

www.geologija.ba

**HRVATSKO RUDARSKO-GEOLOŠKO DRUŠTVO
MOSTAR**

**RUDARSKO-GEOLOŠKI
GLASNIK 2004.**

MOSTAR, PROSINAC 2004.

Glavni urednik:

Vinko Bilopavlović, dipl. inž. geol.

Tehnički urednik:

Josip Marinčić, dipl. inž. geol.

Uređivački kolegij:

*Tihomir Radovac, dipl. inž. rud., Rudolf Čavar, dipl. inž. rud., Jakov Kontra, dipl. inž. rud.,
Jeronim Marić, dipl. inž. rud., Vinko Galir, dipl. inž. rud., Alojz Filipović, dipl. inž. geol. i
Željko Knezović dipl. inž. rud.*

Nakladnik:

Hrvatsko rudarsko-geološko društvo

Za nakladnika:

UO Hrvatskog rudarsko-geološkog društva

Naslovna stranica:

Mladen Bernadić-Kula

Fotografije na naslovnici:

Motiv iz Kupresa i kamenolom

Prijelom i tisak:

FRAM, Mostar

Svi radovi u Glasniku dostavljeni su od strane autora na disketi, CD-u ili elektronskom poštom. Radovi nisu recenzirani, niti lektorirani. Autori su odgovorni za sadržaj svojih radova.

Rješenjem Federalnog ministarstva prosvjete, znanosti, kulture i športa br. 02 413 6501/98 proizvod je oslobođen plaćanja poreza na promet

ISSN 1840 0299

KAZALO

RIJEČ UREDNIKA	5
I. IZ NAŠE PROŠLOSTI	
S. Ćorić, A. Filipović: ULOGA AUSTRIJSKIH GEOLOGA U ISTRAŽIVANJU BOSNE I HERCEGOVINE - PRVI DIO	9
J. Marić, A. Raspudić: RUDARSKA PJESMA O JAMI TROBUKVI	37
Anto BUZUK, Kreševo: KAKO SU KREŠEVSKI RUDARI SLAVILI SVOJ BLAGDAN, SVOJ DAN RUDARA	43
II. IZ RUDARSTVA	
I. Galić: ODREĐIVANJE OPTIMALNE TOČKE OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA PRIMJERU LEŽIŠTA "KONGORA"	51
Ž. Knezović, J. Marić, D. Širić, A. Grubišić: LOMLJENJE STIJENA NEEKSPLOZIVNIM SREDSTVIMA	83
Z. Ester, A. Grubišić, S. Kordić: UTVRĐIVANJE DOZVOLJENE KOLIČINE EKSPLOZIVNOG PUNJENJA PRILIKOM MINIRANJA NA KAMENOLOMU «SEGET»	89
Dr.sci. Željko Knežiček, dipl. inž. rud., Akif Ibrišimović, dipl. inž. rud., Stipo Kelić: EKSPLOATACIJA ŠLJUNKA NA POVRŠINSKOM KOPU "GORNJI KAZANCI" KOD BOSANSKOG GRAHOVA	97
R. Marković, M. Slijepčević, R. Stanojević: LUŽENJE CEMENTNOG MULJA U SVRHU DOBIJANJA RASTVORA ZA PROIZVODNJU BAKARNOG PRAHA	107
Z. Mandić, A. Grubišić, B. Miličević: MINIRANJE PRI UKLANJANJU PODVODNOG DIJELA HRIDI «ŠILO»	115
III. IZ GEOLOGIJE	
V. Bilopavlović, V. Galir: KVALITETNA SVOJSTVA GLINE U DUVANJSKOM POLJU ZA UPORABU U OPEKARSKOJ INDUSTRIJI	127
S. Momčilović, S. Krstić, V. Ljubojev: GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU DOLOVI – 2 (MAJDANPEK)	135
E. Jungwirth: OPERACIJA "OVERLORD" - ULOGA GEOLOGIJE U RATU	143

V. Ljubojev, M. Ljubojev, S. Krstić: METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I MEĐUSOBNI ODNOSI ASOCIJACIJE ELEMENATA U RUDNOM TELU ČOKA MARIN 1	147
--	-----

J. Marinčić, M. Sivrić: GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE ISTRAŽIVANJA KRŠA, KAO PREDUVJET ZA STVARANJE NOVIH POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA, PROMATRANO NA DIJELU OPĆINE ČITLUK.	159
--	-----

IV. IZ ZAŠTITE OKOLIŠA

H. Hrvatović: PROMOCIJA GEOLOŠKOG NASLIJEĐA ČVRSNICE, ČABULJE I PRENJA	167
--	-----

J. Nuić, S. Živković, I. Tvrtković, V. Nuić M. Nuić,: REKONSTRUKCIJA DEPONIJE UGLJENA TE PLOMIN U FUNKCIJI ZAŠTITE OKOLIŠA	177
--	-----

V. REPORTAŽE

OBILJEŽAVANJE SV. BARBARE U KREŠEVU 2003. GOD.	187
--	-----

SAJAM MINERALA U KREŠEVU	189
--------------------------	-----

RIJEČ UREDNIKA

Uvjerena sam kako i uz pomoć raznovrsnosti tema, možemo održati i još poboljšati stručnu razinu Glasnika. Opet se potvrdilo da raznovrsnost tema dodatno oplemjenjuje Glasnik i poboljšava njegovu kvalitetu. Ovim brojem Glasnika možemo biti posebno zadovoljni, iz razloga što su pristigli radovi kolega i iz drugih sredina, na čemu im se ovom prigodom iskreno zahvaljujem.

Objavljeni radovi imaju za cilj pomoći stručnjacima unaprijediti struku, poboljšati međusobnu suradnju i solidarnost tako svojstvenu našoj struci. O potrebi još učinkovitijeg uspostavljanja kontakata sa stručnjacima i znanstvenicima kako u okviru BiH, tako i izvan granica, pisali smo u jednom od prošlih brojeva. Širenje stručnog i znanstvenog obzora je uvjet opstanka ove stručne publikacije i mi to činimo, prevazilazeći čak naše objektivno skromne mogućnosti.

Na prostoru hercegovačkog krša u realizaciji je nekoliko istraživačkih projekata u kojima sudjeluju stručnjaci iz lokalne sredine. Tako je za višenamjenski projekt Mostarsko blato u tijeku izrada Hidrogeološke studije, a kod Tomislavgrada su završena geološka istraživanja opekarske gline. Iznimno značajni rezultati kvalitetnih svojstava gline sažeto su prezentirani u ovom broju Glasnika. Ideja o povećanju poljoprivrednih površina na kršu uz pomoć geološke i hidrogeološke znanosti, također je opisana u ovom Glasniku.

Posebno mi je zadovoljstvo uputiti priznanja rudnicima boksita na zapaženim proizvodnim rezultatima. Ovom prigodom apeliram na nositelje ove tradicionalne djelatnosti da svoja nova stečena iskustva iz neposredne rudarske prakse javno obznanjuju.

Također skrećem pozornost na zanimljive radove kolega iz Sarajeva i Tuzle s temama o zaštiti geološkog naslijeđa i o primjenjenoj tehnologiji u procesu prerade šljunka na jednom površinskom kopu.

Radovi pristigli iz Srbije i Crne Gore, samo su potvrda da se dobar glas /Glasnik/ daleko čuje. To su iznimno interesantni radovi, koji metodološki obrađuju geološka istraživanja polumetaličnih i metalnih ležišta u okviru magmatskog kompleksa u istočnoj Srbiji.

Iz R. Hrvatske ponovno su pristigli visoko stručni radovi. Jedan takav rad ima za temu uvijek aktualni projekt Rudnika i TE Kongora kod Tomislavgrada, a drugi o sanaciji odlagališta ugljena u TE Plomin u funkciji zaštite okoliša.

Ostali radovi u Glasniku su također vrijedni pozornosti, a što će i čitatelji sami uvidjeti.

Trajno nam je opredjeljenje i obveza raditi na poboljšanju kvaliteta Glasnika, kako bi stručnoj javnosti i čitateljima i dalje pružali očekivana tehnička rješenja i informacije. Neka se ovo shvati kao još jedan poziv svim autorima za daljnju suradnju.

Izražavam posebnu zahvalnost svim suradnicima i tvrtkama, te onima koji su na bilo koji način doprinijeli izdavanju ovog broja Glasnika, a nisu posebno spomenuti.

Vinko Bilopavlovoć, dipl. inž. geol.

I. IZ NAŠE PROŠLOSTI

Stjepan Ćorić¹ & Alojz Filipović²

ULOGA AUSTRIJSKIH GEOLOGA U ISTRAŽIVANJU BOSNE I HERCEGOVINE - PRVI DIO

1. Pregled povijesti geoloških istraživanja Bosne i Hercegovine

Sa Berlinskim kongresom održanim 1878 godine mijenjaju se politički okviri u jugoistočnoj Europi. Bosna i Hercegovina prestaje biti dio Osmanlijskog carstva i postaje nova pokrajina Habsburške monarhije. Dolazeći pod upravu Austro-ugarske počinje intenzivniji industrijski razvoj, te raste interes za prirodne resurse ove zemlje.

Iako se u Bosni i Hercegovini još uvijek susreću tragovi staroga rudarenja, koje su prije svih Kelti, Iliri i kasnije Rimljani prakticirali, znanstveno utemeljeno istraživanje ovih prostora je relativno kasno počelo.

Prvi koji je dio svoga svestranog interesa posvetio geologiji ove zemlje je bio Ami (Amédée) Boué (1794-1881). Njegova putovanja po Balkanskom poluotoku od 1836 do 1838 godine su ga dva puta dovele i u Bosnu i Hercegovinu (slika 1). Godine 1840 Boué objavljuje svoje djelo "La Turquie d'Europe", gdje pored ostaloga daje i pregled geološke građe europskog dijela Turskog carstva. Tu on daje svoja zapažanja o geološkoj građi Bosne i Hercegovine.

