
Miloš Marjanović, Milica Štrbački, Senka Petrović,
Stevan Jovanović, Danilo Šćepanović

Geološke karakteristike područja u slivu Crne Kamenice

Na području sliva Crne Kamenice na Maljenskom planinskom masivu realizovana su osnovna geološka istraživanja, koja su obuhvatala geološko i hidrogeološko kartiranje, kao i prospekciju mineralnih pojava. Sliv Crne Kamenice se uglavnom sastoji od ultrabazičnih jurskih magmatita koji su predstavljeni harzburgitima sa manje lerzolitita i čistog dunita. Na čitavom istražnom području osnovna stenska masa je u manjoj ili većoj meri serpentinisana. Vode ovog terena su relativno dobrog kvaliteta (kalcijum-magnezijskog karaktera) ponegde sa povišenom koncentracijom amonijaka, nitrata, sulfata i fosfata. Za mineralne pojave u slivu Crne Kamenice najznačajniju ulogu je imala hidrotermalna faza, predstavljena magnezitskim žicama i pratećim pojavama. Od ekonomski interesantnih minerala izdvojaju se hromit, magnezit i hrizotil-azbest.

Uvod

Područje sliva Crne Kamenice, budući da je specifično po svom geološkom ambijentu, veoma je povoljno za izvođenje svih osnovnih geoloških istraživanja. U ovom istraživanju primenjene su osnovne geološke metode: geološko i hidrogeološko kartiranje, i šlihovska prospekcija ležišta. Na taj način došlo se do podataka o opštim geološkim karakteristikama. Istraživanje je izvedeno u cilju određivanja geoloških i hidrogeoloških karakteristika terena i ležišta mineralnih sirovina u slivu, pri čemu su određeni: sastav, starost, sklop stenske mase, kao i mineralni sklop stena, uz evidentiranje hidrogeoloških objekata i osnovnih fizičko-hemijskih svojstava podzemnih voda, kao i pregled metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina.

Fizičko geografski položaj

Sliv Crne Kamenice predstavlja deo šireg sliva Zapadne Morave, lociran u jugoistočnom delu maljenskog planinskog masiva. Reka Crna Kamenica je stava Beloj Kamenici, pri čemu zajedno grade Kamenicu, levu pritoku Zapadne Morave. Tok Crne Kamenice dug je 13.5km i prostire se

Miloš Marjanović
(1983), Požarevac,
Bojane Prvulović
17/42, učenik 3.
razreda Gimnazije u
Požarevcu

Milica Štrbački
(1983), Beograd,
Mirijski bulevar 18,
učenica Prve
beogradske gimnazije

Senka Petrović
(1980), Apatin,
Branka Čopića 26,
student 1. godine
Tehnološko-metalurškog
fakulteta u Beogradu

Stevan Jovanović
(1983), Beograd,
Nade Naumović 36,
učenik 3. razreda
Geološke i
hidrometeorološke
škole "Milutin
Milanković" u
Beogradu

Danilo Šćepanović
(1983), Ratkovo,
Svetozara Markovića
89, učenik 3. razreda
Gimnazije u Odžacima

pravcem S-J. Drenažni sistem je dobro razvijen i sastoji se od većeg broja stalnih i periodičnih tokova. Glavne pritoke Crne Kamenice su Tamnava, Maljenski do, Jarugin i Crni potok. Izvorište joj se nalazi ispod Osečanske straže (975 m). Sliv, površine oko 20 km², simetričan je po pravcu toka. Linija razvođa je prilično složena, pošto hidrografsko razvođe odstupa od topografskog. U pukotinskoj izdani se akumuliraju relativno značajne količine vode i prazne se preko većeg broja izvora slabije izdašnosti (reda 0.1 L/s). Slabo propusna stenska masa, zahvaljujući dubokim pukotinama, nije izolovana od okolnih pretežno krečnjačkih drenažnih sistema (Stevanović 1995; Komatina 1976).

Teren generalno pada od severa ka jugu-jugoistoku sa najvećom razlikom relativne visine između Kraljevog Stola i ušća Crne Kamenice u iznosu od 540 m na distanci od oko 7 km. Kako je izgrađen od magmatita peridotitske grupe, masiv je intenzivnije diseciran drenažnim sistemom Crne Kamenice. U njegovoj strukturi učestvuju kupasta uzvišenja kao i konusni visovi lučnih direktrisa: Zobalac (1101 m), Kraljeva kosa, Veliki Maljen (970 m), Mali Maljen (853 m), Vlasovi (1008 m), Beli Kamen (803 m) i Golo Brdo (712 m).

Geološka građa

Blok Maljena pripada ofiolitskom kompleksu jurske starosti, nastalom pri obdukovanju okeanske kore na kontinentalnu marginu (Antula 1892, Žujović 1893; prema Jovanović 1956). U ovom ofiolitskom kompleksu postoji više sistema navlačenja i razlomnih zona veoma složenih vergenci i unutrašnjih tektonskih odnosa. Maljenski blok je u reversnom odnosu sa mezozojskim tvorevinama na koje naleže. Ispresecan je mnogobrojnim disorjentisanim sistemima pukotinama, a po obodnom delu došlo je do intezivne milonitizacije. Maljensko-suvoborska tektonska jedinica, kojoj pripada istražno područje, graniči se sa Šumadidima longitudinalnim rasedom Boljkovci koji se pruža pravcem SSZ-JJI. Sva kretanja ovog bloka pripadaju post-gornjo-krednoj (Iarnijsko-Iarinejskoj) fazi alpske tektonske epohe (Zeremski 1983).

