

## KVALITET OPROBAVANJA PRI ISTRAŽIVANJU MINERALNIH SIROVINA NA PROSTORU ZAGRAĐA

### QUALITY SAMPLES WITH INVESTIGATIONS MINERAL MATERIALS EXPLORATIONS FOR LOCATED ZAGRAĐE

Sladana Krstić, dip. inž. geologije  
Miroslava Maksimović, dip.inž. geologije      Goran Pačkovski, dip.inž. geologije  
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor  
Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, R. Srbija

#### REZIME

*U ovom radu je prikazana geografska, topografska i geološka pozicija Zagrađa kao i kvalitet oprobavanja pri istraživanju mineralne sirovine.*

**Ključne riječi:** karakteristike, kvalitet oprobavanja, istraživanje, bušotina.

#### SUMMARY

*This paper shows geographical, topographical and geological position Zagrađe and quality samples for investigations mineral materials.*

**Key words:** geological characteristics, quality samples, investigations, drillholes.

#### 1. UVOD

Prostor koji se u ovom radu izlaže nalazi se zapadno od postojećeg ležišta krečnjaka „Kop 5“ i Fabrike krečnjaka Zagrađe (eksploataciono polje Rudnika bakra Bor-RBB) i južno od sela Donja Bela Reka, kod Bora.

Polazeći od rezultata dosadašnjih istraživanja, može se zaključiti da je stepen istraženosti krečnjaka na istražnom prostoru nizak. Detaljna geološka istraživanja, sistemom istražnog bušenja, vršena su istočno i južno od istražnog prostora, u eksploatacionom polju RBB-a, u okviru kog je eksploatisan i eksploatiše se krečnjak (“Kop 2”, “Kop 3”, “Kop 4” i “Kop 5” - Fabrika krečnjaka Zagrađe).

Osnovni cilj i namena geoloških istraživanja na istražnom prostoru “Zagrađe”, je da se na osnovu minerogenetske i geološke analize i prognoze, kao i na osnovu dosadašnjih rezultata istraživanja na širem prostoru ovog područja, izvrše geološka istraživanja do nivoa detaljnih, da bi se dobili potrebni podaci neophodni za izradu Elaborata o rudnim rezervama.

Sistematizacija dobijenih podataka, izrada Elaborata o izvršenim geološkim istraživanjima dovela bi dato područje u smislu istraženosti do faze izrade Elaborata o rezervama karbonatne sirovine i tehničkog građevinskog kamena (krečnjaka) a samim tim bi se stvorili uslovi za eksploataciju odnosno otvaranja kopa.

Prostor Zagrađe prema genetskom tipu mineralne sirovine pripada sedimentnim ležištima klastičnih (mehaničkih) sedimenata. Po svojim genetskim karakteristikama, uslovima mobilizacije, prenosa i načina deponovanja mineralne komponentepodručje se svrstava u prelazni tip između tipičnog aluvijalnog i morskog sedimentnog ležišta barijernih sprudova, koje je obrazovano na izvesnom rastojanju od obale u litoralnoj zoni u toku regresivne faze. Kao osnova za ovu klasifikaciju je poslužila klasifikacija Vinogradova (1951, 1962). Očekivani rezultati su pronalazak ležišta kvalitetne karbonatne sirovine (krečnjaka) koja se može koristiti za dobijanje kreča; za tehnički građevinski kamen (za proizvodnju agregata za beton, agregata za srednji i lak saobraćaj- tucanika i sl.), itd. Za ovakav stav potporu nalazimo u činjenici da formacija krečnjaka, koja je predmet istraživanja, pripada istoj geološkoj jedinici (po starosti i mineraloško – petrološkom sastavu) kojoj pripada i ležište krečnjaka “Kop 5”, koje se nalazi na ovom području (istočno od traženog istražnog prostora).

