

Sulfidno-oksidsna mineralizacija Šaške reke

Duž toka Šaške reke, koja se nalazi između planine Liškovac i planine Starice u istočnoj Srbiji, izvedena je šlihovska prospekcija, u cilju pronalazjenja sekundarnih oreola rasejavanja rudnih minerala i drugih pratećih minerala. Prospekcijom su određena četiri područja mineralizacije: područje primarne Fe-Cu sulfidne mineralizacije, područje polimetalne hidrotermalne sulfidne mineralizacije, kao i područje rude volframa i volframa sa primesama molibdena. Rezultati prikazuju koncentracije rudnih i indikatornih minerala u pojedinačnim šlihovima. Na području Rudne Glave se zapaža povećana koncentracija magnetita, što se objašnjava prisustvom rudnika gvožđa, dok je u Majdanpeku zabeleženo najveće prisustvo samorodnog bakra upravo zbog postojanja rudnika bakra.

Uvod

Područje istraživanja obuhvata slivno područje Šaške reke koja se nalazi u istočnoj Srbiji, na oko 200 km istočno od Beograda i na oko 30 km jugoistočno od Majdanpeka (slika 1). Istražno područje je smešteno između planina Liškovac (741 m. n. v.) i Starice (796 m. n. v.).

Reljef istražnog područja je pretežno brdsko-planinski i formiran je intezivnim fluvijalnim procesima, što se manifestuje u relativno duboko usečenim dolinama. Taloženjem rečnih nanosa formirane su aluvijalne ravni duž tokova Šaške reke, Crnajke i Porečke reke. Kraškom erozijom formirani su krečnjački platoi i brojne vrtače (Petković 1976).

Najveći tok područja istraživanja je Šaška reka dugačka 25.5 km. Izvire na planini Švajc, na oko 180 m. n. v. Protiče kroz usku i duboku dolinu i teče pravcem SZ-JI, kroz korito prosečne širine oko 10 m, sa brojnim pritokama i povremenim tokovima. Veće leve pritoke su: Mala Ravna, Velika Ravna, Volčava, Mala Blizna, Velika Blizna i Brestovica, dok je veća desna pritoka Ljubova reka. Šaška reka se kod Miloševe Kule sastavlja sa rekom Crnajkom i pravi Porečku reku (slika 4) (Gavrilović i Dukić 2002).

Najstarije stene na istražnom području su prekambrijumski gnajsevi, leptinoliti, amfiboliti



