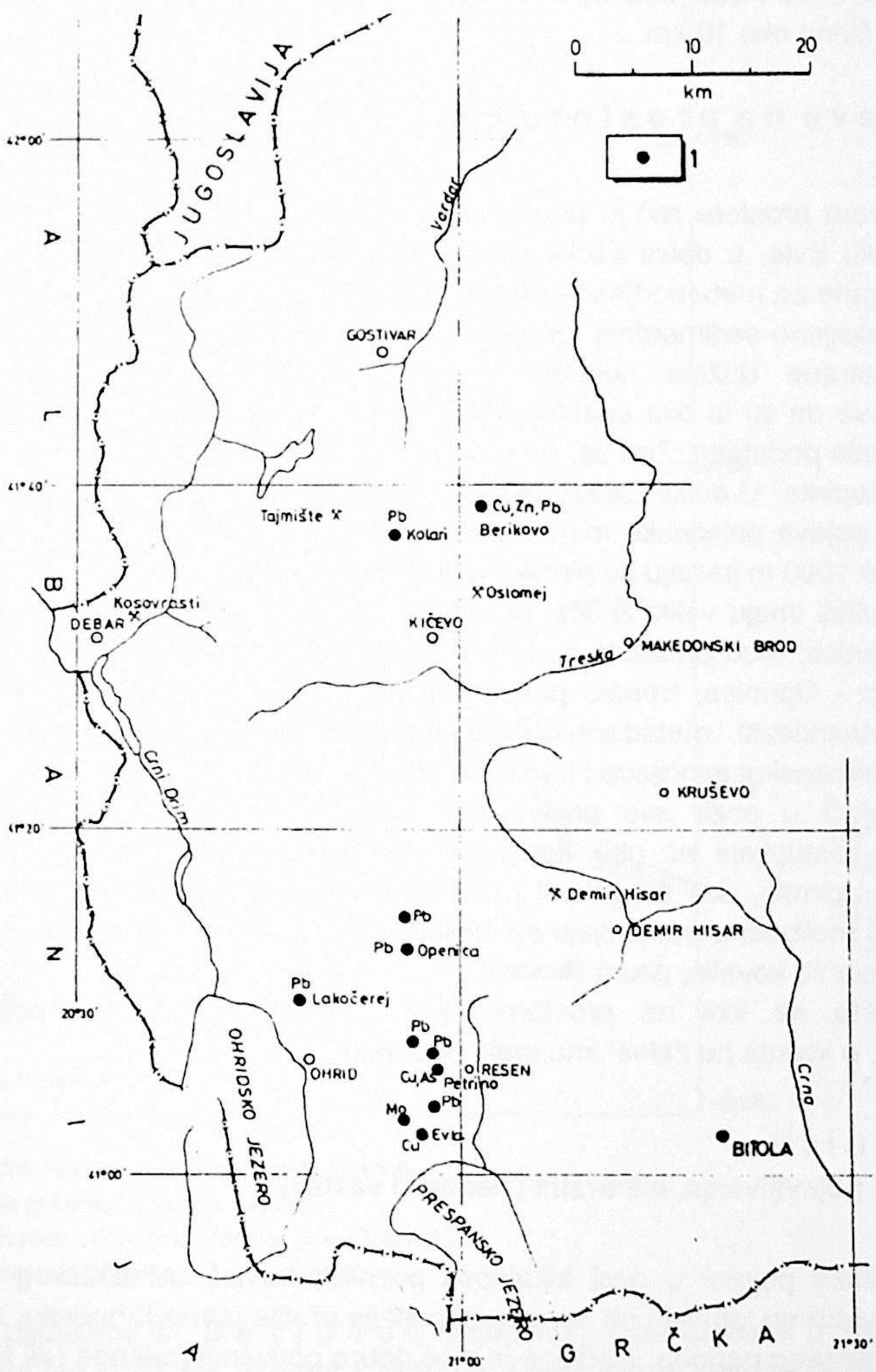
Najzad, slabe mineralizacije bakra nalaze se oko vrutočkog granitoida, kod Gostivara kao i neke manje pojave, za sada bez većeg značaja na Šar-planini. Prema podacima OGK SFRJ, list Gostivar (P e t k o v s k i, P o p o v s k i, 1982) sulfidne pojave Bela Voda, nalaze se u rasednoj zoni koja seče filitičnu formaciju. U ovoj mineralizaciji su identifikovani, pirit, rutil, niklonosni pirit, halkopirit, markasit, realgar, auripigment, lepidokrokit, malahit, azurit i limonit. Mineralizacija se javlja u vidu tankih žica i prožilaka, ali na žalost bližih podataka o njoj nema.

Pojava u Vrutoku je verovatno hercinska, jer je vezana za odgovarajući granitoid, pa će u odgovarajućem poglavlju biti i prikazana.

Prema podacima P e t k o v s k o g i I v a n o v s k o g (1980) isatočno od Debra, a severozapadno od rudnika gipsa "Kosovrasti", u lokalitetu Tatar - Elevci, nalazi se mineraloška Cu pojava hidrotermalnog porekla. U tom slučaju ako je samo mineraloška pojava, onda to znači i da je beznačajna.

OLOVO I CINK

Približno u isto vreme kada su stvorene mineralizacije bakra u severoistočnom delu zapadne Makedonije došlo je do formiranja vulkanogeno-sedimentnih mineralizacija, prvenstveno olova i polimetaličnih Pb, Zn, Cu mineralizacija. Prema nesigurnim faunističkim podacima (nadjen je konodont *Hindeodela Staufear*) to se dešavalo u vreme silura, odnosno vreme rezvoja srednjekiselog do kiselog, tj. andezitskog i dacitoandezitskog vulkanizma.



Sl. 17. Pregledna skica Pb-mineralizacija u zapadnoj Makedoniji.
1. Pojave Pb-mineralizacija.

Fig. 17. Sketch map of Pb-mineralizations in western Macedonia.
1. Occurrence of Pb-mineralizations.

Najbolje su proučene pojave galenitskih mineralizacija koje se javljaju izmedju Evle, Petrina i Karaormana. To je jedna zona u kojoj je došlo do razvića andezitskog vulkanizma čiji su slivovi praćeni tanjim ili debljim galenitskim mineralizacijama. Danas su to metaandezitska i galenitska tela sočivastog načina pojaljivanja i predstavljaju samo delove budena primarnog slojevitog rudnog tela, odnosno andezitskog sliva. Do sada registrovane mineralizacije su u neposrednom kontaktu ili u blizini meta-andezitskih tela, a i sami metaandeziti i okolni škriljci su jače ili slabije obogaćeni sulfidima.

Na tom prostoru idući sa jugoistoka prema severozapadu, poznate su pojave u okolini Petrina, Leve Reke, kod Openice i blizu Lakočereja. To je zona dužine oko 50 km prosečne širine oko 10 km.

Pojave na prostoru Evla-Petrino

Na ovom prostoru reč je prvenstveno o malim pojavama koje se nalaze na zapadnom delu Evle, u dolini Eličke reke i jugoistočno od sela Petrina. Galenitske pojave su vezane za metamorfisane andezitske stene, a jedne i druge su smeštene u filitičnoj vulkanogeno-sedimentnoj formaciji. Danas su to prividno tanke žice i sočiva, čija je osmatrana dužina nekoliko metara, a debljina desetak centimetara. Pretpostavlja se da su to bila stratiformna tela koja su tektonski iskidana, ali o tome ima veoma malo podataka. Zna se, da u paragenezi učestvuju galenit i pirit, malo ima sfalerita i halkopirita. U dolini Eličke reke, a u izvorišnom delu Istočke reke, nalazi se takodje mala pojava galenitske mineralizacije. Na grebenu Šumjanci severozapadno od Petrina oko 1500 m javljaju se piritske i galenitske mineralizacije.

Ovi sulfidi imaju veliki značaj obzirom da se svrstavaju u isti genetski tip sa onim kod Openice; otud proizilazi da bi sve metavulkanite koji se nalaze na prostoru Evla - Petrino - Openica, trebalo posmatrati kao jednu celinu. Jako hidrotermalno izmenjeni metaandeziti, metadacitoandeziti i mineralizacije sulfida su u genetskoj, prostornoj i vremenskoj asocijaciji i kao takvi otvaraju značajnu perspektivu.

Uzimajući u obzir sve pojave kod Evle i Petrina, u paragenezi Cu-As mineralizacija zastupljeni su: pirit, kao najobilniji, potom slede halkopirit, arsenopirit, redak enargit i pirotin, dok su galenit i pirit, manje sfalerit, zastupljeni u galenitskim pojavama, a u molibdenskim, javljaju se molibdenit, pirit i malo halkopirita. Sekundarni minerali su malahit, kovelin, azurit i limonit.

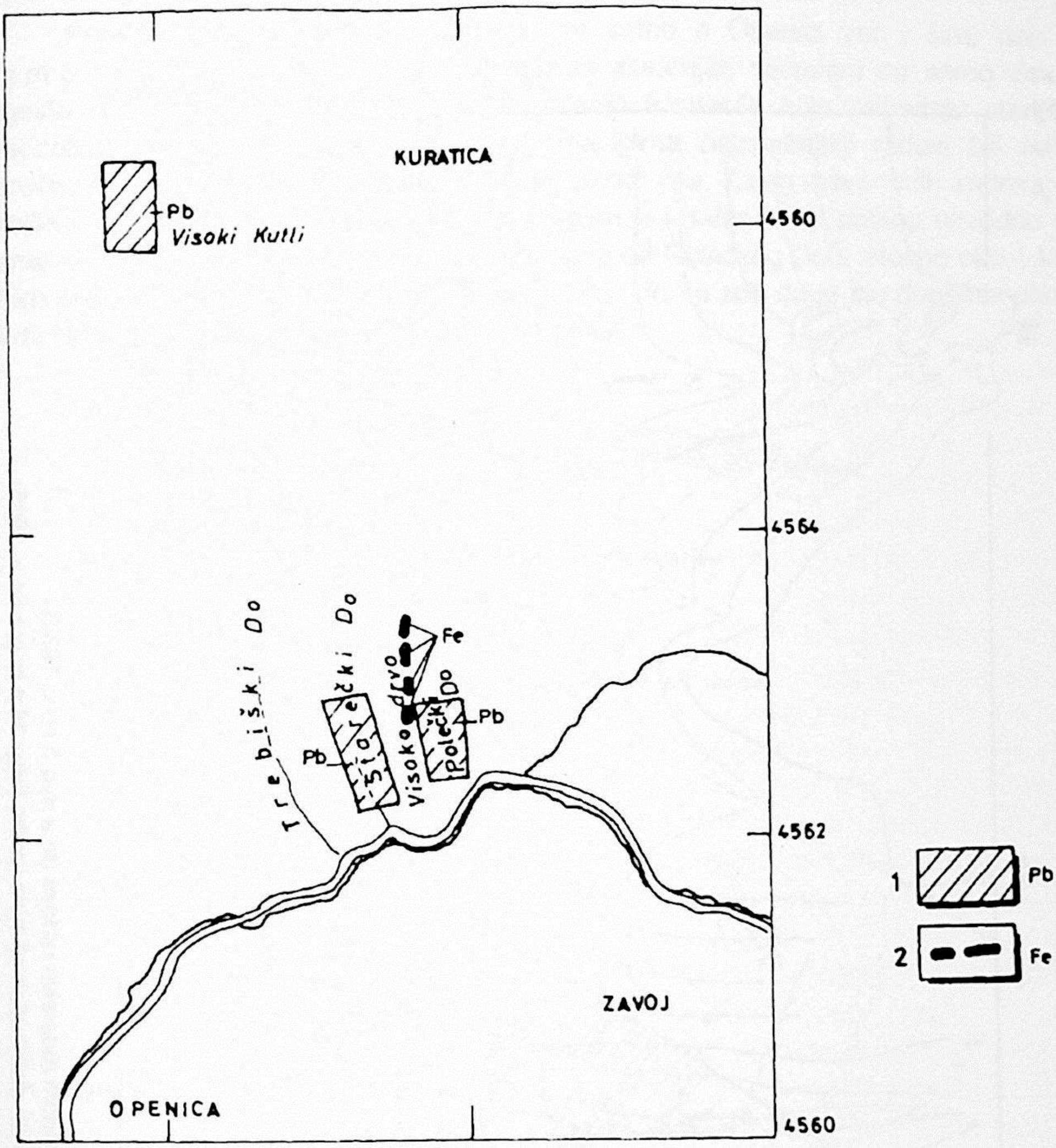
Kao što se vidi na prostoru Evla - Petrino nalaze se polimetalične mineralizacije, o kojima na žalost ima malo podataka.

Openica

(način pojavljivanja, mineralni i hemijski sastav)

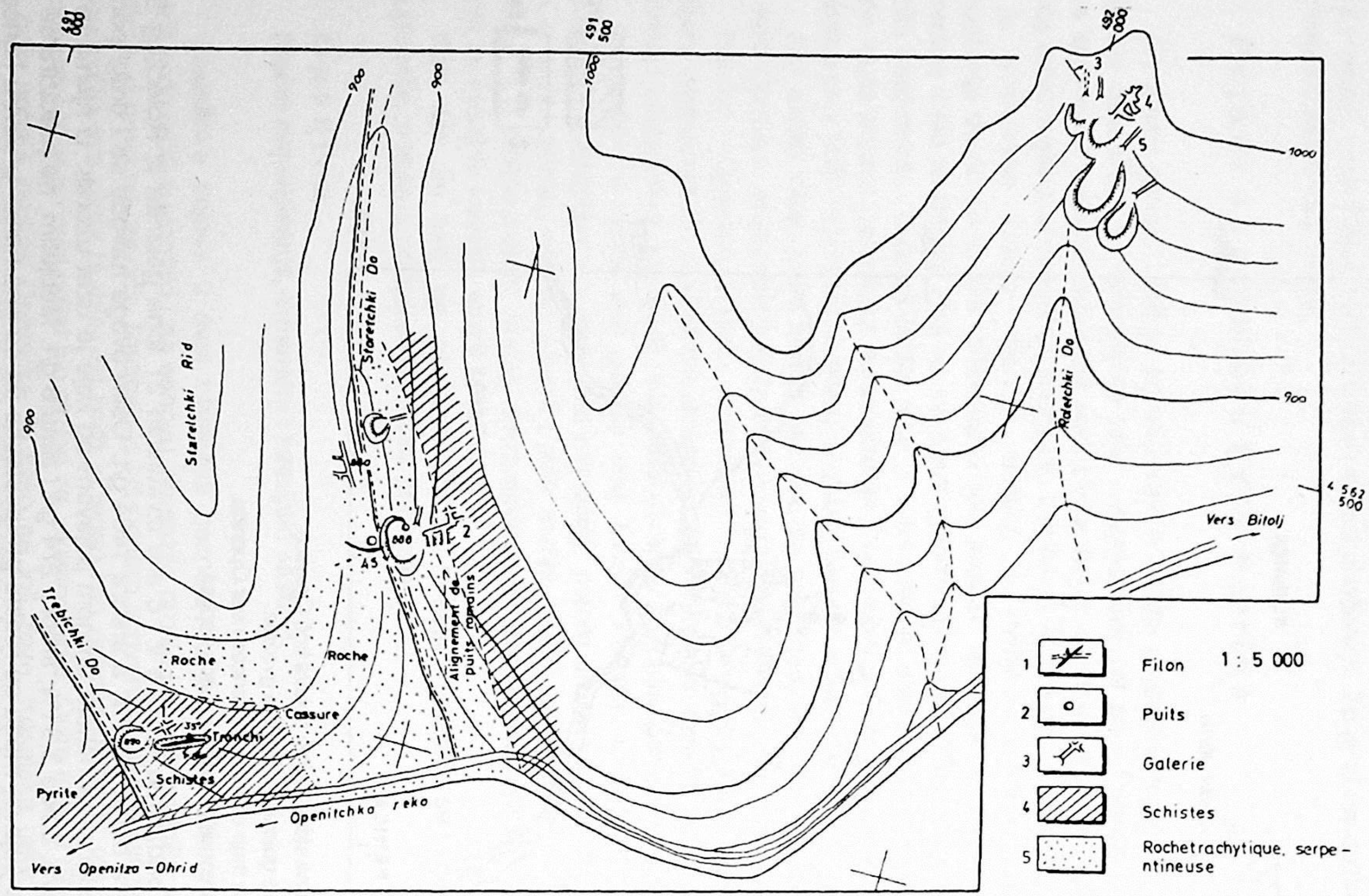
Galenitske pojave u ovoj lokalnosti poznate su još od antičkog vremena. Najstariji radovi bili su jamski i na osnovu dimenzija profila jamskih hodnika smatra se da datiraju iz rimskog perioda. Nadjeno je više dobro očuvanih potkopa (ali su im ulazi bili zarušeni) i dva okna (šahte) od kojih je jedno bilo duboko oko 100 m. Galenit je srebronosan i to je po svoj prilici bio razlog za eksploataciju. Osim toga u neposrednoj blizini ovih pojava protiče Openička, ili kako se još zove, Koselska reka. Na ušću Trebiškog Dola u Openičku reku nadjena su šljačišta, koja predstavljaju ostatke starih

topionica. Nadjena je i jedna nadgrobna ploča sa likom glavnog rudara, zatim manja topionička peć, jedan rudarski čekić i groblje gde su sahranjivani rudari, u kome je nadjena i pomenuta nadgrobna ploča. Za vreme Turske okupacije ovde je rudarstvo već bilo zamrlo. Tek sredinom dvadesetih godina ovog veka, preciznije rečeno 1926. godine, privatni koncesionar, M i l a n Š e v i ć obnavlja eksploataciju, koja traje sve do 1932. godine. On je izvadio oko 30 tona galenita. Njegovo rudarenje se odvijalo u Trebiškom i Rolečkom Dolu (sl. 18.).



Sl. 18. Pregledna skica rudnih pojava kod Openice.
1. Pojave galenita; 2. ležište gvoždja.
Fig. 18. Sketch map of ore occurrences near Openica.
1. Occurences of galena; 2. Iron deposit.

Po podacima M. Š e v i ć a u izvadjenih 27 tona galenita iz Rolečkog Dola sadržaj olova bio je 53,1%, a srebra 1464 g/t. Osim ovoga navode se i drugi podaci, kao što je slučaj sa nekom drugom pojavom od koje je uzet uzorak. U njemu je bilo 23,56% olova, bakra 3,31%, srebra 274 g/t i zlata 6 g/t. Medjutim, ne precizira se gde se nalazi ta pojava, mada su realne pretpostavke da se ona nalazi u okviru koncesije Openica. Rudarski radovi koje je izvodio M. Š e v i ć, u većini slučajeva pratili su stare,



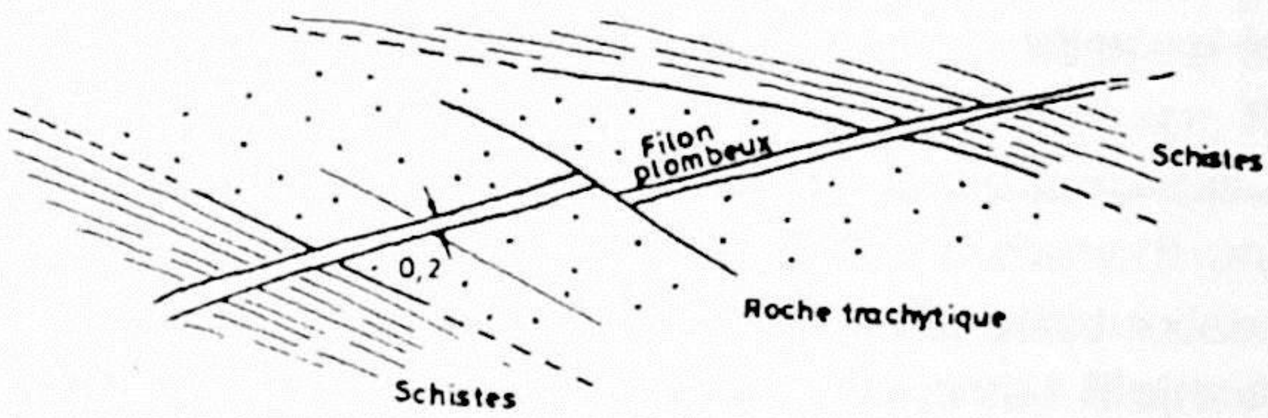
Sl. 19. Geološka skica sa rasporedom rudarskih radova (M a m o n t o v, 1935).
Fig. 19. Geological sketch map with distribution of mine works (after M a m o n t o v, 1935).

rimske radove (ni jedan od ovih podataka nije objavljen, a nalaze se samo fragmetarno kao kratki izveštaji; slična je situacija i sa podacima M a m o n t o v a).

U Trebiškom Dolu (sl. 18.) prema podacima M a m o n t o v a, francuskog inženjera rudarstva, koga je izgleda angažovao M. Š e v i ć, uradjen je jedan jamski hodnik (sa dva prečna hodnika) dužine 42 m, koji je presekao rimski niskop. Severozapadno oko 20 m od ulaza u potkop nadjena su tri ulaza u rimske potkope.

U Starečkom Dolu (sl. 18.) uradjena je jedna jamska prostorija.

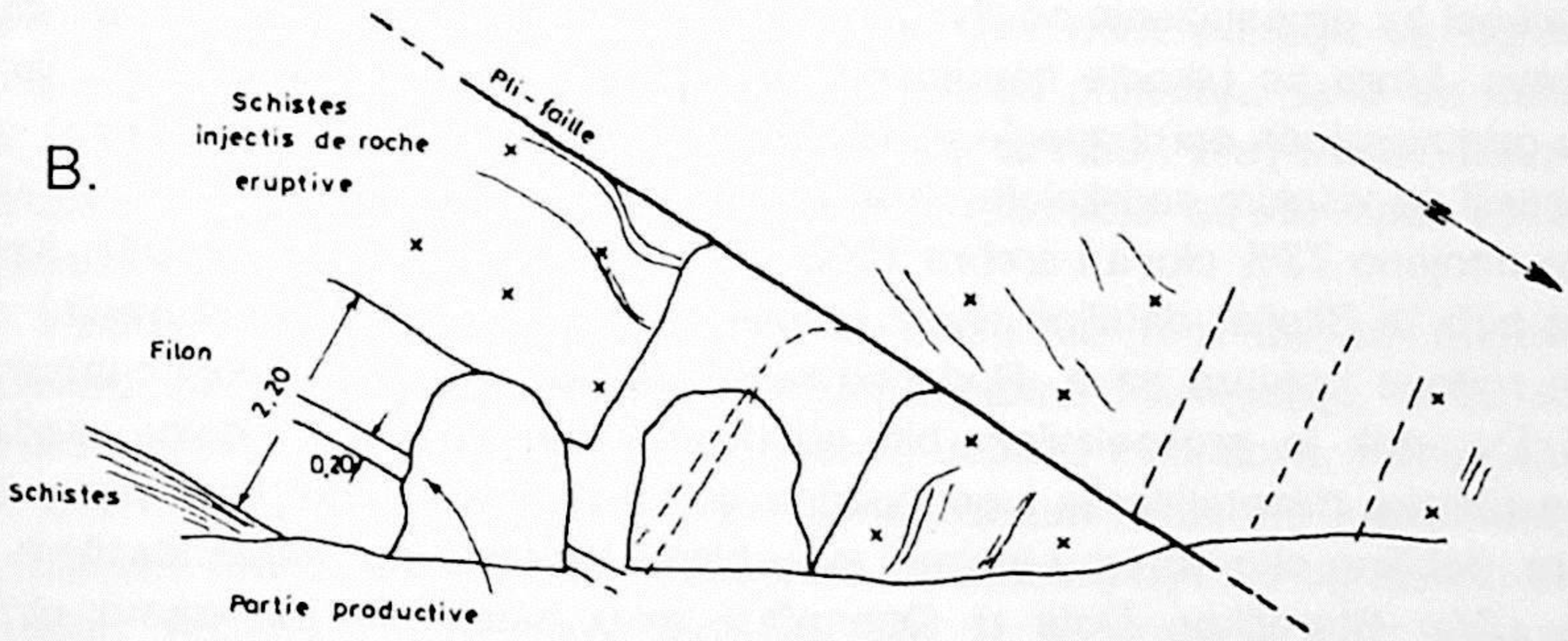
Prve značajnije geološke podatke, ne samo o Openici već i šire, dao je M a m o n t o v , 1928. godine (ne publikovan materijal; sačuvani su samo delovi njegovih izveštaja). On smatra da su u pitanju formacije koje pripadaju starijem paleozoiku. Prema svim dosadašnjim informacijama najznačajniji radovi bili su u Starečkom Dolu, bar prema onome što se sada zna. Osim navedenih radova, u Trebiškom, Starečkom i Rolečkom Dolu, uradjen je i jedan kraći potkop uzvodno od Prentovog mosta, uz reku Mokreš, na udaljenosti od Rolečkog Dola istočno oko 1 km. O tom potkopu nema sačuvanih podataka, izuzev što se zna da je bio dugačak oko 5 m i da je presekao samo neku "glinovitu salbandu".



A.

Travaux 1

Schema du filon, mis a jour par les vieux travaux romain



Travaux 3

Schema du filon

Sl. 20. Šematski prikaz rudnih žica (po M a m o n t o v u, 1935) -A. i B.
Fig. 20. Schematic position of ore vein (after M a m o n t o v, 1935) - A. and B.

Prema podacima koje je ostavio M. Š e v i ć, * iz starih radova, u Rolečkom Dolu presečene su tri "žice" čiji je hemijski sastav sledeći:

---

* Podaci nisu publikovani, samo su delovi pojedinih izveštaja sačuvani

Tabela 4. Hemijski sastav žica iz Rolečkog Dola (po Š e v i ć u,* 1935)
Table 4. Chemical compossition of ore vein from Rolečki Do (after Š e v i ć,* 1935)

	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)
Žica 1	0,51	4,17	-	92,7	0,8
Žica 2	0,15	0,02	-	3,8	-
Žica 3	0,93	13,20	0,05	395,0	-
Ručno prebran galenit	0,43	54,23	0,05	1892,0	-

Osim ovih podataka, posle drugog svetskog rata, verovatno pedesetih godina, ove pojave je obišao D u h o v n i k i ostavio nepublikovan zapisnik u kome navodi i sledeće podatke o kvalitetu mineralizacija kod Openice.