Poslije, 1859, 1866 i 1870 godine Boué dopunjava svoje kapitalno djelo pregledajući ponovno svoje dnevnik sa putovanja i tumačeći ih u skladu sa modernim razvojem znanosti. On sam piše o tome: "Na pojedine dijelove Turske bacaju ovi rezultati potpuno nova, dobro utemeljena saznanja o kojima ostali učenjaci, a i ja sam do sada nismo ni slutili. Pravi feniks je ustao iz staroga pepela" (istaknuo F. Katzer). Na njegovim putovanjima po Balkanskom poluotoku Boué-a su pratili A. Viquesnel i J. de Montalebert. Viquesnel je i sam poduzeo brojne ekskurzije po Turskoj, sa kojih je objavio nekoliko izvještaja.

Godine 1846 izvještavaju J. Abel i Ransonet da se u Zeničkom bazenu najvjerojatnije nalaze značajna ležišta kamenog uglja. D. Wolf objavljuje godine 1847 rad u kojem spominje ležišta željezne rude kod Fojnice, žive kod Kreševa, olova kod Vareša, uglja kod Zenice i Sarajeva, kamene soli u istočnoj Bosni kao i naslage vapnenca kod Livna.

Botaničar O. Sandtner izvještava godine 1848 o geološkim odnosima u srednjoj Bosni (Škriljavo gorje između Prusca, Donjeg Vakufa i Travnika) i sjevernoj Bosni.

U djelu "Studie über Bosnien und Herzegowina" koje godine 1868 izdaje J. Roskiewicz, nalazimo geološko-petrografske podatke iz sjeverne Bosne. M. v Hantken donosi godine 1867 kratku mineralošku analizu o pojavi sepiolita ("morske pjene") kod Prnjavora, dok O. Blau izvještava o svome putovanju kroz Bosnu. Turska vlada daje zadatak A. Conrad-u da obiđe i istraži rudne pojave u srednjoj Bosni. Njegovi izvještaji sadrže bogate podatke koji su i danas interesantni. H. Sterneck godine 1877 objavljuje pregle-

¹ Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien, Austria, e-mail: scoric@geolba.ac.at

² Barit d.o.o. Kreševo

dnu kartu sa mineralnim pojavama u svome spisu "Geologische Verhältnisse, Kommunikationen und das Reisen in Bosnien, der Herzegowina und Nord-Montenegro" („Geološki odnosi, komunikacije i putovanje kroz Bosnu, Hercegovinu i sjevernu Crnu Goru“).

Poznati istraživač Karpata C. M. Paul obilazi u društvu sa M. Neumayr-om sjevernu Bosnu i godine 1872 objavljuje svoja opažanja o geologiji toga područja.

Na poticaj tadašnjeg direktora Geološkog carskog ureda Franz-a von Hauer-a, godine 1879 F. von Andrian (1835-1914) sprovodi potpuno pregledno kartiranje čitave zemlje. Početna zamisao je bila da u geološko-tehničkom rekognosciranju Bosne i Hercegovine učestvuju i geolozi iz Mađarske, ali zbog nedostatka dovoljno kvalificiranog osoblja, Budimpešta odbija suradnju. Vrsni geolozi bečkog Carskog namještništva: Edmund v. Mojsisovics, Emil Titze i Alexander Bittner uz pomoć Đure G. Pilara iz Zagreba u ljeto 1879 u samo tri mjeseca putuju Bosnom i Hercegovinom i sprovode geološko kartiranje (slika 1).

Emil Tietze putuje istočnom Bosnom od rijeke Save u pravcu juga do Sarajeva, A. Bittner dobiva zadatak da obiđe jugoistočne dijelove Bosne, okolinu Sarajeva i čitavu Hercegovinu dok E. Mojsisovics preuzima zapadnu Bosnu i dijelove srednje Bosne zapadno od Sarajeva. Rezultati ovoga napornog podviga sa priložima Conrad-a v. John-a i Melchior-a Neumayr-a bivaju tiskani godine 1880 u Godišnjaku Geološkog carskoga namještništva pod naslovom "Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegowina". Tumač uz geološku preglednu kartu potiče također od E. v. Mojsisovics-a, E. Titze-a i A. Bittner-a. Geološka pregledna karta Bosne i Hercegovine biva objavljena godine 1880 kao dopuna Geološkoj preglednoj karti Austro-Ugarske monarhije, koju je F. v. Hauer tiskao u mjerilu 1:576 000.

U jesen 1884 dolazi F. v. Hauer u Sarajevo sa namjerom da novootkriveno nalazište fosila kod Han Buloga što bolje prouči. On objavljuje rezultate svojih studija glavonožaca sa ovoga lokaliteta i sa lokaliteta Haliluci 1887, 1892 i 1896 godine. Njegova studija 1896 godine "Nautilen und Ammoniten mit ceratitischen Loben aus dem Muschelkalk von Haliluci bei Sarajevo" je ujedno bilo i posljednje znanstveno djelo ovoga poznatog istraživača.

Pred kraj sedamdesetih i početkom osamdesetih godina 19. stoljeća izlazi više manjih izvještaja sa različitim sadržajem o geologiji Bosne i Hercegovine. Tako H. Rittler piše o nalazištu uglja kod Donje Tuzle, F. Schafarzik o dijabazima kod Doboja, R. Helmhacker o željeznoj industriji, A. Rzehak o geološkim odnosima na putu od Broda do Sarajeva, R. Hörnes o tercijaru kod Dervente, Baron v. Löffelholz objavljuje geološke zabilješke iz Bosne dok G. Primicz tiska petrografske opise stijena iz Bosne.

Theodor Fuchs, F. Krasser i F. Wähner iz Prirodoslovnog muzeja u Beču određuju pošiljke fosila od Sarajevskog zemaljskog muzeja i objavljuju svoje rezultate.

Posebno značajan doprinos proučavanju geološke građe raznih dijelova Bosne i Hercegovine je dao E. Kittl kartirajući između ostaloga i okolinu Sarajeva. Uz popratni tekst on daje i izuzetno bitne paleontološke odredbe.

Jaki privredni polet u ovo vrijeme daje i značajne impulse razvoju rudarstva. U ovome periodu nastaju značajne montanističke studije koje objavljuju Bruno Walter (1878), Anton Rücker (1896, 1901), Franz Poech (1888, 1905, 1907) A. Vogl, W. Radimsky, J. Grimmer, A. Götting, L. Pogatschnig i A. Rauscher.

Godine 1893 utemeljuje poznati povjesničar M. Hoernes (1852-1917) znanstveni časopis "Wissenschaftliche Mittheilungen aus Bosnien und der Herzegovina", koji je do 1916 godine redovito izlazio u 13 tomova. Tako su kroz ove knjige mnogi znanstveni izvještaji iz nove pokrajine Austro-Ugarske monarhije postali pristupačni čitateljima i iz njemačkog govornog područja.

Foullon v. Norbeck u ulozi upravnika bosansko-hercegovačkog rudarskog povjereništva kartira područja sa željeznim pojavama u okolini Prijedora, te proučava pojave zlata i publicira rad "Über Goldgewinnungsstätten der alten in Bosnien" sa geološkom kartom istočne okoline Gornjeg Vakufa u razmjeri 1:75 000. Ova karta se može smatrati prvom detaljnom geološkom kartom jednog područja u Bosni i Hercegovini.

Novi period u geološkom proučavanju Bosne i Hercegovine u svakom slučaju počinje sa Friedrich-om Katzer-om, koji nakon trogodišnjeg boravka u Brazilu dolazi u ovu zemlju. Njegov prvi značajan uspjeh predstavlja osnivanje geološke službe u Sarajevu krajem 1898 godine. Glavna zadaća ovoga ureda je potpuno, sistematsko geološko kartiranje zemlje sa posebnim osvrtnom na privredno perspektivne predjele.

U početku je ovo namještenništvo bilo podređeno Rudarskoj upravi, da bi od 1912 godine postalo samostalno i dobilo svoj statut. Čitavo područje Bosne i Hercegovine biva podijeljeno na 6 listova u omjeru 1:200 000. Kao prvi godine 1906 je publiciran list Sarajevo, dok su do 1924 izašli još listovi Tuzla i Banja Luka. Sve listove je kartirao sam Katzer uz podršku mlađih, uglavnom rudarskih inženjera. Sa posebnom zahvalnošću je istakao kolege V. Lipolda, W. Šrajna i I. Turinu. Pored ovih karata u koji do 1922 godine je od strane ovoga ureda objavljeno 8 "formacijskih" karata u omjeru 1:75 000.

Mukotrpan terenski rad je posebno u ratnim godinama bio popraćen brojnim poteškoćama. Pored uobičajenih problema kao što su manjak hrane i slaba higijena, vrijedne istraživače je i pratilo nerazumijevanje kod nadležnih upravnih organa. Jednu takvu priliku je i sam Katzer ilustrirao u svojoj knjizi "Geologija Bosne i Hercegovine":

... Jedan od austrijskih vojnih upravitelja Bosne, inače uljudan i čestit čovjek upita jednog od naših geologa:

"Ah, čuo sam da treba da putujete u Srebrenicu; šta je to tamo tako interesantno?"

Odgovor: „Taj predio je od davnina poznato rudarsko područje sa brojnim potkopima i hodnicima koji tek trebaju biti istraženi da bi se procijenila potencijalna vrijednost tamošnjih ležišta.“

On: „Dakle tamo postoje hodnici. Jesu li oni dovoljno široki da bi se u njih moglo nešto smjestiti?"

Geolog (ponešto zbunjen): "Samo su još rijetki hodnici prohodni, i radi se naime o istraživanju čitavog kompleksu ležišta."

On: "Dakle tamo postoje čak i ležišta? To mi do sada još nitko nije javio. Ah to bi bilo pametno da te hodnike koristimo za vojsku. I tako u kasarnama nemamo dovoljno mjesta za vojnike..."

Katzer je zajedno sa svojim suradnicima za vrijeme kartiranja često skupljao i slao mnogobrojne fosile na odredbu poznatim paleontolozima kao što su: Paul Oppenheim iz Berlina, H. Engelhardt iz Dresdena itd. Svojim odredbama oni su pomagali bosanskim geolozima pri rješavanju raznih geoloških problema. Također poznati hrvatski geolog Spiridon Brusina obrađuje i proučava materijale poslane iz Zemaljskog muzeja i Geološke službe i tako pridonosi paleontološkim istraživanjima u zemlji.