U periodu 1937-1968 vršena su detaljna istraživanja sedimenata ovog područja sa dosta preciznijom i konkretnijom stratigrafskom analizom (M. Anđelković; M. Simić, D. Pejević; prema 1975). D. Pejević na osnovu marinske makrofaune određuje starost krečnjaka u severozapadnom delu istražnog područja kao senonsko-turonsku.

U okviru opsežnih istraživanja Zavoda za regionalnu geologiju, K. Petković (1981) je utvrdio starost, detaljni litološki sastav i tektoniku Maljena i čitavog kompleksa ofiolita. Prema Petkoviću, u slivu Crne Kamenice preovlađuju ultrabazični magmatiti pretstavljeni harzburgitima sa manje lerzolitima i intrudovanih kumulativa čistog dunita. Radi se o alpi-

notipnim peridotitima, nastalim iz okeanske kore ili gornjeg omotača (ofiolitski kompleks).

1. Harzburgiti dominiraju masivom. Pojkilitske su strukture, masivne tekture, vrlo nepravilnog lučenja. U njihovom mineralnom sklopu konstatovani su olivinski minerali (2-12% Fe_2SiO_4 -fajalitske komponente) i enstatit (bazičan, rombičan piroksen). U oblicima koji prelaze ka lerzolitima konstatovano je prisustvo klinopiroksena. Među ostalim – akcesornim mineralima, evidentirano je prisustvo bitovnita, apatita, spinela, serpentina, bastita, talka, zeolita, uranisanog amfibola, karbonata i oksida gvožđa (magnetit $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Pojave serpentinizacije su vrlo snažno izražene, a silifikacija i karbonitizacija spadaju u retke pojave.

2. Pirokseniti predstavljaju žične stene malih debljina i obično se javljaju na obodu masiva. Pored krupnih kristala orto i klino piroksena prisutan je olivin obično serpentinisani (hidratisan).

3. Troktoliti probijaju harzburgite u vidu žica debljine do 2 m. Sadržje olivin, klinopiroksen, ortopiroksen i bazični plagioklas (bitovnit 75-95% anortitske komponente).

4. Noriti su zastupljeni po obodu sliva i vrlo su retki. Mineralni sklop predstavljen je plagioklasom i to bitovnitom (88-89% An), ortopiroksenom (hipersten oko 20% Fe_2O_3), klinopiroksenom (diopsid), bastitom, magnetitom.

Peridotitski masiv ispresecan je žicama magnezita, hrizotil-azbesta i žilicama opala. Ove žične pojave nastale su sekundarnim zapunjavanjem pukotina najverovatnije prilikom hidrotermalne faze (deponovanjem Mg iz olivinskih minerala i drugih mineralnih asocijacija koje ga sadrže).

Mineralne sirovine

U okviru sliva Crne Kamenice javljaju se mineralne parageneze karakteristične za peridotitske masive. Veliki uticaj tektonskih i vulkanskih faza naizmeničnim kombinacijama inicirao je stvaranje više vrsta mineralnih ležišta. Najznačajnija među njima su magmatska ležišta i to ona stvarana u mezozoiku, za koje se vezuju ležišta hromita – alpinotipna ležišta. Prisutni su i stari rudarski radovi na eksploataciji hroma. Za tercijarni vulkanizam vezuju se pojave olova, cinka, antimona i žive (Janković 1990). Hidrotermalna faza značajna je za žične pojave. Perspektivnost magnezit-skih hidrotermalnih pojava u zonama kontakata serpentinita i neogenih sedimenata proučavao je Marković (prema S. Jankoviću 1990). Kore raspadanja ultrabazita sa pojavama nikla, kobalta i magnezijuma manje su značajne, ali su i pored toga proučavane naročito u novijim istraživanjima. U kori raspadanja uglavnom su prisutne silicijsko-opalska i limonitna zona mada se javljaju i nezonaarne kore raspadanja (Vučović, Popović 1974/75; Jeremić 1975; Vukolić 1975; prema Janković 1996).

Metod

Istraživanje opštih geoloških karakteristika obuhvata identifikaciju velikog broja procesa i pojava, pa su pri realizaciji istraživanja primenjene osnovne aplikativne geološke metode: geološko i hidrogeološko kartiranje i šlihovska prospekcija mineralnih ležišta. U okviru geološkog kartiranja (Dimitrijević 1981) primenjena je makropetrografska analiza, a pri determinaciji sedimenta korišćena je kvantitativna hemijska analiza procentualne koncentracije karbonatne komponente. Hemijskom analizom utvrđen je i procenat silicije u magnezitu.

Rezultati i diskusija

Geološke karakteristike

Istraživani kompleks u slivu Crne Kamenice izgrađen je isključivo od stena peridotitske grupe. Peridotiti su, s obzirom na njihovo regionalno rasprostranjenje i način pojavljivanja, alpinotipnog porekla. Nisu evidentirane, inače vrlo česte, kombinacije sa karakterističnim bazičnim efuzivima i sedimentima tipa rožnaca i peščara.