Tabela 5. Sadržaj olova i srebra po D u h o v n i k u*
Table 5. Content of Pb and Ag after D u h o v n i k*

Vrsta materijala	Težina u kg	Pb (%)	Ag (g/t)
1.Sitna ruda (sprašena-verovatno koncentrat)	7.715	56,43	1.020
2.Koncentrat galenita	2.165	49,26	840
3.Sitna ruda (sprašena)-koncentrat	14.250	70,32	1.640
4.Sitna ruda (sprašena)	30.050	54,39	1.760
5.Krupna ruda	2.472	56,33	1.020

Sve ove podatke treba uzeti sa rezervom, jer su verovatno u pitanju rezultati nakon ručnog prebiranja ili tehnološke pripreme tako da su to podaci iz koncentrata. Ono što je bitno jeste evidentno visok sadržaj srebra, zato se s pravom može govoriti da je galenit iz Openice srebronosan. U vezi sa tim smatra se da bi, i u uslovima malih rudnih rezervi, bila moguća ekonomična eksploatacija. Imajući u vidu vulkanogeno-sedimentni tip ovih mineralizacija i moguće veliko lateralno rasprostranjenje, potencijalnost za pronalaženje novih rudnih rezervi srebrom bogatog galenita, znatno se uvećava. Mora se takodje napomenuti da prikazani kvalitet nije realan, jer nije izvršeno odgovarajuće oprobavanje mineralizacija galenita. Medjutim, da je reč o Pb-mineralizaciji sa visokim sadržajem olova govore i uzorci sakupljeni sa stare halde u kojima je nadjeno 73% olova i srebra 1000 g/t (P o p o v i ć, 1968 i 1976). Kasnije Geološki biro iz Bitolja, detaljno istražuje ove pojave, permanizira (obnavlja) stare rudarske radove i otvara nove. Rudarski radovi su bili uglavnom skoncentrisani na Starečki Do, dok je prospekcijom bio obuhvaćen širi prostor Openice, kada su otkrivene piritske mineralizacije jugozapadno od crkve u selu Openici. Dužina im je oko 12 m, debljine oko 40 cm i locirani su u blizini kontakta sa metaandezitom. Isto tako na ušću Starečkog Dola u Openačku reku nalazi se intenzivno piritisan metaandezit. Geološki biro iz Bitolja je utvrdio da ima više rudnih "žica", (odnosno po našem mišljenju stratiformnih rudnih tela), galenitskih i piritskih mineralizacija, debljine 90 cm. Ovo se sve odnosi na mineralizacije gde je galenit očigledan, medjutim, izvan tih mineralizacija, u okolnoj steni, gde se nalazi impregnacija i gde su znatno niži sadržaji sulfida, do sada nije istraživano.

Zanimljivo je istaći da su Rimljani izvanredno dobro projektovali, a kasnije i uradili ventilaciono okno, dubine 100 m, kojim su ventilirali podzemne rudarske prostorije.

---

* Podaci nisu publikovani, samo su delovi pojedinih izveštaja sačuvani

Dalje ove pojave pominju S i m i ć (1951) i C i s s a r z (1956), vezujući ih za trijaski vulkanizam.

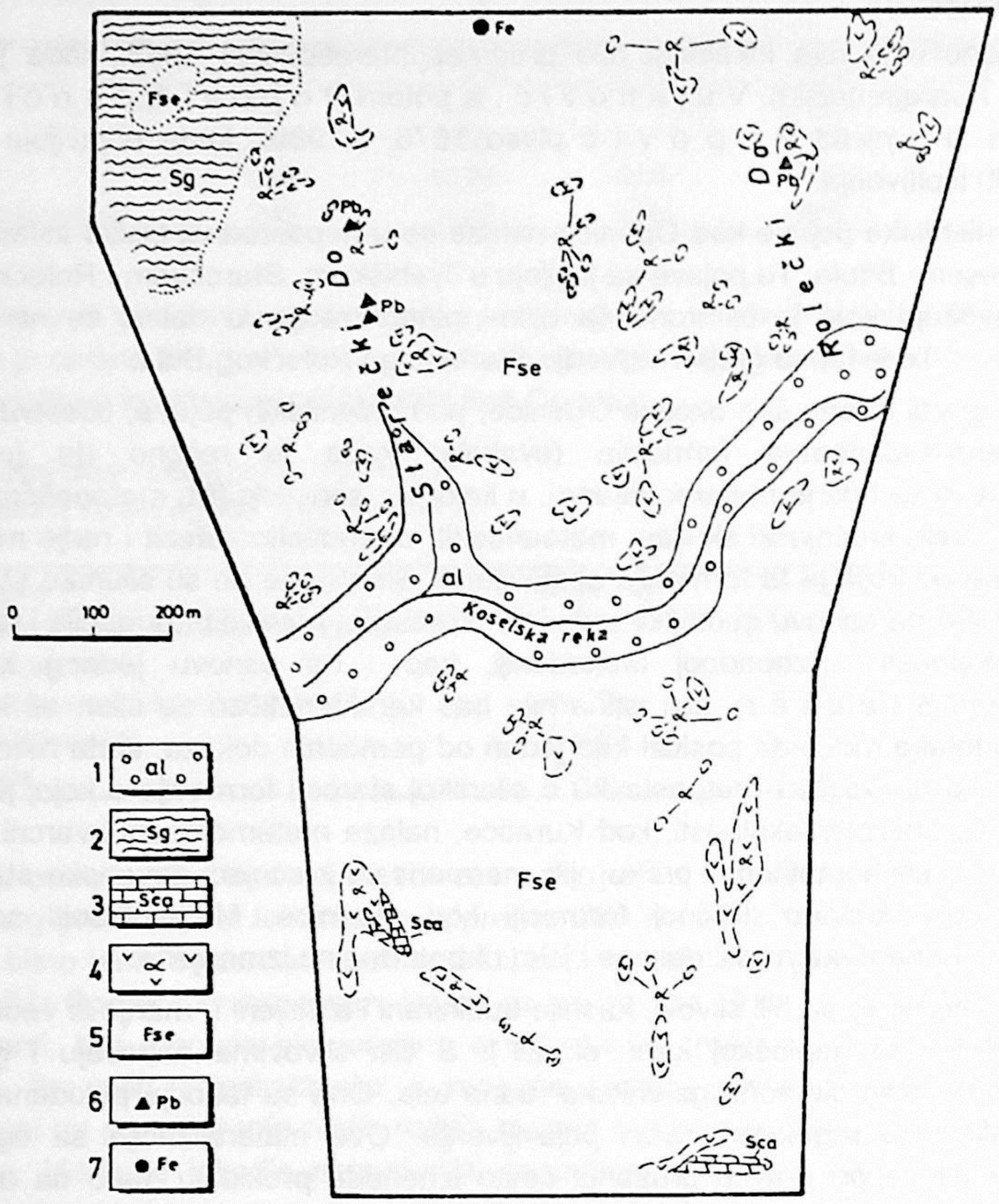
Ponovo je ova lokalnost bila predmet interesovanja 1963. kada je ispituje (genetski i paragenetski), V u j a n o v i ć , a potom P o p o v i ć, J a n č i ć (1967 i 1968), da bi o njima P o p o v i ć pisao 1976. i 1985., kada objavljuje rezultate sopstvenih ispitivanja.

Galenitske pojave kod Openice nalaze se u neposrednoj blizini asfaltnog puta Ohrid - Resen - Bitola. Te pojave se javljaju u Trebiškom, Starečkom i Rolečkom Dolu. Ležište gvoždja koje je sinhrono sa ovim mineralizacijama nalazi se na lokalitetu Visoko Drvo. To je jedan greben izmedju Starečkog i Rolečkog Dola.

U gradji terena šire okoline Openice, pa i galenitskih pojava, učestvuje filitična vulkanogeno-sedimentna formacija (svakako kada je rečeno da je filitična podrazumeva se i da je metamorfisana), u kojoj su, sericitski filit, metapeščar, glinoviti škriljac, kvarcit, krečnjački škriljac, metaandezit, metadacitoandezit i redje metatufovi; dakle stene od kojih je ta formacija sastavljena. Smatra se da su silurske starosti; do toga se došlo na osnovu geoloških odnosa i korelacija pojedinih formacija i facija ove i drugih lokalnosti u zapadnoj Makedoniji, kao i na osnovu jednog konodonta (Hindelodela S t a u f e r), koji istina nije baš karakterističan za silur, ali koji pored ostalih podataka može da posluži kao jedan od pomoćnih dokaza, kada nema drugih, sigurnijih. To dozvoljava pretpostavku o silurskoj starosti formacije o kojoj je reč, tim pre što se u obližnjoj lokalnosti, kod Kuratice, nalaze metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati sa hematitom i preko njih mermerisani krečnjaci devonske starosti. Te formacije čine krovinu filitičnoj formaciji kod Openice. Metavulkaniti su veoma izrazbijane stene, tektonski izdeljene i jako hidrotermalno izmenjene.

Primarno to su bili slivovi, kasnije budinirani i izdeljeni u manje ili veće blokove (što se vidi i na geološkoj karti, sl. 21.). S tim slivovima asociraju i galenitske mineralizacije, kao sinhrona galenitska rudna tela. Ona su takodje pokidana, što ima za posledicu ne regularan način pojavljivanja. Ove mineralizacije su ograničenih dimenzija, jer se po pravcu pružanja često iznenada prekidaju, tako da deluju kao sočiva, a ponekad imaju i oblik žice, mada nikada to nisu i prave žice. Takav način pojavljivanja registrovan je na delovima rudnih tela koja su do sada istraživana rudarskim istražnim radovima.

Prema svim raspoloživim podacima može se reći da se metavulkaniti andezitskog sastava javljaju na celoj površini zapadne Makedonije, a do sada su registrovani kod Evle, Petrina, Openice, Botuna, Judova i Berikova. Ranije shvatanje (P o p o v i ć, 1976) o postojanju jedne zone koja se nalazi na zapadnom obodu Ilinske planine, mora se korigovati. Kaledonski vulkanizam nije bio ograničen samo na taj prostor, već na znatno šire područje, što je u direktnoj vezi sa razvojem kalkoalkalnog magmatizma na obodu kontinenta. Medjutim, kao posledica tektonskih dogadjaja u hercinskom i alpskom ciklusu, andezitski vulkanizam danas je moguće pratiti u dvema zonama, markiranim upravo metaandezitskim i metadacitoandezitskim, pa i metariolitskim vulkanitima. Taj vulkanizam, odnosno magmatizam praćen je i odgovarajućom metalogenijom (P o p o v i ć, 1989b). U tom slučaju jedna zona bi se pružala pravcem Evla - Openica - Judovo i dalje na sever, u dužini od oko 60 km i prosečne širine izmedju 15 i 20 km. Druga zona pomenutih metavulkanita pruža se od Kruževskih planina na Strelce, Berikovo, Padalište i dalje prema Pologu na sever, ukupne dužine preko 50 km i prosečne širine izmedju 10 i 15 km (sl. 28.).



Sl. 21. Geološka karta Openice.

1. Aluvijum; 2. glinovito-alevrolitični škriljac; 3. krečnjački škriljac; 4. metaandezit; 5. sericitski filit; 6. Pb-mineralizacija; 7. Fe-mineralizacija.

Fig. 21. Geological map of Openica.

1. Alluvium; 2. Shale siltstone; 3. Caslcschist; 4. Metaandesite; 5. Sericite phyllite; 6. Pb-minerealization; 7. Fe-mineralization.

Metavulkaniti u obema zonama, a posebno u zapadnoj, zahvaćeni su snažnim hidrotermalnim promenama, od kojih su: piritizacija, hloritizacija, silifikacija, sericitizacija, argilizacija, kaolinizacija i karbonatizacija najizrazitije; i što je posebno značajno da su okolni metasedimenti zahvaćeni istim promenama, s tim što argilizacija, seritizacija i kaolinizacija zahvataju prvenstveno metavulkanite. Piritizacija se manifestuje u obliku impregnacije i piritskih žica debljine do 20 cm i dužine do 5 m. Seritizacija i argilizacija zahvatile su plagioklase, a kaolinizacija K-feldspate. Silifikacija se najčešće manifestuje u obliku kvarcnih žica i u vidu silifikovane osnovne mase u steni.

Kao i u ostalim delovima zapadne Makedonije i ovde je bilo višestruko snažno ubiranje, koje je veoma iskomplikovalo položaj i medjusobne odnose pojedinih stenskih masa. Prvobitno stratiformna vulkanogeno-sedimentna formacija, danas

metamorfisana (u filitičnu) bila je zahvaćena snažnim ubiranjem pri čemu je došlo do budiniranja pojedinih slojeva i vulkanskih slivova, da bi u kasnijim tektonskim dogadjajima bilo nastavljeno sa daljim tektonskim preoblikovanjem, uz kidanje pojedinih stenskih masa i njihovim premeštanjem. To je dovelo do veoma izražene pokidanosti metavulkanita što se danas manifestuje kroz blokove čije dimenzije variraju od nekoliko m^3 do 1000 m^3 pa i više. Tako nešto (takvu pojavu) najbolje ilustruje geološka karta Openice (sl. 21.).

Što se tiče rudnih pojava, za sada su poznate samo na početku Trebiškog Dola, u Starečkom i Rolečkom Dolu. Izmedju Trebiškog i Starečkog Dola, tj. na krajnjem južnom delu Starečkog Rida nalaze se jače piritske impregnacije i žice (štokverkno-impregnacioni tip) u metavulkanitima. Ostale mineralizacije su predstavljene galenitskim i piritsko-galenitskim sočivima (prividno) u kojima se pored galenita nalazi po malo halkopirita i sfalerita. Mineralizacija je smeštena u kontaktu izmedju metaandezita i okolnih škriljaca (metaklastita, odnosno sericitskih filita, metapeščara i dr. metasedimenata). Debljina rudnih tela je obično manja od 1 m, a najčešće su debela oko 20 cm (bar ona koja su do sada istraživana i eksploatisana). Treba naglasiti da su i okolne (škriljci) i metaandezitske stene takodje mineralizovane, što predstavlja još jedan dokaz o sinhronosti metaandezita, metasedimenata i sulfidnih mineralizacija ovde kod Openice. Tako na primer utvrdjeno je, da u meataandezitu, sadržaj olova varira od 90 g/t do 1000 g/t, a u nekim probama sericitskih filita sadržaj olova ide i do 2500 g/t (P o p o v i ć,1976).

U mineralnoj paragenezi javljaju se: galenit i pirit, kao najzasatupljeniji, dok su sfalerit i halkopirit podredjeniji. Osim ovih, V u j a n o v i ć je (1963) odredio i opisao druge minerale čija je zastupljenost neznatna, kao što su arsenopirit, magnetit, pirhotin, kubanit, tetraedrit, polibazit, zatim sekundarni anglezit, ceruzit, kovelin i limonit. Ovakva asocijacija minerala stvaranih na različitim temperaturama jasno govori o polifaznosti ovih mineralizacija, a prisustvom tetraedrita mogao bi se objasniti visok sadržaj srebra u ovoj mineralizaciji.

Ispitivanja V u j a n o v i ć a (1963) omogućila su da se docnije dodje do zaključaka da su ove mineralizacije vulkanogeno-sedimentnog postanka. Na takvu konstataciju upućuje mestimično prisustvo sfalerita u kalcitu, pojavljivanje pirita u strukturama tzv. "orudnjenih bakterija", potom povremeno pojavljivanje pirhotina u ovalnim i jajastim oblicima, javljanje galenita kao cementa kalcitu, piritu, zrnima kvarca, kao i povremeno njegovo pojavljivanje u ovalnim oblicima. Sve to skupa sugeriše pretpostavku, vrlo argumentovanu, da je reč o sedimentnim rudnim strukturama, koje su tektonski deformisane.

S druge strane na grebenu Visoko Drvo, koje se nalazi izmedju Starečkog i Rolečkog Dola, nalazi se ležište rude gvoždja. Ono je takodje nastalo u vulkanogeno-sedimentnim uslovima i stvarano je jednovremeno sa sulfidnim mineralizacijama, ali fazno pomereno u odnosu na olovo. Značajno je pomenuti da su u ovom ležištu gvoždja nadjene prave oolitne rudne strukture. Na srodnost ova dva tipa mineralizacija ukazuju i parageneze rudnih minerala koje se javljaju u galenitskoj mineralizaciji u okviru ležišta gvoždja. U paragenezi sulfidnih mineralizacija galenit je vodeći mineral a učestvuju magnetit (istina u manjoj količini) i pirit. U ležištu gvoždja "Visoko Drvo", gde je magnetit vodeći mineral, učestvuje i galenit. Prema tome dok je galenit u sulfidima olova vodeći mineral, a magnetit sporedan, dotle u okviru ležišta gvoždja magnetit je vodeći mineral, a galenit sporedan. Ovo se vidi po sadržaju olova (do 1000 g/t), cinka (do 1800 g/t) i bakra (do 300 g/t) u ležištu gvoždja. Svi ti podaci ilustruju veoma izraženu genetsku srodnost sulfidnih mineralizacija olova i ležišta gvoždja "Visoko Drvo".

Ispitivanja su pokazala relativno visoke sadržaje olova u metavulkanitima (metaandezit) i u metaklastitima (metapeščar i sericitski filit). Orijentaciona ispitivanja sadržaja olova, cinka, bakra i srebra za pojedine vrste stena kod Openice prikazani su na tabeli 6.

Tabela 6. Sadržaji Pb, Zn, Cu i Ag u raznim stenama kod Openice.
Table 6. Contents of Pb, Zn, Cu and Ag in various rocks near Openica.

Vrsta stene	Pb(g/t)	Zn(g/t)	Cu(g/t)	Ag(g/t)
	1.100	1.800	50	8
	27	-	4	-
Ruda gvoždja	10	-	5	-
	900	2.000	45	x
	27	-	300	x
	80	x	4	x
	35	x	50	x
Metaandezit	90	x	10	x
	1.000	x	450	x
	250	x	4	x
Kvarcit (metapeščar)	300	x	20	x
Sericitski filit (filitični škriljac)	2.500	x	2	2,5
Sericitski filit (filitični škriljac)	45	-	450	x
Sericitski filit (filitični škriljac)	1%	-	450	350

x-nije analizirano.

Iz ovih nekoliko primera očigledno je široka disperzija Pb, Zn, Cu i Ag u glavnim stenskim masama Openice. Iako nisu obavljena sistematska ispitivanja ovi podaci, uz paragenezu minerala, asocijaciju elemenata i uz ovalne rudne strukture, govori o hidrotermalnoj vulkanogeno-sedimentoj genezi ovih mineralizacija.

Osim navedenih istraživanja, a kako nije bilo mogućnosti za sistematska ispitivanja (rudarski radovi su bili zarušeni u vreme naših ispitivanja), a izdanaka mineralizacije za sistematska oprobavanja nema, uzeti su uzorci galenita sa halde i u njima su utvrdjeni sadržaji olova do 73%, cinka do 0,35% i bakra do 500 g/t. Ovi podaci su korelativni sa podacima M. Š e v i ć a, što govori da se njegovi rezultati analiza odnose na koncentrate dobijene ručnim prebiranjem. Dalje u uzorcima sa halde utvrdjen je sadržaj antimona od 600 g/t, arsena 450 g/t i srebra 1000 g/t, a sadržaji ostalih mikroelemenata su veoma niski ili nisu do granice osetljivosti hemijske metode detektovani. U stenskoj sredini izvan galenitske mineralizacije registrovan je sadržaj cinka od 90 g/t do 500 g/t, itrijuma do 130 g/t (što predstavlja izvesno uvećanje sadržaja ovog elementa); vanadijuma mestimično ima do 450 g/t; lantan varira od 40 g/t do 140 g/t, a u jednoj probi sericitskog filita zabeležen je sadržaj niobijuma od 80 g/t, i bizmuta 350 g/t (ova proba je imala preko 1% olova).

Severozapadno od pojava u Openici, na zapadnim padinama Visokih Kutli nalazi se galenitska pojava o kojoj se zna samo toliko da se tu javljaju dve pojave mineralizacija galenita, koje su vidljive na dužini od oko 3 m i čija je debljina od 1 cm do 8 cm. Ova mineraliziacija ima pravac pružanja istok-zapad. Njen značaj je u tome što predstavlja produžetak pojava kod Openice prema severozapadu (sl. 18.). Ovde su nadjeni izdanci metaandezita i praćeni su sa prekidima sve do iza Botuna blizu

Crvene Vode. U Crvenj Vodi, kao što je rečeno u paragenezi mineralizacije gvoždja pronadjen je antimonit. U njoj je nadjeno 0,20% antimona.

L a k o č e r e j

Ovde se takodje nalazi galenitska pojava koja pripada istom metalogenetskom prostoru i vremenu u kome su stvorene i pojave kod Openice. Pojave u Lakočereju udaljene su od Ohrida oko 5 km. Litostratigrafska situacija je ovde identična onoj kod Openice. Galenitska mineralizacija se javlja na kontaktu metaandezita i sericitskih filita. Uz galenit ima malo i sfalerita. Pojavu sačinjavaju dva sočivasta tela. Ona su izdužena i po dužoj osi mogu se osmatrati, jedno telo oko 1,2 m i drugo na dužini od oko 5 m. Debljina im varira od 5 do 30 cm.

Po podacima D u m r d ž a n o v a i I v a n o v s k o g (1972) (Tumač za list Ohrid i Podgradec) pomenuta sočiva su debela 15 do 30 cm i duga oko 30 m. U paragenezi se javljaju kao glavni i najzastupljeniji galenit, dok su podredjeno prisutni sfalerit, pirit, a u tragovima halkopirit (sve to u primarnoj paragenezi), dok se od sekundarnih minerala, u površinskim delovima izdanka javljaju kovelin, ceruzit, anglezit i dr. Sadržaj olova je 2,08%, cinka 0,32% i bakra 0,03%.

Prema nekim nepouzdanim podacima slične pojave mineralizacija olova nalaze se i kod mesta zvanog Ploš severoistočno od sela Brežana, kao i kod Leve Reke (kod Rasena).

Mora se napomenuti da mestimično izražena piritizacija izgleda ne pripada istoj rudnoj fazi u kojoj su formirane galenitske mineralizacije. Do toga se došlo na osnovu činjenice da ni jedna pojava intenzivne piritizacije nije imala olova više od nekoliko desetina grama po toni.

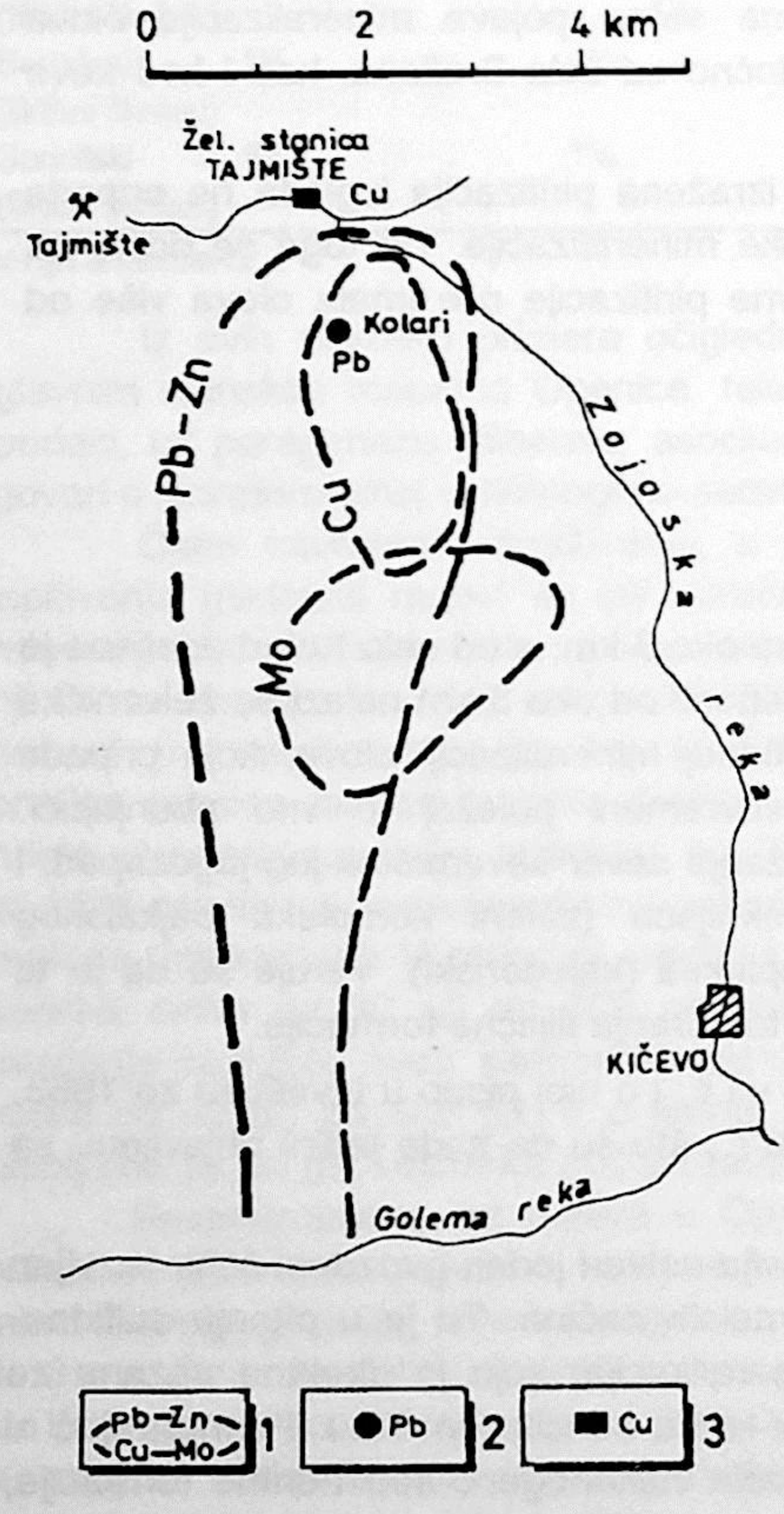
K o l a r i

Ova pojava se nalazi severno od Kičeva oko 6 km, a od sela Kolari udaljena je oko 500 m zapadno. Severozapadno na udaljenosti od oko 3 km nalazi se železnička stanica Tajmište. Ovde je takodje reč o sulfidnoj mineralizaciji olova, koja pripada kaledonskoj metalogenetskoj epohi. Njen savremeni položaj je vrlo zbunjujući. Locirana je u jednom rasedu čiji je pravac pružanja sever severoistok-jug-jugozapad, i u neposrednoj blizini kontakta hloritskih škriljaca (zeleni kompleks bajkalskog tektonomagmatskog ciklusa) i filitoidnog kompleksa (kaledonski). Veruje se da je ta mineralizacija stvorena u poznijim vremenima formiranja filitične formacije.

Ovu pojavu je prvi registrovao P o p o v i ć i o njoj pisao u Izveštaju za 1963. godinu, a glavne podatke o njoj objavio je 1977., što su do sada jedini objavljeni, sa pomenutim Izveštajem, i jedini pisani podaci.