Mnogi izvanredni, poznati znanstvenici kao što su: N. Andrusov, F. Siebenrock, K. Gorjanović-Kramberger, A. Hofmann, H. Beck, R. Schubert, F. Toula, L. Waagen, C. Diener objavljuju brojne izvještaje o rezultatima svojih paleontoloških studija raznovrsnog fosilnog materijala iz Bosne i Hercegovine.

Vrijedni spomena su također F. Fiala, J. N. Woldrich, L. Glück, A. Weisbach i W. Rudimski koji se bavio proučavanjem prahistorijskih arheoloških nalazišta.

Godine 1904 W. Lozinski se bavio proučavanjem geologije Majevice i naslagama sintera kod Jajca, dok se V. Hawelka bavi proučavanjem geoloških odnosa u okolini Gacka. Od E. Nowack-a potiču geološki podaci iz okoline Foče.

F. Kossmat (1916), O. Ampferer i W. Hammer (1917) izvještavaju o svojim istraživanjima u Srbiji i usputno izvještavaju o pograničnim područjima u Bosni i Hercegovini.

Od poznatih petrografa kao što su M. Kišpatić potiču brojne studije stijena (pojava gabra između Travnika i Bugojna, andezita kod Maglaja itd.), F. Koch (petrografske analize stijena sa Majevice), B. Baumgärtel (obrada stijena koje se javljaju uz orudnjenje kroma kod Dboštice), J. Schiller (izvještaj o gabru kod Višegrada) F. Tučan (postanak terra rosse) i M. Čutura (petrografska studija brojnih stijena iz Bosne).

Brojni geografi kao što su Albrecht Penck, K. Daneš, Eduard Richter, Jovan Cvijić i njihovi učenici Alfred Grund, Jefto Dedijer, A. Lukas, O. Jauker i M. Hoffer također doprinose proučavanju geologije Bosne i Hercegovine.

Otto Schlüter objavljuje 1905 godine povijesno-geografski pregled Bosne i Hercegovine dok se zoolog K. Thon u društvu K. Daneš-a bavi proučavanjem kriptodepresije Hutovog Blata.

Od suradnika Geološke službe u Sarajevu također potiču poznate publikacije kao što su: "Ein neuer Fundort des roten Han-Bulog-Ptychitenkalkes bei Sarajevo" („Novo nalazište crvenog han-buloškog ptychitien-vapnenca kod Sarajeva“) od Ive Turine (1912), „Die Cephalopodenphauna des Muschelkalkes der Volujak-Alpe bei Gacko in der Hercegovina“ („Fauna cefalopoda iz vapnenaca Volujaka kod Gacka“) od Richarda Krauss-a (1916), „Miozäne Korallen aus Bosnien“ („Miocenski korali iz Bosne“) od Franz-a Krumpholz-a (1916) itd.

L. Waagen se od 1914 do 1918 godine, u ime vojne industrije posvećuje proučavanjem ležišta boksita u Hrvatskoj i Hercegovini. Godine 1919 on izdaje opsežan opis rudarenja u zemljama Austro-Ugarske monarhije.

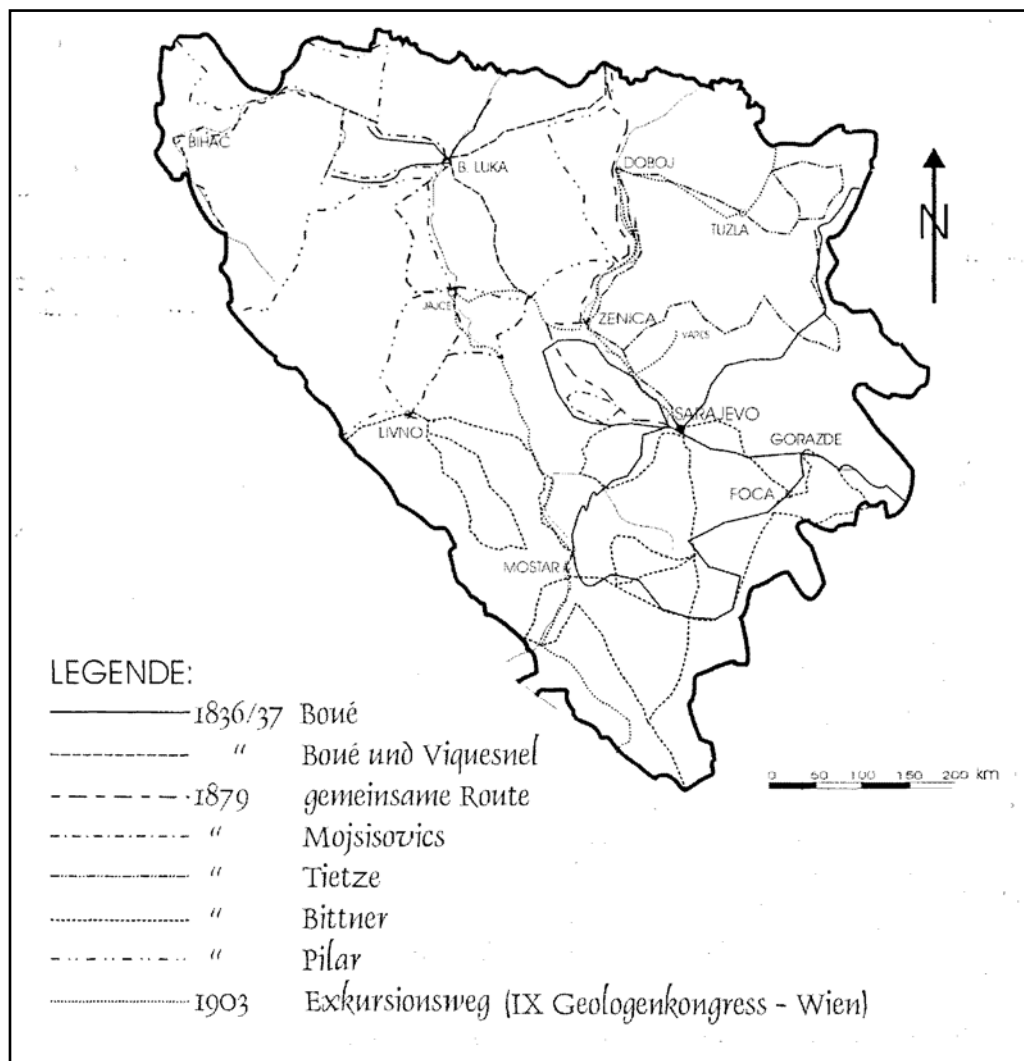
Godine 1939 uspoređuje F. Heritsch karbonske i permske naslage južnih Alpa i jugoistočne Europe, te 1941 izdaje opis faune korala iz jugoistočnog bosanskog paleozoika.

Profesor Leopold Kober posjećuje u više navrata Bosnu i Hercegovinu, kao i ostale republike bivše Jugoslavije odmah poslije Drugog svjetskog rata, te godine 1952 u Beogradu objavljuje svoju tektonsku studiju pod nazivom: „Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens“.

U svojoj „Geologiji Bosne i Hercegovine“ daje F. Katzer detaljan pregled geoloških istraživanja do 1924 godine.

Austrijski znanstvenici su svojom djelatnošću ostavili neizbrisiv trag u proučavanju geološke građe Bosne i Hercegovine stvarajući tako pouzdanu osnovu sa mnoštvom interesantnih podataka, za razvoj geoloških znanosti u ovoj državi.

Zbog dužine tekst je podijeljen u dva dijela. U prvom dijelu je dat pregled aktivnosti znanstvenika počinjući sa H. Beck-om a zaključno sa F. Katzer-om. Uz svakoga istraživača je uvijek kada su to izvori dozvoljavali data i kratka biografija. Tekst je objavljen na njemačkom jeziku povodom proslave 150 godina od osnivanja Geološke službe u Beču pod naslovom: „Die geologische Erforschung von Bosnien und der Herzegowina und der grundlegende Beitrag der österreichischen Geologen“ u Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, broj 56/1 godine 1999.



Geološke rute od Boué-a 1836/1837 do Katzer-a 1903 (Ćorić, 1999).

2. Istraživači koji su svojim radom doprinijeli geologiji Bosne i Hercegovine

Pri proučavanju ove tematike korištene su publikacije Geologische Bundesanstalt (Beč), Ungarische Reichsanstalt (Budimpešta), k. k. Hofmuseum (Beč), Zemaljskog muzeja (Sarajevo), kao i brojni izvještaji, knjige i studije koje se nalaze u bibliotekama Univerziteta i Saveznog geološkog namještenštva u Beču.

Heinrich Beck

geolog

***22. 10. 1880 Beč; † 3.12.1979 Beč**

Beck studira u Beču (1903 Dr. phil.) i radi od 1903 do 1945 u Geološkom uredu u Beču, pred kraj kao Glavni geolog. Uglavnom se posvećuje paleontološko-stratigrafskim studijama.

Godine 1904 dolazi Beck u Vareš da bi pomogao F. Katzer-u pri utvrđivanju starosti rudonosnih slojeva u okolini ovoga bosanskog gradića. Još 1885 godine je A. Bittner pronašao jurske amonite u okolini Vareša, ali nije naveo točan lokalitet. U blizini lokaliteta Kralupi u uškriljenim laporcima Beck nalazi i

opisuje dva amonita. Određivanjem nove vrste nazvane u čast poznatog kolege *Tmetoceras katzeri* on utvrđuje da se ovi slojevi leže na granici lijas – doger. Drugi primjerak opisan kao *Grammoceras* sp. ind. Beck-u više liči na lijas nego na doger.

Friedrich Martin Berwerth

mineralog

*16.11.1850 Schäßburg; † 22.9.1918 Beč

F. M. Berwerth studira u Beču, Gracu i Heidelbergu. Godine 1904 postaje direktor mineraloškog odjela u Muzeju u Beču, a 1907 profesor na sveučilištu. Na početku se uglavnom bavi petrografijom, dok se poslije u društvu sa E. Ludwig-om posvećuje mineralogiji.