Prateće pojave u stenskoj masi dosta su mlađe od samih peridotita (diskordantni odnosi). Retke primere predstavljaju jedan manji proboj neogenih sedimenata pretstavljenih psamitolitom, kao i žične pojave magnezita. Proučavanjem stenske mase i njenog mineralnog sklopa, konstatovani su harzburgiti, odnosno olivinsko-ortopiroksenski peridotiti i njihove prateće pojave (pirokseniti u tanjim žicama) kao predstavnici peridotitske grupe. Kako su peridotiti retko svežeg primarnog sastava, javljaju se varijacije između harzburgita i serpentinita na području čitavog sliva.

Boja stenske mase se menja od mrkih do zelenih nijansi, u zavisnosti od stepena serpentinizacije i limonitizacije. Prelom je neravan. Na pojedinim intenzivnije alterisanim izdancima uočena je karakteristična sjajnost i mastan opip agregata serpentinskih minerala. Na izgled stene uticala je, pored tektonike, i selektivna erozija (naročito niz tektonske strukture).

Što se tiče petroloških karakteristika harzburgita, pored pomenute serpentinizacije, treba istaći sledeća osnovna svojstva vezana za način pojavljivanja stene i mineralni sklop. Tekstura harzburgita pretežno je masivna, što je najizraženije u područjima slabijeg tektonskog uticaja i neznatnog površinskog raspada. Zastupljena je zrnasto mikrokristalasta struktura, koja je najverovatnije kombinovana sa pojkilitskom (Petković 1981) što je tipično za peridotite. U zonama rasedanja javljaju se deformisani milonitski fragmenti različite veličine. Sa obzirom na stepen tektonske deformisanosti tih milonita vrlo je verovatno da se javlja kataklaziranost, stoga u

milonitskim zonama nije isključena ni mogućnost promene strukture i sastava mineralnog sklopa.

U okviru relativno homogene stenske mase javlja se samo nekoliko diferentnih pojava koje uključuju retke žice piroksenita, magnezit i pojave neogenih sedimenata u donjem slivu, a u okviru pojedinih rasednih zona i retke pojave aragonitskih proslojaca.

Piroksenitske žice evidentirane su na pojedinim izdancima. Uočavaju se u vidu tamnijih zona u masivnim harzburgitima. Preciznija odredba u okviru litografske determinacije piroksenita nije se mogla utvrditi bez mikropetrografske analize. Sa obzirom na harzburgitsku stensku masu verovatno su izgrađeni od ortopiroksena (tipa bronzita ili hiperstena).

Magnezit je kompaktna, mikrokristalasta struktura, konstituisan u vidu žica debljine do 20 cm i impregnacija koje su najčešće u oblozi pukotina. Mlečno bele je boje, mestimično dispergovan gvoždevitim komponentama koje su iscirkulisale kroz pukotine i rasede. Na pojedinim žicama uočava se zonarna migracija fragmenata harzburgita, što sugeriše na nastanak magnezita posle primarne tektonske faze.

U donjem delu sliva Crne Kamenice konstatovani su neogeni sedimenti. Njihovo tačno rasprostranjenje nije evidentirano zbog guste vegetacije. Debljina sloja ovih sedimenata takođe nije bila podložna bilo kakvoj konstataciji. Globalno je taj proboj ograničen na Drenovačko polje. Sediment je determinisan kao psamitolit slabe dijageneze, žučkaste do sivkaste boje sa malim sadržajem CaCO_3 (prema hemijskoj analizi 0.2% CaCO_3 u uzorku).

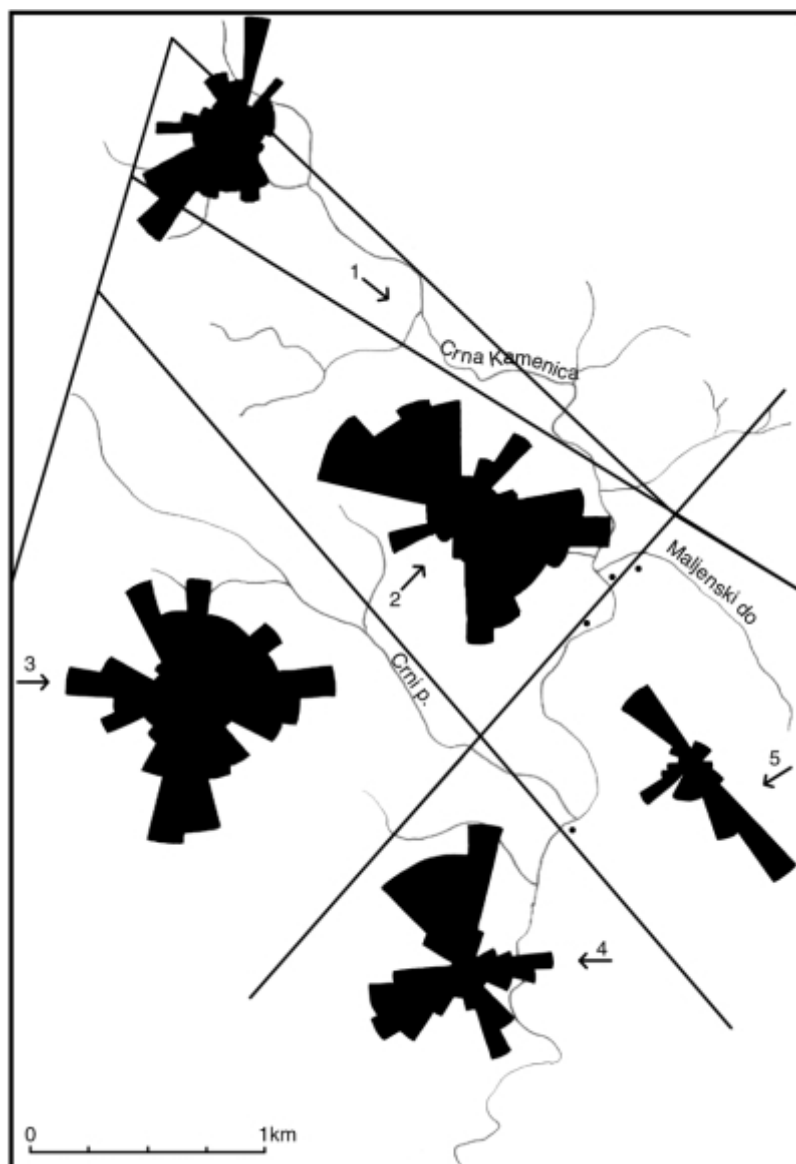
Recentne tvorevine u aluvijalnim nanosima predstavljene su poglavito konglomeratima, glinovite cementacije, vrlo slabe dijageneze. Fragmenti su srednje krupnoće, dosta zaobljeni. Slojevi su debljine oko 80 cm.