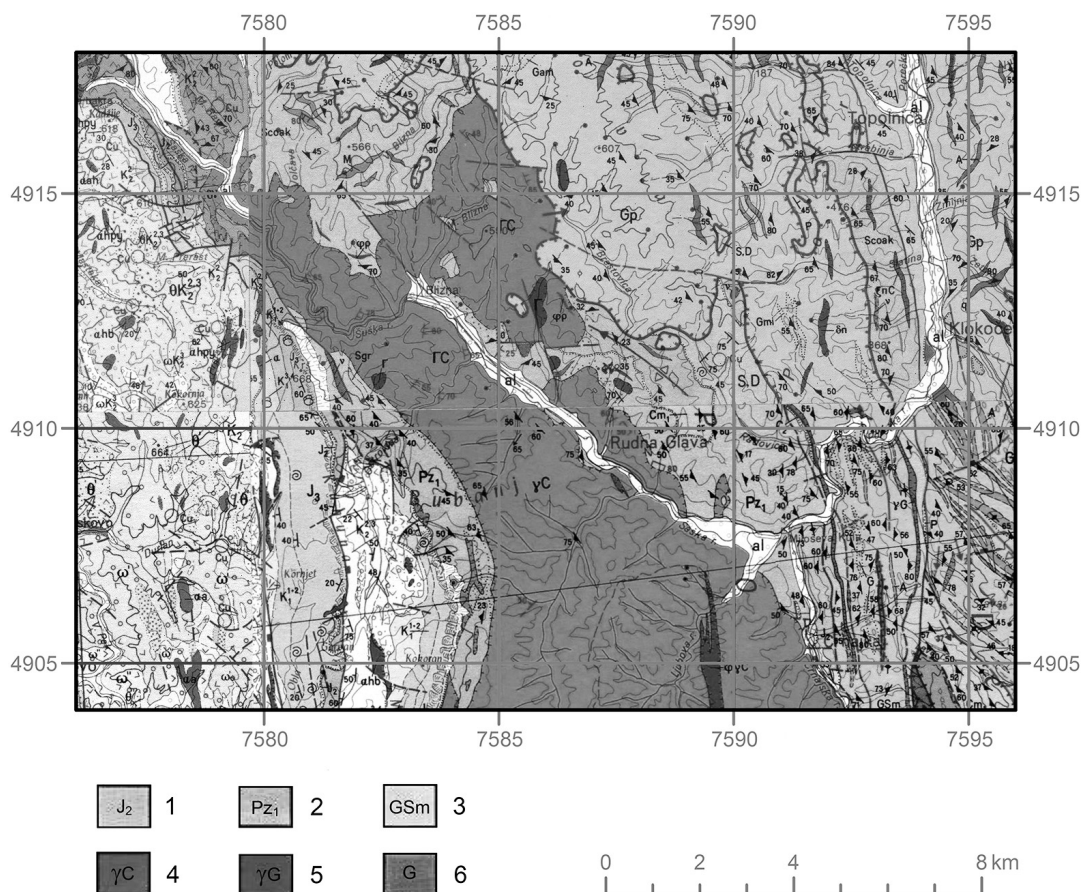
Slika 1. Pregledna geografska karta sa označenom pozicijom istražnog područja (1:1 000 000)

Figure 1. Geographical map with the marked area of researching (1:1 000 000)

Dragana Slavković (1996), Sopot, Kralja Petra Prvog 5, učenica 2. razreda Gimnazije Mladenovac

Dušanka Kovačević (1994), Sremska Mitrovica, Maksima Gorkog 33, učenica 4. razreda Srednje ekonomske škole „9. maj” u Sremskoj Mitrovici

MENTOR: dr Aleksandar Pačevski, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko – geološki fakultet



Slika 2. Pregledna geološka karta šireg područja istražnog prostora (deo OGK listova, Kučevo, Donji Milanovac, Žagubica i Bor, 1:100 000). Legenda: 1 – konglomerati, peščari, krečnjaci i škriljci, 2 – konglomerati, peščari, krečnjaci i škriljci, 3 – gnajsevi, leptinolit, mermeri i kvarciti, 4 – granitoidne stene, 5 – graniti i granitgnajsevi, 6 – gnajsevi, leptinolit, amfiboliti i kvarciti.

Figure 2. Geological map of the explored area (part of OGK / General Geologic maps/ Kučevo, Donji Milanovac, Žagubica and Bor 1:100 000). Legend: 1 – Conglomerates, sandstones, limestones and schists; 2 – Conglomerates, sandstones, limestones and schists; 3 – Gneiss, leptinolites, marbles and quartzites; 4 – Granitoides; 5 – Granites and metagranites; 6 – Gneiss, leptinolites, amphibolites and quartzites.

i kvarciti. Preko prekambrijumskih stena leže stene prekambrijum-rifejske starosti i predstavljene su gnajsevima, leptinolitima, mermerima i kvarcitima. Kambrijumske metamorfne formacije preovlađuju u istražnom području i predstavljene su škriljcima visokog kristaliniteta (porečki kristalin) kao i konglomeratima, peščarima, krečnjacima, škriljcima, granitima i granitgnajsevima (slika 2). Na paleozojsku građu

istočne Srbije uticala je i jaka magmatska aktivnost, koja je ostavila velike mase ultrabazičnih, bazičnih i kiselih stena, naročito u obliku intruzivnih tela (Čirić 1996).