Godine 1897 pada meteorit otprilike 90 kg težine u blizinu Zvornika. Berwerth dobiva na analizu komad težak 2,69 kg i makroskopskim proučavanjem ga opisuje kao brečoidni, sivi hondrit. Mikroskopskim analizama utvrđuje da se radi o stijeni koja sadrži: silikate, olivin, broncit, plagioklase, staklenu komponentu, magnetit, kromit i nikal.

Rezultat kemijske analize odgovara u potpunosti tipičnoj peridotidskoj magmi. Berwerth zaključuje da je hondrit iz Zvornika pretopljeni, meteorski tuf.

Alexander Bittner

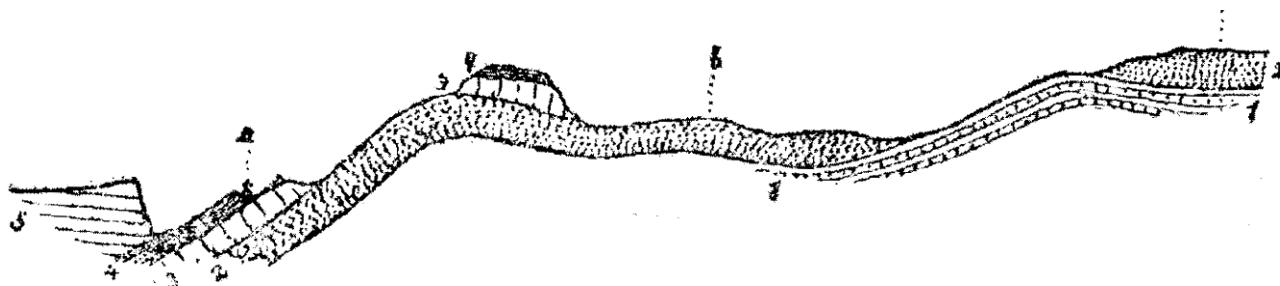
geolog, paleontolog

*16.3.1850 Friedland (Češka); † 31.3.1902 Beč

Bittner studira u Beču (1873 Dr. phil.) i zapošljava se u k. k. Geološkom carskom uredu, gdje ostaje od 1877 do 1902. Tamo postaje Glavni geolog. Njegovo područje rada predstavljaju Sjeverne vapnene Alpe, gdje se između ostaloga posvećuje proučavanju trijaskih brahiopoda i mekušaca.

Sa E. Mojsisovics-em i E. Titze-om dobiva Bittner nalog od Ministarstva za obrazovanje da sprovede „geološko-tehničko rekognosciranje“ Bosne i Hercegovine. Bittner dobiva područje sjeverno od linije Livno-Prozor-Sarajevo-Višegrad, čitavu Hercegovinu kao i okolinu Sarajeva (slika 1). U zapadnom dijelu zadanog područja posjećuje Bittner terene paleozojskih škriljaca, poznate po brojnim rudnim pojavama: okolinu Kreševa, Fojnice, te planine Zec i Bitovnju. U dolini Neretvice, kod sela Dobrkovići opisuje profil sa slijedećim članovima: crni škriljac sa pješčarskim bancima, veruccano konglomerate i pješčare sa proslojcima talka, svijetle dolomitične vapnence i kao posljednji član izolirane kupe crvenih i zelenih škriljaca.

Na planinama Bitovnji (slika 2), Zecu i Radavi nalazi ponovo isti slijed slojeva i iako u njima ne nalazi



fosile određuje ih kao stijene paleozojske starosti.

Skica geološkog profila Podhum-Kukavica-Bitovnja (Bittner, 1880).

Istočno od Sarajeva, prema rijeci Drini, Bittner proučava brojne profile sa paleozojskim škriljcima u kojima nalazi brojne fosilne zajednice. Neke od tih profila skicira i publicira (slika 3). Južno od Han Orahovice determinira *Cardiomorpha* sp., *Cyrtoceras rugosum* Flem., *Belerophon* sp., i *Aulacoceras* sp. U crnim škriljcima kod Prače Pored nalazi jedan potpuno očuvani trilobit *Phillipsia* sp., i uspoređuje ga sa *Praetis posthumus* Richter iz kulmskih škriljaca u Njemačkoj, dok na lijevoj obali rijeke Prače nalazi



Skica panorame Treskavice (Bittner, 1880).

i opisuje slabo očuvanu krinoidnu faunu.

Predmet posebnog interesa za ovoga znanstvenika su predstavljali verfenski škriljci, koji su široko rasprostranjeni u istražnom području. U području Rame je iz tih slojeva skupio fosile: *Naticella costata* Mstr., *Myophora fallax* Seeb., (*M. costata* Zenk.) *Gervilla* aff. *costata* Schoth., i *Gervilla* spec., koje je već često nalazio i u Alpama. Istražuje verfenske škriljce u području rijeke Drine (sa *Avicula clarai* v. Buch. i *Myacites fassaensis* Wism.) i iznad Mostara sa teško odredivim, jako zaobljenim formama koje podsjećaju na *Avicule*.

U vapnencima sa mekušcima kod Sarajeva nalazi faunu sa *Terebratula vulgaris* Schloth., *Natica* cf. *cuccuensis* Mojs. i *Encrinus gracilis* Buch. U jurskim naslagama ne nalazi dovoljno fosilnog materijala i granicu prema krednim sedimentima povlači prilično proizvoljno.

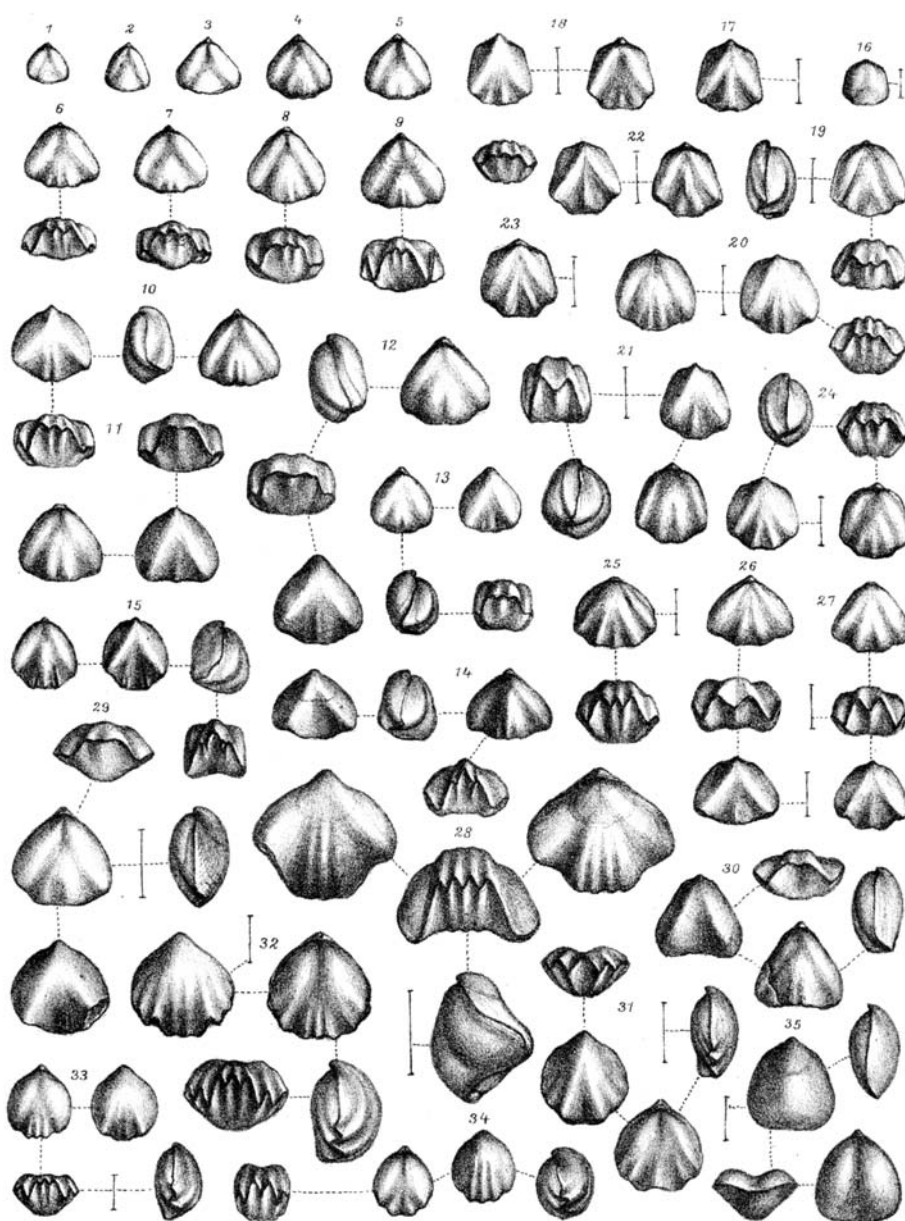
Nedostatak vegetacije i brojni izdanci u hercegovačkom kršu pružaju Bittner-u idealnu priliku za studiozno proučavanje tektonskih i stratigrafskih odnosa u krednim sedimentima. Stoga posjećuje i proučava više lokaliteta sa bogatim fosilnim zajednicama: Trebinje sa mekušcima, Mustaće sa nerineama, Bileće i Gacko sa rudistama itd.

Opisuje i eocenske sedimente, koje nalazi u istraživanom području samo u Hercegovini: istočno od Nevesinja (silificirani, jako naborani vapnenci), kod Mostara (vapnenci sa numulitima), kod Čitluka (slojevi laporaca), kod Stoca, Ljubuškog i Metkovića.

U istočnom kutu istraživanog područja, kod Višegrada nalazi i opisuje eruptivne stijene.

Opisuje također i brojne slatkovodne vapnence sa kongerijama i melanopsidama u u neogenskim bazenima u kojima se često javljaju i naslage uglja (lokaliteti: Sarajevo, Tarčin, Konjic, Rama, Budanj, Rogatica, Gacko...).