## 2. GEOLOGIJA PROSTORA ZAGRAĐE

Geološku građu šire okoline istražnog prostora čine: masivni i bankoviti krečnjaci ( $J_3^3$ ), jedri bankoviti krečnjaci ( $K_1^{1,2}$ ), peskoviti i glinoviti krečnjaci ( $K_1^{3,4}$ ), laporci i laporoviti krečnjaci ( $K_2^{2,3}$ ), tufovi hornblenda-biotit, hornblenda i hornblenda-piroksen andezita ( $K_2^{2,3} \alpha \text{hb}$ ), hornblenda andeziti sa piroksenom ( $\alpha \text{hpy } K_2^{2,3}$ ), konglomerati, šljunkovi, peščari i peskovite gline ( $M_3^1$ ) i sipar (S).

Produktivna serija krečnjaka, gornjojurske starosti, izgrađena je od: bankovitih i slojevitih, sprudnih i subsprudnih krečnjaka (sa malim sadržajem silicije i glinenih materija), bele boje, koji konkordantno zaležu preko sedimenata srednje jure, dogerskih peščara i peskovitih krečnjaka. Debljina titonskih sedimenata iznosi između 150 i 200 m.

Istražni prostor Zagrađe izgrađen je od bankovitih krečnjaka, sprudnih, belih ili žućkastih kristalastih krečnjaka.

Krečnjaci su sedimentne karbonatne stene izgrađeni, u osnovi, od kalcita, u manjoj meri od aragonita. Najčešće primese u krečnjacima su: dolomit, siderit, minerali iz grupe glina, organska materija, vulkanogeni materijal i dr. Hemijski sastav i fizičko-mehaničke osobine krečnjaka zavise od zastupljenosti primesa, što utiče i na njegovu primenu u industriji i građevinarstvu.

Tokom jurske transgresije, kojom su u donjem lijasu zaplavljeni tereni Golog krša, došlo je do taloženja karbonatnih sedimenata. Sedimentacija se vršila postupno bez hijatusa. Tokom jurske periode taložile su se slojevite, bankovite do masivne karbonatne tvorevine, naročito u gornjoj juri.

Po pružanju, krečnjaci su utvrđeni na dužini većoj od 1,5 km, pravcem sever, severozapad – jug, jugoistok, i na širini od 400 do 800 m.

Šire područje ležišta pripada geotektonskoj jedinici timočka sinforma i njenoj strukturnoj jedinici monoklinali Stola i Golog Krša.

## 3. PROJEKTNA REŠENJA PROCESA GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Na osnovu analize i sinteze dosadašnjih istraživanja i literaturnih podataka, definisani su koncepcija i metodologija istraživanja.

Osnovni cilj geoloških istraživanja prostora Zagrađe, je da se, u skladu sa prikupljenim podacima o rezultatima dosadašnjih istraživanja šire okoline istražnog prostora, izvrši izbor

optimalnih projektnih rešenja (vrsta i obim radova) za predstojeća istraživanja u cilju pronalazanja ležišta kvalitetnog krečnjaka.

Realizacijom Projekta istraživanja utvrdiće se geološke karakteristike i morfološka obeležja ležišta, kao i rezerve do nivoa B+C<sub>1</sub> kategorije, dok će se sistematskim oprobavanjem radova utvrditi srednji sadržaj korisnih i štetnih komponenti, kao i glavna tehnološka svojstva mineralne sirovine za odgovarajuću njenu pripremu, preradu i primenu, u laboratorijskom i poluindustrijskom obimu ispitivanja.

Geološkim istraživanjem primeniće se kompleksne metode istraživanja, koje obuhvataju sledeće radove: rekognosciranje terena i reambulacija geološke karte, geodetske radove, geološke radove, istražno bušenje, studijska ispitivanja, laboratorijska i tehnološka ispitivanja u laboratorijskom i poluindustrijskom obimu. Geološko istraživanje biće praćeno geološkim kartiranjem i oprobavanjem jezgra bušotina radi ispitivanja kvaliteta i kvantiteta mineralne sirovine: uzimaće se uzorci za mineraloško–petrološka ispitivanja; vršiće se geomehanička ispitivanja radi sagledavanja mogućnosti eksploatacije mineralne sirovine. Ispitivanje kvaliteta obuhvata uzimanje proba mineralne sirovine za hemijska i tehnološka ispitivanja.