U mineralnom sklopu dominiraju olivini i pirokseni. Što se tiče olivina, najverovatnije se radi o intermedijarnim predstavnicima tipa hrizolita. Ovi hrizoliti su, budući da pripadaju olivinima sa dosta magnezije, značajni za sekundarne procese nastanka žica i skrama. Javljaju se u kriptokristalastim agregatima, neravnog do školjkastog preloma, tvrdine oko 7. Najčešće su mutni, ali ima i prozračnih, zelenkaste do crne boje. Pošto su hemijski nestabilni lako se hidratišu u serpentine (pseudomorfoze serpentina po olivinu) koji su dominantni u donjem i srednjem delu sliva. S obzirom na magnezitske pojave pirokseni najverovatnije pripadaju enstatit-hiperstenskoj seriji, odnosno rombičnim piroksenima. Nalaze se u krupnijim, pojedinačnim, ksenomorfnim zrnima u kojima često ima fragmenata sitnih olivinskih inkluzija.

Na kartiranom području najčešći su agregati serpentina determinisani kao bastit. Reč je o rešetkastom agregatu koji sadrži hrizotil, antigorit, lizardit i serpofofit. Rešetkasta struktura ovih agregata usaglašena je sa

pravcima cepljivosti mineralnog fundamenta, što ukazuje na piroksensko poreklo ovog bastita.

Na terenu su konstatovane brojne i raznovrsne tektonske strukture koje ukazuju na vrlo intenzivnu tektonsku aktivnost vezanu za proces obdukcovanja fragmenta okeanske kore. Javljaju se tektonski blokovi (međusobno odvojeni većim rasedima) različitih vergenci kretanja. Generalni pravac kretanja blokova prema preliminarnoj rekonstrukciji (slika 1) ima složen mehanizam: između dva osnovna bloka pravca kretanja Z-I i SI-JZ vergiraju sitniji blokovi. Njihovi pravci utvrđeni su statističkom obradom ele-



Slika 1.
Tektonska karta kretanja blokova na području sliva Crne Kamenice (pune linije označavaju rasede; tačke označavaju izvore; strelice označavaju pravce kretanja blokova)

Figure 1.
Tectonic map of block movement in the river basin of The Crna Kamenica (full lines represent faults; spots represent springs; arrows represent the block's movement direction)



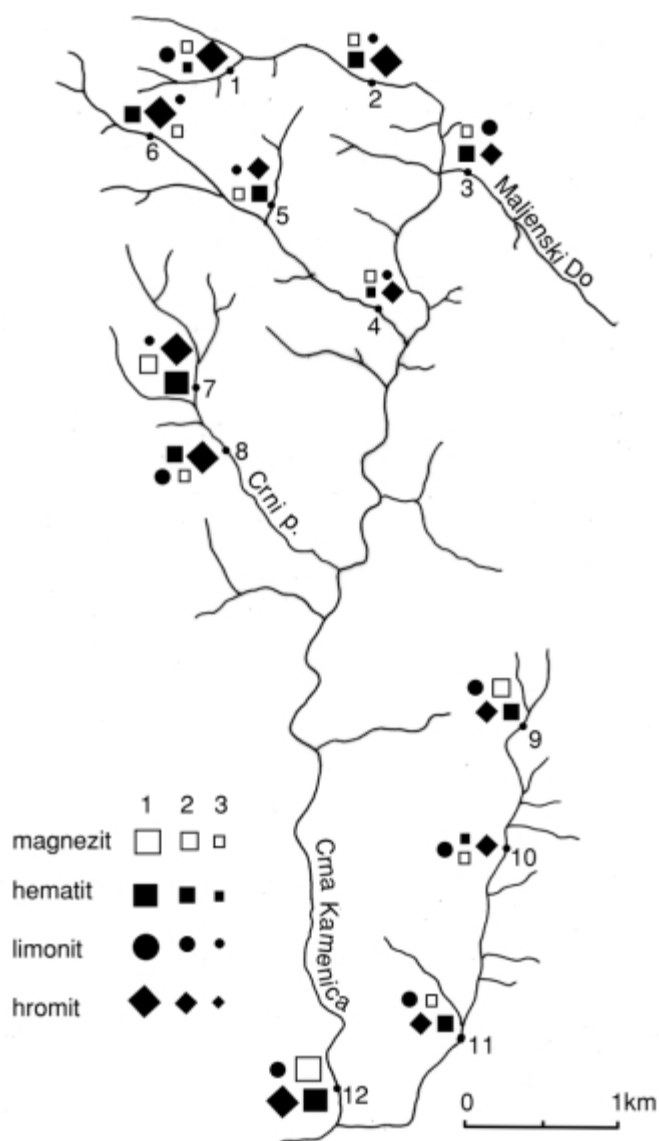
Slika 2.
Šmitov dijagram
populacija pukotina
na istražnom području