Najveće područje zahvataju granitoidne stene mlađeg paleozoika koje su zastupljene u srednjem i donjem toku Šaške reke. Predstavljene su metamorfovanim vulkanogeno-sedimentnim stenama, konglomeratima, peščarima, kreč-

njacima i škriljcima, koji dosežu do južnog dela Karpato-Balkanida. Aplitgraniti su zastupljeni u južnom delu područja istraživanja. Granodioriti se uočavaju u sočivastim formacijama kod gornjeg toka Šaške reke.

Kredne (K) formacije se u Istočnoj Srbiji ne prostiru zonarno i pretežno su karbonatne. Gornja kreda u Istočnoj Srbiji odlikuje se znatnim masama magmatskih proizvoda, delom u okviru specifičnog vulkanogeno-sedimentnog kompleksa, delom kao samostalna tela vulkanskog ili plutonskog karaktera. Najkasnije odeljke gornje krede karakteriše fliš.

Doger (J2) je predstavljen konglomeratima, peščarima, peskovitim i gvoždevitim krečnjacima, rožnacima i krečnjacima sa rožnacima, prosečne debljine od 50 do 100 m. U zoni Majdanpeka javljaju se krečnjaci, u najnižim delovima krečnjaci su dolomitični sa sočivima rožnaca. Doger leži transgresivno preko starijih članova.

Permske tvorevine (P) se javljaju u karakterističnoj kontinentalnoj faciji crvenih peščara i predstavljaju povlatu kristalastim škriljcima a najčešće potpuno prelaze u donjotrijaske naslage sličnog razvića. Ove tvorevine su bankovite, tankoslojevite do listaste. Ovi sedimenti stvarani su u sušnoj klimi u rečnim dolinama i jezerskim basenima, u uslovima brze erozije.

U ranijim istraživanjima je konstatovano prisustvo šelita i šelita sa molibdenom, veoma značajnih i retkih ruda volframa, u širem području Šaške reke. Postoje specifične metode za njegovu determinaciju. Šelit pod UV lampom ima plavu do zelenu luminiscenciju pa je lako prepoznatljiv, dok šelit sa primesama molibdena ima žutu luminiscenciju i zbog svojih sličnosti sa cirkonom teško ih je razlikovati.

Cilj istraživanja je da se ispita zastupljenost rudnih i indikatorskih minerala u probama duž toka Šaške reke i da se odrede potencijalni oreoli njihovog rasejavanja.

Materijal i metode

Istraživanje je izvršeno primenom metode šlihovske prospekcije. Na terenu je prikupljeno 30 uzoraka šlihovskog materijala u slivnom području Šaške reke sa dubine 20-30 cm. Sa

glavnog toka je uzeto 13, a sa pritoka 17 uzoraka (slika 4).

Laboratorijske analize obuhvatile su pripremu šlihova za determinaciju minerala: sušenje uzoraka, prosejavanje na sitima promera od 1 mm, 0.5 mm i 0.25 mm, i odvajanje šliha na magnetične i nemagnetične frakcije. Potom je izvršena determinacija šlihovskog materijala pod binokularnom lupom i određena mineralna zastupljenost. Prisustvo minerala u pojedinačnim šlihovima dato je preko njihove relativne zastupljenosti u tri kategorije: prisutna pojedinačna zrna (do 10 zrna po probi), srednja zastupljenost (od 10 do 100 zrna) i izrazita zastupljenost (preko 100 zrna po probi).

Takođe, u cilju pronalazjenja šelita i šelita sa molibdenom, ruda volframa sa luminiscentnim svojstvima, izvršena je determinacija uzoraka sa UV lampom talasne dužine 254 nm. Ispitivanja su izvršena na departmanu za mineralogiju, kristalografiju, petrologiju i geochemiju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu. Da bi se sa sigurnošću dokazalo prisustvo ova dva minerala, bilo je neophodno da se odredi morfologija i hemijski sastav svih minerala koji su prilikom determinacije pokazali luminiscentna svojstva na skenirajućem elektronskom mikroskopu opremljenim energetsko-disperzivnim spektrometrom (SEM EDS). Obradena su tri tipa snimaka:

- BSE snimci na kojima se vide različite faze koje se razlikuju po hemijskom sastavu i hemijskoj zonarnosti kristala
- SE snimci na kojima se vidi reljef uzoraka
- EDS snimci.