Na osnovu studijskih istraživanja, izvršiće se ocena potencijalnosti istraživanog prostora Zagrade, odnosno izdvajanje najperspektivnijih delova prostora u cilju pronalazanja kvalitetnih krečnjaka, uz neznatne istražne radove (rekognosciranje terena, reambulacija geološke karte, oprobavanje izdanaka i raskopa, ređa mreža istražnog bušenja). Planirano je da se izvrši rekognosciranje površine terena od oko 1 km<sup>2</sup>, kao i bušenje 10 bušotina.

Nakon realizacije Projekta istraživanja i interpretacije dobijenih rezultata, očekuje se da se pouzdanije utvrde geološke karakteristike ležišta (obim, razmera, uslovi zaleganja), kvalitet mineralne sirovine, utvrde rezerve do nivoa B+C<sub>1</sub> kategorije, i ocenili bi se geološki, tehničko – eksploatacioni, tehnološki, tržišni, regionalni i socijalno – ekonomski faktori i odgovarajući pokazatelji istraživanja.

Nakon sagledavanja svih ovih rezultata istraživanja, izvršili bi se po potrebi dodatni istražni radovi (izrada probne etaže i drugi istražni radovi), sintetizovali dobijeni rezultati istraživanja kroz izradu Elaborata o izvršenim geološkim istraživanjima i Elaborata o rudnim rezervama

### **3.1. Projektna rešenja procesa geoloških istraživanja**

U toku realizacije Projekta istraživanja primeniće se sledeće metode i vrste istražnih radova:

- Studijska istraživanja;
- Rekognosciranje i reambulacija terena;
- Geodetski radovi;
- Geološki radovi;
- Istražno dubinsko bušenje;
- Rudarski radovi – izrada raskopa i probne etaže;
- Inženjersko – geološka istraživanja;
- Laboratorijska ispitivanja;
- Petrološko-Mineraloška ispitivanja;
- Tehnološka ispitivanja i
- Hidrogeološka istraživanja.

## **4. OPROBAVANJE**

- ❖ Pri kartiranju istražnih radova vrši se oprobavanje istih;
- ❖ Proba ili uzorak zajedno sa etiketom se stavlja u odgovarajuću ambalažu;
- ❖ Etiketa mora sadržati sledeće podatke:

- lokacija, oznaka i broj lokacije reambulacije terena uzetog uzorka, vrsta uzorka, vrsta opita, datum uzimanja uzorka i lice koje je izvršilo uzorkovanje;
- oznaka i broj raskopa, broj uzetog uzorka, mesto uzetog uzorka, interval uzetog uzorka, vrsta uzorka, vrsta opita, datum uzimanja uzorka i lice koje je izvršilo uzorkovanje;
- oznaka i broj bušotine uzetog uzorka, broj uzetog uzorka, interval uzetog uzorka, vrsta uzorka, vrsta opita, datum uzimanja uzorka i lice koje je izvršilo uzorkovanje;
- lokacija, oznaka i broj lokacije odnosno etaže, interval uzetog uzorka, vrsta uzorka, vrsta opita, datum uzimanja uzorka i lice koje je izvršilo uzorkovanje.

#### **4.1. Oprobavanje izdanaka raskopa**

Na početku istraživanja, ovo oprobavanje vršiće se radi dobijanja preliminarnih rezultata o kvalitetu krečnjaka na istražnom prostoru, sa ciljem usmeravanja daljih istražnih radova. Probe bi se uzimale pri rekognosciranju terena, po retkoj mreži, uzimanjem podjednake količine materijala sa izdanaka na površini terena.

#### **4.2. Oprobavanje jezgra bušotina za hemijska i tehnološka ispitivanja**

Bušenje istražnih bušotina u toku istraživanja ukupno 10 bušotina, ukupne dužine 500 m. Završni prečnik bušenja ne sme biti manji od 76 mm, zbog uzimanja uzoraka za fizičko – mehanička ispitivanja.