Figure 2.
Schmith's diagram of
fracture population in
the researched area

menata pada tektonskih struktura, prvenstveno pukotina. Pravci kretanja blokova određeni su na osnovu orijentacije tenzionih pukotina (slika 1). Ove pukotine se generalno pružaju pravcem I-Z, dok se ostali genetski tipovi pukotina javljaju pretežno nepravilno i disorijentisano, ali se može izdvojiti manja grupa pukotina (verovatno pukotine smicanja) pravca pružanja JZ-SI (slika 2). Na Šmitovom dijagramu (slika 2) uočavaju se glavni maksimumi i submaksimumi rasejani u π -pojasu dijagrama. Pojas rasejanja lučno je orijentisan između dva glavna maksimuma. Ovo rasejanje ukazuje na manja odstupanja položaja populacije tenzionih pukotina i to tako da su promene azimuta manje, a promene padnog ugla više izražene u populaciji. Na osnovu toga se može konstatovati da je stenska masa bila izložena višestrukom dejstvu sila u različitim periodima. Kompleksne strukture i sistemi pukotina proizilaze iz nisko duktilnih osobina stenske mase.

Mineralne pojave

U slivu Crne Kamenice među mineralnim asocijacijama preovlađuju pojave Fe-Mg karaktera, što je u skladu sa geološkom građom terena. Dominira crni šlih i magnetična frakcija u njemu. Uzorkovano je 45 šlihovskih proba. Konstatovane su metalne i nemetalne mineralne sirovine, koje su nastale ili primarno magmatski ili sekundarnim procesima, hidrotermalne faze i faze infiltracije. Od ekonomski interesantnih minerala javljaju se minerali gvožđa i hroma (slika 3), kao i nemetalni minerali: magnezit, azbest, opal i talk.



Slika 3.

Karta zastupljenosti minerala gvožđa i hroma (1 – veoma zastupljen; 2 – srednje zastupljen; 3 – slabo zastupljen)

Figure 3.

Concentration map of iron and chromium minerals (1 – high concentration; 2 – medium concentration; 3 – low concentration)

Minerali gvožđa (Fe_3O_4 , Fe_2O_3 i $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

U nanosima Crne Kamenice konstatovana su zrna magnetita, hematita i limonita po magnetitu ili limonita u vidu skrama. Magnetit čini 5-40% frakcija, a može se pretpostaviti da je praćen titanomagnetitom, koji se takođe izdvaja u fazi gravitacione diferencijacije (primarni magnetit). U centralnom i severoistočnom delu istražnog područja uočene su povećane koncentracije minerala gvožđa, na šta ukazuju deblje limonitske skrame. U ovom delu sliva zapažena je i intenzivna serpentinizacija petrogenih minerala u stenskoj masi, što dovodi u neposrednu vezu serpentinizaciju i limonitizaciju. U procesu serpentinizacije olivina i piroksena pored serpentinjskih minerala stvaraju se sekundarni magnetit i hematit od viška Fe_2O_3 i FeO (martitizacija magnetita u hematit) i limonit (nastao površinskim raspadom silikata, karbonata i minerala gvožđa). Magnetit i drugi minerali gvožđa detektovani su samo u domenu pojava.

Hromit (FeCr_2O_4)

U šlihu se javljaju slabo do srednje zastupljeni hromit i hromitski spinel. Sitna mineralna zrna hromita, crne boje i polumetalčne sjajnosti primećena su u valucima peridotita Maljenskog dola. Spinel se u šlihu javlja u vidu tankih ploča mrke do svetlo crvene boje. Hromit, kao i magnetit nastao je u gravitacionoj diferencijaciji. Prospektovane koncentracije hromita zastupljene su takođe na nivou pojava.

Magnezit (MgCO_3)

Duž sliva se javljaju magnezitske žice dužine do 30 m i debljine 0.5-50 cm. Ovaj magnezit je izuzetno čist, snežnobeke boje karakterističnog školjkastog preloma i tvrdine oko 4. Javlja se u kriptokristalastim agregatima. Kompaktan je, mestimično impregnisiran limonitom. Na osnovu hemijske analize uzoraka, utvrđena je njegova slaba silifikacija.

Nešto veće pojave locirane su u južnom delu sliva, na kontaktu sa neogenim sedimentima. Geneza masivnijih žica je označena kao hidrotermalna i to lateralno sekrecionog tipa, dok se sitnijim akrecijama i skramama pripisuje poreklo iz kore raspadanja. U oba slučaja (bilo da je reč o hidrotermalnim solucijama ili o površinskom raspadu), došlo je do izdvajanja feromagnezijskih komponenata iz okolne harcburgijske mase. Kako su sve petrogene mineralne asocijacije Fe-Mg karaktera (olivini i pirokseni), dolazi do ispiranja magnezijuma i njegove karbonitizacije u magnezit, dok se gvožđe hidratise u limonit. Karbonatne komponente sa kojima se vezuje Mg dobijaju se od piroksena koji pri raspadanju daju kalcit, limonit, opal i kalcedon.