Vapnenci bogati brahiopodama sa Trebevića su također privukli njegovu pažnju. U njima nalazi i brojne nove vrste koje objavljuje 1902 godine (slika 4): *Terebratula kittlii* nov. spec., *Aulacothiris wöhneri* nov. spec., *Rhynchonella illyrica* nov. spec., *Rhynchonella trebevicensis* nov. spec. itd.



Trijaskke brahiopode iz Bosne: Trebević (1.-15. Rhynchonella begum n. sp., 16.-27. Rhynchonella nissa n. sp.), Klade kod Čevljanovića (28. Rhynchonella chanum n. sp., Rhynchonella deliciosa), Grk kod Čevljanovića (31. Rhynchonella patarena n. sp., 32. Rhynchonella bogumilorum n. sp., 35. Rhynchonella manganophylla n. sp.), Studenković kod Sarajeva (33. Rhynchonella Trebevicensis n. sp.) (Bittner, 1902).

Također na brdima Grk i Gajine kod Čevljanovića nalazi i opisuje brojne nove brahiopode: *Amphiclinodonta katzeri* nov. spec., *Rhynchonella bogumilorum* nov. spec., *Spiriferina turcica* nov. spec., *Spirifera kittlii* nov. spec., i lamelibranhiate: *Aviculopecten bosniae* nov. spec., *Posidonomya bosniaca* nov. spec. itd.

Godine 1885 posjećuje Bittner okolinu Vareša, tamo nalazi i opisuje cefalopode (*Arietites seebachi* Neum., *Aegoceras calliphyllum* mut. *polycylum* Wachn.) sa kojima po prvi puta biva dokumentiran lijas u ovom području.

Godine 1885 on određuje fosile poslane iz okoline Varcar Vakufa i Jajca kao *Posidonomya* (*Avicula*) *clarai* Emmer. i *Avicula venetiana*.

Po drugi puta posjećuje lokalitet Džepe (jugoistočno od Konjica) i ispituje melanopsidne glince u kojima nalazi slatkovodnu faunu sa: *Congerina cf. basteroti* Desh., *Unio* sp., *Hydrobia tietzei* Neum., *Neritina* sp., *Melania ex aff. Escheri* Mer., *Melanospis* sp., *Melanopsis* sp. nov., *Orygoceras dentaliforme* Brus., *Orygoceras stenonemus* Brus. i *Crocodylus* sp. Na ovom lokalitetu je Neumayr još za vrijeme kartiranja godine 1879 odredio bogatu faunu sa novim rodом *Melanoptychia*.

A. Bittner spada u geologe koji su svojim vrijednim radom doprinijeli poznavanju geologije Bosne i Hercegovine.



Ami Boué (1794-1881);
arhiva GBA.

Ami (Amédée) Boué

Dr. medicine i istraživač prirode

* 16.3.1794 Hamburg; †21.11.1881 Vöslau, južno od Beča

Nakon studiranja u Ženevi, Edinburghu, Berlinu i Beču Ami Boué radi kao geolog i paleontolog. Postaje član Akademije znanosti u Beču i predsjednik Geološkog društva Francuske. Boué posjećuje europske dijelove tadašnje Turske i Male Azije, te studira geologiju i narode koji žive u ovim predjelima, koji su do tada potpuno neistraženi. U znanstvenim krugovima Europe je priznat kao poznavatelj dijelova jugoistočne Europe u koje su se istraživači rijetko upućivali.

U periodu od 1836-1838 putuje Bosnom sa juga iz pravca Novog Pazara i Pljevlja. Putujem krškim predjelima od Gacka do Mostara i daje osnovne karakteristike ovoga geološkog fenomena (slika 1).

Boué (slika 5) je bio izvanredan posmatrač i njegovi izvještaji su bogati detaljnim opisima predjela i ljudi. Bez dobre kartografske podloge i visinomjera je bilo nemoguće precizno unijeti geološke karakteristike područja kroz koje putuje. Ipak su njegova razmišljanja i zaključci predstavljali osnovu od koje su polazili svi budući istraživači ovih područja. Trideset godina nakon prvoga tiskanja svojih izvještaja (1840) prerađuje svoje dnevnike i tumači rezultate u duhu novih dostignuća u znanosti.

Precizno opisuje paleozojske stijene u srednjoj Bosni („bosansko rudogorje“), široko rasprostranjene verfenske škriljce u južnoj Bosni, dahštajnske vapnence u gornjem toku Neretve, pojave krša u Hercegovini, prepoznaje srednjobosanske laporce kao jezerske sedimente, te izvještava o pojavama pješčara, glina i laporaca, serpentina i gabra u istočnim i sjevernim dijelovima Bosne.

U dolini Fojnice nalazi „des schistes argileux lustt's, gris, qui not out l'apparence de vouloir passer en micaschiste“ (nepotpune kristaalaste škriljce) koji se često kao sivi, žućkasti i crvenkasti javljaju i na području Zec planine i Busovače i pripadaju istoj zoni paleozojskih metamorfnihi stijena.

Boué posjećuje lječilište u Kiseljaku, poznato po svojim lijepim drvenim paviljonima. Mjeri sadržaj sumpora na mnogim izvoristima i utvrđuje povišen sadržaj ovoga elementa u mnogim vodama.

Kod Zvornika opisuje serpentine i zelenkaste stijene bogate feldspatima, te masivne vapnence sa proslojcima škriljaca.

Sa svoje ture: Goražde – Pale – Sarajevo zapaža paleozojske škriljce koji se smjenjuju sa masivnim vapnencima. O verfenskim škriljcima piše slijedeće: „Sjeverno od Sarajeva, kod Mokrog, se ulazi ponovo u trijasko područje koje na obodime dolina karakterizira smjena crvenih, zelenkastih i sivih pješčara i škriljaca“.

Svojim promatranjima daje Boué glavne karakteristike geologije Bosne i Hercegovine. Južnobosanske predjele opisuje kao „prilično moćne mase vapnenaca koje se izdižu kao brežuljci, brdašca ili stijene

sa strmim obroncima između kojih leže doline i blaga sedla nastala erozijom pješčara i laporaca“. Ovu morfologiju uvjetovanu pojavama krednih stijena (tada su svi vapnenci smatrani krednim tvorevinama) potiče ovoga uglednog istraživača da Bosnu opiše kao zemlju koja na čitavom Balkanskom poluotoku najviše budi romantične osjećaje.

Bazirajući se na Boué-ovim izvještajima, u izdanju Haidinger-a, godine 1845 izlazi geološka karta Austro-Ugarske monarhije u razmjeri 1:864 000 gdje po prvi puta bivaju predstavljeni dijelovi Bosne i Hercegovine.

Aristides Brezina

Mineralog i kristalograf

***4.5.1848 Beč; †25.5.1909 Beč**

Još za vrijeme studija počinje Brezina raditi u k.k. Mineraloškom kabinetu, gdje pod poznatim istraživačima kao što su Laube, Zittel i Schrauf počinje geološke i kristalografske studije koje završava pod vođenjem profesora Sueß-a, Tschermak-a i Schrauf-a. Od godine 1868 boravi u Berlinu gdje studira matematiku (kod Weierstrauß-a) i kristalografiju (kod Rose-a), te radi na institutu za fiziku (kod Magnus-a). Godine 1872 posjećuje kod Ludwig-a na bečkom sveučilištu mineraloške studije, 1874 habilitira 1874 na kristalografiji i kristalofizici te godine 1892 postaje docent. Poslije odlaska Tschermaka (1878 godine) preuzima Brezina upravu nad zbirkom meteorita i posvećuje se proučavanju meteorskog željeza. Upravu nad mineraloško-petrografskom odjelom preuzima godine 1885, a godine 1899 biva postavljen ad personam za direktora Dvorskog muzeja. Aktivan je i kao dugogodišnji suradnik Geološkog carskog namještništva.

Godine 1897 padaju meteoriti na tri lokaliteta u istočnoj Bosni. Kod sela Zavida biva skupljeno 20 odlomaka meteorita ukupne težine u iznosu od 60,3 kg. Brezina koji dobiva ove meteorite procjenjuje da se radi o kamenu koji je ukupno težio između 80 i 85 kg. U kratkom izvještaju uspoređuje ga sa meteoritom nađenim u Ochanskerstein-u. Na malom ulomku meteorita nađenom kod lokaliteta Ravna njiva, nalazi Brezina i opisuje svijetložute hondre.

Spiridon (Spiro) Brusina

Paleontolog

***1845 Zagreb; †21.5.1908 Zagreb**

Nakon studija paleontologiju u Beču gdje radi sa Moritz Hörnes-om, Brusina dolazi u Zagreb i postaje upravnik prirodnjačke sekcije Muzeja u Zagrebu. Ovaj plodni znanstvenik bavi se uglavnom proučavanjem faune Balkanskog poluotoka i opisuje preko 700 novih taksona, među kojima 23 nova roda mekušaca.

Od Katzer-a dobija laporovite ploče sa tercijarnim fosilima iz okoline Jajca i određuje slijedeće slatkovodne mekušce: *Lymnea* sp., *Planorbis* sp., *Melanopsis retusa* Brus., *Melanopsis Katzeri* Brus., *Congeria Frici* Brus. n. for., *Unio Katzeri* Brus. n. for.

Godine 1897 opisuje Brusina slijedeće forme nađene u sjevernoj Bosni: *Planorbis Pulici* Brus., *Melanopsis Hranilovici* Brus., *Melanopsis* sp. Brus., *Fossarulus Burolici* Brus., *Fossarulus Burolici complanatus* Brus., *Fossarulus Bulici* Brus. i *Pseudoamnicola? Sossicana crassa* Brus.

Gejza Bukowski von Stolzenburg

Geolog

***25.11.1858 Bochnia, Galicija; †1.2.1937 Bochnia, Galicija**

Bukowski je studirao u Beču kod E. Sueß-a i M. Neumayr-a i doktorirao godine 1885. Od 1885 do 1889 radi kao asistent kod Neumayr-a, a od 1889 do 1937 na Geološkom carskom namješteništvu gdje postaje i šef geolog. U pratnji svojih prijatelja Bittner-a, Teller-a i Geyer-a poduzima mnogobrojna putovanja Sredozemljem pri čemu posjećuje mnoge otoke u Dalmaciji i Grčkoj.