Pojava, odnosno njen izdanak predstavlja ustvari jedan gvozdeni šešir razvijen na račun sulfida nastalih jednim od hidrotermalnih načina. Tu je u pitanju sulfidno-oksidna (obzirom na sadržaj magnetita) mineralizacija, koja je direktno vezana za jedno sočivo krečnjačkog škriljca, a koji inače leži u sericitskom filitu. Posmatrajući u celini, ovaj teren je sastavljen od metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije, koju danas predstavlja hloritski škriljac, iznad koga leži kvarcit kao njen sastavni deo,

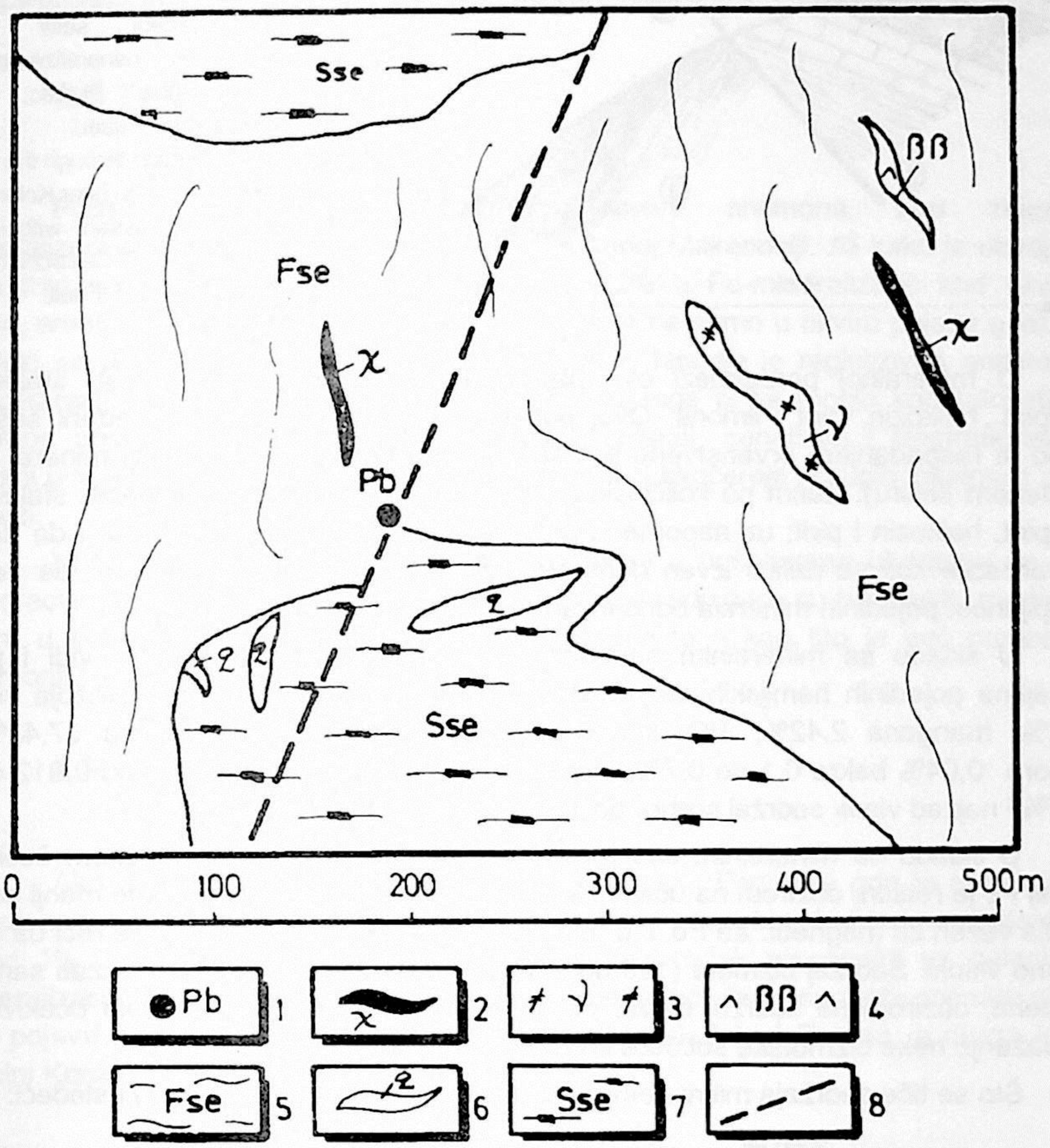
ali istovremeno i granični horizont prema kaledonskom filitoidnom kompleksu. Filitoidni kompleks je diskordantan preko bajkalskog zelenog kompleksa, odnosno preko formacije sericitskih kvarcita, kao njegovog završnog člana. Filitoidni kompleks takodje je vulkanogeno-sedimentni, a sulfidna pojava olova, u Kolarima, leži u najstarijoj formaciji ovog kompleksa, filitičnoj formaciji, koju sačinjavaju metaklastiti, krečnjački škriljci, metadijabazi, mala sočiva metagabrodijabaza i metariolit. Sigurno je da bi se, obzirom na mineralni sastav metaklastita,odnosno filita, a naročito prisustvo očuvane glinovite materije, ovalnih i jajastih zrna albita, kao i učešće metariolita ("2") u sastavu ove formacije, moglo očekivati, pri sistematskim ispitivanjima, pronalaženje i tufogenog materijala. Obzirom na takav petrološki sastav filitične formacije pretpostavlja se da je i sulfidno-oksidna mineralizacija stvorena u vreme vulkanogeno-sedimentnih uslova pri čemu su gvoždje, olovo, cink, bakar i sumpor prineseni hidrotermama u toku vulkanske aktivnosti. U tom slučaju ova pojava bi možda pripadala istoj vulkanskoj fazi kojoj pripadaju vulkanogeno-sedimentne mineralizacije kod Berikova i u Padalištu. Ovde iako nisu obavljena ispitivanja na širem prostoru, ali zahvaljujući postojanju sekundarnih mineralizacija bakra kod železničke stanice Tajmište i na osnovu šlihovskih ispitivanja ovog terena (po metalogenetskoj karti Makedonije, J a n k o v i ć et al, 1977. dobijene su, zapadno od pojave u Kolarima anomalije olova, cinka, bakra i molibdena, sl.22.), bez sumnje predstavlja dokaz o široj distribuciji sulfida na ovom terenu.



Sl. 22. Pregledna skica Pb-mineralizacije kod Kolara sa šlihovskim anomalijama Pb, Zn, Cu, Mo (J a n k o v i ć, 1977),
1. Šlihovske anomalije Pb, Zn, Cu, Mo. 2. Pojava Pb; 3. pojava malahita.

Fig. 22. Sketch map of Pb-mineralization near Kolari with panned concetrate anomalies of Pb, Zn, Cu, Mo (J a n k o v i ć, 1977.).
1. Shlikh anomalys of Pb, Zn, Cu, Mo, 2. Occurrence of Pb. 3. Occurrence of malachite.

Jedna od bitnih karakteristika jeste prostorna blizina metariolita i minearalizacije kod Kolara. Ima se utisak da su u direktnoj medjusobnoj vezi, slično pojavi u Padalištu, gde se metariolit nalazi ispod sulfidne Cu-mineralizacije.



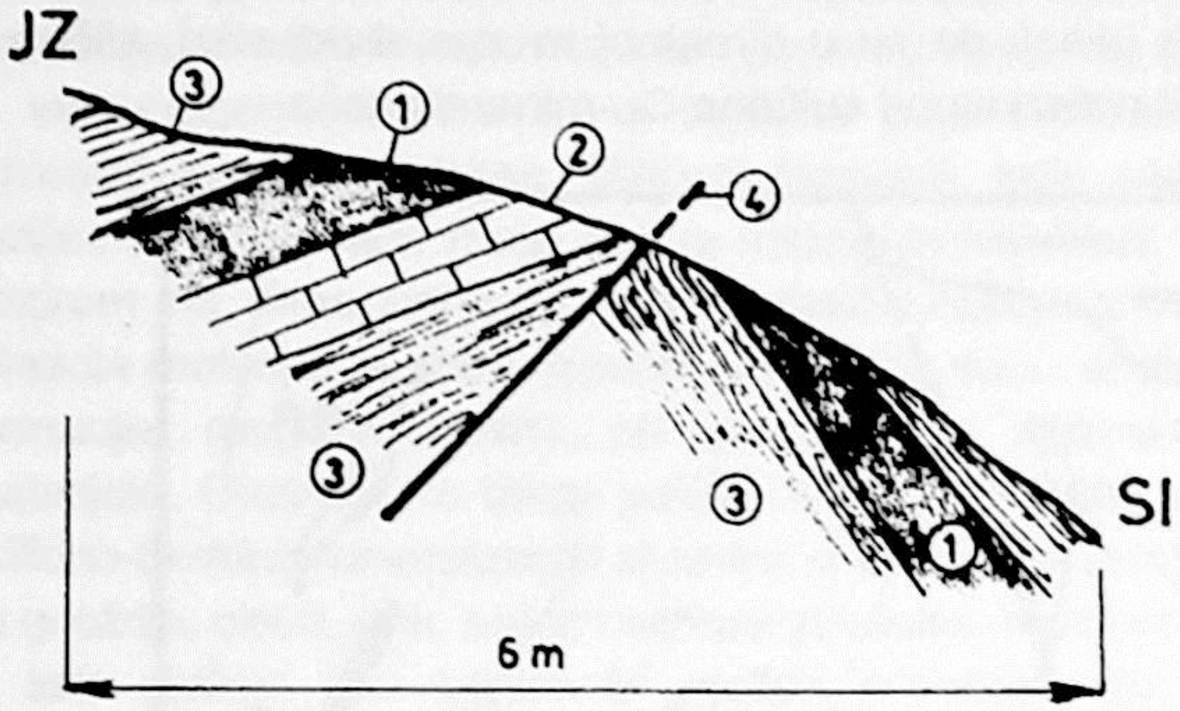
Sl. 23. Geološka karta rudne pojave kod Kolara.

1. Pb-mineralizacija; 2. metariolit; 3. metadijabaz; 4. metagabro; 5. sericitski filit; 6. kvarcit; 7. hloritski škriljac; 8. rased.

Fig. 23. Geological map of ore occurrence near Kolari.

1. Pb-mineraliziation; 2. Metarhyolite; 3. Metadiabase; 4. Metagabbro, 5. Sericite phyllite; 6. Quartzite; 7. Chlorite schist; 8. Fault.

Sulfidna pojava kod Kolara je raskrivena jednim raskopom na dužini od 15 m i prosečnoj širini od 2 m. Tu je debljina gvozdenog šešira 0,5 m. Ispod njega leži krečnjački škriljac i filit. Krečnjački škriljac je obavijen gvozdenim šeširom, odnosno sulfidnom mineralizacijom (sl. 24.). Verovatno je u pitanju inversan položaj sericitskog i krečnjačkog škriljca.



Sl. 24. Profil kroz Pb-mineralizaciju kod Kolara.
1. Gvozdeni šešir sa galenitskom mineralizacijom; 2. krečnjački škriljac; 3. sericitski filit; 4. rased.

Fig. 24. Cross section through the Pb-mineralization near Kolari.
1. Iron hat (gossan) with Pb-mineralization; 2. Calcschist; 3. Sericite phyllite; 4. Fault.

U mineralnoj paragenezi ove pojave učestvuju magnetit, galenit, sfalerit, halkopirit, halkozin, pirit i limonit. Ovaj poslednji, koji defakto gradi gvozdeni šešir, nastao je raspadanjem prvenstveno sulfida i kao takav je najzastupljeniji mineral (u gvozdenom šeširu). Zatim po količinskom učešću sledi magnetit, pa galenit, sfalerit, halkopirit, halkozin i pirit; uz napomenu da je ispitivan samo gvozdeni šešir i da deo mineralizacije koji se nalazi izvan domena zone oksidacije nije ni otkriven, pa se i zastupljenost pojedinih minerala odnosi samo na gvozdeni šešir.

U skladu sa mineralnim sastavom je i hemijski sastav, što se vidi i po sadržajima pojedinih hemijskih elemenata i jedinjenja. Tako na primer gvoždja ima 24,02%, mangana 2,42%, TiO_2 ima 0,84%, a Al_2O_3 8,49%, SiO_2 ima 37,42%, sumpora 0,04% bakra 0,1 do 0,7%, olova od 0,32 do 1%, bizmuta ima od 0,012 do 0,027% i najzad visok sadržaj srebra od 150 g/t.

U skladu sa mineralnim sastavom i obzirom da je reč o gvozdenom šeširu sadržaj Fe je realan, obzirom na učešće limonita u gvozdenom šeširu dok je manji deo gvoždja vezan za magnetit. Za Pb, Cu, Bi i naročito srebro može se takodje reći da su relativno visoki. Sadržaj bizmuta (120 do 270 g/t), teško da bi se mogao vezati samo za galenit, obzirom na sadržaj olova, pa se pretpostavlja da bi tu trebalo očekivati pronalaženje neke bizmutske sulfosoli ili čak metalnog bizmuta.

Što se tiče sadržaja mikroelemenata oni su po P o p o v i ć u (1977) sledeći:

Ca	3000 g/t	**Ni**	18 g/t
Ga	11 g/t	**Co**	2.5 g/t
Mo	5 g/t	**Cr**	5 g/t
Y	10 g/t	**Ba**	400 g/t
Zr	110 g/t		

Na osnovu ovih podataka moglo bi se reći da je ta pojava prvenstveno vezana za kiselije magmatske produkte, jer su izrazito niski sadržaji Ni, Co i Cr, a i titana takodje.

Pretpostavlja se da je krečnjački škriljac odigrao važnu ulogu u promeni kiselosti sredine u vreme prinošenja glavnih elemenata u obliku kiselog rastvora. U tom slučaju $CaCO_3$ je predstavljao bazičnu sredinu koja je promenila pH tako da je došlo do obaranja olova i bakra kao sulfida. U tom pogledu ova pojava bi mogla biti veoma slična pojavama na Berikovu i ukoliko bi se to pokazalo kao realno, onda bi se značajno uvećala potencijalnost obe ove lokalnosti.

Kada je reč o olovu neophodno je naglasiti da se ono, u relativno značajnijim koncentracijama, javlja i kod Berikova, jer je to kao što je već istaknuto polimetalična pojava. U tom slučaju moglo bi se reći da se pojave olova, u zapadnoj Makedoniji, prema dosadašnjem poznavanju, javljaju u dva područja, odnosno prostora: južno Evla-Petrino-Openica-Lakočerej i drugo, severno, Berikovo-Kolari.

ANTIMON

Prema dosadašnjem poznavanju pojave antimona, kao zasebne mineralizacije, ili orudnjenja nisu poznate u zapadnoj Makedoniji. Ali kako je utvrdjeno prisustvo antimonita, sa koncentracijama od 0,2% u Fe-mineralizaciji kod Crvene Vode, smatra se da to treba i posebno pomenuti, a ne samo u okviru pojave gvoždja. U delu sa dominirajućim galenitom, kod Openice, takodje je registrovan antimon u koncentracijama od 600 g/t do 0,2%. Na osnovu toga bi se moglo konstatovati da antimon pripada istoj metalogenetskoj, paragenetskoj, genetskoj i litostratigrafskoj sredini u kojoj se nalazi Pb-mineralizacija Openice, Lakočereja i drugih lokalnosti u toj oblasti.

Kod Crvene Vode, kako na izdanku, tako i u bušotinama utvrdjene su dve generacije pirita: kristalni i koloidni. Sa ovim piritom udruženi su halkopirit, markasit, zatim u tragovima rutil, barit, veoma malo magnetita, i kao što je već pomenuto antimonit.

ARSEN

Ako se izuzmu lokalnosti kao što su Berikovo i Padalište gde je mestimično utvrdjeno prisustvo arsenopirita i enargita u sulfidnoj paragenezi ali sa sadržajem As ispod 1%, i kod Openice gde je takodje zapažen redak arsenopirit uz galenitsku mineralizaciju (V u j a n o v i ć, 1963), onda se može reći da su do sada poznate samo dve pojave arsena i to kao arsenopirita; jedna se nalazi kod Petrina, a druga je na planini Korab.

Petrino

Arsenopiritska pojava u ovoj lokalnosti se javlja u blizini kontakta metaandezita i sericitskog filita u kome se javljaju hidrotermalno izmenjeni glinoviti škriljac, i metadacitoandezit.

Arsenopiritska pojava se nalazi severozapadno od sela Petrina u lokalnosti zvanom Skala. U pitanju je arsenopiritska žica dužine po nekim autorima 40 m (I v a n o v s k i et al, 1966), po drugim 30 m (P o p o v i ć, 1984). Njena debljina je promenljiva i varira od 5 cm do 25 cm (I v a n o v s k i et al, 1966) i ispresecana je brojnim rasedima. Jedna proba od te žice pokazala je da se u njoj nalazi bakra 0,8%, arsena 6,01%, srebra 33,25 g/t i zlata 2,8 g/t.

Kako su nadjeni tragovi zlata i kod Openice, a uz druge sulfide do sada nije registrovano, pretpostavlja se da je upravo arsenopirit zlatonosan.

U paragenezi navedene žice javljaju se arsenopirit, kao najobilniji, a potom slede pirit, malo enargita, halkopirit, pirotin, malo galenita, sfalerit, magnetit i molibden, dok su od sekundarnih minerala zapaženi malahit, kovelin, azurit i limonit.

K o r a b

Druga pojava arsenopiritske mineralizacije nalazi se na Korabu. Po podacima P e t k o v s k o g (1977, Tumač za OGK, list Gostivar) ova pojava se nalazi u lokalnosti Bela Voda. Smeštena je u rasednoj zoni duž koje su cirkulisali hidrotermalni rastvori i izmenili okolne filitične škriljce i mermerisani krečnjak. U okviru rasedne zone registrovan je diorit "za koi orudnenieto e vrzano". Tu je reč o polimetaličnoj sulfidnoj paragenezi iznad koje je formiran gvozdeni šešir. U njoj se kao glavni minerali arsena javljaju realgar, auripigment i manje arsenopirit. Od drugih minerala zastupljeni su pirit, rutil, niklonosni pirit, halkopirit, markazit, lepidokrokit i sekundarni minerali, kao što su malahit, azurit i limonit.

Po načinu pojavljivanja pojava je žičnog tipa.

M O L I B D E N

Molibdenske pojave nastale u kaledonskoj metalogenetskoj epohi uglavnom se javljaju kao prateće mineralizacije uz polimetalične kao što su pojave na Berikovu i u Padalištu, ili u drugim lokalnostima. Tako na primer, u mineralizaciji bakra kod Padališta dostiže sadržaje i do 1000 g/t, ali što se tiče molibdenitskih mineralizacija, neke žične pojave kod Evle, u dolini Istočke reke, i severozapadno od Tetova, mogle bi se svrstati u kaledonsku epohu iako nema čvršćih dokaza za takvo shvatanje.

Pojavu u Istočkoj reci predstavlja, u stvari kvarcno-molibdenitska žica, koja se javlja u filitičnim škriljcima, a blizu granitoidnih proboja. Ipak nije reč o zoni kontaktnog metamorfizma, ali je svakako reč o genetskoj vezi kvarcno-molibdenskih žica i granitoida.

Molibdenit se javlja kao mineral koji zapunjava prsline i male šupljine u kvarcnoj žici i sinhron je sa kvarcnom žicom. Osim molibdenita tu su zapaženi pirit i malo halkopirita. Debljina kvarcno-molibdenitske žice varira do 30 cm.

Po podacima D u m u r d ž a n o v a i I v a n o v s k o g (1978, Tumač za OGK, list Ohrid) ove granitoidne stene probijaju paleozojske škriljce pa se postavlja pitanje da li i Mo-mineralizacije pripadaju kaledonskoj ili hercinskoj metalogeneteskoj eposi. Pošto taj problem nije rešen za sada, uslovno, ove pojave su svrstane u kaledonsku, iako bi trebalo da se svrstaju u hercinsku epohu.

Što se tiče pojava molibdenitskih mineralizacija kod Tetova, izuzev da je ta pojava registrovana, drugih podataka nema. Pretpostavlja se da je vezana za polimetaličnu mineralizaciju bakra, olova, cinka i gvoždja.

O S T A L I R E T K I M E T A L I

Retki metali se javljaju isključivo kao pratioci Cu, Pb, Zn mineralizacija, izuzev molibdenita kod Strelaca i Vrutoka (hercinski). Dakle, retki metali su pratioci

polimetaličnih mineralizacija u zapadnoj Makedoniji. Od njih najznačajniji su bizmut, cerijum, niobijum, molibden, lantan i dr. metali. Oni se javljaju kod Openice, (Bi), kod Berikova (Bi, Mo, Nb), kod Kolara (Bi) i kod Padališta (Mo, Bi, Ce, La, Nb). Karakteristično je da se jedan deo ovih metala javlja i u skarnovskom tipu mineralizacija kod Berikova i Padališta, a njihovo formiranje vezuje se za hercinsku epohu.

Sadržaji bizmuta variraju u svim granicama do 270 g/t, niobijuma do 200 g/t, cerijuma čak do 1000 g/t (na primer halkopiritska mineralizacija kod Padališta), lantana do 400 g/t, molibdena mestimično i do 1000 g/t, a ponekad se nadje i malo berilijuma (do 30 g/t).

HERCINSKA METALOGENETSKA EPOHA

Zahvaljujući izotopskim ispitivanjima i drugim geološkim podacima identifikovana je hercinska metalogenetska epoha. Geohronološka ispitivanja metagranitoidnih stena kod Strelaca i Vrutoka D e l e o n je (1966 i 1969)* obavio na monokoncentratima biotita. Uradjene su ukupno 23 analize, što je bilo neophodno zbog intenzivne izmenjenosti metagranitoida kod Strelaca. Na nekim od uzoraka, naročito iz domena kontakta metagranitoida sa metagabrom utvrdjeno je da je došlo do ispiranja rubidijuma, iako u celini ovaj metagranitoid ima snižene sadržaje rubidijuma. S druge strane sadržaj neradiogenog stroncijuma je izrazito visok, što se objašnjava naknadnim prinosom, a što inače ima velikog uticaja na utvrdjivanje radiogenog stroncijuma. Takve okolnosti su dovele do dvoznačnih rezultata kod Strelaca. Po tim podacima, starost ovog metagranitoida iznosila bi 440 miliona godina, čak kaledonska starost, a s druge strane jurska. Ovaj podatak, za jursku starost, po našem mišljenju, relativno lako je objasniti, obzirom da je u toku jure došlo do utiskivanja granitoida Kruševa i Babe Sač (rudnika "Cer" ili cerski granitoid), sa čime se dovodi u vezu snažna biotitizacija i feldspatizacija metagranitoida i okolnih stena kod Strelaca. Medjutim, podatak od 440 miliona godina ipak se ne bi mogao prihvatiti kao validan jednostavno zbog toga što taj metagranitoid pravi kontaktno-metamorfne promene na okolnim filitoidima. Uz to u Strelcima su jasni stratigrafski odnosi, jer su očuvani filitični škriljci, kao baza, preko kojih leže metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati sa hematitom i najzad iznad svih leže, kao normalan produžetak stvaranja sedimenata, mermerisani krečnjaci devonske starosi. Zahvaljujući tome ovaj metagranitoid i njegov efuzivni ekvivalent metariolit, svakako pripadaju postsrednjedevonskom vremenu, jer su filitoidi probijeni i u zoni kontakta pretrpeli termički metamorfizam, pri čemu je obrazovana kornitska i, u kontaktu sa karbonatima, skarnovska zona. Na osnovu toga, kao i starosti metagranitoida kod Vrutoka, granitoid kod Strelaca (Kičevo) svrstan je u hercinski tektono-magmatski ciklus.

Manje pojave metagranitoida kod Berikova, kao i metariolitporfir "3" takodje smo svrstali u hercinski ciklus.

Što se tiče metagranitoida kod Vrutoka situacija je znatno jednostavnija. Ovde je nedvosmisleno utvrdjena metodom $Sr^{87}/^{Rb}87$ starost metagranitoida od 292±4 miliona godina i metodom Ar^{40}/K^{40} 287 miliona godina. Oba ova rezultata su vanredno

---

* Merenja su uradjena na probama koje je sakupio autor ovog rada, a rezultati ispitivanja se nalaze u Izveštaju P o p o v i ć a i J a n č i ć a iz 1968.

korelativna, a time je i podatak o apsolutnoj starosti realniji. To je vreme gornji karbon-perm, odnosno vreme hercinskog tektonomagmatskog ciklusa.

Autori Tumača OGK (K a r a j o v a n o v i ć i I v a n o v s k i, 1972), za list Bitola i Lerin, za metagranitoid Bigle planine i Plakenske planine kažu:"Vo kontaktnite delovi na ova intruzivno telo so okolnite škrilci samo iznimno se zabeleženi termometamorfni izmeni, no mnogu poveke e izrazena granitizacia i feldspatizacija vo okolnite škrilci". Kao što se vidi ovi autori nigde ne govore o odnosu ovog metagranitoida i trijaskih sedimenata. Ima se utisak da nije dokazan kontaktni metamorfizam, a time ni probijanje trijaskih sedimenata. Ovo tim pre što je taj metagranitoid na staropaleozojskim škriljcima izvršio kontaktno-metamorfne promene. Tako na primer kod sela Kriveni i Zlatari nalaze se korniti sa kontaktno metamorfnim magnetitskim mineralizacijama. Na osnovu toga može se reći da ovaj metagranitoid ima istu ili sličnu starost sa onim kod Evle za koji se pretpostavlja da je kaledonske ili hercinske starosti. P o p o v i ć (1985) piše da bi taj metagranitoid mogao pripadati čak kaledonskoj epohi. Mora se reći da se i u okviru rudnika "Cer" zapažaju skarnovske pojave, koje se manifestuju prisustvom volastonita, koji je dokazao V u j a n o v i ć (1961) ali kako je cerski granitoid jurske starosti za problem koji se ovde razmatra taj granitoid, i njegov kontakt sa okolnim stenama je od manjeg značaja.

M O L I B D E N

Hercenska metalogenetska epoha i tektonomagmatski ciklus u zapadnoj Makedoniji su od najvećeg značaja za ležišta molibdena u Strelcima i u Vrutoku. U oba slučaja molibden se javlja u asocijaciji sa metagranitoidom. Mineralizacija se javlja dvojako: u zoni endo i egzokontakta. U zoni endokontakta reč je o plićim ili dubljim mineralizacijama, u samom metagranitoidu, dok u zoni egzokontakta ove mineralizacije se javljaju samo u kornitima, nastalim na kontaktu granitoida i okolnih škriljaca. Najvažnije pojave oba tipa nalaze se kod Strelaca.