Hrizotil azbest ($\text{Mg}_3\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_9$)

Vlaknasti hrizotil azbest nađen je na nekoliko izdanaka u žicama debljine 15-20 cm. Svetlo sive je do svetlo zelene boje, sa relativno dugim vlaknima koja se pružaju konkordantno sa pukotinama. Nastao je u procesu serpentinizacije.

Talk se javlja u vidu svetlucavih akrecija svetlo sive boje i nastao je hidrotermalno.

Opal ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) nalazi se u sitnim žicama debljine 1 mm. Svetlo plave je do mlečno zelene boje, tvrđine oko 7. Nastao je od viška silicije i vode u procesu serpentinizacije.

Aragonit (CaCO_3)

Aragonitski, kalcijско karbonatni proslojci se pojavljuju uporedo sa rasednim zonama. Evidentirani su u blizini samih raseda i izvora. Genetski su najverovatnije vezani za koru raspadanja piroksena.

Prisutne su još i manje rasprostranjene opalske impregnacije, takođe vezane za raspadanje petrogenih minerala piroksena, olivina i serpentina.

Hidrogeološke pojave

Prilikom hidrogeološkog kartiranja uzeto je 45 uzoraka voda za hemijsku analizu. Od toga 8 je uzeto sa izvora, a ostalo sa tokova: C. Kamenice, Pejovog potoka, Crnog potoka, Maljenskog dola, Jaruginog potoka i manjih pritoka.

Na području sliva Crne Kamenice najzastupljeniji je pukotinski tip izdani, a na osnovu tektonskih karakteristika stenske mase može se očekivati pojava složenijih sistema izdanih akumulacija (lebdeća izdani). Serpentinisani peridotiti nemaju intergranularnu poroznost, pa su, osim u zonama dubokih pukotina, potpuno nepropusni. Samim tim poseduju dobre kolektorske i retenzivne sposobnosti, pa se javlja veći broj izvora. Izvori su slabe izdašnosti – voda je atmosferskog porekla, a infiltracija je dosta brza. Aluvijon kao nosilac slabo vezanih sedimenata predstavlja zonu pojavljivanja freatske izdani. Freatska izdani je u odnosu na pukotinsku daleko manje rasprostranjena. Prihranjivanje ove izdani vrši se na račun površinskih voda i atmosferskog taloga.

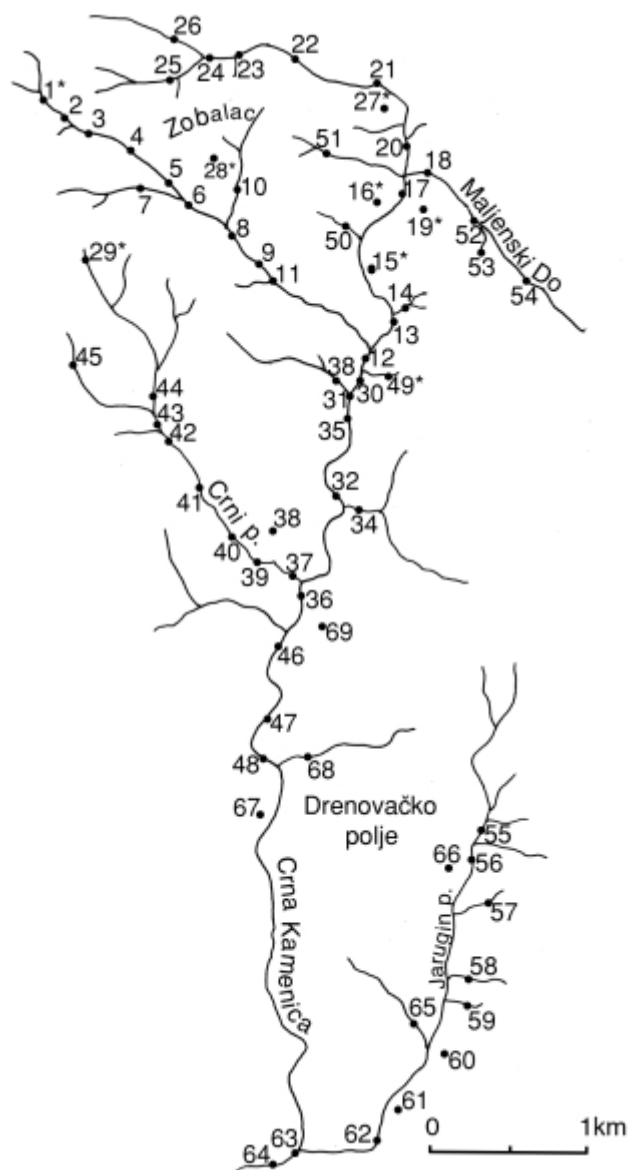
Čitav drenažni sistem je generalno niskog vodostaja i slabog proticaja. Mestimično se u koritima tokova javljaju akumulacije, ali i suva korita, što je uslovljeno klimatskim i geomorfološkim prilikama.

Na većini kartiranih objekata voda je jedva primetno obojena do bezbojna, slabo opalescirajuće mutnoće, na izvorima prozračna. Uglavnom je bez mirisa, izuzev na mestima većih nanosa u donjem delu sliva. Specifična provodljivost se kretala od 130 do 200 S/cm, sem na izvorima gde je dostizala i do 440 S/cm. Vrednost pH kretala se u intervalu od 6 do 7.