Na poticaj Bittner-a putuje iz južne Dalmacije, gdje kartira, u područje Korjenica (istočna Hercegovina; u blizini crnogorske granice) i ostaje tamo jedan tjedan. Proučava tamošnje trijasko naslage sa pojavama uglja, koje je već Bittner paleontološki obradio i označio kao „raibler“ naslage. Najstarije stijene koje nalazi u jezgri tamošnje antiklinale, tamnosive do crne vapnence sa proslojcima roznaca označava Bukowski kao srednjetrijasko. U tamnim laporovitim vapnencima i tamnim tvrdim vapnencima nalazi *Posidonomya cf. wengensis* Wism., a u bituminoznim laporcima („smrdljivi laporci“) nalazi megalodonte i brojne pelecipode, prije svega *Cuspidaria gladius* Laube.

Conrad

Godine 1870 objavljuje saski inženjer rudarstva A. Conrad izvještaj o mineralnim bogatstvima u Bosni, koji zaključuje riječima da je Bosna najbogatija provincija Turskog carstva u čijim se grudima kriju neizmjerne količine metala i ostalih korisnih mineralnih sirovina. Ukratko opisuje nalazišta zlata, srebra, bakra, olova, žive i soli. Nakon provedenih kemijskih analiza, Conrad utvrđuje da malahit iz Kreševa sadrži do 50% bakra, dok u magnetitu iz istog područja ima do 65% željeza.

Razlog propadanju rudarstva pod turskom vladavinom leži po Conrad-u u potpunom neznanju nadležnih vlasti, kao i apatiji mjesnog stanovništva koje se naime plaši da bi novootkrivene rude samo donijele nova tlačenja i nametnuti obavezni rad od turskih vlastodržaca.

Jovan Cvijić

Geolog, Geograf

***29.9.1865 Loznica; †16.1.1927 Beograd**

Nakon završenih studija u Beogradu i Beču Cvijić, postaje 1893 redovni profesor na sveučilištu u Beogradu, a 1917/18 drži predavanja u Sorboni. Glavni cilj njegovih istraživanja je proučavanje fenomena krša i ostataka ledenog doba na Balkanu.

Ovaj omiljeni preofesor geografije sa beogradskog sveučilišta objavljuje skromno nazvanu monografiju „Versuch einer morphologischen Monographie“ („Pokušaj jedne morfološke monografije“) o fenomenima krša. O ovim fenomenima su već mnogi znanstvenici izvještavali (A. Boué, Heim, Rosenmüller i Tillesius, Marcel de Serres, Boyd Dawkins, Frunwirth itd.), ali ovo je prvi sistematski, sveobuhvatni rad na tu temu.

U cilju što detaljnijeg proučavanja krša putuje Cvijić više puta krškim područjima u Hercegovini, zapadnoj Bosni, istočnoj Srbiji, okolini Kranja, Trsta i Dalmacije. U sedam odjeljaka opisuje krške rijeke, krška polja i doline, koje bogato ilustrira brojnim primjerima iz raznih krških oblasti.

U svojim morfološkim i glacijalnim studijama 1900 opisuje Cvijić tri glavna morfološka elementa Dinarida: široke platoe, kanjone i polja. Na prostranom platou planine Treskavice registrira tragove lednika

i morene na visini od 1472m, dok kao nadmorski najviše označava tragove glečera iznad Bijelog jezera (1710m).

Dolinu rijeke Neretve raščlanjuje u dva dijela: uzdužnu dolinu (od izvorišta do mjesta gdje utiče rijeka Rama) i poprečnu dolinu (od rijeke Rame do Metkovića). Da bi se usjekla u visoke površine Hercegovine i načinila tako duboki kanjon, po Cvijiću, su potrebne dvije stvari:

Velika količina vode koju Neretva posjeduje već od izvorišta, kojom se posebno u vlažnim i hladnim periodima uspješno usijeca u vapnoviti plato;

Sa tonjenjem Jadranske obale dobiva Neretva još veći pad, koji povećava i njenu mehaničku snagu.

U drugom dijelu svoje morfološke i glacijane studije opisuje Cvijić krška polja u Bosni, Hercegovini i Crnoj Gori. Takve pojave su u to vrijeme već bile poznate i identificirane i na drugim krajevima svijeta: zapadni dio Balkanskog poluotoka, Jadranski i Ionski otoci, Mala Azija, Jura, te na Jamajci (Interior Valleys).

U sklopu svojih putovanja, godine 1892, posjećuje Cvijić i Gacko (Gatačko polje), dok godina 1897/98 putuje krškim predjelima Dabaskoga, Fatničkoga, Stolačkoga, Planskoga, Kupreškoga, Glamočkoga, Ravnoga, Vukovskoga, Livanjskoga, Duvanjskoga, Posuškoga, Kočerinškoga i Mostarskoga polja, te Hutovog blata, koje detaljno studira. U svojoj monografiji opisuje po prvi puta neka svojstva fenomena krša: pitanje postanka polja, te njihove hidrografske karakteristike (terase, isušena riječna korita itd.).

Na planinama Prenju, Magliću i Čvršnjici istražuje i opisuje Cvijić tragove prastarih glečera.

Carl Diener

Geolog, Paleontolog

*11.12.1862 Beč; †6.1.1928 Beč

C. Diener studira geografiju, geologiju i paleontologiju kod Simony-ja, Neumayr-a i E. Sueß-a, nakon čega postaje profesor paleontologije (od 1906), dekan (1919), rektor (1922) u Beču, a nakon toga i član Akademije znanosti. Njegovo glavno područje rada su bile Alpe, gdje se posvetio rješavanju stratigrafskih i geoloških problema, te istraživanju faune ovoga područja.

Upravnik Geološko-paleontološkog odjela Prirodoslovnog muzeja u Beču (F. X. Schaffer) šalje mu na odredbu zbirku glavonožaca, koje je sabrao E. Kittl na svojim putovanjima kroz Bosnu i Hercegovinu. Fosili su sabirani na tri lokaliteta: Glamoč (zona *Tropites subbulatus*), Očevje (kod Vareša) i Draguljac kod Sarajeva (zona *Trachiceras Aonoides*).

Kittl je skupio iz tamnih vapnenaca kod Glamoča 120 primjeraka od kojih Diener određuje *Pleuro-nautilus* sp. ind. i nove vrste: *Sagenites* (*Trachysagenites*) *Glamocensis* nov. spec., *Paratropites bosniacus* nov. spec., *Paratropites Hetzendorffii* nov. spec., *Paratropites dinarus* nov. spec., *Polycyclus senex* nov. spec., *Sandingites Pilari* nov. spec., *Glamocites* nov. gen. i *Glamocites Katzeri* nov. spec.

U vapnencima halštatskog tipa sa lokaliteta Draguljac sabire Kittl 1899 godine također bogatu brahiopodnu faunu koju obrađuje Bittner, dok cefalopode prije Diener-a već određuju v. Hauer i Kittl. *Lamellibranchiate* sa ovoga lokaliteta determinira sam Kittl. Diener ovdje određuje novu vrstu nazvanu u čast svoga kolege *Buchites Kittli* nov. spec.

Julius Dreger

Paleontolog, Geolog

***16.9.1861 Trst; †30.9.1945 Königsstätten, Austrija**

Nakon studija u Beču (1887 postaje doktor znanosti), aktivira se kao asistent na Geološkom institutu na Bečkom sveučilištu (1890-1892). Od 1892 do 1923 radi na Carskom geološkom najemještenu gdje postaje šef geolog i konačno vicedirektor.

Godine 1903 organiziraju Dreger i Katzer (tada bosansko-hercegovački zemaljski geolog) ekskurziju kroz Bosnu i Hercegovinu u okviru 9. Geološkog kongresa koji se tada održavao u Beču (slika 1). Oko 70 renomiranih geologa iz čitavog svijeta dobiva priliku da posjeti najzanimljivije geološke pojave u ovoj zemlji.

Herman Engelhardt

Učitelj

***10.3.1839 Oberhohendorf kod Zwickau; †24.1.1918 Dresdenu, Njemačka**

Radeći kao učitelj u Dresdenu upoznaje Engelhardt, poznatoga geologa i paleontologa H. B. Renitz-a, pod čijim nadzorom počinje da se bavi istraživanjima flore iz nalazišta mrkog uglja u njemačkoj pokrajini Sachsen (1870). Poslije kao član Prirodnoznanstvenog društva „ISIS“ u Dresdenu nastavlja opisivati fosilne flore iz čitavog svijeta.

Katzer mu šalje na odredbu fosilne ostatke biljaka koji su sabrani prilikom kartiranja. Engelhardt izvještava već 1883 godine o rezultatima svojih radova na istraživanju tercijarnih biljaka iz okoline Tuzle. Poslije opisuje i ostatke biljaka iz okoline Zenice, Sarajeva, Visokoga, Banja Luke, Kamengrada, Bugojna, Foče itd.

Opisuje slijedeće vrste: *Sphaeria myricae* (Banja Luka), *Equisetum Katzeri* (Orašje), *Pacites tenuiterstriatus* (Prozor), *Cyperites subdominatus* (Štrbac), *Cypresites Richteri* (Mostar), *Persoonia laurinoidea* (Jelovac), *Banksia Katzeri* (Štrbac), *Hakea bosniaca* (Kakanj), *Tilia Katzeri* (Kakanj), *Myrtus bosniaca* (Tuzla), *Gleditschia repandifolia* (Visoko), *Carpolithes capsularis* (Svodna), *Carpolithes alatus* (Zenica), *Carpolithes foveatus* (Zenica, Kakanj) i *Carpolithes valvatus* (Zenica).

Njegovi izvještaji sa predivnim crtežima su za znanstvenike još uvijek izvor vrijednih podataka.