Geološki podaci dobijeni kartiranjem jezgra bušotine beleže se u dnevnik kartiranja. Osim geoloških podataka u dnevnik kartiranja unose se i drugi podaci: broj bušotine, lokacija, rudno telo, koordinate bušotine, promer jezgra, azimut i ugao bušenja, dužina bušotine i procenat izvađenog jezgra. Pri geološkom kartiranju jezgra bušotine veoma je važno sistematsko uzimanje proba za: mikroskopska (petrolska) ispitivanja, geomehanička ispitivanja, ispitivanje kvaliteta mineralne sirovine, tehnološka i druga ispitivanja.

U toku izvođenja istražnog dubinskog bušenja postavljeni su sledeći kriterijumi:

- ❖ U svim litološkim članovima minimalni procenat izvađenog jezgra iz bušotina mora biti veći od 75%;
- ❖ Po dužini izvađenog jezgra za hemijska ispitivanja za probu uzimati celokupan materijal jezgra, dužine 2 m;
- ❖ Jezgro dobijeno pri bušenju reda se u sanduke dužine 1 m, širine 60-70 cm.

Kvalitet mineralne sirovine ispituće se na uzorcima dobijenim oprobavanjem jezgra bušotina. Procenat izvađenog jezgra, svake pojedinačne bušotine, treba da bude veći od 75%, što dozvoljava određivanje kvaliteta samo na osnovu oprobavanja jezgra, a ne i isplake. Vršiće se oprobavanje određenih intervala, odgovarajućim metodama, u zavisnosti od vrste ispitivanja za koje se proba formira.

Proba za hemijska ispitivanja obrazovaće se na taj način, što će se za probu uzimati celokupan materijal jezgra, dužine 2 m. Takve probe imaće pojedinačnu masu od 8,5 do 17,5 kg, u zavisnosti od prečnika jezgra. Tako dobijena proba biće podvrgnuta procesu obrade, koji podrazumeva: usitnjavanje (drobljenje i mlevenje), klasiranje (rešetanje i prosejavanje), homogenizaciju i skraćivanje materijala probe, radi njegove pripreme za laboratorijske hemijske analize i tehnološka ispitivanja. Ovako uzete probe se u hemijskim laboratorijama, analiziraju na odgovarajuće korisne i štetne komponente, kao što su:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , S ukupni,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  i gubitak žarenjem. Rezultati ovih analiza imaju za cilj praćenje sadržaja i distribucije korisnih komponenti u mineralizovanoj zoni; na osnovu rezultata hemijskih analiza vrši se okonturivanje rudnog tela, mogućnost primene mineralne sirovine, kao i izračunavanje kvaliteta i kvantiteta mineralne supstance. Kompozitna proba dobiće se sjedinjavanjem materijala pet uzastopnih, pojedinačnih proba.

U toku istraživanja za hemijska ispitivanja ukupno će biti uzeto 250 pojedinačnih proba, od čega će biti formirano 50 kompozitnih proba.

#### **4.3. Oprobavanje jezgra bušotina za fizičko-mehanička i petrološko-mineraloška ispitivanja**

Inženjersko – geološka ispitivanja obuhvataju inženjersko–geološko kartiranje i uzimanje uzoraka za laboratorijsko ispitivanje fizičko–mehaničkih osobina mineralne sirovine i radne sredine u kojoj će se vršiti eksploatacija. Osim inženjersko – geološkog kartiranja i uzimanja uzoraka, ova ispitivanja obuhvataju i: izradu inženjersko-geoloških profila bušotina; određivanje fizičko-mehaničkih osobina (specifična težina, zapreminska težina, vlaga, poroznost, čvrstoća na pritisak, čvrstoća na zatezanje, čvrstoća na savijanje, određivanje parametara otpornosti na smicanje, deformacione karakteristike, triaksijalna ispitivanja, dinamički koeficijent čvrstoće). Izvršice se ispitivanje, na dva probna tela, po bušotini. Za svako probno telo biće uzeto po tri metra jezgra.