Od osam kartiranih izvora, 3 po svojim fizičkim svojstvima i hemijskim parametrima odgovaraju vodi za piće (stajne tačke 19, 27, 29). Ostali izvori imaju uglavnom povišene koncentracije NO_2^- i NH_4^+ jona, što ukazuje na zagađenja zoogenog porekla.

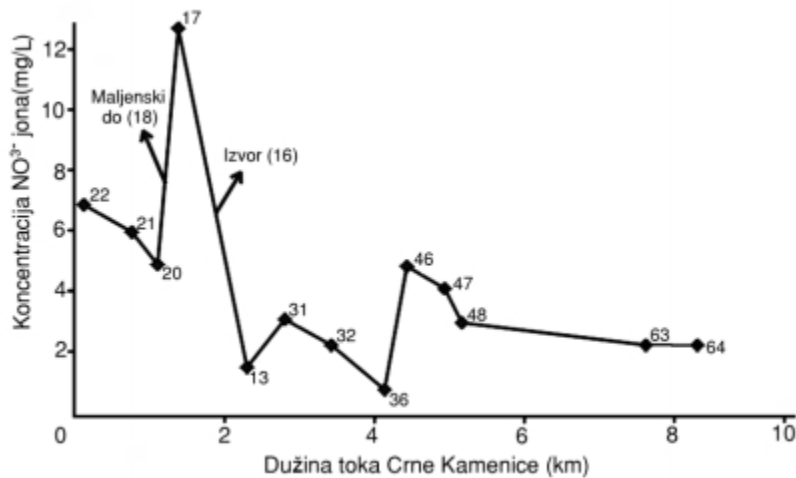
Sa Crne Kamenice uzeto je 12 uzoraka, a sa njenih pritoka 22, pa je praćen uticaj pomenutih pritoka na hemizam voda Crne Kamenice (slike 5 i 6). Voda je hidrokarbonatno-magnezijskog tipa, a retko karbonatno-kalcijumskog (zbog povećanja pH vrednosti).

Prva veća desna pritoka je Pejov potok za čije je vode karakteristično da uopšte nemaju nitritnih jona i imaju veoma malo amonijum jona, tako da u gornjem slivu nema zagađenja. Na sledećoj desnoj pritoci počev od stajne tačke 1 konstantno raste koncentracija SO_4^{2-} jona da bi naglo opala od stajne tačke 11 (slika 4). U izvorišnoj zoni ove pritoke primećene su lokacije kontaminirane NH_4^+ jonom. Te lokacije uključuju izvore na stajnim tačkama 1 i 28, kao i mesta na samom toku. Na Crnoj Kamenici, nizvodno od stajne tačke 12 konstatovano je zagađenje nitritima. U Crnu Kamenicu se ulivaju dve leve pritoke: Maljenski do, koji povećava koncentraciju NO_3^- jona i mala pritoka sa koje je uzet uzorak 14 (slika 4),



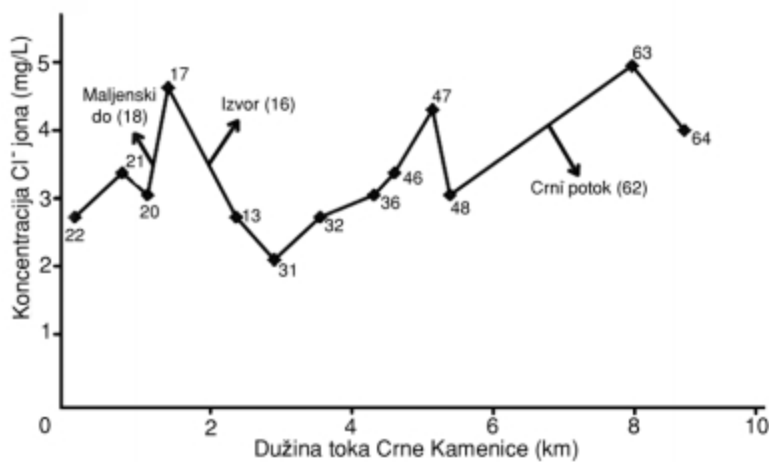
Slika 4.
Karta uzorkovanja hidroloških i hidrogeoloških objekata (stajna tačka sa zvezdicom predstavlja izvor)

Figure 4.
Map of sampling locations of hydrological and hydrogeological objects (location spot with an asterisk represents the spring)



Slika 5.
Koncentracija
nitratnog jona duž
toka Crne Kamenice

Figure 5.
Concentration of
nitrate ion along the
course of The Crna
Kamenica river



Slika 6.
Koncentracija
hloridnog jona duž
toka Crne Kamenice

Figure 6.
Concentration of
chloride ion along the
course of The Crna
Kamenica river

koja svojim vodama snižava koncentracije svih hemijskih parametara. Crni potok je većim delom suv sem na svom izvorištu i ušću. Vode Crnog potoka osetno utiču na povećanje koncentracija SO_4^{2-} i Cl^- jona (slika 5), kao i na smanjenje NO_3^- i NO_2^- jona (slika 6). Jarugin potok je poslednja leva pritoka koja bitno utiče na smanjenje koncentracija hloridnih i sulfatnih jona.