Franz (Franjo) Fiala

Kemičar, Prehistoričar i Botaničar

***14.4.1861 Brnu; †28.1.1898 u Sarajevu**

Nakon studija kemije u Brnu, obnaša Fiala dužnost kustosa na Zemaljskom muzeju u Sarajevu.

U svom kratkom radu o pećinama u Bosni, opisuje Fiala Megara pećinu na Bjelašnici, južno od Sarajeva, gdje nalazi brojne kosti pećinskog medvjeda *Ursus spelaeus* Rosenm. Ovo je prvi nalazak pećinskog medvjeda na Balkanskom poluotoku i prvi dokaz rasprostranjenja ove vrste na jugoistoku Europe.

Baron Heinrich Foullon von Norbeck

Geolog

***12.7.1850 Gaaden, Mödling kod Beča; †10.8.1896 ubijen od strane kanibala za vrijeme ekskurzije na Guadalcanaru**

Nakon studija na Rudarskoj akademiji u Schiarnitz-u i Pribramu, postaje Foullon upravnik rudnika srebra u Schiarnitz-u. Od 1878 godine volontira, a poslije i vodi kemijsku laboratoriju na Geološkom carskom uredu. Godine 1892 je imenovan za „rudarskog sekretara“ pri bosansko-hercegovačkoj zemaljskoj vladi.

Najvažniji doprinos proučavanju geologije Bosne i Hercegovine daje u izvještaju (1892) „Ueber Goldgewinnungsstätten der Alten in Bosnien“ gdje izvještava o mjestima gdje se eksploatiralo zlato još od Rimljana. Zlatonosno područje dijeli u tri dijela: oblast rijeke Vrbasa, dolinu Lašve i okolinu Fojnice.

Kroz ovu studiju po prvi put su sistematski obrađeni povijesni podaci o tradiciji istraživanja zlata i njegove eksploatacije u Bosni, koja je počela prije više od dvije tisuće godina sa dolaskom Rimljana u ova područja, a intenzivno razvijana i u srednjem vijeku. Foullon je u ovom djelu registrirao mnogobrojna ispirališta zlata koja se redovito nalaze u diluvijalnim naslagama (sekundarna ležišta zlata), kao i više od 60 rudarskih radova (šahtova i potkopa). Svoja posmatranja na terenu je dokumentirao i brojnim skicama. Neka ispirališta zlata leže na nadmorskoj visini do 1700m, ostala su pak u dolinama. Foullon uzima 30 proba iz riječnih i potočnih nanosa koje mikroskopski istražuje. U svojim izvještajima o rezultatima ovih istraživanja daje detaljne podatke u učešću pirita, ilmenita, hematita i getita u ispitivanom materijalu. Vrlo često su probama su prisutni kristalići cirkona, komadići cinabarita, turmalin, diopsid, epidot, barit i rude mangana.

Foullon publicira geološku kartu okoline Gornjeg Vakufa u razmjeri 1:75 000 sa obiljem podataka koji detaljno prikazuju geološku građu ovoga područja.

Pored ovoga H. Foullon istražuje i orudnjenja bakra (Sinjakovo), kroma (Zavidovići), antimona (Fojnica) i kamene soli (Tuzla).

U području Alilovca (sjeverozapadna Bosna) istražuje i opisuje pojave azbesta koje leže djelomično u raspadnutim verfenskim škriljcima, djelomično u vapnenim brečama. Na tome lokalitetu nalazi i mineral rodazit koji ga podsjeća na sličan varijetet već pronađen na Grčkom otoku Rodosu.

U Hercegovini istražuje eruptivne olivinsko-dijabazne porfirit i diabazne porfirit.

Theodor Fuchs

Geolog, paleontolog

***15.9.1842 Eperjes-Prešov; †5.10.1925 Steinach/Brenner**

Th. Fuchs studira u Beču kod E. Sueß-a (1863 Dr. phil.), poslije čega radi na Kabinetu za minerale. Od 1889-1904 je direktor Geološko-paleontološkog odjela na Prirodoslovnom muzeju. Spada među prve koji su se bavili istraživanjima facijalnih razlika. Godine 1889 rudarski upravnik u Bosni V. Radimsky šalje pošiljku stijena koji su sabrani u čitavoj Bosni na odredbu. Odredbu tercijarnih fosila preuzima Fuchs. Stijene izuzetno bogate fosilima dolaze iz područja Smrtića kod Prijedora (laporoviti lajta-vapnenci sa *Conus* sp., *Ancillaria glandiformis* Lam., *Fusus* sp., *Turbo rugosus* Linné, *Thracia ventricosa* Phil. etc.), Tuzle (sivkasti, homogeni, plastični lapor koji liči na badenski tegel sa: *Chenopus pes pelecani* Phil., *Natica* sp. cf. *helicina* Brocc., *Tellina* cf. *Ottangensis* Hoern., *Solenomya Doderleini* Meyer, *Leda* sp. etc.), te Podveleža kod Mostara (eocenski vapnenci sa: *Cerithium* sp. cf. *globosum* Desh., *Cerithium* sp.

cf. tuberculosum Lam., Natica cf. depressa Desh., Trochus sp., Dephinula sp. nov., Pileopsis cornu-copiae Lam. etc.).

Karlo Gorjanović-Kramberger

Geolog

*25.10.1856 Zagreb; †22.11.1936 Zagreb

Gorjanović-Kramberger je studirao prirodne znanosti u Zürich-u, München-u i Tübingen-u. Od 1880 je prisutan na Geološkom muzeju u Zagrebu, a 1896 postaje redovni profesor na Sveučilištu na katedri za geologiju i paleontologiju. Iza sebe je ostavio više od 200 znanstvenih radova od kojih je najznačajnije otkriće prehistorijskog čovjeka u Krapini.

U svom kratkom radu je opisao mekušce iz gornjomiocenskih slatkovodnih laporaca koje je Katzer opisao u svom poznatom „Geološkom vodiču kroz Bosnu“ izdanom 1903 godine. Mostarska Valenciennessia Katzeri definirana od Gorjanović-Krambergera bijaše tada najstariji poznati predstavnik ovoga roda.

Johann Grimmer

Rudarski upravnik u Sarajevu

Objavljujući monografiju o ležištima ugljena u Bosni i Hercegovini, 1900 godine, Grimmer daje pregled svih rezultata istraživanja provedenih do tada na ovu temu. Na priloženoj karti u mjerilu 1:75 000 su naneseni svi tada poznati bazeni sa značajnim pojavama uglja. Sa brojnim geološkim profilima je vjerodostojno predstavljena geološka situacija u pojedinim ležištima. Analize kvaliteta uglja su napravljene u Beču u Donau-Dampfschiffahrt udruženju. Odredbe fosila iz ovih ležišta su obavili namještenici Dvorskog muzeja u Beču. U svijetlim i svijetložutim laporovitim vapnencima iz okoline Sanskog Mosta nalazi Grimmer brojne bivalve među kojima su česte kongerije (Congeria cf. Czjzekii Hoern., Congeria cf. banatica Hoern., Congeria cf. triangularis Partsch), izuzetno dobro očuvane fosilne biljke (Cyperites Palla, Laurus stenophylla Ett., Dryandra acuminate Ett., Pterocarya denticulata O. W. N. A.) i brojne otiske fosilnih riba.

U radu o fosilnim ostacima sisavaca nađenim u nanosima rijeke Save opisuje Ursus spelaeus Blumenb., Cervus alces Cuv., Cervus elaphus fossilis Cuv. i Bos priscus Boj.

U kratkom izvještaju spominje Grimmer ekonomski beznačajnu pojavu azbesta kod mjesta Halilovci u sjevernoj Bosni.

Slijedeći izvještaj sastavljen od strane C. M. Paul-a (1886) u kojem se područje Tuzle kao vrlo perspektivno u pogledu na naftu karakterizira, dolazi Grimmer 1895 u ovo područje da detaljno provjeri ovaj nalaz. Već 1896 godine biva javljena prva pojava sirove nafte u Tuzlanskom bazenu otkrivena sa dvije bušotine (133m i 144m). Od tadašnjeg ministra B. V. Kallay-a zahtijeva Grimmer daljnje investicije u visini od 250 000 krona za istraživanje nafte na području Majevice. Međutim od ministra dobiva odgovor da na svaki gulden koji od poreznih obveznika u državnu kase dođe čeka veliki broj neriješenih problema u Bosni, prije svega socijalnih.

Alfred Grund

Geograf

***3.8.1875 Prag; poginuo 11.11.1914 u Smederevu**

Grund studira geografiju i povijest u Beču nakon čega postaje asistent na institutu (1903). Od 1907 je profesor i predstojnik instituta za proučavanje mora na univerzitetu u Berlinu. Poznati su njegovi radovi na temu krša gdje uvodi pojam „Karstwasser“. Često putuje i posjećuje Srednje more i Jadransku obalu.

Prilika da posjeti područja sa kraškim pojavama nudi mu se po prvi puta godine 1896 za vrijeme ek-skurzije, koju organizira bečki Institut za geografiju pod vodstvom profesora Penck-a i Richter-a. Tri go-dine poslije, kao i 1902 godine putuje Grund u Bosnu, Hercegovinu i Dalmaciju sa namjerom da sabere materijale za svoju studiju o fenomenu krša i hidrografskih prilika u ovim predjelima. Kao kartografske podloge za ovu priliku su korištene karte koje je izradio geografski Institut u razmjeri 1:75 000.

Grund proučava hidrografsku problematiku u Lici, dolini Unca, okolini Grahova, zapadnobosanskim planinama, Livanjskom polju, Glamoču i Duvnu. Zaključak njegovoga rada je da su uzrok hidrografskih procesa u ovim područjima izvorišta, a ne rijeke kao u srednjoj Europi. Izvorišta dijeli Grund na periodi-čna ili karstna i perenirajuća ili Vaucluse-izvore (po izvoristu Vaucluse kod Avignon-a u Francuskoj gdje odmah sa izvorišta teče rijeka).

Grund istražuje tri velika polja: Livanjsko, Glamočko i Duvanjsko, kao i brojna manja polja u zapadnoj Bosni i Hercegovini. Na kraju zaključuje, kao i Penck da su polja naime tektonske potoline.