Posebna karakteristika molibdenitskih mineralizacija je njihova asocijacija sa malim granitoidnim telima. Metagranitoidi kod Strelaca i kod Vrutoka predstavljaju mala tela, čija se ukupna zapremina procenjuje na manje od 50 km^3. Posebno u tom pogledu je karakterističan granitoid u Strelcima, koji je znatno manji od vrutačkog. Pretpostavlja se, na osnovu distribucije molibdena da je njegovo prinošenje moglo biti na velikom prostoru, naročito ako se imaju u vidu povišeni sadržaji molibdena u polimetaličnoj mineralizaciji kod Berikova i Cu-minearalizaciji kod Padališta. Ako se tome doda da se pojave molibdenita nalaze i u drugim lokalnostima (Evla i kod Tetova), onda situacija postaje mnogo jasnija. Svemu tome treba dodati da je posebno karakteristična metalogenetska, pa i magmatogena zona Kruševo-Strelci-Berikovo-Padalište i dalje preko Pologa nastavlja se u Šar-planinu, upravo po tim malim granitoidnim telima, od kojih se jedno, istražnim bušenjem dokazano, nalazi kod sela Jagol, južno od Berikova, u Oslomejskoj kotlini. Tu je istraživan ugalj i tom prilikom je nabušen metagranitoid. Smatra se da istom magmatizmu pripadaju i mala tela metagranitoida čiji su izdanci nadjeni kod Berikova, a jedno od njih je nabušeno i istražnim bušenjem na Berikovskoj Krasti. Sve to može da posluži kao prospekcijski kriterijum koji bi bio glavni usmerivač budućih istraživanja molibdenskih mineralizacija u zapadnoj Makedoniji, tim pre što je ležište kod Strelaca, prema dosadašnjim podacima blizu granice ekonomskog značaja.

S t r e l c i

Ova se lokalnost nalazi na oko 5 km severoistočno od Kičeva. Na zapadnom obodu sela javlja se mala metagranitoidna masa u čijem se kontaktu javlja molibdenitska mineralizacija. Inače ceo ovaj teren je izgradjen od sericitsko-hloritskih i hloritsko-sericitskih škriljaca, sericitskih kvarcita, sericitskh filita, metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom, mermerisanih krečnjaka, a od magmatskih stena javljaju se metagabro, metariolitporfir (to je onaj što je identifikovan kao "2"), biotitski metagranitoid, kornit i u delu, gde se nalaze karbonati na kontaktu sa metagranitoidom, javlja se skarn.

Kao što se vidi ovde su prisutne stene iz sve tri paleozojske formacije koje pripadaju filitoidnom kompleksu i intruzivno-efuzivnoj formaciji, od kojih je metagabro najstarija stena, dok su metariolitporfir "2" i metagranitoid mladje stene. Sve stene ove lokalnosti, uključujući tu i kontaktno-metamorfne, jače ili slabije su hidrotermalno izmenjene. Što se tiče alteracija najizrazitije su kaolinizacija, sericitizacija, argilizacija, silifikacija, piritizacija, karbonatizacija i limonitizacija, kao najznačajnija egzogena promena. Pored navedenih ništa manje nisu izražene ni uralitizacija, sosiritizacija i epidotizacija metagabra. Medjutim, najvažnija promena se desila u zoni kontaktnog metamorfizma i u procesu kalijske metasomatoze, kada je došlo do snažne biotitizacije i feldspatizacije. Oba vida alteracije zapažaju se na svim stenama i dovode se u vezu sa utiskivanjem kruševskog granitoida, odnosno cerskog (po rudniku "Cer"), jurske starosti.

Kornitizacija kao specifičan tip alteracije u zoni kontaktnog metamorfizma razvijena je na relativno većem prostoru duž oboda metagranitoida. Ona je prodrla u okolne škriljce mestimično i preko 50 m. U toj zoni kao što je rečeno, obrazovani su skarn i kornit. Za deo kontaktno-metamorfnih promena koje su se desile tamo gde se javlja karbonatna stena karakteristično je da se u mineralnoj paragenezi javljaju magnetit, pirit, epidot, kvarc, granat, hlorit i kalcit, ali molibdenit nije zapažen.

Obzirom da se u metariolitporfiru "2" kod Strelaca, javlja takodje molibdenit, stalo se na stanovište da je metariolitporfir "2" stariji od metagranitoida, tako da metariolitporfir "2" i metagranitoid kod Strelaca ne pripadaju istoj tektonomagmatskoj fazi.

Način pojavljivanja, mineralni i hemijski sastav

Dosadašnjim ispitivanjima utvrdjeno je da se u Strelcima kao najznačajniji i jedan od najobilnijih minerala javlja molibdenit. Svi ostali rudni minerali su u ekonomskom pogledu beznačajni.

U rudnoj paragenezi osim molibdenita, javlja se pirit, a sasvim podredjeno halkopirit, potom magnetit, znatno manje pirhotin i po neko zrno galenita i sfalerita. Rutil je takodje prisutan; dok je u jednim stenama češći u drugim se javlja samo kao sporedan sastojak.

Asocijacije rudnih minerala su različite. Tako se javljaju udruženi:

1. molibdenit, pirit, halkopirit, magnetit, pirhotin;
2. pirit, halkopirit, pirhotin;
3. pirit, magnetit, martit;
4. pirit.

Samostalni pirit se najčešće i najobilnije javlja uz kvarcne žice, čija debljina mestimično dostiže i više od 1 metra. Pirit je najobilniji rudni mineral na celom rudonosnom području i javlja se u obliku impregnacija, žica i prožilaka.

Magnetit se javlja uz skarnovsko sočivo, u središnjem delu rudonosnog područja, ali bez molibdenita i sa martitom po površini zrna magnetita. Ovo je skarnovski tip magnetitske mineralizacije u kojoj je obilnije pored magnetita prisutan i pirit. Raspadanjem sulfida, u ovom slučaju pirita, iznad ovog skarna razvijen je manji gvozdeni šešir.

Obzirom na petrogenetsku sredinu u kojoj se nalazi mineralizacija molibdenita moguće ih je podeliti na: orudnjeni kornit, orudnjeni metariolitporfir "2", orudnjeni metagranitoid i slabo orudnjeni metagabro, u kome su mestimično registrovani sadržaji molibdena od 500 g/t pa i više.

U rudnoj paragenezi molibdenita zastupljeni su: pirit, veoma obilan koji se često javlja u obliku impregnacija ili u obliku žica; zatim sledi halkopirit, magnetit i retko pirhotin, dok je sfalerit zapažen u tragovima. Pored navedenih minerala u jednoj od bušotina registrovan je redak antimonit.

Ako se posmatraju molibdenit i pirit videće se da postoje dve generacije pirita: jedna koja ide sa molibdenitom i druga u kojoj molibdenit izostaje.

Što se tiče molibdena u kornitu se on javlja kao molibdenit i kao molibdenski oker. Ovaj poslednji, dakle molibdenski oker, se javlja na površini izdanaka, kao relativno dosta zastupljen mineral, najčešće kao prevlake i mestimična nagomilanja, što govori o značajnijim promenama molibdenita u površinskim uslovima. Po svoj prilici orudnjavanje se odvijalo u dve faze. Po podacima P o p o v i ć, A n t o n o v i ć a (1973), prva, starija faza orudnjenja nastala je u vreme formiranja pirita, magnetita, halkopirita, epidota, granata i kvarca i ona se vezuje za skarnovsko sočivo (sl. 25.). Moglo bi se pretpostaviti da je skarn stariji od kornita, odnosno da je deo granitoida koji je doveo do formiranja skarna ranije utisnut od onog koji je doveo do formiranja kornita. Po tom druga faza molibdenskog orudnjenja pada , u vreme nastanka kornita, odnosno pripada vremenu kornitizacije, gde se, ako se izuzme molibdenitski oker, molibdenit javlja kao najobilniji rudni mineral (praćen slabim piritskim nagmilanjimama).

Kornitski tip molibdenitske mineralizacije je najrasprostranjeniji prema dosadašnjem poznavanju. On se javlja u domenu rudarskih radova koje je izvodio S t o j a n o v i ć, 1960. Kornit je ispresecan mnogobrojnim kvarcnim žicama praćenim molibdenitom i piritom. Osim toga molibdenit se javlja i dispergovan u masi kornita, ali i duž prslina i pukotina. Mestimično obrazuje nagomilanja debljine 1 do 2 mm, ali kako je i kornit, kao stara stena uškriljen, molibdenit je najzastupljeniji upravo na površinama škriljavosti.

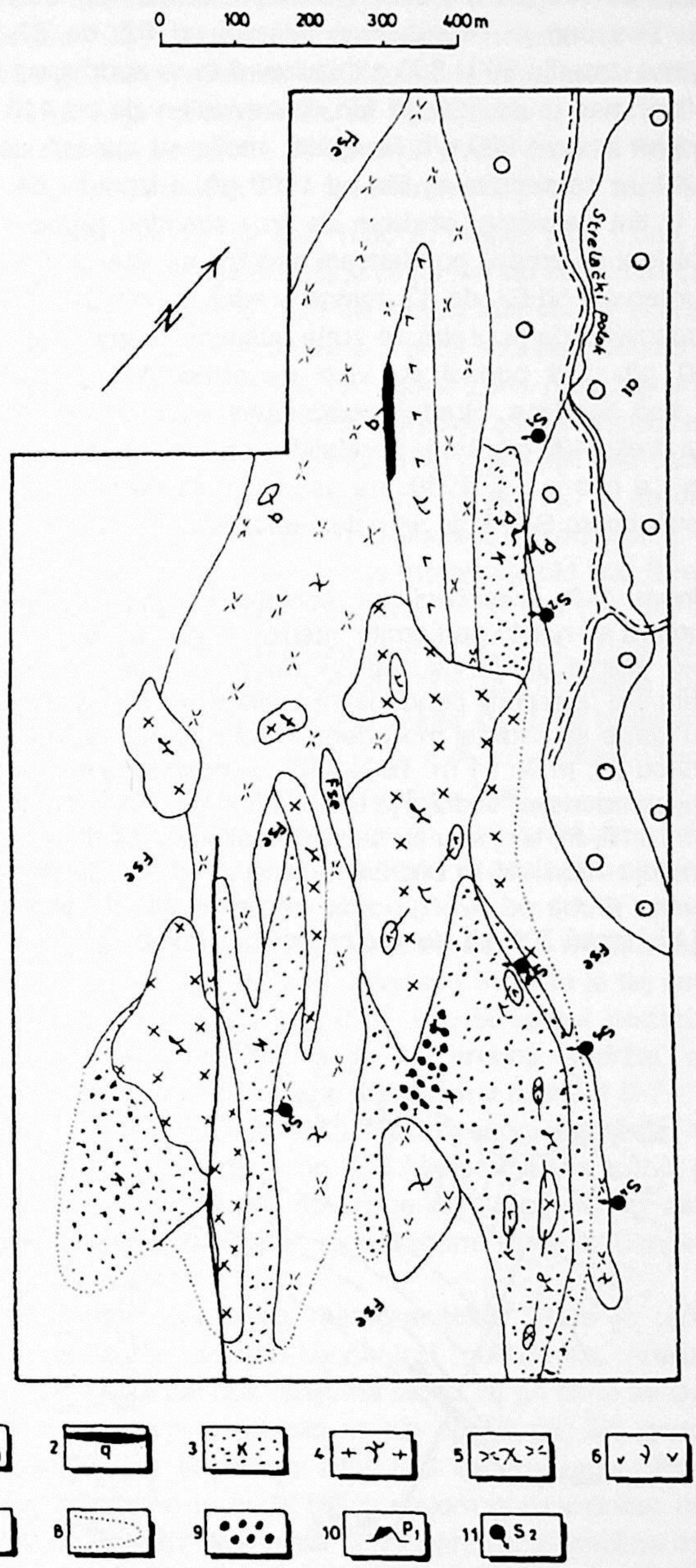
Rudarskim istražnim radovima, koje je obavio S t o j a n o v i ć, 1960.,* utvrdjeno je da se, u okviru ovog kontakta nalazi oko 600.000 tona rude sa srednjim sadržajem od 450g/t.

Istražnim bušenjem koje je obavio A n t o n o v i ć, 1971.** , god. bušeno je kroz kornite 136 m, a da bušotina nije izašla iz zone orudnjenja (podaci istražnog bušenja nisu ušli u proračun rezervi S t o j a n o v i ć a, 1960.). U bušotini S-1 (sl. 25.) registrovani su sledeći sadržaji u pojedinim intervalima: od 20. do 26. m sadržaj Mo

---

* Nepublikovan izveštaj

** Nepublikovan izveštaj



Sl. 25. Geološka karta molibdenitskog ležišta Strelci (P o p o v i ć, A n t o n o v i ć, 1973).

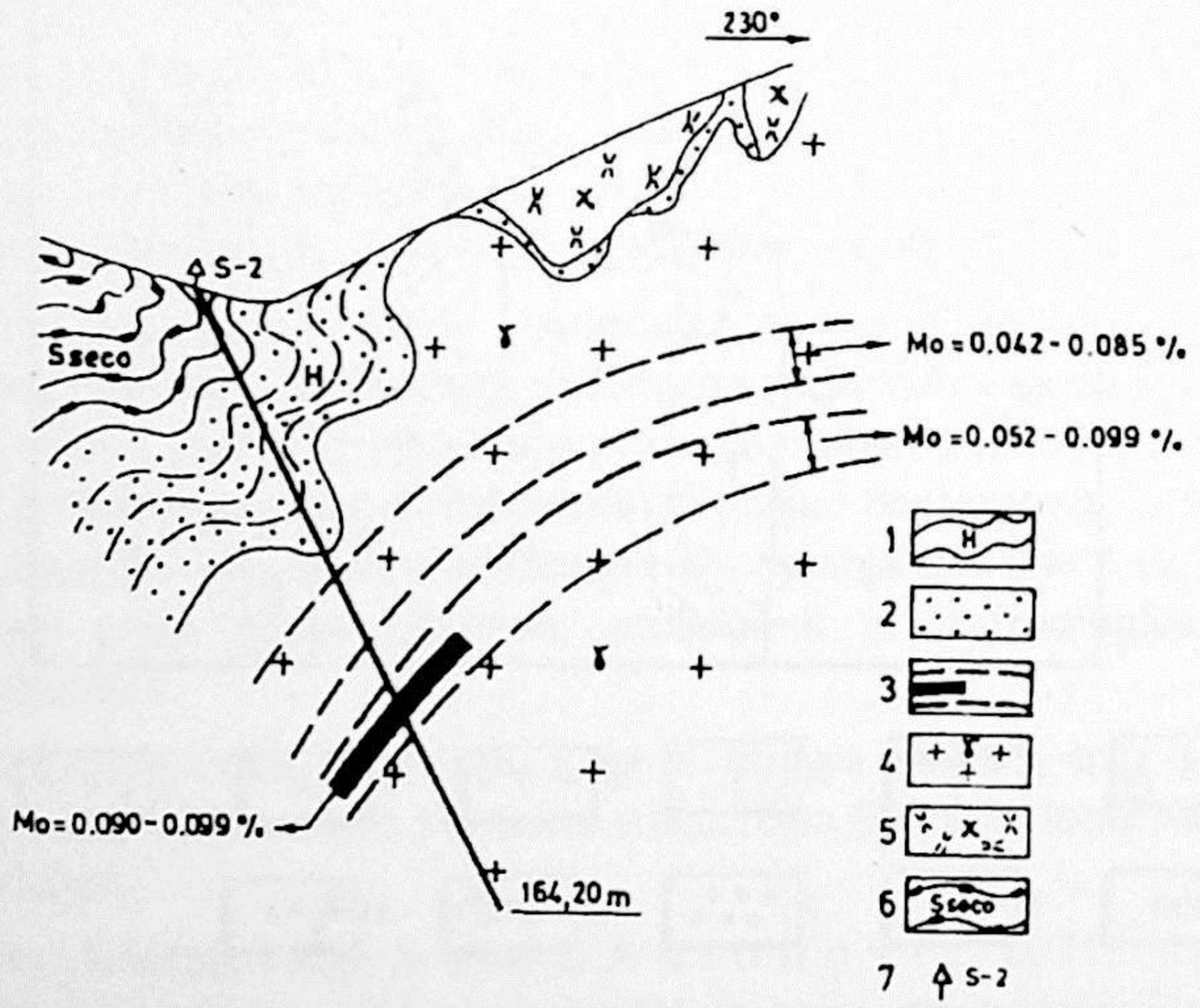
1. Aluvijalni i terasni nanos; 2. kvarcna žica; 3. kornit; 4. metagranitoid; 5. metariolit; 6. metagabro; 7. sericitski filit; 8. granica orudnjenja; 9. skarn; 10. potkop; 11. istražna bušotina.

Fig. 25. Geological map of molybdenite ore deposit Strelci (after P o p o v i ć, A n t o n o v i ć, 1973).

1. Alluvial and terrace deposits; 2. Quartz vein; 3. Hornfels; 4. Metagranitoid; 5. Metarhyolite; 6. Metagabbro; 7. Sericite phyllite; 8. Limit of mineralization; 9. Skarn; 10. Adit; 11. Drillhole.

varirao je od 250 do 600 g/t, a u intervalu od 28. do 38. m molibdena je bilo izmedju 400 i 800 g/t. Posebno je interesantan interval od 62. do 82. m gde je sadržaj molibdena varirao izmedju 500 i 800 g/t, izuzev 4 m sa sadržajem Mo 200 do 300 g/t. Ostatak bušotine imao je do 500 g/t Mo, izuzev intervala od 118. do 122. m gde je sadržaj molibdena iznosio 800 g/t. Medjutim, može se zapaziti da su bile dve probe izmedju 38. i 40. m sa sadržajem Mo od 1000 g/t, a izmedju 64. i 66. m bilo je čak 2000 g/t Mo. U tim delovima, obzirom da su i susedne probe sa relativno visokim sadržajem, dobijeni su srednji ponderisani sadržaji na intervalu od 30. do 40. m, 700 g/t, dok je na intervalu od 62. do 82. metra, srednji ponderisani sadržaj molibdena bio 942 g/t, uz napomenu da je proba sa kraja bušotine dužine 2 m (izmedju 134. i 136. m) imala 500 g/t. Ovi podaci su više nego ubedljivi o značaju molibdenitske mineralizacije kod Strelaca. Srednji ponderisani sadržaj molibdena na celoj dužini bušotine iznosi preko 400 g/t, što je korelativno sa podacima o srednjem sadržaju koje je dobio S t o j a n o v i ć, 1960. na osnovu rudarskih istražnih radova. Slična je situacija i sa bušotinom S-2, koja se nalazi udaljena oko 250 m južno od S-1 (sl. 25 i 26).

Bušotinom S-2 presečeni su sericitski škriljci, kontaktno neizmenjeni i neorudnjeni, potom se naišlo na kornite intenzivno orudnjene da bi se posle toga ušlo u metagranitoid, koji je u intervalu od 38. do 50. m imao izmedju 450 g/t i 775 g/t molibdena, s tim što je srednji ponderisani sadržaj bio 586 g/t; zatim sledi interval od 61. do 72. m u kome se sadržaj molibdena kretao od 420 g/t do 610 g/t, treći interval bio je na dubini od 79. m do 91 m. Tu je sadržaj molibdena varirao od 420 do 850 g/t, odnosno srednji ponderisani sadržaj je bio oko 600 g/t. Najzad četvrti interval nalazi se izmedju 104. m i 115. m, u njemu su sadržaji molibdena varirali od 525 g/t do 987 g/t, s tim što se izmedju 108 i 115 m sadržaj Mo kretao od 900 do 987 g/t. Ako bi se uzela u obzir i još jedna proba od 425 g/t, koja se nastavalja na onu od 987 g/t, onda bi srednji sadržaj bio iznad 700 g/t što već predstavlja komercijalni sadržaj.



Sl. 26. Profil kroz molibdenitsku mineralizaciju u Strelcima-Kičevo (P o p o v i ć, 1990)
1. Komit; 2. Mo-mineralizacija-egzokontakt; 3. Mo-mineralizacija-endokontakt; 5. metariolit; 6. sericitsko-hloritski škriljac; 7. istražna bušotina.

Fig. 26. Cross section the Mo-mineralization in the Strelci village-Kičevo (after P o p o v i ć, 1990).
1. Hornfels; 2. Mo-mineralization-exocontact; 3. Mo-mineralization-endocontact; 4. Metagranitoid; 5. Metarhyolite; 6. Sericite-chlorite schist; 7. Drillhole.

Za razliku od ove dve bušotine, sledeća je, iako takodje mineralizovana celom dužinom (dubina joj je bila 108 m), znatno siromašnija mineralizacijom molibdenita. U njoj su maksimalni sadržaji 322 g/t molibdena. Ostale bušotine, iako su imale povišene sadržaje molibdena, retko koja proba je bila sa sadržajima preko 100 g/t. One su locirane na južnom delu terena i udaljene su od prvih dveju izmedju 450 m i 1200 m. Bušotine S-1 i S-2 su nagnute pod 60° i 70° i orijentisane su prema zapadu.

Bušotina S-7 udaljena je od S-2 oko 1000 m prema jugu i ona je kao i S-2 nabušila metagranitoid. Od vanrednog značaja je činjenica što se njima dokazalo da je i metagranitoid orudnjen. U bušotini S-2, ako se isključi interval sa sadržajima preko 400 g/t, onda u jezgrovanom delu metagranitoida srednji sadržaj molibdena iznosi 147 g/t, a ako bi uzeli i deo koji se ovde izdvaja kao rudna zona (sadržaji preko 400 g/t) onda je srednji sadržaj 298 g/t, dakle duplo veći. Dubinski zahvat metagranitoida ovde je bio od oko 70. m do 164. m. U drugoj bušotini (S-7) gde nije bilo rudnih intervala (dakle sadržaji preko 400 g/t) išlo se kroz metagranit od oko 72. m do oko 123 m. U tom delu srednji sadržaj molibdena je 55 g/t. Polazeći od podataka o distribuciji molibdena u granitoidnim stenama videće se da je metagranitoid kod Strelaca izrazito obogaćen ovim hemijskim elementom. Po podacima G l i f f o r d - a et al, 1962., sadržaj molibdena u nekim svetskim granitoidima varira od 2 do 12 g/t, dok G r e e n, u S h a w, 1964, navodi da u standardnim uzorcima granita molibdena ima 9 g/t. T u r e k i a n i W e d e p o l (1961) navode da u granitskim stenama molibdena ima od 1 (po W e d e p o l l u) do 1,3 g/t (po T u r e k i a n u), a sličan sadržaj navodi i V i n o g r a d o v (1962) (po njemu Mo ima u granitskim stenama 1 g/t).

Analizirajući ove podatke i uporedjujući ih sa sadržajima dobijenim na metagranitoidu iz bušotina S-7 videće se da su sadržaji molibdena najmanje 6 puta veći od srednjeg sadržaja tog elementa, koji navodi G r e e n (u S h a w, 1964.), za granitoide, ili izmedju 4,5 i 25 puta od sadržaja koji navode R a n k a m e, S a h a m e i G o l d š m i t u G l i f f o r d et al (1962), odnosno 55 puta je taj sadržaj veći od sadržaja koji navodi V i n o g r a d o v (1962). Ako bi se ovi podaci uporedili sa rezultatima dobijenim iz bušotine S-2 onda bi srednji sadržaj molibdena u metagranitoidu bio dvostruko veći od onog koji je dobijen u bušotini S-7.

Na osnovu tih podataka i najniže registrovanog sadržaja molibdena u metagranitoidu, kod Strelaca, od 24 g/t, a on je dobijen samo na jednoj probi, dok su sve ostale imale sadržaje preko 30 g/t, dolazi se do kategoričnog zaključka da je metagranitod u Strelcima izrazito obogaćen molibdenom. Pa je na osnovu toga i zona endokontakta izuzetno potencijalna.

U vezi sa perspektivnošću ovog metagranitoida uzeta je jedna proba sa izdanka, pa je ručnim skidanjem dobijen koncentrat molibdenita. Analizom te probe dobijeno je 31,8% molibdena, a sadržaj renijuma bio je 25 g/t čime se uvećava značaj ovog orudnjenja. Bakra je u ovoj probi bilo manje od 50 g/t, što govori da bakar i molibden u ovom leažištu ne pripadaju istoj fazi orudnjavanja. Prema do sada prikupljenim podacima verovatno je ovde reč o malom granitoidnom masivu po svoj prilici ne većem od 0,2 do 0,3 km^3, koji bi se ceneći prema izdancima mogao smatrati razbijenim. Medjutim, verovatno su u pitanju apofize dok se u dubljim delovima nalazi njegova veća masa. Na žalost ispitivanja rasprostranjenja metagranitoida kako laterialno tako i vertikalno (po dubini) nisu obavljena, pa su te dimenzije ostale do daljnjeg nepoznate.

Istražnim bušenjem kojim je ovaj granitoid bio zahvaćen, na očigledan način je dokazano da u njemu zona endokontakta predstavlja veći potencijal na molibden od

zone kornita, odnosno egzokontakta. Bušotina S-2 (sl. 26.) presekla je sericitske škriljce, ušla u kornite i sekla ih oko 40 m, kada je ušla u metagranitoid. Ubrzo posle (5 do 10 m) ušla je u metagranitoid obogaćen molibdenitom. Tu su izdvojena četiri intervala sa veoma interesantnim sadržajima molibdena. Po načinu pojavljivanja, petrogenetskoj sredini (metagranitoid), u kojoj se javlja ovaj tip sličan je najpoznatijim svetskim ležištima molibdenita. Za njih je karakteristično da se mineralizacija Mo javlja po površinama kontrakcionih pukotina u granitoidima ili u obliku stubova i konusa. Istina ovde je dokazan samo prvi način pojavljivanja, a logično je očekivati i druge.

Kao što se vidi na sl. 25., metariolitporfir učestvuje u gradji relativno znatne površine molibdenitskog rudišta kod Strelaca. Zanimljivo je istaći da je metariolitporfir neravnomerno mineralizovan molibdenom. Najveće koncentracije se nalaze u jugoistočnom delu gde se molibdenit javlja na sličan način kao i u kornitima, dakle po površinama škriljavosti i po površinama prslina i pukotina.

Ako se korelišu molibden i bakar u ovoj petrogenetskoj sredini za razliku od metagranitoida, ovde pripadaju istoj rudnoj fazi, što bi moglo sugerisati sinhronost bakrove mineralizacije i metariolit-porfira. Utvrdjeno je da sadržaji molibdena variraju u svim granicama do 300 g/t, dok se bakar pretežno javlja u koncentracijama oko 800 g/t, ali kako je ovde i piritizacija jako izražena sadržaj bakra u jednoj piritskoj žici varira od 0,21 % do 9,1%.