Probe za ispitivanje fizičko–mehaničkih osobina formiraće se od odgovarajućih komada jezgra bušotine iz različitih litoloških sredina.

U toku kartiranja jezgra bušotine, uzimaće se i uzorci za petrološko–mineraloška ispitivanja, iz različitih litoloških sredina. Ukupan broj uzetih uzoraka zavisi od promena litoloških članova u stubu bušotine. Uzeće se bar po jedan uzorak iz različitih litoloških članova u stubu. Predpostavlja se da će se uzeti 10 uzoraka za mineraloško–petrološka ispitivanja.

#### **4.4. Oprobavanje probne etaže**

Izrada probne etaže uradiće se nakon sagledavanja svih rezultata dobijenih istražnim dubinskim bušenjem i laboratorijskim ispitivanjima, naknadno, zbog čega cena ovih istraživanja neće biti prikazana u predračunu troškova istraživanja predviđenih ovim Projektom. Izrada probne etaže predviđena je nakon sagledavanja svih rezultata istraživanja, i pozitivne ocene ovih rezultata istraživanja.

U okviru geološkog kartiranja probne etaža, vršice se oprobavanje metodom grube brazde, za hemijska i tehnološka ispitivanja, u laboratorijskom i poluindustrijskom obimu, kao i uzimanje uzoraka za mineraloško–petrološka ispitivanja.

#### **4.5. Oprobavanje za tehnološka ispitivanja**

Tehnološka ispitivanja, odnosno, analiza mogućnosti pripreme i primene mineralne sirovine, vršice se naknadno u laboratorijskom i poluindustrijskom obimu. U Laboratoriji Instituta rudarstva i metalurgije Bor (IRMB), nakon prvog skraćivanja pri obrazovanju proba za hemijske analize, preostali materijal jezgra bušotine ostaviće se za obrazovanje tehnološkog uzorka. Tehnološka ispitivanja, odnosno analiza mogućnosti pripreme i primene krečnjaka, u laboratorijskom i poluindustrijskom obimu, u ovoj fazi istraživanja izvršice IRMB – Biro za pripremu mineralnih sirovina (PMS).

### **5. ZAKLJUČAK**

Mineralne sirovine, u sistemu prirodnih resursa, imaju vrlo značajan položaj.

Nemetalične mineralne sirovine odnosno njihova tržišna vrednost, jeste mala a samim tim kvalitet izvođenja projektovanih geoloških istraživanja pa i oprobavanje istražnih radova mora biti u svim segmentima ispoštovan. Pravilnim oprobavanjem istražnih radova dobiće se i kvalitetni podaci o mineralnoj sirovini (o krečnjaku budućeg ležišta) odnosno verodostojnost kvaliteta mineralne sirovine biće sigurna.

Na osnovu dobijenih naturalnih i vrednosnih pokazatelja, uz primenu odgovarajućih ekonomskih kriterijuma i metoda, obezbediće se kompleksnije sagledavanje ovog područja, u odnosu na njegov ekonomski i društveni značaj.

## 6. LITERATURA

- [1] Antonijević I., M. Kalenić, M. Đorđević, Č. Lončarević, M. Čičulić i T. Škuletić.: Osnovna geološka karta 1:100.000, list Bor L 34 – 141-Savezni geološki zavod, Beograd, 1976.;
- [2] Živković D.: Elaborat o istražnim radovima na krečnjacima Zagrađa kod Bora Kop 5, Geozavod-Institut za geološka istraživanje Beograd, Biro Zaječar, 1976.;
- [3] Janković S., Vakanjac B.: Ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina, Građevinska knjiga Beograd, 1969;
- [4] Kalenić M., M. Đorđević, B. Krstić, P. Bogdanović, R. Milošaković, M. Divljan, M. Čičulić, R. Džodžo, Lj. Rudolf i Lj. Jovanović: Tumač za list Bor L 34 – 141 OGK 1.100.000, Savezni geološki zavod, str.65, Beograd,1976.