Rezultati

Analizom je utvrđeno prisustvo ukupno 35 različitih minerala, indikatorskih i pratećih. Relativna zastupljenost 18 rudnih minerala u pojedinačnim šlihovskim probama prikazana je u tabeli 1, u prilogu ovog rada.

GALENIT se javlja u većini proba koje su uzete iz pritoka ili glavnog toka Šaške reke. Javlja se u vidu sitnih zrna na kojima se zapaža cepljivost. Njegovo prisustvo u šlihovima se kreće od pojedinačne i srednje zastupljenosti do izuzetne zastupljenosti u okolini Rudne Glave. Najzastupljeniji je u šlihovima koji su označeni brojevima: 3, 5, 7, 11, 13, 15.

KASITERIT se javlja u većini proba u vidu srednje zastupljenosti zrna mrke do crne boje, nepravilnih formi. Zastupljen je u najvećoj količini u šlihovima 1, 3, 4, 5, 7 oko područja gde se Šaška reka spaja sa rekom Crnajkom i pravi Porečku reku, tj. kod Miloševe Kule.

MAGNETIT se javlja u svim probama, ali izuzetno povećana koncentracija ovog minerala se zapaža uzvodno i nizvodno od Rudne Glave. Ovaj podatak nam svedoči da se zaista u prošlosti na ovom području nalazio rudnik magnetita. On je prisutan u vidu sitnih zrna sa pojavljivanjem pravilnih kristalnih formi.

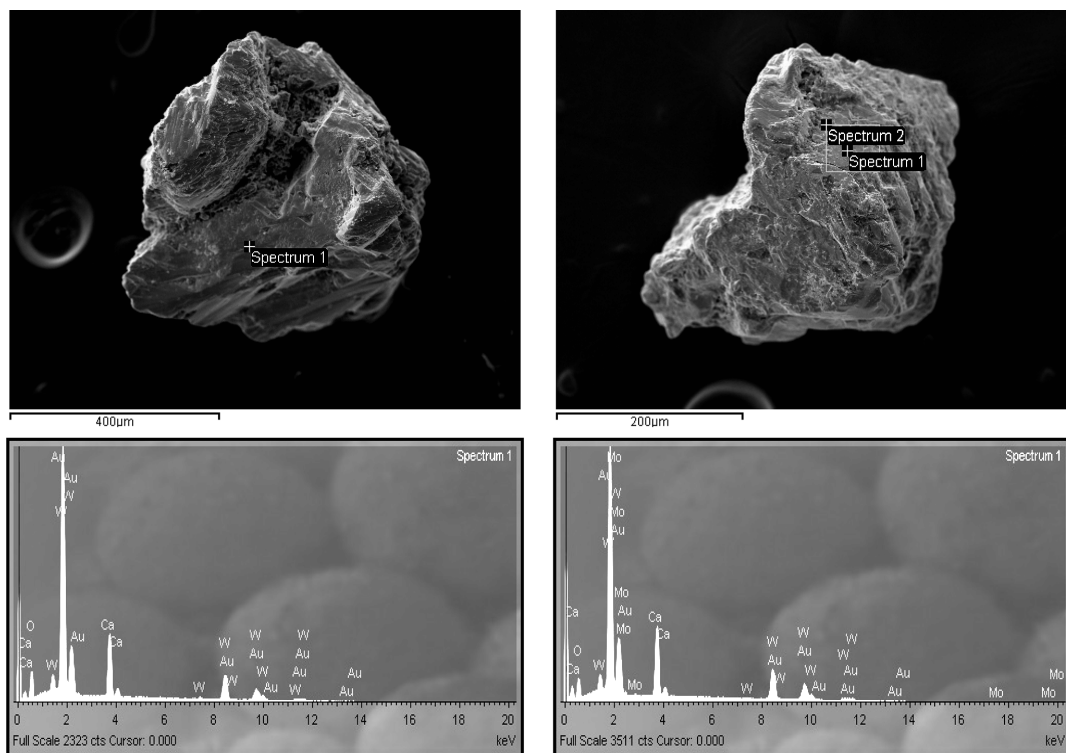
EPIDOT je veoma zastupljen i duž reke se javlja u vidu srednje ili izuzetne zastupljenosti. Lako je prepoznatljiv po izrazito zelenoj boji,

glatkoj površini i pravilnoj cepljivosti. Nađen je najviše na izvoru reke i pri ušću Šaške reke u Porečku reku.