Najzad treba pomenuti da se i u metagabroidnim stenama javlja povišeni sadržaj molibdena i to samo u blizini kontakta sa metagranitoidom. U tim slučajevima sadržaj molibdena mestimično varira i preko 200 g/t, što je svakako posledica naknadnog unošenja, a to istovremeno govori da je metagabroidna stena starija od metagranitoida.

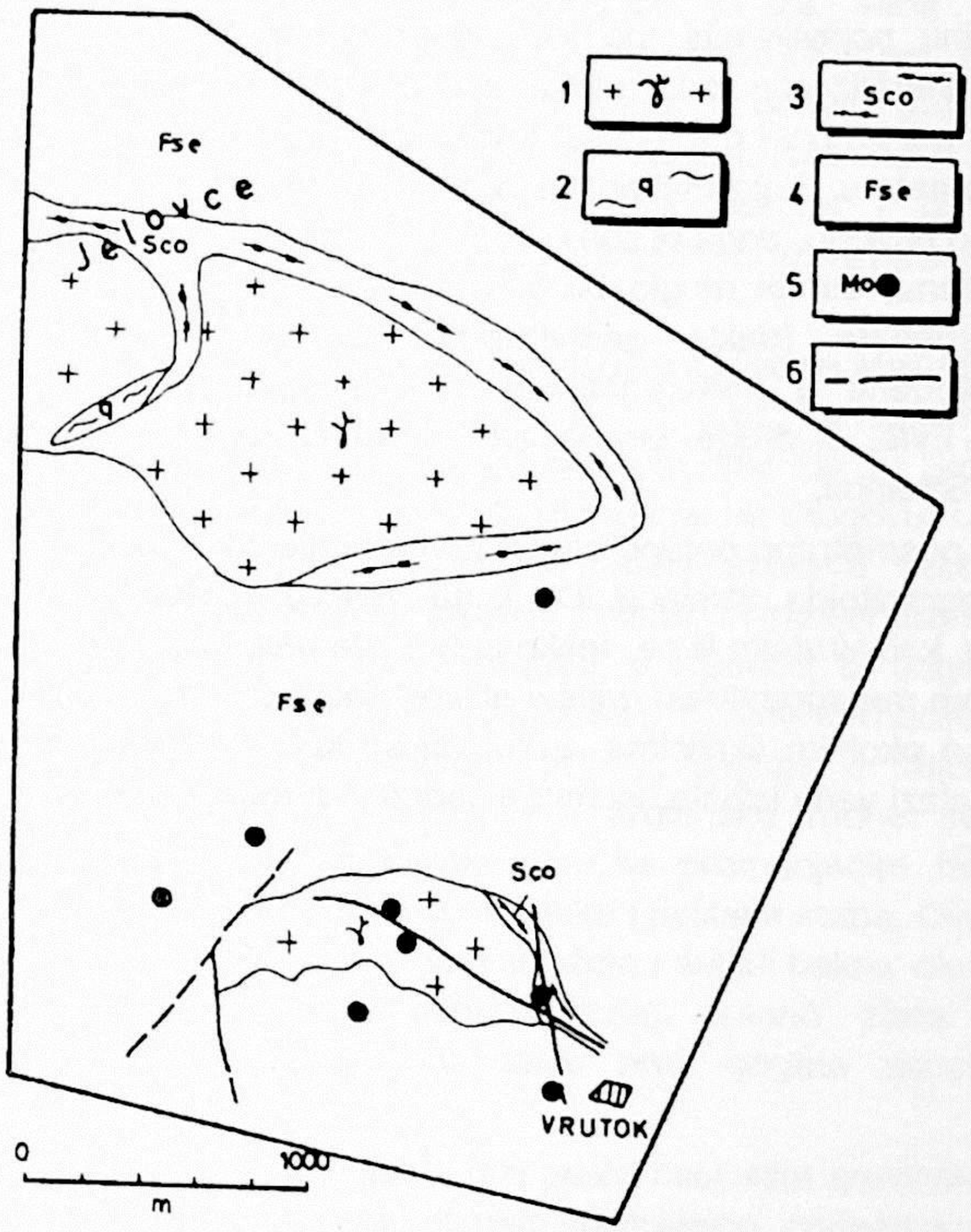
V r u t o k

Slično Strelcima molibdenitska mineralizacija je i ovde u Vrutoku vezana za granitoidne stene jače ili slabije metamorfisane. Ovde je karakteristično da se ne radi o jednom metagranitoidnom telu već o dva, od kojih je manje u dolini Vrutočke reke, a veće u dolini Ravenskog potoka. U suštini posmatrano oba su mala tela.

U poredjenju sa Strelcima vidi se da obe lokalnosti imaju sličan, može se reći čak i istovetan litološki sastav, ali postoje i prilične razlike. S jedne strane kalijska metasomatoza, skarnovske i kornitske stene izostaju u vrutočkim metagranitoidima. Pretpostavlja se da silifikacija okolnih stena predstavlja produkt kontaktne metamorfoze. Osim toga smatra se da je metagranitoid, kod Vrutoka i Jelovca posle konsolidacije, tektonski pomeran tako da " se ovde može govoriti o jednom znatno hladnijem utiskivanju granitoida" (P o p o v i ć, A n t o n o v i ć, 1973). Osim toga granitoid kod Strelaca jače je metamorfisan, za razliku od vrutočkog i jelovljanskog. Dok je kod Strelaca srednji sadržaj molibdena 5 do 50 puta, veći od sadržaja za granitoidne stene u okviru Zemljine kore (zavisno od autora čiji se podatak koristi) dotle kod Vrutoka i Jelovca (Revenski potok) srednji sadržaj molibdena u metagranitoidu je ispod 3 g/t (2,9 g/t), a u jelovljanskom iznosi 5,05 g/t. U oba slučaja po jednim autorima to bi odgovaralo srednjem sadržaju molibdena za kisele magmatske stene, dok bi po V i n o g rd a d o v u (1962) taj sadržaj bio veći za 3 do 5 puta u odnosu na granitoidne stene Zemljine kore. Očigledno je jedno da metagranitoid Vrutoka i Jelovca ima znatno niži srednji sadržaj molibdena od

metagranitoida u Strelcima, ali je očigledno i to da su oba specijalizovana na molibdensku metalogenezu; uz napomenu da je vrutočki metagranitoid duboko zahvaćen erozijom, čime bi se mogli objasniti današnji sadržaji Mo u površinskim delovima izdanaka. Iz toga proizilazi da se metagranitoid kod Strelaca znatno razlikuje po sadržaju molibdena od vrutočkog i jelovljanskog metagranitoida, tako da se na osnovu toga može oceniti i potencijalnost jednog i drugog metagranitoida.

I još nešto; sve pojave molibdenita, u oba metagranitoida (Varutok, Jelovce), javljaju se uz kvarcne žice i sa njima su u asocijaciji. Na takvim mestima registrovani su sadržaji molibdena maksimalno do 360 g/t, što je znatno niže nego u Strelcima.



Sl. 27. Geološka karta Vrutoka i Jelovca (na osnovu podataka S i m o n o v i ć a, 1961. i P o p o v i ć a, A n t o n o v i ć a, 1973).
1. Metagranitoid; 2. kvarcit; 3. sericitsko-hloritski škriljac; 4. sericitski filit; 5. pojave molibdenita; 6. rased.

Fig 27. Geological map of the Vrutok and Jelovce (based on data S i m o n o v i ć, 1961. and P o p o v i ć, A n t o n o v i ć, 1973.).
1. Metagranitoide; 2. Quartzit; 3. Sericite-chlorite schist; 4. Sericite phyllite; 5. Occurrences of molybdenite; 6. Fault.

Kvarcno-molibdenitsko-piritske žice su male debljine; najčešće oko 10 cm. Inače u okolnim stenama se javljaju kvarcne žice ili nagomilanja sočivastog oblika, čije dimenzije se kreću najčešće oko 100x10 cm. Takvih je pet pojava do sada registrovano kod Vrutoka u okolnim škriljcima i dve u metagranitoidu, dok u Ravenskom potoku, odnosno u metagranitoidu Jelovca, poznata je samo jedna molibdenitska pojava u okolnim škriljcima južno od metagranitoida (sl. 27.).

Po podacima P e t k o v s k o g, P o p o v s k o g (1982) takodje u okolnim škriljcima registrovana je još jedna pojava. Ona se nalazi severno od oko 500 m od Gorno Jelovce.

U rudnoj paragenezi molibdenitskih mineralizacija u oba metagranitoida utvrdjeni su: pirit, kao najobilniji, molibdenit, halkopirit, magnetit, sasvim retko sfalerit, galenit, antimonit i enargit, a od sekundarnih minerala zapaženo je malo malahita i dosta limonita, zatim ilmenit, martit i rutil.

Kao što je već pomenuto molibdenit se javlja u žicama (kvarcno-molibdenitsko-piritske), žilicama i skramama. Sekundarni minerali molibdena nisu registrovani.

Po načinu pojavljivanja, po koncentraciji i asocijaciji hemijskih elemenata, molibdenitska mineralizacija kod Vrutoka veoma je slična onoj kod Evle. U tom slučaju shvatanje V u k a š i n o v i ć a (1980) o tektono-magmatskoj zoni, pružanja približno sever-jug, na prostoru Bigla-Plakenska planina-Vrutok, moglo bi biti veoma realno. Ako bi se to tako usvojilo, onda bi zona Strelci-Berikovo-Padalište predstavljala istočnu molibdenitsku zonu, što bi moglo biti prihvatljivo. U tom pogledu dobar su dokaz asocijacija elemenata (dakle geohemijske karakteristike), način pojavljivanja, distribucija molibdena u metagranitoidu Vrutoka i Jelovca, s jedne strane i u metagranitoidu Evle, s druge strane za razliku od distribucije istog elementa u metagranitoidu Strelaca.

U celini posmatrano potencijalnost metagranitoida Vrutoka i Jelovca znatno je manja od metagranitoida Strelaca. Da li na ovakvu situaciju ima uticaja i dubina erozionog nivoa, kod Vrutoka ili ne, teško je to sada reći, ali je činjenica da su sadržaji molibdenita u tom metagranitoidu daleko niži od sadržaja u metagranitoidu Strelaca, a isti je slučaj i sa okolnim škriljcima, u kojima se kod Strelaca (kontaktno izmenjeni škriljci-korniti) nalazi veće ležište, istina sa sadržajem molibdena, koji u ovom trenutku nije komercijalan.

POSTANAK I GENETSKI TIPOVI SULFIDNIH MINERALIZACIJA U ZAPADNOJ MAKEDONIJI

Filitoidni vulkanogeno-sedimentni kompleks formiran je u kaledonskoj metalogenetskoj epohi, odnosno kaledonskom tektono-magmatskom ciklusu. To je vreme intenzivne magmatske aktivnosti, koja se prema nepotpunim petrohemijskim ispitivanjima, verovatno odvijala na obodu kontinenta, pa je sa tim u vezi i odgovarajuća asocijacija pojedinih metala (sl. 1).

Prema dosadašnjim ispitivanjima moguće je za sada razlikovati više magmatskih faza, od kojih je našim ispitivanjima identifikovano pet, mada se smatra da ih ima znatno više. One su izdvojene prvenstveno na osnovu rudnih mineralizacija koje su pratile pojedine magmatske faze, što se relativno lako može identifikovati, uz napomenu da ipak svi odnosi nisu sasvim jednostavni i da ima pojedinih mineralizacija, čiji postanak i veza sa odgovarajućom magmatskom fazom, nije pouzdano identifikovana.

Najstarija magmatska aktivnost u paleozoiku zapadne Makedonije, startovala je na početku kaledonske epohe, nastavljajući se kroz kambrijum završila se u ordovicijumu. Njen produkat su velika ležišta gvoždja, kao što su Stogovo, Tajmište, Demir Hisar, Požarane, Malkoec itd., i ležišta mangana, na Stogovu. U ovom vremenu jasno se prepoznaje pet faza, dok se za ostale zahteva veoma studiozno i sistematsko ispitivanje kako bi se identifikovali. Naime, najranijoj fazi odgovara vreme stvaranja karbonatno-silikatnih ležišta mangana, a sledećoj bi odgovarale pojave i ležišta gvoždja, koja pripadaju podinskoj rudnoj seriji filitične formacije i najzad vreme formiranja krovinske rudne serije ležišta i pojave gvoždja u filitičnoj formaciji. U medjuvremenu izmedju stvaranja podinske i krovinske rudne serije, u filitičnoj formaciji, javlja se zasebna magmatska faza sa promenjenim hemizmom. Njeni produkti su pretežno andezitske, dacitoandezitske i riolitske stene. Ovu magmatsku (u ovom slučaju vulkansku) fazu prate ležišta gvoždja i sulfidi bakra, olova, cinka, manje molibdena (u okviru polimetaličnih mineralizacija), arsena, zlata i srebra, zatim niobijuma i cerijuma (TR). Ovu fazu dakle prati bogata asocijacija hemijskih elemenata.

Sledećoj magmatskoj fazi, dakle fazi posle nastanka krovinske rudne serije u filitičnoj formaciji, odgovaraju vulkaniti dijabaz-spilitoidnog, andezitskog i keratorifskog sastava. Ovu magmatsku fazu prate ležišta i pojave hematitskih škriljaca, formiranih u vreme stvaranja metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata sa hematitom da bi u narednoj fazi ili podfazi došlo do formiranja ležišta i pojava mangana tipa "Cer".

Najzad tokom poslednje magmatske faze nastaju skarnovi i skarnovski tip ležišta i pojava molibdena, bakra, olova, cinka i gvoždja.

Za vreme kaledonske magmatske aktivnosti, a verovatno i hercinske, utisnule su se mnogobrojne žice lamprofira. Po tumačenju M a j e r a i K a r a m a t e (1983) to su stene koje su se utisnule duž dubokih kanala (100 i više kilometara). Oni potiču iz gornjeg omotača gde su "nastajale iz taljevina bogatim s H_2O i CO_2". Obzirom da je reč o stenama bogatim kalijumom, kalijska metasomatoza, koja je zahvatila neke delove zapadne Makedonije (Strelci) dovodi se u direktnu vezu ne samo sa kruševskim granitoidom već i sa lamprofirima i njihovim prodorom iz gornjeg omotača. Sa njima je došla i velika količina CO_2 i vode, što je u ležištima gvoždja dovelo do

višefazne sideritizacije silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvoždja i karbonatizacije uopšte. Sideritizacija je zahvatila primarni Fe-hlorit (iz grupe šamozita) u čijoj je rešetki gvoždje slabo vezano tako da lako "ispada" i u tom slučaju se odmah vezuje sa CO_2 obrazujući siderit. Tamo gde su prisutni metalamprofiri sideritizacija je jako izražena, a gde izostaju ona je slaba ili se povlači.

Bitnu karakteristiku predstavlja hemizam. Naime, na početku kaledonske epohe, odnosno u vreme ranih magmatskih (vulkanskih) faza aktivnosti, dolazi do prinosa magana potom sledi gvožđe u velikim količinama, kada su i formirana njihova ležišta. Kasnije dolazi do promene hemizma, što se reflektuje na značajnom smanjenju prinosa gvoždja, mangan izostaje, ali sada se javlja sumpor u relativno velikoj količini praćen bakrom, olovom, cinkom, arsenom i antimonom. To omogućava formiranje značajnih mineralizacija i ležišta sulfida navedenih elemenata. Zahvaljujući tome javio se zonaran raspored, sulfidnih mineralizacija i ležišta. Danas je moguće razlikovati četiri zone (sl. 28.). Idući od zapada na istok izdvojene su: Fe-Sb zona, obuhvata područje Crvene Vode; sulfidi u ovoj zoni su najslabije proučeni. Na osnovu oolitskih struktura, načina pojavljivanja, parageneze, smatra se da su mineralizacije u njoj vulkanogeno-sedimentnog porekla. U ovoj zoni su dokazani: siderit, magnetit, antimonit malo halkopirita i bornita.

Tabela 7. Sadržaji pojedinih hemijskih elemenata u pojavama sulfidnih mineralizacija u geohemijskim zonama zapadne Makedonije (P o p o v i ć, 1990)

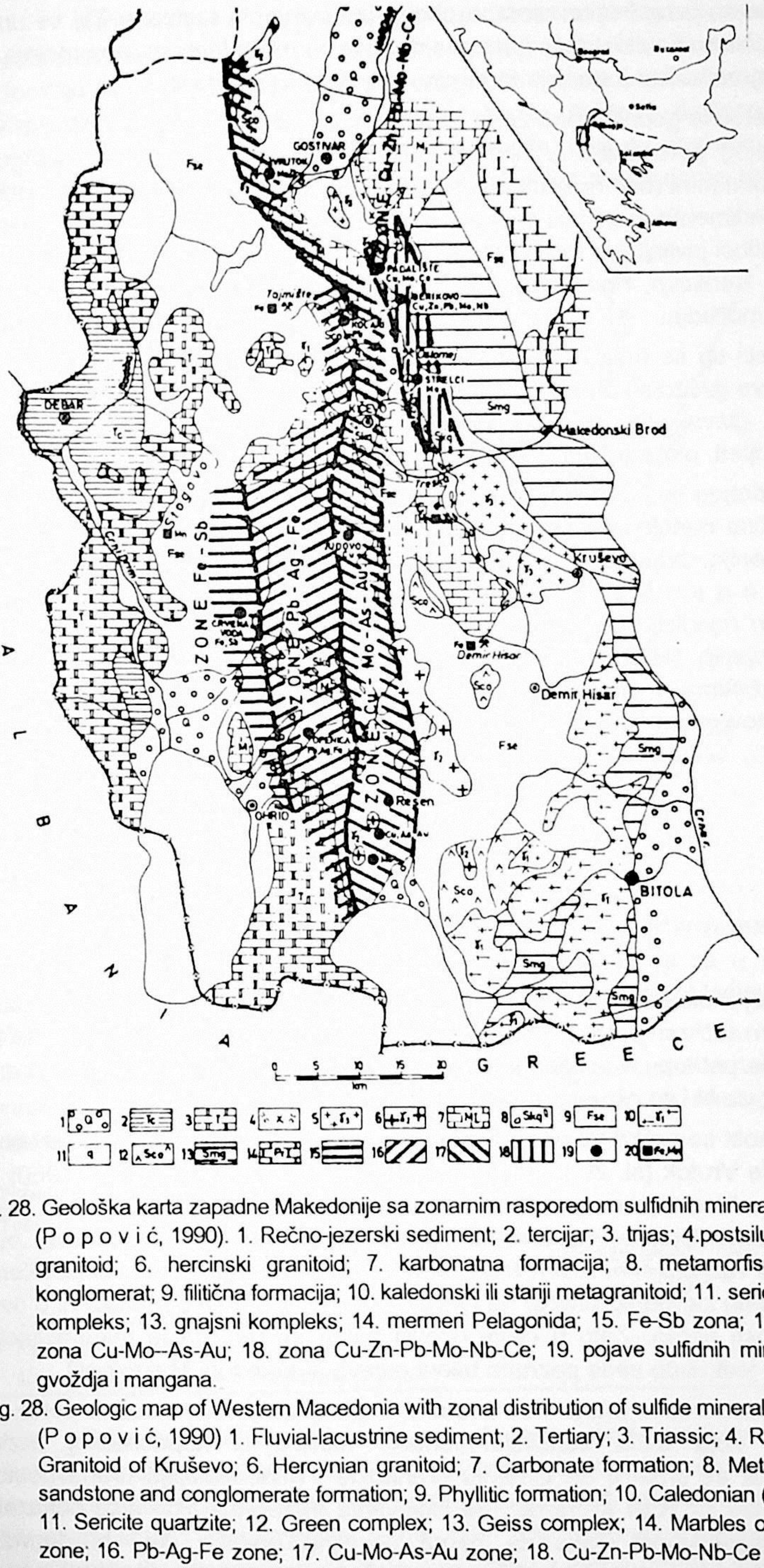
Table 7. Contents of some chemical elements in the occurrences of sulfide mineralization in geochemical zones of Western Macedonia (P o p o v i ć, 1990)

	Pb	Zn	Cu	As	Sb	Mo	Ce	Ag	Au	Nb
				u %					u ppm	
1.	zona	x	x	x	x	0.2	x	x	x	x
2.	zona	<20	<0.5	<0.7	0.054	<0.2		<800	x	x
3.	zona	0.4	x	<1.6	6.01	x	<0.007	30	<2.8	x
4.	zona	<1	5.0	0.1-19	0.1	<0.08	<0.1	<300	0.04	<200

x-nije analizirano

Druga zona je zona Pb-Ag-Fe. Nju karakterišu stratiformna galenitska rudna tela praćena sa malo sfalerita, halkopirita, arsenopirita i tetraedrita. Važnije lokalnosti u ovoj zoni su Petrino, kod Resena, Openica, Lakočerej (kod Ohrida) i Kolari kod Kičeva. Od svih najznačajnija je Openica, gde se osim galenita javlja i ležište gvoždja Visoko Drvo, obogaćeno olovom, cinkom i bakrom. Oba ležišta (galenitsko i ležište gvoždja) su vulkanogeno-sedimentnog porekla; metamorfisana su i nastala u vreme izlivanja andezita i dacitoandezita, danas takodje metamorfisanih.

"Treća zona je Cu-Mo-As-Au. Nju karakteriše halkopirit (Petrino-Resen, Kičevo-Judovo),molibdenit (Istočka reka kod Resena, Vrutok kod Gostivara), arsenopirit sa mineralizacijama zlata (Petrino kod Resena). Glavni rudni minerali u ovoj zoni su: pirit, halkopirit, bornit, arsenopirit (sa Au) i molibdenit" (P o p o v i ć, 1990). Ovi metali su u asocijaciji sa metagranitoidima, metaandezitima i metariolitima; i ovde je reč o vulkanogeno-sedimentnom metamorfisanom tipu (izuzev molibdenita kod Evle, odnosno Istočke reke i Vrutoka gde je u pitanju žični tip). Ovu zonu karakterišu i uranske mineralizacije kod Vrutoka (hercinske), ali o njihovoj genetskoj vezi sa ovom zonom za sada nema ozbiljnijih podataka. Izuzetak čini pretpostavka da su uranske mineralizacije u Vrutoku nastale pod dejstvom CO_2 i vode, koji su prodrli za vreme utiskivanja lamprofira i da su CO_2 i voda, prodirući iz gornjeg omotača, izlužili uran iz nekih stenskih sredina koje su se nalazile na njihovom putu, prenele ga



Sl. 28. Geološka karta zapadne Makedonije sa zonarnim rasporedom sulfidnih mineralizacija (P o p o v i ć, 1990). 1. Rečno-jezerski sediment; 2. tercijar; 3. trijas; 4.postsilurski riolit; 5. kruševski granitoid; 6. hercinski granitoid; 7. karbonatna formacija; 8. metamorfisani kvarcni peščar i konglomerat; 9. filitična formacija; 10. kaledonski ili stariji metagranitoid; 11. sericitski kvarcit; 12. zeleni kompleks; 13. gnajsni kompleks; 14. mermeri Pelagonida; 15. Fe-Sb zona; 16. zona Pb-Ag-Fe; 17. zona Cu-Mo--As-Au; 18. zona Cu-Zn-Pb-Mo-Nb-Ce; 19. pojave sulfidnih mineralizacija; 20. ležišta gvoždja i mangana.

Fig. 28. Geologic map of Western Macedonia with zonal distribution of sulfide mineralizations (P o p o v i ć, 1990) 1. Fluvial-lacustrine sediment; 2. Tertiary; 3. Triassic; 4. Rhyolite, post-Silurian; 5. Granitoid of Kruševo; 6. Hercynian granitoid; 7. Carbonate formation; 8. Metamorphosed quartzose sandstone and conglomerate formation; 9. Phyllitic formation; 10. Caledonian (or older) metagranitoid; 11. Sericite quartzite; 12. Green complex; 13. Geiss complex; 14. Marbles of Pelagonids; 15.Fe-Sb zone; 16. Pb-Ag-Fe zone; 17. Cu-Mo-As-Au zone; 18. Cu-Zn-Pb-Mo-Nb-Ce zone; 19. Occurrences of sulfide mineralizations; 20. Fe and Mn-ore deposits

u pliće nivoe gde se u rasednim zonama oborio iz navedenih rastvora. Taj se uran, kao što je već rečeno, nalazi u rasedima gde druguje sa molibdenitom; oba metala su vezana za metagranitoidnu formaciju formiranu pre 290 miliona godina.

Krajnja istočna geohemijska zona sadrži pojave i ležišta Cu-Zn-Pb-Mo-Nb-Ce. To je zona velikog potencijala. U njoj se razlikuju tri genetska tipa: vulkanogeni, vulkanogeno-sedimentni (oba metamorfisana) i skarnovski. Metamorfisani vulkanogeni i vulkanogeno-sedimentni genetski tip karakterišu prvenstveno bakar i cink, slabije olovo, a kao pratioci javljaju se molibden, niobijum i cerijum. Najvažnije lokalnosti ove zone su Strelci, Berikovo, Padalište. U toj zoni glavni minerali su halkopirit, bornit, sfalerit, galenit i molibden.

Skarnovski tip se nalazi kod Strelaca. U pitanju je molibdenit, a zatim slede beznačajne pojave gvoždja kod Berikova i Padališta. Kod ovog genetskog tipa, ležišta i rudnih pojava, glavni minerali su molibdenit, pirit, hematit, magnetit, podredjeno halkopirit, arsenopirit, pirit i sfalerit.

Iz navedenog se jasno vidi da kaledonsku i hercinsku metalogenetsku epohu prati karakteristična metalogenetska asocijacija rudnih ležišta i pojava, indicirajući da zapadna Makedonija, pripada u geotektonskom pogledu kontinentalnom obodu. U poredjenju sa Z o n e n š a i n o v o m i drugih (1976, sl. 1), odgovarajućom metalogenetskom rejonizacijom vidi se visoka sličnost, skoro identičnost, asocijacije elemenata odredjenih ležišta vezanih za obod kontinenta i asocijacije hemijskih elemenata u ležištima i pojavama kaledonske i hercinske epohe u zapadnoj Makedoniji. To istovremeno govori o visokoj ekonomskoj potencijalnosti ove oblasti.