Povećane koncentracije Mg^+ jona javljaju se najčešće u tokovima koji su neposredno povezani sa razvijenijim sistemima magnezitskih žica, odnosno tamo gde u stenskoj masi preovlađuju olivini magnezijevskog tipa. To se poglavito odnosi na srednji sliv Crne Kamenice – masiv u podnožju Zobalca i na donji sliv u blizini Drenovačkog polja (slika 4).

Zaključak

Maljenski masiv u okviru sliva Crne Kamenice odlikuje se izuzetnom homogenošću geološko-hidrogeoloških svojstava. Geološkim kartiranjem praćene su relativno male varijacije u sastavu stenske mase, prvenstveno u pogledu stepena serpentinizacije mineralnog sklopa harzburgita i eventualno po pitanju nekih žičnih pojava, serpentinskih tvorevina u srednjem i donjem slivu Crne Kamenice. Uzevši u obzir petrološke karakteristike ekonomski značaj harzburgita je neznatan. Uticaj sastava terena odrazio se na karbonatno-kalcijumski i hidrokarbonatno-magnezijumski karakter vode, kao i na mineralne pojave primarnog magmatskog tipa i sekundarnog, pretežno hidrotermalnog tipa, sa pratećim mineralizacijama hromita i magnetita od metaličnih i magnezita, opala i azbesta od nemetaličnih. Sa mineraloškog aspekta ekonomska perspektivnost područja u slivu Crne Kamenice je niska. Stratusi hromita i magnetita nisu konstatovani, pa se zastupljenost ovih minerala karakteriše kao pojava, što ipak ne isključuje mogućnost prisustva ležišta tektonski izmeštenog u dublje zone ofiolitskog kompleksa. Nešto značajniji, su možda čak i eksploatacioni potencijali ruda nemetala (magnezita i azbesta). Evidentirane strukture tektonskog sklopa (prvenstveno rasedi) po svom pružanju odgovaraju položaju kartiranih izvora (slka 1), pa se ti izvori mogu definisati kao pukotinski izvori uzlaznog i barijernog tipa. Što se tiče hemizma vode Crne Kamenice, primećeno je da se koncentracije većine jona duž toka ne menjaju pravilno, već da ove vrednosti osciluju u zavisnosti od hemizma mnogobrojnih pritoka. Mes-timična zagađenja u ovom slivu uglavnom su okarakterisana povećanom distribucijom amonijaka (zoogena zagađenja).

Literatura

- Čirić B. 1975. *Ofiolitski kompleks i melanž u Dinaridima*. Beograd: Srpsko geološko društvo
- Dimitrijević M. 1981. *Geološko kartiranje*. Beograd: Naučna knjiga
- Janković S. 1990. *Rudna ležišta Srbije*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet
- Janković S. 1996. *Serpentinske kore raspadanja*. Beograd: Geoinstitut
- Jovanović B. 1956. *Reljef sliva Kolubare*. Beograd: Srpska akademija nauke i umetnosti
- Komatina M. 1976. *Hidrogeologija Šumadije*. Beograd: Zavod za geološka i geofizička istraživanja
- Petković K. 1981. *Geologija Srbije – Magmatizam*. Beograd: Zavod za regionalnu geologiju
- Petković K. 1981. *Geologija Srbije – Tektonika*. Beograd: Zavod za regionalnu geologiju

Stevanović Z. 1995. *Vodni mineralni resursi litosfere Srbije*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet

Zeremski M. 1983. *Tragovi neotektonskih procesa u reljefu Zapadne Srbije*. Beograd: Geografski institut

Miloš Marjanović, Milica Štrbački, Senka Petrović, Stevan Jovanović, Danilo Šćepanović

Geologic Characteristics of the Area in the River Basin of Crna Kamenica

Fundamental geological research has been derived during July 2002 in the river basin of Crna Kamenica on mount Maljen in Western Serbia and it included elementary geological applicative methods: geological and hydrogeological mapping and heavy mineral sampling. Geological mapping included standard facies analyses, as well as chemical analyses in the purpose of easier determination of sediments (comparing certain carbonate and silicate component concentrations in samples). Besides this, the aim of this research was to collect data on basic geologic features of the basin.

The entire researched area turned out to be very homogenous concerning its geological and hydrogeological characteristics. Rare variations in the stone mass have been observed, primarily related to a different metamorphosis stage of stone and dike phenomena. Geological structure contains harzburgites, mostly serpentinized, rare pyroxenite and magnesite dikes and Cenozoic sediments located in the south section of the basin. As for physical characteristics of harzburgites, their economical significance is inconsiderable. Geological setting has influenced the underground water character and mineral associations, presented by chromite, magnetite, magnesite, opal and asbestos. The hydrothermal phase was of great importance for mineral genesis and caused the appearance of magnesite dikes. Absence of ore layers imposes defining magnetite and chromite concentrations as inconsiderable in terms of economy, while magnesite and asbestos dikes proved to have exploitative potentials. Tectonic structures are noticed to be corresponding with springs' emplacement, which makes it possible to define them as rupture springs of ascendant and barrier type. Surface and underground waters in the river basin of Crna Kamenica are characterized as hydrocarbonate-magnesium water type with locally increasing concentration of ammonia, nitrites, sulfates and phosphates. It has been noticed that concentration of certain ions in water interchanges irregularly along the Crna Kamenica river flow, because of the river confluents' different chemical content. Locally detected pollution concerns the increased ammonia concentration.