LIMONIT je u velikoj količini zastupljen duž celog toka Šaške reke. Javlja se u vidu nepravilnih formi i često se na površini zapažaju primese drugih minerala.

HALKOPIRIT se javlja dosta ređe od pirita ali u pojedinačnim probama i to u okolini Majdanpeka i Rudne Glave. Najviše je zastupljen u tačkama 19 i 21.

PIRIT se javlja u većini proba i uglavnom je srednje zastupljenosti. Pored nepravilnih zrna prisutan je i u vidu euhedralnih formi tj. u vidu heksaedra. U nekim šlihovima pirit je delom limonitisan po površini.



Slika 3. Spektri sa prikazom hemijskog sastava izdvojenih rudnih minerala – šelit (levo) i šelit sa molibdenom (desno). (Prisustvo zlata na spektrima posledica je naporavanja da bi se dobio precizniji spektar)

Figure 3. The spectra showing the chemical composition of isolated ore minerals – scheelite (left) and scheelite with molybdenum. (The presence of gold in the spectra is the result of evaporation because of obtaining a more accurate spectrum)

HEMATIT se javlja u skoro svim probama i najčešće je srednje zastupljen (od 10 do 100 zrna po probi). Prisutan je u šlihovima uzetim duž toka cele reke, a nešto manja koncentracija je prisutna uzvodno od Blizne i to uglavnom na pritokama.

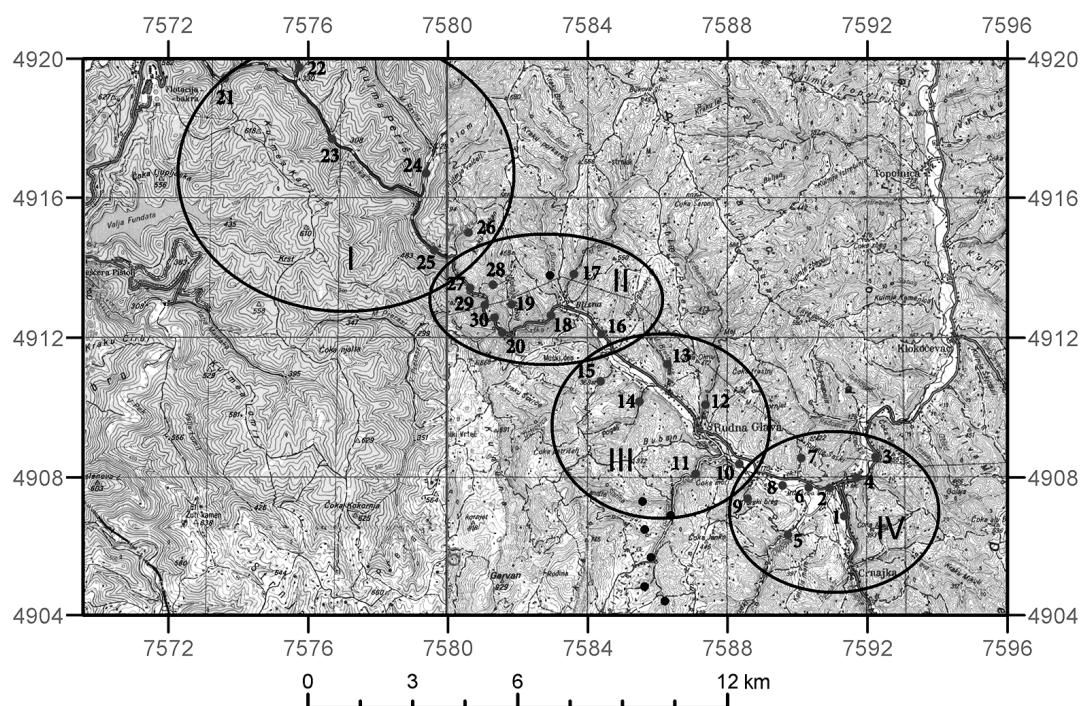
CINABARIT se javlja u vidu pojedinačnih zrna (do 5 zrna po probi) i to na izvoru (Majdanpek) i ušću reke (Miloševa Kula) u tačkama: 2, 5, 7, 15, 17, 19, 21, 25. Zrna su veoma sitna i nepravilne forme.