U R A N

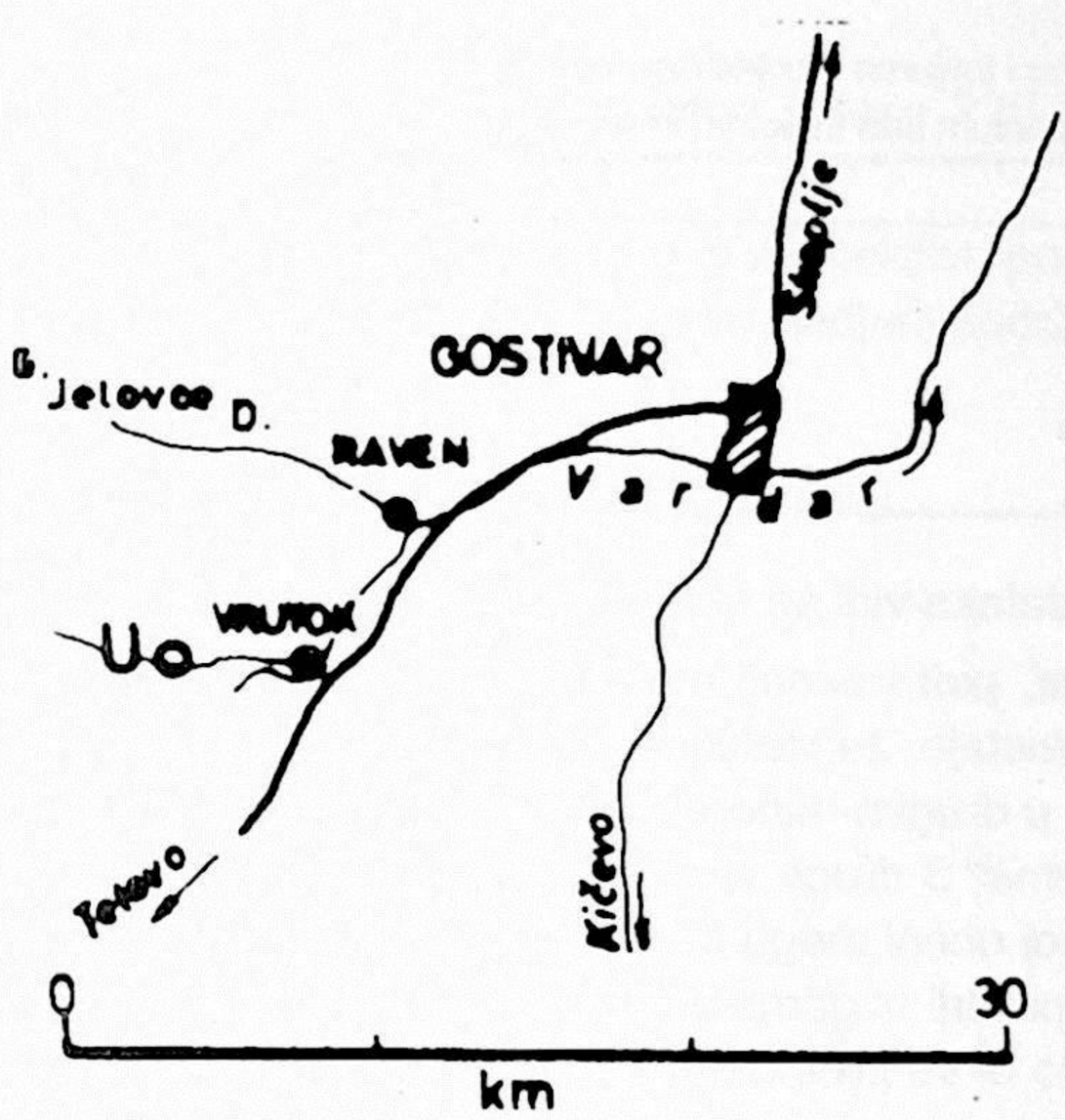
Vrutok

U zapadnoj Makedoniji poznata je samo jedna pojava uranske mineralizacije. Ona se nalazi u Vrutočkom potoku. Prvi podaci o njoj datiraju iz 1952. godine kada su uradjena dva kraća potkopa. Kasnije 1959. godine ispitivanja su nastavljena od strane S i m o n o v i ć a, da bi bila okončana 1961. godine.

Ova lokalnost se nalazi na oko 7 km jugozapadno od Gostivara, u neposrednoj blizini hidrocentrale Vrutok (sl. 29.). Osim ove pojave V u k a š i n o v i ć (1960) je registrovao aeroradiometrijsku anomaliju, severozapadno od Kičeva, blizu sela Raštani, u metamorfisanim vulkanitima (metatufovi). Priroda uzročnika ove radioaktivnosti nije razjašnjena. Osim toga autor ovog rada registrovao je povišenu radioaktivnost vezanu za metagranitoid na Orman planini, ali drugih podataka ni o ovoj pojavi radioaktivnosti nema. Zato u celini uzevši može se reći da je mineralizacija urana kod Vrutoka jedina do sada poznata takva pojava u zapadnoj Makedoniji.

Iako je mineralizacija urana kod Vrutoka vezana za jednu rasednu zonu sa kvarcnom žicom, koja seče sericitsko-hloritske škriljce u neposrednoj blizini metagranitoida, ipak se smatra da izmedju granitoida i mineralizacije urana postoji odredjena veza. Istini za volju treba reći da ispitivanja metagranitoida nisu pokazala neku izrazitiju radioaktivnost, tako da nema dovoljno dokaza, koji bi dozvolili pretpostavku o direktnoj genetskoj vezi metagranitoida i uranske mineralizacije.

Šira okolina uranske pojave u Vrutočkoj reci je izgradjena od stena filitične i karbonatne formacije koje su probijene metagranitoidom. Sericitsko-hloritski škriljci pripadaju filitičnoj formaciji. Kako se nalaze oko metagranitoida pretpostavlja se da bi jače izražena sericitizacija i hloritizacija bivših filitičnih škriljaca, u tom slučaju predstavljala neke oblike hidrotermalnih alteracija. One su praćene jačom ili slabijom silifikacijom i slabije izraženom piritizacijom. Sa tim promenama dovodi se u vezu i pojava molibdenitskih mineralizacija.



Sl. 29. Skica položaja U-mineralizacije kod Vrutoka.
Fig. 29. Sketch map of U-mineralization near Vrutok.

Što se tiče metagranitoida može se reći da su u pitanju male mase, za koje P o p o v i ć, A n t o n o v i ć (1973) pretpostavljaju da su u vreme utiskivanja i zauzimanja današnjeg položaja u škriljcima, bili već dosta ohladjeni i da je zbog toga slabo izražen kontaktni metamorfizam.

Ispitivanja distribucije urana u pomenutim masicama metagranitoida pokazuju male medjusobne razlike; uglavnom može se reći da se srednji sadržaji ne mogu smatrati anomalnim, tabela 8.

Tabela 8. Sadržaji urana u metagranitoidu
Table 8. Contents of uranium in metagranitoid

Stena	Sadržaj urana u ppm
Metagranitoid u Vrutoku	7.9
Metagranitoid u selu Rečani	6.8
Metagranitoid u Ravenskom potoku (Jelovce)	2.6
Metagranitoid u Jelovačkom potoku (Jelovce)	10.6

Iz ovih podataka vidi se da je mala masa metagranitoida u potoku Jelovce sa najvišim sadržajem urana (10,6 g/t), ali u njemu do sada nisu registrovane anomalije radioaktivnosti koje bi imale neki ozbiljniji značaj. Na osnovu toga bi se moglo reći da je uran široko dispergovan i da nije bilo naknadne remobilizacije. Medjutim, neophodno je napomenuti da je to ipak visok sadržaj urana i bilo bi sasvim normalno

da se bar mestimično nadju veća nagomilanja. Takav sadržaj je za oko 3 puta veći od srednjeg sadržaja za granitoidne stene Zemljine kore, što predstavlja jednu od osnova za takvu pretpostavku.

Obzirom na takvu situaciju S i m o n o v i ć (1962 i 1963) je, u okviru svojih istraživanja, ispitivao sadržaj urana u pojedinim mineralima kako bi na taj način pokušao da razjasni neke nesaglasnosti, medjutim, u tome je imao malo uspeha. Prema tim podacima vidi se sledeće:

Tabela 9. Sadržaj urana i torijuma u pojedinim mineralima
Table 9. Contents of uranium and thokrium in some minerals

Mineral	U g/t	Th g/t
Pirit	576	325
Karbonat	720	0
Sericit	603	317
Sericit sa inkluzijama	508	151
Anatas	261	413

Iz ovih podataka vidi se nekoliko stvari:

1. karbonat, pirit i sericit nose glavne koncentracije urana, dok anatas u tom pogledu daleko zaostaje, za razliku od torijuma, koji se najviše koncentriše u anatasu, sadržaj mu opada u drugim mineralima dok u karbonatu, gde se nalazi najveći sadržaj urana, torijuma nema. S druge strane visoki sadržaji urana u sericitu (oba sericita) i u karbonatu, po našoj oceni mogu se dovesti u vezu sa dejstvom CO_2 i H_2O, koji su kao što je već rečeno prodrli iz gornjeg omotača. Sigurno je da su učestvovali u formiranju karbonata, a moglo bi se pretpostaviti da su deo kalijuma predali sericitu. S tim u vezi uran koji se nalazi u karbonatu i sericitu mogao je doći sa rastvorima bogatim ugljendioksidom i vodom. U delovima Zemljine kore gde je došlo do pada pritiska i temperature, došlo je do raspadanja ugljene kiseline, do obaranja karbonata i sa njima urana.

2. Visok sadržaj urana u piritu objašnjava se paragenezom uranske mineralizacije i pirita, a verovatno da deo sumpora vezanog za pirit pripada takodje istom procesu, odnosno da je i njegov izvor gornji omotač.

3. Kako su svi navedeni minerali vezani za kvarcnu žicu a ona za rasednu zonu i pošto uranska mineralizacija asocira sa kvarcnom žicom i milonitom u rasednoj zoni, dolazi se do pretpostavke da su rastvori, bogati ugljendioksidom i vodom, moguće i kiselim sulfatnim jonom, putovali duž pomenute rasedne zone i u njoj se oborili.

4. Na bazi svih tih podataka može se reći da ispitivanja kod Vrutoka nisu završena, a prvobitna ocena da je ta pojava ekonomski neinteresantna, zbog čega su u to vreme istraživanja prekinuta, a polazeći od savremenih naučnih saznanja, ne može se prihvatiti.

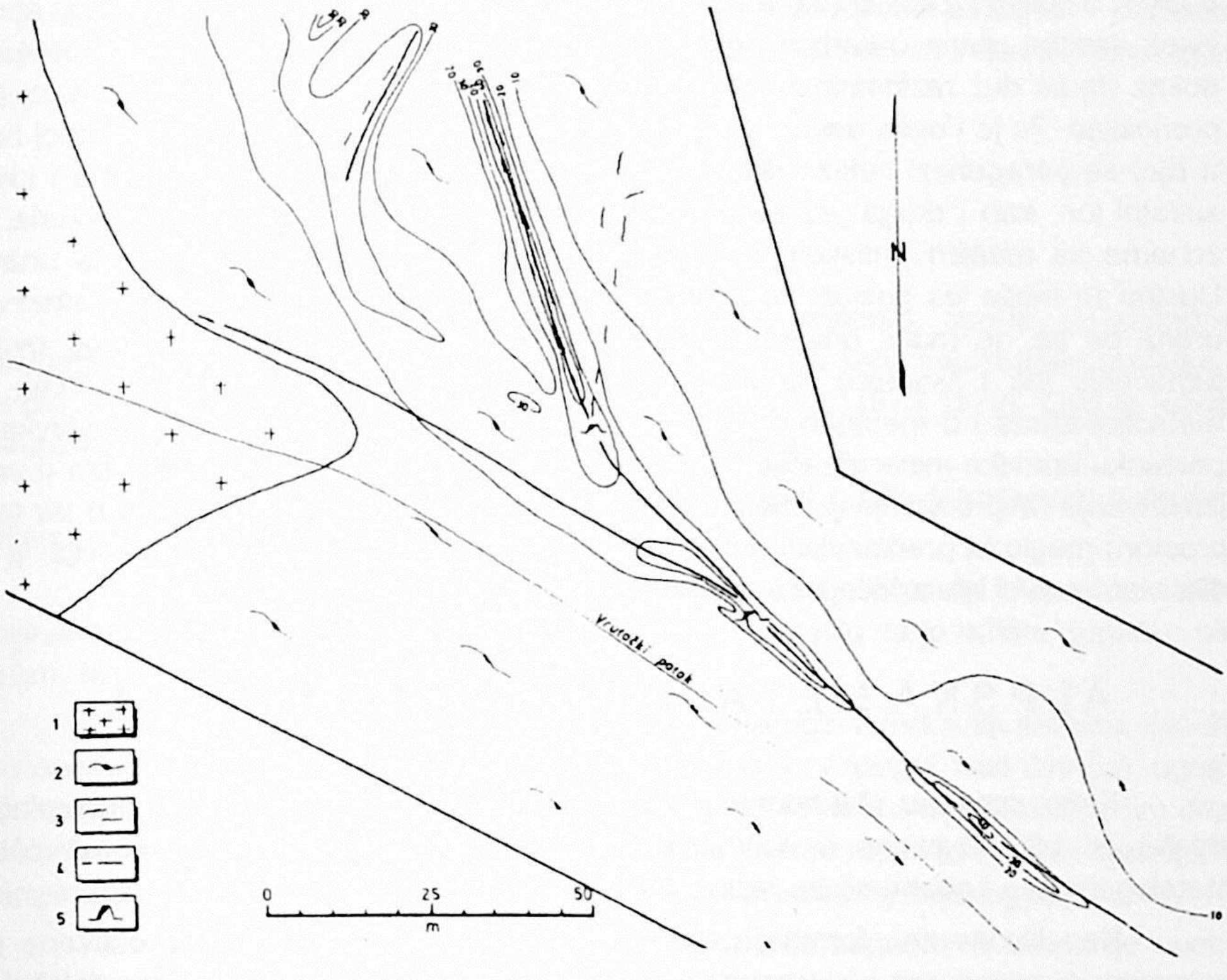
Ispitivanjima veštačkog šliha, iz rudne zone, od nerudnih minerala identifikovani su: kvarc feldspat, kalcit, sericit, apatit, amfibol, epidot, granat, hlorit, muskovit. Od rudnih minerala određeni su: pirit, halkopirit, pirhotin, magnetit, mestimično hematit, siderit, martit, markasit, sfen, ilmenit, valerit, anatas, cirkon, molibdenit, jedno zrno šelita i limonit, a nadjeni su još redak galenit i hromospinel. Od minerala urana dokazani su samo sekundarni: torbernit, autunit i pehblenda.

Osim navedenih minerala na jednom mestu u potkopu nadjeni su halkozin i antimonit, tetraedrit i arsenopirit.

Istraživanja su obavljena samo rudarskim istražnim radovima (raskopi i jamski radovi; uradjena su dva potkopa). Potkopi su bili locirani u rasednoj zoni koju karakteriše snažna limonitizacija, kaolinizacija, silifikacija i manje karbonatizacija. Ovu zonu u jednom njenom delu prati kontinuirana kvarcna žica, da bi u drugim delovima bila isprekidana. Uz nju ide sistem pukotina koje su takodje zapunjene limonitisanom, kaolinisanom i silifikovanom materijom. U jednom delu naišlo se na zonu drobljenja gde je registrovano izrazito povećanje sadržaja urana i to od 109 g/t do 265 g/t, da bi posle te zone sadržaj pao na 10 do 82 g/t.

Radioaktivna zona u Vrutočkoj reci praćena je oko 220 m (sl. 30). Debljina zone varirala je izmedju 10 cm i 50 cm.

Za razliku od Vrutoka, metagranitoid u Ravenskom potoku (metagranitoid Jelovca) je slabo radioaktivan i samo mestimično su nadjeni sadržaji urana od 70 g/t. U svim ostalim probama sadržaji su bili niži.



Sl. 30. Geološka karta uranske mineralizacije u Vrutočkoj reci (S i m o n o v i ć, 1962).
1. Metagranitoid; 2. sericitsko-hloritski škriljac; 3. radioaktivna zona; 4. rased; 5. potkop.
Fig. 30. Geological map of uranium-mineralization in Vrutok river (S i m o n o v i ć, 1962).
1. Metagranitoide; 2. Sericite-chlorite schist; 3. Radioactive zone; 4. Fault; 5. Adit.

Maksimalni i srednji sadržaji su bili odlučujući da S i m o n o v i ć proglasi ovu pojavu ekonomski neinteresantnom, što je ipak ne objektivno, jer je zasnovano na malom broju podataka. Ovde se postavlja jedno, a možda i više zanimljivih pitanja; jedno od njih je i problem geneze, o čemu je već napred bilo malo govora. Činjenica je da je uranska mineralizacija predstavljena samo sekundarnim mineralima, da je praćena hidrotermalnim alteracijama i hidrotermalnom rudnom paragenezom, što se

vidi iz mineralnog sastava veštačkog šliha. U tom pogledu je naročito upadljiv molibdenit, ali i prisustvo hrom-spinela je ovde veoma zanimljivo. S druge strane na širem prostoru Šar-planine (na primer Požaranska planina) registrovane su mnogobrojne pojave metalamprofira (pretpostavlja se da ih ima i u užoj okolini uranske mineralizacije u Vrutočkoj reci u i Ravenskom potoku). Na osnovu toga moglo bi se doći do logične pretpostavke o njihovom značaju za formiranje sekundarnih uranskih mineralizacija na ovom prostoru. Naime, prodorom metalamprofira, a njih ima po celoj zapadnoj Makedoniji, oslobodjena je velika količina CO_2 koji je sa vodom izvršio mnogobrojne promene silikatno-karbonatno-oksidnih ruda gvoždja, što se odrazilo kroz višefaznu sideritizaciju. Prodiranjem iz gornjeg omotača kiseli CO_2 lako je mogao izluživati Fe iz hloritskog škriljca, u čijoj je rešetki gvoždje slabo vezano; istovremeno CO_2 lako je mogao da se veže sa gvoždjem obrazujući siderit. Fluidi CO_2, voda i ko zna sada koja sve druga jedinjenja pratili su lamprofire, a oni predstavljaju direktnu vezu površine i gornjeg omotača. Ovaj CO_2 je najverovatnije zahvatio i uran u dubljim delovima Zemljine kore i preneo ga u savremenu sredinu. Zahvaljujući tome visok sadržaj urana u karbonatima (kalcit i siderit) postaje logičan, jer su karbonati dokaz da su duž razlomnih zona cirkulisali rastvori urana, pri čemu je kiseli CO_2 bio prenosilac. To je i ovde dokaz, pošto se uranska mineralizacija nalazi u rasednoj zoni u čijoj se paragenezi nalaze siderit i kalcit. To znača da su kiseli CO_2, voda i kiseli sulfatni jon, kao i druga jedinjenja, a sa njima i uran putovali duž rasedne zone. U zonama sa manjim pritiskom i nižom temperaturom, došlo je do obaranja urana. Ujedno to može da posluži za pretpostavku da vrutočki metagranitoid nije praizvor urana pa se ne može dovesti u direktnu genetsku vezu sa njim. U prilog ovom tumačenju ide i činjenica da su povišeni sadržaji urana nadjeni u kvarcitima, u metadijabazima i u metagabru. Ovakvo tumačenje, odnosno ovakva pretpostavka o postanku uranske mineralizacije mogla bi imati odraza na potencijalnost. S tim u vezi istraživanje rasprostranjenja metalamprofira i svih zona lomljenja (drobljenja) na tom prostoru moglo bi predstavljati puteve daljeg istraživanja uranskih mineralizacija, a ta dva elementa bi bila značajan prospekcijski kriterijum.

ALPSKA METALOGENETSKA EPOHA*

Kako zapadnu Makedoniju karakteriše prvenstveno prealpska metalogenija, alpska će biti prikazana u najkraćim crtama kako bi se pokazala veoma oštra metalogenetska i geohemijska razlika medju njima.

Kao što se zna formacije alpskog tektono-magmatskog ciklusa očuvane su uglavnom u zapadnom i jugozapadnom delu zapadne Makedonije. Njihov položaj u odnosu na prealpske nije sasvim jasan iako po autorima OGK SFRJ, listovi koji obuhvataju zapadnu Makedoniju, mezozojske formacije leže normalno preko paleozojskih. Dilema je nastupila kada su A u b o u i n et al, (1981), pretpostavili da je subdukcijom došlo do podvlačenja mezozojskih formacija ispod paleogensko-rodopskog masiva. Ovakva pretpostavka izgleda da ima prilično realnosti. Naime, mnoge pojave trijasa oko Kuratice, oko Kičeva, na Stogovu i na Bistri izgleda da "proviruju" ispod paleozojskih metamorfita. Ako bi to tako bilo onda je lako objasniti i

---

* Klasifikacija metalogenetskih epoha, u ovom radu, je preuzeta iz Geological Time table, o klasifikaciji geotektonskih dogadjaja, publikovane 1987. god. od strane "Elsevier"-a, Amsterdam, The Netherlands.

pojedine rudne strukture na Stogovu, u rudama Fe, veoma često podsećaju na savremene rudne strukture, jer nije došlo do njihove promene. Uz to mnogobrojne pojave glinovitih škriljaca, stena koje su samo slabo uškriljene i kod kojih je glinovita komponenta skoro u potpunosti očuvana može se objasniti jedino na taj način da nisu bili zahvaćeni regionalnim dinamometamorfizmom. To je moglo da se desi u nivoima u kojima tangencijalni pokreti nisu imali većeg uticaja, pa zahvaljujući tome nije došlo do regionalnog metamorfisanja. Podvlačenjem mezozoika izdignute su paleozojske formacije na današnje nadmorske visine (mestimično preko 2000 m). Na isti način objašnjava se postojanje mermera, mermerisanih krečnjaka i krečnjaka u okviru iste formacije (karbonatne paleozojske), odnosno u istom sloju. Dalje, ovo tumačenje može da dâ odgovor zašto u zapadnoj Makedoniji postoji izuzetno veliki broj planinskih vrhova čije visine prelaze 2500 m nadmorske visine. I, što je posebno zanimljivo planinski masivi alpskog morfološkog karaktera, dakle sa visinama preko 2000 m nad morem nalaze se upravo u zoni koja je blizu mezozojskih formacija, odnosno u zoni koja je imala najveći indeks izdizanja. Na taj način može se objasniti i prisustvo najstarijih stena filitične formacije, koje se nalaze upravo u zoni sa velikim nadmorskim visinama, na primer Stogovo.

OSTALE RUDNE POJAVE I LEŽIŠTA

Najznačajnije rudno ležište alpske metalogenetske epohe u zapadnoj Makedoniji je ležište gipsa u Kosovrastima kod Debra. Za sada najdetaljnije podatke o ovom ležištu objavili su C i p a n i N e s t o r o v s k i (1973-1978). Ovo je ležište eksploatisano još u vreme turske okupacije ovih krajeva.

Pomenuti autori navode da se ovo ležište nalazi u flišu formiranom u donjem trijasu.

Ima delova ležišta sa vanredno krupnim kristalima. Gips se javlja u tri oblika: kao anhidrit, alabaster i kao krupni kristali. Autori procenjuju da je ležište dugačko oko 8 km, široko oko 2 km i debelo oko 500 m.

Osim navedenih poznate su pojave i ležišta drugih mineralnih sirovina kao što su opekarske i keramičke gline (Vraneštica kod Kičeva i Arbinovi, kod Ohrida), ugalj u Oslomeju, kod Kičeva, zatim pojave uglja u Ohridskoj i Resenskoj potolini, zatim drugi nemetali, kao što su kvarciti, koji se eksploatišu, mermerisani krečnjaci, takodje se eksploatišu kod Miokaza (Kičevo) itd, koji pripadaju prealpskoj metalogeniji.

Iz navedenog se vidi da je alpska metalogenija zapadne Makedonije veoma siromašna i izrazito se razlikuje od prealpske. Takodje je zanimljivo da se alpska metalogenija zapadne Makedonije izrazito razlikuje i od metalogenije istočne Makedonije i ostalih delova Balkanskog poluostrva. Zašto je to tako? za sada nema odgovora, jer taj problem do danas nije ni otvoren. Njegovo rešavanje ostaje za mladje generacije koje će tek doći i koje će se morati pozabaviti i tim problemom.

ZAKLJUČAK

Sva dosadašnja proučavanja pokazala su vanredno veliku geološku, petrogenetsku, stratigrafsku, geotektonsku i metalogenetsku složenost zapadne Makedonije.

Tokom evolucije, koja je trajala oko jedne milijarde godina, ovaj segment Zemljine kore prošao je kroz razne geotektonske stadijume razvića.

Geotektonska sredina stvaranja najstarijih formacija do sada nije pouzdano mogla da se odredi, medjutim, za formacije nastale u bajkalskom vremenu, na osnovu nepotpunih petrohemijskih ispitivanja i drugih geoloških karakteristika, pretpostavljeno je da su formirane u području ostrvskog luka, a nastanak kaledonskih i hercinskih formacija vezuje se za obod kontinenta.

Zahvaljujući takvim geotektonskim sredinama došlo je do stvaranja takvog petrološkog sastava zapadne Makedonije, koji ukazuje na složenost magmatskih i drugih procesa.

Kao posledica takvih dogadjaja nastala su karakteristična ležišta različitih mineralnih sirovina. U tom pogledu zapadna Makedonija se, za sada, izdvaja kao zaseban blok Zemljine kore na Balkanskom poluostrvu. To se naročito odnosi na kaledonsku i hercinsku metalogenetsku epohu. Medjutim, ne isključuje se mogućnost da je deo oboda kontinenta sa kaledonskom i hercinskom metalogenijom razvijen i izvan područja zapadne Makedonije. U prvom redu to se odnosi na produžetak formacija prema jugu, u Grčkoj i, prema severu u Srbiji.

Što se tiče ostalih područja, veruje se da je isti aktivni obod kontinenta, u ovom slučaju pelagonsko-rodopskog masiva, bio je razvijen i u drugim delovima, ali kako je pelagonsko-rodopski masiv presečen vardarskom zonom onemogućeno je praćenje kaledonske i hercinske metalogenije zapadne Makedonije, na većem delu severnog oboda palegonsko-rodopskog masiva, odnosno kontinenta.

Tokom kaledonske epohe, zapadna Makedonija, prema nepotpunim petrohemijskim ispitivanjima, predstavlja kontinentalni obod. Na njemu se razvija vulkanizam kalkoalkalnog niza. Nastaju vulkanogeno-sedimentne formacije u kojima se obrazuju velika ležišta gvoždja i mangana - uglavnom silikatno-karbonatno oksidnog tipa. Potom slede sulfidi olova, cinka, bakra i oksidi gvoždja, a završava se oksidima gvoždja i mangana.

Od svih metala, čija su ležišta nastala u kaledonskoj eposi, za sada su najznačajnija ležišta gvoždja i mangana, a odmah potom slede pojave bakra, cinka i olova.

Za razliku od gvoždja i mangana, pojave bakra, cinka i olova malo su proučavane i to samo na Berikovu, kod Padalištda i Judova.