SAMORODNI BAKAR se javlja u vidu retkih pojedinačnih i srednje zastupljenih zrna. Najviše je zastupljen na tačkama obeleženim od 21 do 30.

Mesta uzimanja ovih uzoraka nalaze se u neposrednoj blizini rudnika bakra u Majdanpeku što objašnjava povećanu koncentraciju samorodnog bakra.

MALAHIT je predstavljen pojedinačnim zrnima u svega četiri probe: 11, 13, 14 i 25 i nađen je u blizini Rudnika bakra, tj. uzvodno prema Majdanpeku.

ŠELIT (slika 3) je slabo zastupljen na: 21, 22, 23, 24, 25 i 30. stajnoj tački. Orunjeno istražno područje podvlači mineral šelit koji predstavlja rudu volframa sa već gore pomenutim luminescentnim svojstvima (plavo-zelene boje pod UV lampom) i može se javiti u vidu žica sa hidroter-



Slika 4. Pregledna karta zastupljenosti pojedinih asocijacija minerala u šlihovima i potencijalnih oreola mineralizacije duž sliva Šaške reke sa ucrtanim stajnim tačkama: I – potencijalno područje za primarnu Fe-Cu sulfidnu mineralizaciju i mineralizaciju samorodnog bakra; II – potencijalno područje mineralizacije ruda volframa (šelit) i ruda bakra; III – potencijalno područje za polimetalnu hidrotermalnu sulfidnu mineralizaciju; IV – potencijalno područje mineralizacije volframovih ruda sa primesama molibdena (šelit sa molibdenom).

Figure 4. Distribution map of some mineral's association in shlihs and potencional halos of mineralization along the Šaška river: I – The area of primary Fe-Cu sulfide mineralization; II – The area of polymetalic hydrothermal sulfidic mineralization; III – The area of tungsten ore; IV – The area of tungsten ore with molybdenum.

malnim kvarcom. Šelit je na ovom području zastupljen zbog prisustva kristalastih stena (škriljci i graniti) i Gorjanskog granitoida koji ima dominantnu ulogu. Takođe, molibdenit je ograničen Gorjanskim granitoidom (Simić *et al.* 1953).

ŠELIT SA MOLIBDENOM (slika 3) je pronađen u području magnetitskog rudišta Rudne Glave i to u pojedinačnim zrnima na 6, 7, 8, 9 i 10. stajnoj tački. Ovaj mineral je prava retkost jer granitski masivi nisu poznati kao matične stene molibdenskog orunjenja. Molibden se tako zaseban ne može održati, jer je molibdenit u šlihu vrlo nepostojan, troši se i raspada, tako da ga posle nekoliko stotina metara transporta od korenog rudišta i nema. Molibden se održava jedino kao primesa šelitu, koji je izraziti mineral rasipa, i koji se u nanosima lako održava (Simić *et al.* 1953).

Šlihovskom prospekcijom sliva Šaške reke utvrđeno je prisustvo četiri karakteristične asocijacije rudnih i indikatorskih minerala.

Za **prvu asocijaciju** minerala je karakteristično prisustvo pirita i zrna halkopirita, praćeno limonitom i drugim mineralima, što može ukazivati na prisustvo Fe-Cu sulfida u okviru bazičnog vulkanogeno-sedimentnog kompleksa. Halkopirit je srednje zastupljen u šlihovskim probama. Takođe, povećana koncentracija samorodnog bakra se objašnjava prisustvom rudnika Cu Majdanpek kod lokaliteta Rudna Glava (tabela 1).

Za **drugu asocijaciju** minerala vezuje se prisustvo šelita. Karakterističan je za kristalaste škriljce, magmatske stene (graniti i Gorjanski granitoidni masiv). Ovaj mineral sa luminiscentnim svojstvima je srednje zastupljen u šlihovskim probama.

Za **treću asocijaciju** minerala je karakteristično prisustvo minerala antimonita, galenita i auripigmenta. Ovo je asocijacija koja može ukazivati na prisustvo polimetalne niže temperature hidrotermalne mineralizacije u jurskim sedimentima. Pronađena su tri zrna realgara, za čije poreklo ne postoji zadovoljavajuće objašnjenje.

Četvrta asocijacija minerala odlikuje se prisustvom šelita sa molibdenom u istočnom delu od centra Rudne Glave, s obzirom da mineral molibdenit, zbog svojih karakteristika ne može da se akumulira u aluvijalnom nanosu, već se javlja u paragenezi sa šelitom (slika 4).

Zaključak

Na osnovu istraživanja kojem je cilj bio ispitati zastupljenost rudnih i indikatorskih minerala i utvrditi oreole rasejavanja, identifikovano je 35 minerala – 17 petrogenih i 18 rudnih. Takođe su određena i četiri potencijalna područja mineralizacije: područje polimetalne hidrotermalne sulfidne mineralizacije, područje primarne Fe-Cu sulfidne mineralizacije, kao i područje čistih ruda voframa i ruda volframa sa primesom molibdena. Izvedenim prospekcijskim radovima indicirani su sekundarni oreoli rasejavanja metalne mineralizacije slabog intenziteta. U cilju bližeg definisanja primarnih izvora mineralizacije, neophodno je primeniti i druge prospekcije metode, a takođe i progustiti mrežu uzimanja šlihovskih proba. Neophodno je izvršiti oprobavanje svih pritoka Šaške reke bez obzira na količine šlihovskog materijala, kao i detaljnije pratiti koncentraciju minerala šelita, koji je jako redak za istraživano područje.

Zahvalnost. Veliku pomoć pri izradi ovog rada su nam pružili: dipl. inž. geologije Nikola Vuković u SEM laboratoriji, dipl. inž. geologije Nevena Andrić prilikom prosejavanja uzoraka, saradnik Aleksa Vujinović pri tumačenju literaturnih podataka, Andrija Avramović u izradi mapa, Aleksandar Radosavljević kao tehnička podrška, a na terenu veliku pomoć pružio polaznik seminara Geologije, Miljan Barjaktarović.

Literatura

Ćirić M. B. 1996. *Geologija Srbije*. Beograd: Geokarta

Gavrilović Lj., Dukić D. 2002. *Reke Srbije*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva

Petković K. 1976. *Geologija Srbije – Hidrogeologija*. Beograd: Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

SEMLAB 2011. *SEMLAB, Laboratorija za skenirajuću elektronsku mikroskopiju*. Beograd: Rudarsko geološki fakultet

Simić V., Mandić V., Marić S., Divljan M., Nešić S. 1953. Geološka promatranja prilikom prospekcije volframovih ruda u istočnoj Srbiji. *Godišnjak Zavoda za geološka istraživanja NRS*, III: 5.

Stevanović Z. 1991. *Hidrogeologija karsta Karpato – Balkanida Istočne Srbije i mogućnosti vodosnabdevanja*. Beograd: Institut za hidrologiju Rudarsko geološki fakultet Univerzitet u Beogradu

*Dragana Slavković
and Dušanka Kovačević*

Sulfide-Oxide Mineralization of Šaška River

In the basin of Šaška river, which is located between Liškovac mountain and Starica mountain in Eastern Serbia, the panning method has been performed. The purpose of this research was to find the secondary halos of spread diffusion of ore copper minerals, as well as other minerals. Four different areas of mineralization were distinguished: area of primary Fe-Cu sulfide mineralization, area of polymetallic hydrothermal sulfide mineralization, as well as the area of tungsten ore and Mo-bearing tungsten ore. The results are clearly shown in tables and panning maps, where ore and indicator minerals can be observed by the samples in which they are found.