Hercinska epoha se karakteriše prvenstveno po ležištima molibdena u Strelcima i urana u Vrutoku.

Za Strelce se može reći da je u pitanju ležište molibdenita nastalo u zoni egzo i endokontakta oko granitoida, kasnije metamorfisanog.

Deo u endokontaktu, izuzev što je indiciran jednom istražnom bušotinom, nije do sada istraživan, dok je u jednom delu zone egzokontakta utvrdjeno da se radi o ležištu od oko 600.000 tona rude sa srednjim sadržajem od 450 g/t molibdena.

S druge strane pojava urana u Vrutoku detaljno je istraživana, ali na žalost 1962. god. je ocenjena kao ekonomski neinteresantna. Novija naučna saznanja i reinterpretacija rezultata dobijenih u vreme istraživanja (šezdesetih godina) otvaraju znatno veću perspektivnost, jer se sa dosta opravdanja smatra da, na osnovu savremenog tumačenja geneze, pojava kod Vrutoka nije usamljena. Reinterpretacijom ranije dobijenih rezultata istraživanja konstatovano je da su postojali preduslovi za formiranje znatno većih koncentracija urana od onih koje su do sada poznate.

U celini posmatrano izgleda da je zapadna Makedonija pre oko jedne milijarde godina pripadala okeanskom području, da je tokom evolucije prošla kroz područje ostrvskog luka, potom obod kontinenta kada se ovaj deo zemljine kore uključuje u kontinentalni tip.

Tokom mezozoika dolazi do novih geotektonskih poremećaja. Zemljina kora, u središnjem delu zapadne Makedonije kao i u graničnom delu prema Albaniji, puca. Formiraju se ofioliti. Dok su u zapadnom delu već na više mesta registrovani serpentinisani peridotiti, a iza državne granice u Albaniji postoji široko rasprostranjen ultrabazični kompleks, dotle u središnjem delu, na prostoru Bigle, Plakenske i Šar-planine javljaju se samo pirokseniti i proboji dijabaza.

Ova otvaranja Zemljine kore brzo su okončana, da bi usledili pokreti suprotnog smera. Dolazi, dakle, do subdukovanja Dinarida ispod pelagonsko-rodopskog masiva. Ovo dovodi do nastanka složenog tektonskog sklopa zapadne Makedonije i do izrazitih promena u reljefu. Izdizanja uslovljavana tektonskim pokretima su takva da se danas na području zapadne Makedonije i Grčke nalaze planinski predeli alpskog tipa u kojima se nalazi najveći broj planinskih vrhova, na Balkanskom poluostrvu, sa nadmorskim visinama od preko 2.000 m.

GEOINSTITUT - BIBLIOTEKA
BEOGRAD
77
1
*

SPISAK KORIŠĆENE LITERATURE

Antonijević I., Djordjević M., 1955.: Prilog za stratigrafiju jugozapadne Makedonije. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1955. god., str. 161-164. Beograd, 1957.

Antonović A., Popović R., Stojanović-Kuzenko M., 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.

Antonović A., Jančić T., 1971.: Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima u reonu Berikovo-Tuin i Strelci u 1970.god. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Arsovski M., 1962.: Značenjeto na stratigrafsko rasčlenuvanje na paleozojskite škrilci vo zapadna Makedonija za pravilnoto vodenje na prospekcionite raboti na železo. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 9., str. 5-24. Skopje.

Auboun 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, str. 283-294. Paris.

Cissarz A., 1954.: Zur Pterographie und Genesis Sudwestmazhedonischer Eisnensilikatlagerstatten. Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja N.R. Srbije, knj. XI, str. 261-340., Beograd.

Cissarz A., 1956.: Lagerstatten und lagerstattenbildung in Jugoslavien in ihren beziehungen zu vulkanismus und geotektonik. Rasprave Zavoda za geol. i geof. istraživanja 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 Geološkiot zavod na S.R. Makedonija, sv. 16, str. 67-100. Skopje.

Ćosevski G., Šiškovski M., Jovanović D., Cvetković G., Ganevski M., Djurić M., 1969.: Rudnik "Tajmište", monografija. Izd. Rudnici 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.

Deleon G., 1966.: Pogled na geološku starost granitoidnih stena u Pelagoniji i zapadnoj Makedoniji na osnovu njihove izotopske starosti. Referati VI savetovanja geologa SFRJ, deo II, str. 59-72. Ohrid.

Deleon G., 1969.: Pregled rezultata odredjivanja apsolutne geološke starosti granitoidnih stena Jugoslavije. Radovi Intituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, jubilarna sveska, br. 6, str. 165-182. Beograd.

Dumurdžanov N., Ivanovski T., 1978.: Tolkulvač za listovite Ohrid i Podgradec OGK SFRJ. Izd. SGZ, s. 51. Beograd.

Dumurdžanov N., Stojanov R., Petrovski K., 1979.: Tolkuvač za listot Kruševo OGK SFRJ. Izd. SGZ, str. 58. Beograd.

Glifford N.T., Nicolaysen O.L., Burger J.A., 1962.: Petrology and age of the preotavi besement granite at Franzfotein, North. South-West. Africa. Journal of petrology, v. 3, No.2. London

Grubić A., 1972.: Epoque tectogenetique precambriennes du Glob. 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, sdv. 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 istraživani raboti na olovni pojavi vo Ohridsko. Manuskipt. 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 crnoj metalurgiji, Zbornik radova, st. 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., 1956.a: 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., 1956.b: Rudni pojavi na terenot na sekcija Resen-Kruševo 1. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5, str. 55-62. Skopje.

Izmajlov N., 1956.c.: Železoruden basen vo zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5,str. 111-190.Skopje.

Izmajlov N., Ivanovski A., Nestorovski I., 1956.d: Rudni pojavi na terenot kartiran prez leto 1952. god. Lizaropole-Ohrid-Resen-Kruševo-Demir Hisar. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5, str. 201-230. Skopje.

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 SR 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., Popvasilov 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 gvoždja 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., Cvetić S., Vujanović V., 1965.: Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima na području zapadne Makedonije (lokalnosti: Brezovec, Cer, Blen, Kračunec, Kuratica, Lešani, Petrino i Bolno). 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., 1989.: Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije. Izd. Rud.-geol.fakultet u Beogradu i Rudarski institut, Beograd (Zemun).

Janković S., 1977.: Metalogenetska karta SR Makedonije. Izd. Sovet za istražuvački raboti vo rudarstvo. Skopje.

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 gvoždja zapadne Makedonije, magistarska teza. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

Kleut D., 1966.a: Opšte mineraloško-petrografske karakteristike ruda Tajmišta. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1964., 1965., 1966. i 1967. godinu, str. 707-712. Beograd, 1969.

Kleut D., 1966.b: Mineralni sastav rudišta Tajmište sa osvrtom na njegovu genezu. Referati VI savetovanja geologa Jugoslavije, str. 506-517. Ohrid.

Kleut D., 1968.: Fosfor u ležištu gvoždja Tajmišta. Radovi Instituta za geol. rud.istraž.i ispit. nuk. i dr. mineral. sirovina, sv. 4, str. 125-137. Beograd.

Kleut D., 1973.: Pojave fosfora u sedimentnim ležištima gvoždja 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 savetovane "Geologija železnih ruda u SFRJ", str. poglavlje D.16. Udruženje jugoslovenskih železara i Jugoslovenski komitet za ležišta mineralnih sirovina. Ljubljana-Beograd.

Noth L., 1952.: Die Eisenerzlagerstatten Jugoslawiens. Symposium sur les gisements de fer du Mond. 19th Congres geologique 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., Sikošek B., 1965.: Studija rudnika "Cer" (geološko-tektonska, mineraloško-petrološka i metalogenetska studija rudnika "Cer" i uže okoline, FSD Geoinstituta, Beograd.

Pege M.B., 1958.: Chamositic ore deposts 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 Wdenhua, 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.god. Beograd, 1969., str. 537-540.

Popović R., 1968.: Prilog poznavanju sedimentnih metamorfisanih ležišta ruda gvoždja 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-geofizičkim 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 Geoinstituta za geol.-rudar. 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. Oštampano u Radovima Instituta za geol.rud.istraž. i ispit. nukl. i dr. min. 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. nuklear. i dr. mineral. sirovina, sv. 8, str. 113-128. Beograd.

Popović R., 1977.a: Hidrotermalna mineralizacija kod s. Kolari (Kičevo). Radovi Instituta za geol.rud.istraž. i ispit.nuk. i dr. miner.sirovina, sv. 11, str. 85-90. Beograd.

Popović R., 1977.b: Pojava bakrove mineralizacije kod s. Judovo (Kičevo). IBID, str. 93-96. Beograd.

Popović R., 1976.: Starost i geneza galenitskih rudnih pojava kod s. Openica (Sl od Ohrida). Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1975. i 1976. godinu. Beograd, 1977.

Popović R., 1980.: Metalogenetski periodi stvaranja ruda gvoždja 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, 1985.

Popović R., 1985.: Sulfidne i oksidne mineralizacije kod Padališta-Gostivar (zapadna Makedonija). Radovi Geoinstituta, knj. 18, str. 151-162. Beograd.

Popović R., 1986a.: O mineralizacijama gvoždja izmedju Sopotnice i Novog Sela (Demir Hisar-zapadna Makedonija). Radovi Geoinstituta, knj. 19, str. 223-236. Beograd.

Popović R., 1986b.: Ocena potencijalnosti metamorfnih kompleksa Jugoslavije. XI kongres geologa Jugoslavije, knj. 3. Petrologija, Geohemija, Tektonika, str. 211-225. Tara.

Popović R., 1986c.: Stratigrafsko diferenciranje metamorfita zapadne Makedonije. Simpozijum posvećen liku i delu Jovana Žujovića. Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu. OOUR-grupa za regionalnu geologiju i paleontologiju.

Popović R., 1987.: Prethodno saopštavanje o Fe-Ti mineralizacijama u zapadnoj Makedoniji. Radovi Geoinstituta, knj. 20, str. 195-199. Beograd.

Popović R., 1989.a: Geologija zapadne Makedonije (prekambrija i paleozoik). Posebna izdanja Geoinstituta, knj. 11, str. 93. Beograd.

Popović R., 1989.b: Sulfide mineralizations of Caledonian Epoch in southern part of the Balkan Peninsula. 28th IGC, Abstracts v. 2 of 3. Washington, D.C. USA.

Popović R., 1989.c: Ocena potencijalnosti zone Berikovo-Padalište (Gostivar-Kičevo). Bakar, časopis poslovne zajednice Jugobakar, br. 47, str. 2-9. Beograd-Bor.

Popović R., 1990.: Sulfide Mineralizations 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. 143-149. Beograd.

Popović R., 1992.: Prealpine Metallogenic and Geochemical Evolution of Ore Deposits in Southern part of the Yugoslavia. 29th. IGC, Abstracts 3 of 3, str. 757. Kyoto, Japan.

Popović R., 1993.: Geochemical and Metallogenic Evolution of Ore Mineralizations 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., 1994a.: Anomalni sadržaj cirkonijuma u metagabroidnim stenama zone Dobra Voda-Bušova planina (Makedonija). Radovi Geoinstituta, knj. 31, str. ? Beograd.

Popović R., 1994b.: 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 discoveri of the Cambrian in western Macedonia. Bulletin Scietifique Conseil des Academies des sciences et des art de la RSF Yugoslavie. Section A, tom 19. No 3-4.

Simić V., 1951.: Istorijski razvoj našeg rudarstva. Savet za energetiku i ekstraktivnu industriju Vlade FNRJ, str. 438. Beograd.

Simonović R., 1962.: Izveštaj o istraživanjima urana na Šar-planini (lokalnost Vrutok) u 1961.god. F.S.D. Geoinstituta.

Simonović R., 1963.: Geologija JI dela Šar-planine sa naročitim osvrtom na pojave urana lokalnosti Vrutok. Rad za stručni ispit F.S.D. Geoinstituta.

Smiljanić T.-Bradina, 1935.: Kičevija. SEZ, naselja i poreklo stanovništva, 28., str. 256-483. Beograd.

Sosić V., 1963.: Nalazište železnih ruda u N.R.M. (izvod), nepublikovano. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Spasov H., 1965.: Paleozojska i trijaska konodontna fauna ot zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkiot zavod na S.R. Makedonija, sv. 12, str. 23-32. Skopje.

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.

Stojanović M., 1961.: Izveštaj o istraživanjima rudne pojave molibdenita u selu Strelci za 1960. god. Fond stručnih dokumenata Geološkog zavoda Skopje.

Shaw M.D., 1964.: Interpretation geochemique des elements en traces dans les roches cristallines (monografija). Paris.

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.

Šoptrajanova G., 1967.: Petrološke i geohronološke karakteristike nekih granitoida Makedonije. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu.

Tošić M., 1962.: Škriljavi kvarcporfiri iz okoline sela Judova zapadna Makedonija. Trudovi na Geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 9, str. 127-133. 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. Geohemija, No.7 str. 555-571. Moskva

Vujanovć 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 gvoždja 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 Makednoji. Trudovi na Geološkiot zavod na SR Makedonija, sv. 10. str. 105-124. Skopje.

Vujanović V., 1965.: Mineralogija, geohemija i geneza manganskih ležišta na planini Bistri. Glasnik Prirodnjačkog muzeja, serija A. knj. 19-20, str. 41-88. Beograd.

Vukašinović S., 1961.: Izveštaj o aeromagnetskim ispitivanjima u Makedoniji u 1960. god. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Vukašinovć S., 1963.: Anomalno magnetsko polje Makedonije i njegova veza sa geološkom gradjom terena. Trudovi na Geološkiot zavod na SR Makedonija, sv. 10, str. 185-216. Skopje.

Vukašinović S., 1980.: Rezultati visokopreciznih aeromagnetskih istraživanja-ležišta gvoždja na području Tajmište-Kičevo-Demir Hisar. Radovi Geoinstituta, knj. 14, str. 125-236. Beograd.

Vukašinović V., Jančić T., Mužijević R., 1982.: O geofizičkim istraživanjima ležita gvoždja u zapadnoj Makedoniji. Savetovanje: "Rezultati dosadašnjih geofizičkih ispitivanja raznih fenomena vezanih za proučavanje gradje Zemljine kore i gornjeg omotača na teritoriji Jugoslavije. Zbornik radova, str. 223-240. Skopje.

Vukašinović S., 1983.: Izveštaj o aeromagnetskim istraživanjima ležišta gvoždja u zapadnoj Makedoniji u 1982. god. (Područje Istok-Resen, Jablanica-Karaorman i Bistra-Vraca planina). Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović S., 1984.: Izveštaj o aeromagnetskim istraživanjima ležišta gvoždja na području Šare. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović S., 1986.: Izveštaj o aeromagnetskim istraživanjima ležišta gvoždja na području Kruševo-Makedonski Brod-Železna reka. Fond staručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović S., Antonović A., Popović R., 1990.: Osnovni rezultati aeromagnetskih istraživanja ležišta gvoždja u Makedoniji. XII kongres 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.

Zonenšain P.L., Kuzmin I.M. Moralev M.V., 1976.: Globalnaja tektonika, magmatizam i metalogenija. Izd. "Nedra", str. 232. Moskva.

Abstract

NON-FERROUS, RARE AND RADIOACTIVE METALS IN WESTERN MACEDONIA
(Metallogenic Epochs and Ore Occurrences)

by
Radule Popović

When discussed the non-ferrous metals and uranium in western Macedonia, it should be stressed that these metals were neglected during geological explorations to date, althgough just some of these (lead for example) were subject of the oldest known exploitation of metallic mineral raw materials in western Macedonia. Namely, back before in the classical period (assumed to be Roman time) the argentiferous galena at Openica, northeast of Ohrid, was exploited. Typical profiles of galeries, still preserved from these times, than the ancient slags, as well as the preserved tombstone of a miner in the Openica cemetery bear witness to their Roman origin.

After the end of the World War II the intensive geological investigations started in western Macedonia, mostly related to iron, then to manganese, but sporadically to lead, zinc, cooper, molybdenum and uranium. But thanks to these, anyway limited workings, some very important data bekame available about non-ferrous metals of western Macedonia and their economic potential. On the basis of these investigations one can conclude that non-ferrous metals mostly occur as sulfides, most commonly deposited during the Paleozoic time.

GRENVILLIAN AND BAIKALIAN METALLOGENIC EPOCHS

Concerning sulfides in these two epochs it could be remarked that this was time of the sulfur deficit in western Macedonia. Realy, some sulfur (pyrite) traces occur in the Dobra Voda-Bušova Mountain - Kruševo Mountains area, but it has not been established its singenetic origin with formation of the gneiss complex. It is possible this pyrite to be younger, having only mineralogical importance.

It is assumed that formations of green complex of Baikalian epoch, in which sporadic pyrite appeares as well, were created in the area of island arc, representing volcanic-sedimentary products, volcanites being of tholeiitic character (series). Finally, of a special interest are local important accumulations of an association of pyrite and other sulfides, such as chalcopyrite, chalcocite, bornite, marcasite, galena, sphalerite, antimonite, arsenopyrite and tetrahedrite. These sulfides were, realy, identified in the concentrate of the grinded material, by mineralogic analyses but as a matter of fact, this association was identified not only near Raštani, but also in the Orman and Požarane mountains, in an about 50 km long zone. Accordingly, this is not an accidental apearance, and is not without certain importance. Investigations of these

phenomena unfortunately have remained unsatisfactory, thus the level of knowledge being very low. Neverthless, it could be mentioned, according to the actual cognition, that sulfides occured, for the first time in abundant quantities in the Caledonian epoch, and uranium in the Hercynian epoch. It is interesting to be emphasized, if we not take in account some sources of sulfur, such as solfatares Duvalo and Kosel near Ohrid and Crvena Voda (20 km north of Ohrid), as well as Kosovrasti near Debar (gypsum deposits), that western Macedonia during all other epochs, except in the Caledonian epoch, was deficient in sulfur. This is as very important geochemical feature, which has not been to the present days scientificially explained.

CALEDONIAN METALLOGENIC EPOCH

The author of this work had several times emphasized that essential characteristics of the Caledonian metallogenic epoch in western Macedonia are the repeated frequent alternations of chemism related to volcanism, including all metallogenic changes during this epoch.

The most important metallogenic fetaures of this epoch in western Macedonia are represented by iron and manganese, forming large deposits of these two metals, yielding the ore reserves of several hundreds of milion tons for iron, and several tens of milion tons for manganese. These two metals, as the chief mineralizations, are followed by sulfides of the non-ferrous metals.

The iron and manganese deposits are related to the basic volcanism, until the sulfides are restricted to the intermediate to acide volcanism, exhibiting a very interesting geochemical evolution. Namely, during the Cambrian and Ordovician time the iron and manganese yield was enormous, contrary to the sulfides occuring in traces. After that, came times when manganese generally retreated, and iron remained in limited quantities, but suddenly appeared sulfur in huge quantities, with less lead, copper, zinc and other metals. At that time the first deposits of these metals occur in western Macedonia, all of these mostly related to the phyllitic formation, and only sporadically to the formation of metamorphosed quartzose sandstones and conglomerates. These formations of volcanogenic-sedimentary origin yielded the ore deposits in the same way. After the incomplete petrochemical studies, all mentioned processes took place in the continental margin. Comparing the metal association, represented by corresponding deposits in western Macedonia, with model of metallogenic dependance of geotectonical setting, presented by Z o n e n s a i n et al (1974.), the extraordinery correlative features of western Macedonia and that model have arisen, related to the continental margin. This is supported by fact that Caledonian volcanites are of the calc-alkalic series.

Several volcanic stages have been distinguished after to date kowledges in western Macedonia. The oldest magmatic (volcanic) event started at the begining of Caledonian epoch, and ended during Ordovician time, producing large iron and manganese deposits (Stogovo, Tajmište, Demir Hisar). Here, two substages are to be distinguished: the older one, giving the Stogovo manganese deposit, and the younger substage to which the iron in Stogovo, "Tajmište", "Demir Hisar" and elsewhere are restricted. The deposits of these two metals is related to both silicate-carbonate (manganese) and silicate-carbonate-oxide (iron) types. These mineralizations are

products of basic volcanism, alternated with intermediate and acide volcanism, accompanied by mineralizations of small polymetallic deposists of iron and sulfides of lead, zinc, copper, etc., during the Ordovician-Silurian time. During the Silurian period the chemism of volcanism was changed again, starting with the basic one, very soon passing into the acidic magma. In that time the new iron ore deposits were formed, represented by hematite schists, terminated by creation of manganese deposits of the "Cer" type (after the ancient "Cer" mine). This is time of creation of the metamorphosed quartzose sandstones and conglomerates, passing up into the carbonate formation, indicating the Silurina-Lower Devonian time, marked by deposition of the actual crystallized limestones. Somewhere after the Middle Devonian time appeared the new magmatic stage, found to be of the Hercynian epoch, producing the Strelci and Vrutok metagranitoids, as well as metarhyolites of Strelci, Berikovo, Padalište, etc.

During the Paleozoic time, being not exactly identified, penetrated the actual rich-in-potassium lamprophyres, introducing the strong potassium metasomatism, the repeated sideritization and regeneration of numerous ore deposits and occurrences in western Macedonia. With the help of these processes appeared the zonal distribution of sulfide deposits and occurrences (P o p o v i ć, 1990)

Copper

The considerable number of copper mineralizations is known in western Macedona, supposed to originate during the Caledonian epoch. Unfortunatelly, most of these have not been investigated, being only indicated. Here are to be mentioned the occurrences near Resen (Evla, Petrino), at Malo Ilino, on Mt.Stogovo, near Debar, then on Šar and Korab Mts. Only for mineralizations near Judovo and in the Berikovo-Padalište zone more informations are available.

The **Judovo** copper mineralization is restricted to the metamorphosed rhyoliteporphyre, occuring as impregnations of chalcopyrite, bornite, malachite, azurite, chalcocite, and covellite. In samples the Cu-contens, ranging from 0,5-1%, were found. It should however be emphasized that such a content resulted as the supergene enrichment of secondary minerals in outcrops, until the primary mineralization in metarhyoliteporphyre is much pourer (less than 0.5% Cu). Beside copper, some lead (0.45%) and silver (30 g/t) contents were found.

Berikovo-Padalište. The Berikovo-Padalište zone is much more interesting, compared with the Judovo locality. In this zone several outcrops and genetic types of the copper mineralizations were identified, begining from the magmatic segregation in metagabbro, through the metamorphosed volcanogenic-sedimentary types, up to the skarn types. The copper mineralization occurs in all petrogenic environments distinguished in this zone, including various rock units, such as sericite schists, carbonate schists, metamorphozed quartzose sandstones and conglomerates, metagabbros, metadiabases, a carbonate rock originated from microgabbro, then metaandesite, metatuff, metarhyolite, and metagranitoid.

The sericite and carbonate schists are of volcanogenic-sedimentary origin, and its lithological composition includes metaandesite, metarhyoilite, metadiabase and metatuff. All of these rocks are accompanied by larger or smaller stratiform

chalcopyrite, pyrite or pyrite-chalcopyrite-sphalerite bodies. The chief copper minerals are chalcopyrite, bornite, chalcocite, covellite, malachite, and local chalcanthite. Beside these, the other sulfides are abundant as well, especially pyrite (either colloidal or crystalline one), galena, sphalerite, magnetite, hematite (in form of rosete), etc. The sulfide concentration is very irregular, thus the coppoer contents widely range from traces (less then 100 g/t) to nearly 20% (Padalište). It is of importance to note that in the Berikovo area a mineralized tectonic block, about 2 km long and 0.5 km wide, has been outlined. The mineralization was traced by drilling at least down to 150 (probably being much deeper). The copper contents vary in this block from several hundred grams per ton to 1%, lead and zinc grades being similar. It is interesting to note that sphalerite occurs in calchist as smal ellipsoids, looking like deformed oval corpuscles, probably oolites. If these would be real oolites, in that case it would strongly support the idea about its volcanogenic-sedimentary origin.

The tectonics is a very important feature of this zone. All rocks in the zone have repeatedly been folded and overfolded, thus the all considered thickneses being not real ones. There is, however, a metagabbroic mass near Berikovo exhibiting a curious structure in form of a bowl, elongated in the north-south direction. One has impression that mass is rootless or that it is in question (as well as at Padalište) inverse position of all formations respectively. In that case metagabbro would overlie the sericite schists.

.Since this zone is important as bearer of a considerable mineralization of copper sulfides, less of lead and zinc minerals, it represents a very important area for further systematic explorations.

Beside the chief metals, this zone iz characterized by the anomalous high contents of zirconium (to 1400 g/t), niobium (to 200 g/t), molybdenum (to 1000 g/t), cerium (to 1000 g/t), silver mostly reaching to 300 g/t, and finally bismuth (to 700 g/t).

The skarn type of sulfide mineralization could not be Caledonian in age, but shoulld be related to the Hercynian metallogenic epoch, origanating at contact of the Post-Middle-Devonian meatarhyolites and carbonate rocks. In that case the chief minerals are iron oxides (magnetite and hematite), while sulfides are subordinated. Suilfides, mostly pyrite and chalcopyrite, are more abundant in the riebeckite schist, which is also product of the contact metamorphism. The copper content in riebeckite schist is about 1%, while in the skarn itself it ranges from 500 g/t to 1%, lead is about 200 g/t, zinc 0.1-1%, molybdenum 8-1000 g/t, arsenic to 1200 g/t, and bismuth to 250 g/t. The pyrite, chalcopyrite, sphalerite and rare galena, as sulfide minerals, were identified in skarn.

Lead-zinc

The lead-zinc mineralizations occur in the Evla-Petrino-Openica zone, then at Kolari, near Kičevo, accompanying the copper mineralization at Berikovo.

Evla-Petrino. The lead-zinc mineralizations near Evla and Petrino are interesting only being of the same genetical (metamorphosed volcanogenic-sedimentary) type as the Openica occurrences, simultaneously originated with flows of actual metaandesites. These mineralizations unfortunately were not the subject of systematic investigations, thus being litle known.

Openica. The ore occurrences near Openica were subject of explorations even in the Roman time, as was mentioned in the first page of this abstract. The ore was represented by the argentiferous galena, with high silver contents, reaching even over 1000 g/t. Although these mineralizations were intensively explored during the period between the World War I and II,also after the World War II, these researches have not been completed, the complicated tectonics being the chief reason for this situation. The primary andesite flows and stratiform galena bodies are highly deformed and discontinued. It is considered that the primary flows and the stratiform ore bodies were firstly affected by boudinage, and then the boudines were discontinued and separated. In that way, the galena ore bodies, which primary were of the stratiform type of appearance, at the present day represent lenses up to 1 m in thickness, and are of very variable lenght. In the mineral paragenesis galena is the most abundant ore mineral, accompanied by pyrite, sphalerite and chalcopyrite, with sporadic arsenopyrite, magnetite, pirrhottine, cubanite, tetrahedrite, polybasite, as well as secondary anglesite, cerusite, covellite and limonite.