Prilog 1

Tabela 1. Zastupljenost rudnih minerala u šlihovskim probama

ST	Mineral	gale- nit	kasi- terit	mag- netit	biotit	mus- kovit	epidot	limo- nit	halko- pirit	pirit	hema- tit	cina- barit	bakar	mal- ahit	akti- nolit	hal- kozin	enar- git	šelit	šelit sa Mo
1	++	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	+	-	+++	++	++	++	-	++	-	+	+++	+	-	-	-	-	-	-	-
3	+++	+++	+++	+	+++	+++	+	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	+	-	-
4	+	+++	+++	+	++	++	++	+++	-	-	+++	-	-	-	-	+	-	-	-
5	+++	+++	+++	-	-	+	+++	+	+	++	++	+	-	-	-	-	-	-	-
6	++	+	+++	+++	-	-	++	+	-	+	++	-	-	-	-	-	-	+	+
7	+++	+++	+++	+	++	++	+++	+++	-	++	++	+	-	-	+	+	-	+	+
8	+	+	+++	++	+	+	+	+	-	-	++	-	-	-	-	-	-	+	+
9	++	++	+++	++	++	++	++	+++	-	-	++	-	-	-	-	-	+	+	+
10	++	++	+++	++	++	+	++	++	-	-	++	-	-	-	-	-	-	+	+
11	+++	+	+++	+++	+++	+++	+	++	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
12	+	-	++	++	++	-	-	+	+	-	++	-	-	-	+	-	-	-	-
13	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	++	-	+	-	-	-	-	-	-
14	++	++	+++	++	++	++	+	++	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
15	+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	++	++	+	+	-	-	-	-	-	-
16	+	-	+++	+++	++	-	++	++	-	-	++	-	++	-	-	-	-	-	-
17	++	-	+++	+++	+++	+	++	+++	+	-	++	+	+	-	-	-	-	-	-
18	-	++	+++	++	+	+	+	+	+	-	+++	-	++	-	-	+	-	-	-
19	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	+++	+	++	+	-	-	-	-	-
20	-	++	++	++	++	++	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-

Tabela 1 – nastavak

ST	Mineral																		
	gale- nit	kasi- terit	mag- netit	biotit	mus- kovit	epidot	limo- nit	hal-ko- pirit	halko- pirit	hema- tit	cina- barit	bakar	mal- ahit	akti- nolit	hal- kozin	enar- git	šelit	šelit sa Mo	
21	++	-	++	-	++	-	++	++	++	++	+	+	-	-	-	-	+	-	
22	+	+	++	+	+	-	++	+	+	++	-	-	-	-	+	++	+	-	
23	+++	+	+++	+	+++	-	+++	++	++	++	-	+	-	-	-	-	+	-	
24	-	-	++	-	-	-	+++	+	-	+	-	++	-	-	-	-	+	-	
25	+++	++	++	+++	+++	++	+++	+	+	+	+	++	-	-	-	-	+	-	
26	++	++	+++	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	
27	+++	++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	
28	+	++	++	+	++	++	+	+	+	++	-	++	-	-	-	-	-	-	
29	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+	+	+++	-	++	-	-	-	-	-	-	
30	-	++	+	++	+	++	++	+	+	++	-	+	-	-	-	-	+	-	

ST – redni broj mesta uzorkovanja, odnosno šlihovske probe (v. sliku 4)

+ – prisutna pojedinačna zrna (do 10 zrna po probi)

++ – srednja zastupljenost (od 10 do 100 zrna)

+++ – izrazita zastupljenost (preko 100 zrna po probi)