It is interesting to emphasize that in the neighbouring iron deposit Visoko Drvo occurs almost all mentioned sulfides, and metal contenst are as follows: lead to 0.1%, zinc to 0.18%, and copper about 0.05%. Except this, in the surrounding schists and metaandesites the galena, sphalerite and pyrite were found, giving the augmented lead contents (to 0.1% in metaandesite, and even to 0.25% in sericite schist). The zinc and copper contents are similar, but less than lead (<0.05%).

Concerning the lead contents in the galena mineralization, they are, according to all available data, very high, ranging from the lowest 4% to the highest one 70%, but when the lead contents exeed 40% it means that the ore is concentrated by hand. In this galena the silver contents range from 4 g/t (very seldom) to 1800 g/t and more. The most common silver content, in some twenty samples, was around 1000 g/t, which was the most important reason for exploitation in the classical period, but also in the later periods. The gold contents in this mineralizations are relatively low - 0.8 g/t. It is interesting to be mentioned that all sulfide mineralizations in western Macedonia are generally low in gold (most commonly less than 0.3 g/t), except the arsenopyrite vein at Petrino, where 2.8 g/t was found.

Lakočerej. This ore occurence appeares about 5 km north of Ohrid, and is from the genetical, chemical, mineralogical and chronostratigraphical point of view identical with the Openica mineralization.

Beside the mentioned mineralizations, some occurrences of lesser importance are known NE of Brežane and at Leva Reka (northwest of Resen).

Kolari. At this locality, situated at 6 km north of Kičevo, occurs a gossan developed above the sulfide mineralization, in which magnetite and galena are the chief minerals, accompanied by sphalerite, chalcopyrite, chalcocite and pyrite. This is a stratiform ore body occuring in carbonate schist, restricted to the metamorphosed volcanogenic-sedimentary (or phyllitic) formation. This mineralization was traced about 15 m in lenght, showing the thickness about 0.5 m.

The sampling exhibited contents 24.02% iron, 2.42% manganese, 0.32-1% lead, 0.04-0.7% copper, 0.012-0.027% bismuth, and 0.015% silver.

Beside the mentioned sulfide mineralizations, some mineral occurrences have been registered as follows: antimony near Crvena Voda and Openica (less than 0.2 % Sb), arsenic near Petrino (arsenopyrite vein 5-25 cm in thicknesds, exhibiting 6.01%

As, 0.8% Cu, 33.25 g/t Ag and 2.8 g/t Au). Some arsenic mineralizations were found in the Korab mountain, occurring as a fault zone with arsenopyrite, realgar, orpiment, pyrite, chalcopyrite, marcasite, accompanied by malachite, azurite and limonite.

Molibdenum occurs in the quartz-molibdenite veins near Evla (Istočka Reka), then with the copper occurrences at Berikovo and Padalište, as well as in Šar Planina northwest of Tetovo.

HERCYNIAN METALLOGENIC EPOCH

During the Hercynian metallogenic epoch the acidic magmatism was developed, represented by metagranitoids at Strelci and Vrutok, and also by metarhyoliteporphyres with the index "3". All of these rocks impacted the country rocks inducing the contact-metamorfic changes, such as skarn in one limited locality, and comites with the molibdenite and pyrite mineralization near Strelci, produced by the metagranitoid mass. At the Berikovo and Padalište localities, changes of the same character were caused by intrusion of the metarhyoliteporphyre "3". These phenomena near Berikovo have been presented together with the other types of mineralization by description of the Berikovo-Padalište localities.

The most important mineralizations of the Hercynian metallogenic epoch are these of molybdenite at Strelci and Vrutok.

Molybdenium

The **Strelci** molybdenite deposit has been relatively sufficiently explored and invesetigated, but not enough for the final estimation. The research works to date have been restricted only to a limited part of the contact zone actually exocontact one, while the endocontact have only been touched. The molybdenite mineralization is here generally, in space and time, realted to the metagranitoid mass.

The metagranitoid was intruded during the Early Paleozoic time. The radioactive isotope ages exhibited ambigous values: one Ordovician (440 m. y.) and the other Jurassic. Taking the two results into consideration, the both indicate the corresponding processes of intrusion and evolution of this rock, and we heve anyway classified this metagranitoid to the Hercynian epoch. The Jurassic age corresponds to the event of potassium metasomatism, produced by intrusion of the Jurassic Kruševo granitoid. The Ordovician age (440 m.y.), corresponding to the Caledonian epoch, has not been taken in account, because this granitoid influenced the Ordovician and Silurian country rocks (schists) producing contact-metamorphic changes, thus indicating younger relative age. In the lack of other data and starting from the Hercynian age of the Vrutok granitoid mass, it could also be considered the Strelci granitoid to be Hercynian in age after the actual knowledges, disregarding the possibility that in future the Ordovician age might be determined for this granitoid.

By the underground mining research works in the contact (exocontact) zone of this granitoid S t o j a n o v i ć (1961) has established the ore reserves of about 600.000 t, averaging 450 g/t Mo.

By the expllatory drilling it was found that the excontact part of the or deposit is much larger than it was visible after the mining research works, either in the horizontal trend or to the depth. It should also be added that the molybdenite mineralization is widespread in zone of the endocontact, in that way the potential of this mineralization being much more promissing.

Molybdenite occurs in this deposit most commonly in form of schlieren distributed along the schistosity of fractures, seldom in form of veinlets or veins of variable size and shape, and also sprinkled in the cornite itself. Sometimes it occurs in quartz veins as quartz-molybdenite veins cutting cornites or the other rocks with molybdenite mineralization.

The following mineral association or single minerals can be distinguished in the Strelci sulfide mineralzation:

1. Molybdenite-pyrite-chalcopyrite-magnetite-pirrhotite
2. pyrite-chalcopyrite-pirrhotite
3. pyrite-magnetite-martite
4. pyrite

Only pyrite occurs as a single mineral, being the most abundat one, compared with other minerals. In that case it appeares as the quartz-pyrite veins not passing 1 m in thickness, but it could also be found as impregnations, individual veins or veinlets. Less abundant than pyrite is molybdenite, occuring not only in cornite but also in metarhyolite (No "2", see geological column in Figure 6), metagabbro, and metagranitoid. All these data tell us clearly that metarhyolite "2" and metagabbro are older than the metagranitoid and Mo-mineralization. This problem has unfortunately not been enough studied, neither the value of the molybdenum mineralization has been evident.

Molybdenum occurs in form of molybdenite and corresponding secondary mineral such as molybdenum ocher. By exploratory drilling the very variable molybdenum contents were found, but the ore occupies the total space. The molybdenum concentrations range from the lowest 30 g/t to the highest 2000 g/t (in the interval of 2 m, from 64-66 m in the drill hole S-1). Taking in account all drill holes, it could be considered that the mean molybdenum content is higher than 500 g/t, which is more favorable than this one calculated according to data only from the mining research works.

From the other side we have the endocontact zone, i.e. mineralization in the metagranitoid itself. Here, the two mineralized intervals were cut by drilling. In the upper interval from 79-91 m the molybdenum contents varied from 450-850 g/t, averaging 600 g/t: in the other, deeper interval (104-115 m) molybdenum ranged from 525-987 g/t,m but between 108 and 115 m molybdenum was 900-987 g/t (Fig.26).

Taking in account all collected records, the molybdenum specialization of the Strelci granitoid is evident, being an important potetial for this metal.

Vrutok. Compared with the Strelci metagranitoid, the Vrutok metagranitoid is manifested at surface as two separated masses (so-called Vrutok and Jelovljane or Raven metagranitoid). The both of them constitute a metagranitoid mass consideralby larger than the Strelci mass, but bears remarkably lesser molybdenum. Some authors (P o p o v i ć, A n t o n o v i ć, 1973) think that the weighty molybdenum was eroded, concerning the deep erosional level of this metagranitoid.The actual molybdenum

grade in the Vrutok metagranitoid is 2.9 g/t, and in the Jelovljane mass is 5.05 g/t. Such mean contents nearly correspond to the clarke contents for granitoids of the earth's crust or are somewhat higher, meaning the satisfactory estimation of potential of the Vrutok and Jelovljane metagranitoids. Locally occur higher contents reaching maximum 360 g/t, and in such cases molybdenite most commonly appeares with the quartz-molybdenite veins. The molybdenite concentrations are seldom in the country rock, but when are present, they occur as lenses 100x10 cm in size. In the Vrutok area five ore occurrences of this type were found, and near Gorno Jelovce only one ore body is present, related to schists.

Pyrite is the most abundant ore mineral in paragenesis of the Vrutok molybdenum mineralization, containing, beside molybdenite, chalcopyrite, magnetite, than sporadic sphalerite, galena, antimonite, and enargite; less malachite and much limonite are present as secondary minerals.

According to the type of apperance (quartz-molybdenite veins and veinlets), the Vrutok ore occurrences are nearest to the Evla mineralizations (southwest of Resen). It has been suggested by some authors (V u k a š i n o v i ć, 1980) that the both molybdenum occurrences are situated in a single tectonic-magmatogenic zone, trending nearly north-southerly. In that case the satisfactory interpretation of differences in molybdenum concetrations at Strelci and Vrutok are given, also reflecting clear differences in its potential, which is, as a whole, much lower in the Vrutok metagranitoid, compared with the Strelci metagranitoid.

Uranium

Vrutok. Only one uranium mineralization was found in western Macedonia by the to date investigations. It should however be noted that V u k a š i n o v i ć (1960) detected a radiometric anomaly west of the Raštane village near Kičevo, and the other one was discovered by the author of this paper in metagranitoid at Orman Mountain. The nature of these anomalies unfortunately has not satisfactory been explained, so that these could not be commented as uranium mineralizations. It should probably be mentioned that in some granitoids of western Macedonia the augmented uranium contents were found (Investigations of granitoids of Yugoslavia, S. P a v l o v i ć, 1964, unpublished report, Geoinstitute, Belgrade).

The uranium mineralization near Vrutok was researched by S i m o n o v i ć (1961), who estimated it, according to low uranium contents, not to be of an economical interset, thus being further not serously investigated.

The chief uranium mineralization occurs in a fault zone, enfilled with quartz vein, exhibiting uranium contents to 265 g/t. Beside this zone, some other uranium occurrences, west of the first one, as well as in its southeastern extent, were discovered, in both cases the maximum uranium contents not passing 100 g/t.

Only secondary uranium minerals, such as autunite, torbernite and pitchblende were found in this locality, accompanied by pyrite, chalcopyrite, pirrhotite, magnetite, hematite, siderite, martite, marcasite, ilmenite, sphene, valerite, anatase, zircon, molybdenite, then by one scheelite grain, and sporadic chromspinel. This mineral association was detected in the concentrate from the ground material. Beside

these, chalcocite, antimonite, tetrahedrite and arsenopyrite were found in an adit as well.

It is of special importance the strong variation of the mean uranium contents in metagranitoids of some localites, as visible in the below presented table:

Vrutok village	2.9 g/t U
Rečani village	6.8 g/t U
Jelovce village (Ravenski Potok)	2.6 g/t U
Jelovce creek	10.6 g/t U

These records indicate that the Jelovce metagranitoid exhibits the highest uranium mean contents, but in this mass the radioactive anomalies have not yet been detected, which could be considered as important ones. This fact implies possibility the uranium to be dispersed in the rock, but in the same time it is logical some local larger accumulations to be expected.

From the other side, the uranium analyses in monoconcentrates of some minerals exhibited the following contents:

Pyrite	576 g/t U
carbonate	720 g/t U
sericite	603 g/t U
anatas	261 g/t U

From the presented table it is evident that carbonate, sericite and pyrite are, beside uranium minerals (autunite, torbernite, and pitchblende), the chief bearers of uranium. If taken in account that in western Macedonia numerous rich-in-potassium lamprophyres are present, it could be assumed that acidic CO_2, acidic sulfate ion, and potassium were decisive bearers of uranium, which was precipitated from the solution, in wich the mentioned compounds were the principal constituents. Such hydrothermal solutions penetrated trough the same channelways which were used by lamprophyres, derived from the upper mantle, to be intruded. On its way the solution leached uranium and transported it into the more shallow geological environment, where, it was precipitated under favorable conditions (reduction of pressure and temperature, as well as change of pH and Eh values), partly being fixed to the mentioned minerals. That is why the Vrutok granitoid is assumed to be more promissing one, and that researchings are not completed.

Neo-carbonate (carbonatization), neo-pyrite (pyritization), and neo-sericite (sericitization) would serve as a favorable criterion for further searches for uranium not only in the Vrutok area, but all over western Macedonia as well.

POGOVOR

Završavajući pripremu za štampanje treće monografije o zapadnoj Makedoniji, neophodno je istaći da je ceo tekst druge i treće monografije ("Gvožđe i mangan zapadne Makedonije" i "Obojeni, retki i radioaktivni metali zapadne Makedonije") u rukopisu bio završen još novembra meseca 1993. god. Na žalost zbog ekonomske blokade Jugoslavije, nedostatka novca i posla, više od 80% svih zaposlenih u Geoinstitutu bilo je na prinudnom odmoru. To je uslovilo dugotrajno finalisanje teksta koje je trajalo od novembra 1993. god. do aprila 1994. god. U tom periodu u Geoinstitutu nije bilo grejanja, što se odrazilo na zdravstveno stanje zaposlenih koji su morali da dolaze na posao. To je vreme strahovite inflacije, koja se ni zamisliti nije mogla. U takvoj situaciji priprema teksta za štampu navedenih monografija trajala je punih šest meseci. Kada su te teškoće prošle usledile su nove. Novca za štampanje nije bilo. Obraćao sam se na mnoge adrese u Makedoniji i Jugoslaviji, ali odgovora nije bilo. Tek sredinom 1995. god. zahvaljujući razumevanju Republičkog društvenog fonda za geološka istraživanje Srbije, Ministarstvu za nauku i tehnologiju Srbije i Jugoslavije, Ministarstvu za rudarstvo i energetiku Srbije i Geoinstitutu, obezbeđena su potrebna finansijska sredstva tako da su ove dve monografije mogle da se objave. Svim navedenim institucijama i državnim organima dugujem veliku zahvalnost, jer su omogućili da se podaci prikupljani kroz više decenija, sačuvaju za budućnost, bez obzira što teritorija, koja je obuhvaćena ovim monografijama, pripada sada jednoj stranoj zemlji - Republici Makedoniji. Takođe dugujem zahvalnost recenzentima Dr. Antoniju Antonoviću, naučnom savetniku, Dr. Čedomiru Mudriniću, redovnom profesoru Rudarsko-geološkog fakulteta, Dr. Adamu Dangiću, redovnom profesoru Rudarsko-geološkog fakulteta, Dr. Luki Pešiću, redovnom profesoru Rudarsko-geološkog fakulteta (svi iz Beograda), koji su svojim sugestijama pomogli da se izbegnu neke nepreciznosti u stilu i pojmovima. Posebnu zahvalnost dugujem Dr. Antoniju Antonoviću, naučnom savetniku i za prevod na engleski jezik tekstova ispod slika i izvoda u obema monografijama.

Pa ipak tokom štampanja desile su se manje greške, naročito kod crteža; zbog neodgovarajućeg skeniranja tamne površine na pojedinim crtežima nisu reprodukovane na odgovarajući način, tako da čitaocu ostaje jedina mogućnost da se snađe preko brojeva datih na crtežu i u legendi.

Najveći deo izložene materije u monografijama predstavlja sopstvene (autorove) rezultate ispitivanja i istraživanja, obzirom da je učestvovao u geološkim radovima na svim opisanim ležištima i pojavama ili ih je obilazio u više navrata. Nažalost postoji jedan broj rudnih pojava, naročito mineralizacija gvožđa, mangana i nekoliko pojava Cu, Pb, Zn i Mo, koje autor nije obišao a o kojima ne postoji nikakva dokumentacija. To su pojave koje su istraživane u vreme kada je stručnog kadra bilo malo i kada su na problemima istraživanja mineralnih sirovina u zapadnoj Makedoniji bili angažovani priučeni radnici (obično iskusniji rudarski radnici). Oni su mnoge pojave raskopavali ili potkopima istraživali, uzimali probe kako su oni znali i umeli, davali na

analize i na osnovu toga donosili, sami ili u dogovoru sa retkim školovanim istraživačima, ocenu o potencijalnosti određene pojave. Dokumentacija nije pravljena, tako da se o tim pojavama sada ne može govoriti.

S druge strane mnogobrojni geološki problemi ostali su nerešeni. U vezi sa tim pomenuće se različita mišljenja koja se odnose na međusobne odnose pojedinih formacija ili probleme unutar samih formacija. Dugo se smatralo da su najmarkantnije planare, u škriljcima zapadne Makedonije, relikti stratifikacije; danas, međutim, zna se da je to bila velika greška. Primera radi navodi se sledeći slučaj. Autor ovih monografija radeći na geološkom kartiranju u razmeri 1:10.000 na prostoru Dobra Voda - Brezovec (1969) uvideo je da nešto nije u redu sa takvim shvatanjem. Istina pre toga Antonović (1967-1968), u jednom saopštenju je potencirao taj problem, ali je to u stručnoj javnosti ostalo nezapaženo. U vreme revizije geoloških karata rađenih u okviru Osnovne geološke karte SFRJ (u razmeri 1:25.000) za područje Dobra Voda - Brezovec, došlo je do nesuglasica. Međutim, Komisija za prijem karata zahtevala je od autora ovih monografija, da na karti 1:10.000 uskladi geološke i strukturne odnose sa OGK. Dotični autor je bio prinuđen da obavi specijalistička ispitivanja zasnovana na tadašnjim saznanjima, pri čemu su prikupljeni dopunski mikrostrukturni elementi uz mnogobrojne fotografije lokalnih profila, pomoću kojih su rekonstruisani glavni strukturni oblici, ali nastali u alpskom geotektonskom ciklusu. Ova ispitivanja su omogućila da se utvrdi da su savremeni i najuočljiviji planari ustvari najmlađi klivaž. Nažalost, i dan-danas mnogi istraživači glavne planare u škriljcima zapadne Makedonije determinišu kao folijaciju, podrazumevajući pri tome primarnu slojevitost. Iz toga su proizašle mnoge zablude i pogrešne interpretacije, jer najmarkantnija planara, u "mekim" metamorfitima (muskovitski, hloritski, sericitski škriljci i filiti), je u stvari klivaž najmlađe generacije. Slojevitost se zapaža samo kod rezistentnijih stenskih masa (kvarciti, mermerisani krečnjaci i ponekad kalkšisti). Međutim, iako nije izvršeno sistematsko proučavanje mikronabora, zna se ipak da sericitski kvarciti, koji leže u graničnom delu zelenog i filitoidnog kompleksa, imaju nabore čije se b-ose pružaju u pravcu približno istok - zapad, dok u filitoidnom, koji leži preko zelenog kompleksa (u čijem su sastavu i sericitski kvarciti), b-ose nabora se pružaju u pravcu severoistok-jugozapad do sever - jug, a najmarkantnije planare imaju dinarski pravac pružanja, odnosno severozapad - jugoistok, što na očigledan način ukazuje na određene nesaglasnosti u okviru ne samo mikro-, već i makrostrukturnog sklopa metamorfita zapadne Makedonije.

U vezi sa navedenim mora se naglasiti da se i danas formacije u pojedinim delovima zapadne Makedonije (a možda i na celom prostoru) nalaze pod veoma snažnim pritiscima. To najbolje ilustruje tunel ispod planine Bukovika. Ova tunel dužine 7050 m, na železničkoj pruzi Gostivar - Kičevo, započet je sa gostivarske strane kod sela Padalište, a sa Kičevske kod sela Zajas. Očekivalo se, obzirom da je u površinskom delu planina Bukovik pretežno izgrađena od mermerisanih krečnjaka, da će tunel prolaziti najvećim delom kroz mermerisane krečnjake. Desilo se da je ta prognoza bila realna samo na prvih 200 do 400 m i to sa gostivarske strane tunela. Radovi su veoma sporo odmicali, tako da je tunel započet 1962. god. bio završen tek 1968. god.. Zbog geoloških problema oko probijanja ovog tunela, šef tog gradilišta Aleksa Šaponjić, dipl. inženjer građevinarstva iz beogradske "Tunelogradnje", zamolio me je da pogledam tunel i eventualno predložim neko rešenje za savlađivanje geoloških problema sa kojima se sukobio. Nažalost, geološka ispitivanja nisu prethodila probijanju tunela, a za bilo kakve sugestije koje bi bile zasnovane na

geološkim podacima u tom momentu bilo je kasno. Naime, prošao sam s obe strane tunela u dužini od oko 6 km. Ceo tunel je bio suv (bez podzemnih voda). Radilo se na izbijanju najpre kalote tunela na dužini od 200 m, a potom uz korišćenje veoma jake podgrade probijan je tunel na ostatku profila, odnosno kako su to tada nazivali građevinci "štolna". U međuvremenu, od iskopavanja punog profila tunela, na dužini od 200 metara, do betoniranja, dolazilo je do oslobađanja pritisaka, pri čemu su balvani prečnika 0,60 m do 0,70 m lomljeni kao palidrvca. Kako su u pitanju grafitični škriljci, koji su se usled tektonike nalazili pod veoma snažnim pritiscima, kada je kopanjem tunela došlo do otvaranja slobodnih površina, poremećena je ravnoteža u stenskoj masi. Zahvaljujući grafitu koji se javlja po površinama škriljavosti, stenske mase su lako kliznule, pri tome polomile podgradu i izazvale zatrpavanje već otkopanog dela tunela. Ovakva geološka situacija je dovela do dugotrajnog rada i znatno većih troškova probijanja ovog tunela.

Uz sve to potrebno je napomenuti da je ovim tunelom presečeno jedno (ili više) rudno telo Fe-mineralizacije silikatno-karbonatno-oksidnog tipa i to na delu bliže Zajasu kičevska strana. Na osnovu nađenih komada na izvađenom materijalu iz tunela utvrđeno je da sadržaj Fe varira oko 30%. Ostalo je, međutim, nepoznato u kom delu tunela se ta pojava nalazi, jer, jednostavno nije izvršeno geološko kartiranje tunela, a danas je to nepristupačno, pošto je celom dužinom tunel izbetoniran.

U zapadnoj Makedoniji ima svakako dosta sličnih karakteristika onim koje su ovde navedene i nadati se da će buduće generacije još mnogo interesantnih geoloških, stratigrafskih, tektonskih, metalogenetskih i drugih podataka sakupiti koji će dosadašnja shvatanja potvrditi, unaprediti ili neka opovrgnuti.

Posebna izdanja Geoinstituta, knjiga 20

IZDAVAČ: Geoinstitut, Rovinjska 12

Za izdavača: Dr Milan Milojević, direktor Geoinstituta

Prevod na engleski:

Dr Antonije Antonović

Korice:

Tehnički biro: "SIGMA - GRAFIKA"

Tehnički urednik:

Dr Veljko Omaljev

Kompjuterski slog i grafička priprema:

Aleksandar Obrenović

Štampa:

Tehnički biro "SIGMA - GRAFIKA", Beograd, Kumodraška 332/1

Tiraž: 500 primeraka

Štampano: septembra, 1996. godine

Dr. Radule Popović, diplomirani inženjer geologije, naučni savetnik u Geoinstitutu, započeo je svoju geološku karijeru u rudniku uglja "Vrbica" u Gacku 1959. god. a nastavio u Makedoniji 1961. god., najpre na proveri aeromagnetskih anomalija, na prostoru između Kumanova i Gnjilana (Kosmet), koja je uključila i detaljna istraživanja Fe-mineralizacija na Skopskoj crnoj gori. U septembru iste godine prelazi u Radoviš gde istražuje uran u Podarešu. U proleće 1962. god. zajedno sa T.Jančićem otpočinje pripreme za rad na detaljnoj proveri aeromagnetskih anomalija, registrovanih od strane S.T.Vukašinovića tokom 1960. god. Ovi radovi u okolini Kičeva i Gostivara otpočeli su 9.7.1992. god.. Najpre su to bile lokalnosti Judovo, Raštani, Orman planina, Požaranska planina, a sledećih godina nastavljeno na Brezovcu, Crvenoj Vodi, Demir Hisaru, rudniku "Cer", Stogovu, Tajmištu, Kuratici, široj okolini Resena, Strelcima, Berikovu itd. Najpre je gvožđe bilo predmet istraživanja, nastavilo se sa manganom, a potom su usledila istraživanja molibdena, bakra, olova, cinka i retkih metala. Obilaze se mnogobrojne pojave raznih metala pa i pojava urana kod Vrutoka (Gostivar).

Tokom prvih 8 godina Dr. R.Popović je obišao celu zapadnu Makedoniju. U maju mesecu 1970. prekida rad u zapadnoj Makedoniji, zbog odlaska na istraživanja u Turskoj, gde se zadržava dve godine radeći na geološkom kartiranju, geohemijskim ispitivanjima i istraživanjima mineralizacija bakra. Tokom 1974. provodi 3 meseca na geološkom kartiranju u Libiji. Period posle 1972. god. rad Dr. R.Popovića u zapadnoj Makedoniji, odvija se sa kraćim ili dužim prekidima. To je vreme kada radi i dalje na proveri aeromagnetskih anomalija, izradi studija i prikupljanja podataka za novija i savremenija tumačenja geoloških i metalogenetskih odnosa. To traje sve do 1989. god. kad objavljuje monografiju "Geologija zapadne Makedonije (prekambrija i paleozoik)".

Tokom svih tih godina, osim monografije, Dr. R.Popović je objavio u Jugoslaviji ili inostranstvu, sam ili sa koautorima preko 90 naučnih radova i 4 monografije, od čega se 35 naučnih radova i 3 monografije odnose na zapadnu Makedoniju.

U tako dugom istraživačkom periodu u zapadnoj Makedoniji sa saradnicima registrovao je veći broj novih pojava gvožđa, bakra, olova, cinka, molibdena i drugih retkih metala. Sa Dr. A.Antonovićem 1965. pronašao je prvi put fosilnu trilobitsku faunu, koja je poslužila za odredbu starosti metamorfita zapadne Makedonije i vremena formiranja ruda Fe, Mn, bakra, olova, cinka, molibdena itd. Razradio je sasvim originalnu koncepciju geotektonske evolucije zapadne Makedonije, i u vezi sa tim geohemijsku i metalogenetsku evoluciju zapadne Makedonije.

Sada radi na istraživanjima plemenitih metala u području leckog masiva i Kopaonika, a povremeno piše i o rudnim pojavama u Makedoniji o kojima nije pisano ili je sasvim malo objavljenih podataka.