Da bi proširio svoja saznanja o hidrografiji krša i što bolje proučio morfologiju Dinarida putuje Grund ponovno 1905 godine u Hercegovinu. U svojim „Beiträge zur Morphologie des dinarischen Gebirges“ istražuje „posthumne“ (mlađe) rasjede u području Mostara i Stoca, kao i polja u istočnoj Hercegovini (Nevesinje, Dabarpolje, Gacko, Bregava etc.) i njihov odnos prema „posthumnim“ rasjedima i kvartar-nim naslagama u Hercegovini.

Maximilian Hantken von Prudnik

Geolog, Paleontolog

***26.9.1821 Jablunkov; †26.6.1893 Budimpešta**

Do 1846 godine studira Hantken na Rudarskoj akademiji u Schemnitz-u i kemiju u Beču (1849/1850), nakon čega postaje kustos Geološkog odsjeka muzeja u Pešti. Godine 1869 postaje prvi direktor tek osno-vanog Mađarskog geološkog ureda nakon čega se posvećuje istraživanju mađarskih tercijarnih naslaga.

Godine 1867 objavljuje Hantken prvo mineraloško-petrografsko razmatranje u vidu kratkog izvješta-ja o sepiolitu („morskoj pjeni“) iz sjevernobosanske serpentinske zone (Ljubić planina). Tu bilježi da su pojave ovoga minerala, koji se tada koristio u proizvodnji lula, moćne do nekoliko stopa.

Franz Ritter von Hauer

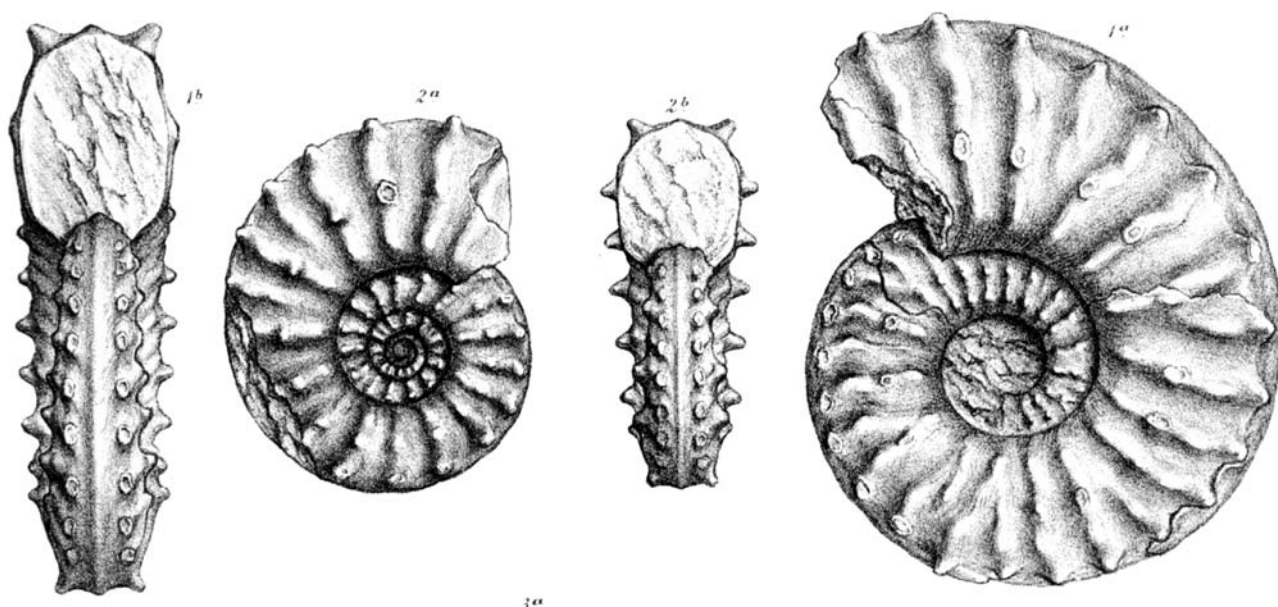
Geolog, Paleontolog

*30.1.1822 Beč; †20.3.1899 Beč

Od 1839 do 1843 studira Hauer na Rudarskoj akademiji u Schemnitz-u, a 1844 dolazi u Montanistički muzej u Beč. Pri osnivanju Geološkog carskog ureda u Beču postaje savjetnik i prvi geolog Instituta, od 1866 do 1885 obnaša dužnost direktora. Po prvi puta izdvaja halšteter vapnence kao zasebnu jedinicu, dokumentira trijasku naslage u sjevernoistočnim Alpama i donosi osnove podjele alpskih trijaskih tvorevina. Velike zasluge stiče u organiziranju mnogobrojnih društava u Austriji: Udruga prijatelja prirodno-znanstvenih disciplina, Zoološko-botanička udruga, Geografska udruga, Udruga za širenje prirodnoznanstvenih dostignuća etc. kao i pri publiciranju prve geološke pregledne karte Austro-Ugarske monarhije. Postaje član akademije u Beču.

F. Hauer posjećuje godine 1884 Sarajevo i na poklon dobiva zbirku minerala i ruda od B. Walter-a. O ovoj zbirci izvještava u svom radu „Erze und Mineralien aus Bosnien“ (1884). Posebno zanimljivi su njegovi komentari o antimonitu (Fojnica), baritu, malahitu, realgaru, i auripigmentu (Kreševo), mineralima željeza (Vareš), olovnim i mineralima sa srebrom (Srebrenica) itd. Proučavani minerali potiču iz ležišta u pogonu koje posjeduje zadruga „Bosna“. Rude iz Fojnice pored lijepih kristala antimonita sadrže i siderit, kvarc i pirit. Iz rudonosnog područja u okolini Vareša dobiva minerale željeza, grafitične škriljce sa malahitom te liskunovite škriljce sa malahitom i azuritom. Hauer opisuje i rude mangana iz okoline Čevljanovića sa sadržajem od 55-59% mangana.

Od hercoga von Württemberg-a godine 1879, dobija iz okoline Žepča više primjeraka minerala koje označava kao miemit (varijetet dolomita, dobio ime po Miemu u Toskani gdje je po prvi puta nađen). Lijepi primjerci ovoga minerala se još mogu vidjeti u zbirci Geološkog ureda u Beču. U predavanju održanom 1884 predstavlja Hauer kartografske podatke o pojedinim dijelovima Bosne i Hercegovine, koje je dobio od predsjednika društva „Bosna“ dvorskog savjetnika F. v. Andrian-a. Pregledna geološka karta nalazišta kroma u gornjem toku Krivaje (1:51 000), detaljna geološka karta područja Vranikovice (1: 6250), kao i karta kopa manganske rude na lokalitetu Vranikovice (1:100) su bile predmeti interesa publike prije svega zainteresirane za rudarske prilike u Bosni.



Ceratites Bosnensis n. sp. (Hauer, 1888).

Prilikom rada na trasi ceste oko 10 km istočno od Sarajeva, u dolini rijeke Miljacke (lokalitet Han Bulog) biva otkrivena bogata cefalopodna fauna. Sa ovoga i sa još dva lokaliteta u blizini potiču bogate zbirke koje se nalaze u muzeju Geološkog ureda u Beču. Hauer obrađuje ovu faunu i zaključuje da je ona identična sa onom koju je Mojsisovics već u Alpama (*Ceratites trinodosus* biozona) našao i opisao. Istom facijesu pripada i novootkrivena fauna iz Han Buloga. Godine 1887 i 1892 opisuje Hauer 158 vrsta (slika 6) iz ove faune nađene u crvenim vapnencima od čega je 68 novih vrsta: *Temnocheilus binodosus* n. sp., *Gymnites bosnensis* n. sp., *Nautilus bulogensis* n. sp., *Ceratites bosnensis* n. sp., *Ceratites halilucinensis* n. sp. itd. Halštatska fauna koju je opisao Mojsisovics sadrži 86 vrsta. Samo jedan kilometar udaljen od ovoga lokaliteta na području Haliluka je pronađena još bogatija fauna nautilida gdje je opisan i novi rod *Bosnites* sa vrstama *Bosnites clathratus* n. sp. i *Bosnites pateus* n. sp., te inače rijetko pronađeni ceratit *Ceratites decrescens*. Novoodređeni rod liči na *Norites* i na u Indiji opisani *Ambites*, ali se razlikuje po tome što nema ceratitske lobne linije. Od 65 tamo određenih vrsta, određuje Hauer 28 po prvi puta (*Nautilus cancellatus* n. sp., *Nautilus patens* n. sp., *Pleuromutilus intermedius* n. sp., *Temnocheilus triserialis* n. sp., *Ceratites lenis* n. sp., *Ceratites crassus* n. sp., *Ceratites semiplicatus* n. sp. etc.). Kroz ove radove su lokaliteti Han Bulog i Haliluci sa svojim faunama postali svjetski poznata nalazišta glavonožaca.

Vincenz Hawelka

Hawelka posjećuje istočnu Hercegovinu i istražuje nalazišta uglja u Gackom polju. Moćnost glavnog ugljenog sloja je iznosila 90cm i po laboratorijskim ispitivanjima sprovedenim u Beču sadrže 15% pepela, 18,9% vode i 3818 toplotnih jedinica (po Berthier-u). Godine 1904 ovo područje posjećuje i Schubert da bi pomogao pri rješavanju stratigrafske problematike.

U svom izvještaju (1905) daje Hawelka pregled geoloških odnosa ovoga kraškog polja i okoline i opisuje neka nalazišta fosila: lokalitet Mulje (dahštajnski vapnenci sa brojnim gastropodama, pelecipodama i jednim amonitom – *Pinacoceras* sp.), selo Srdevići (konglomerati sa elipsactinama i ostacima koralala), selo Kazanci (sa numulitima, koralima, radiolitima i hipuritima), Černicu (eocenski fliš sa brojnim fosilima) itd.

U periodu od 1928 do 1930 poduzima Hawelka studijsko sputovanje po jugoistočnoj Bosni, Hercegovini i Crnoj Gori, ta nakon toga publicira brojne podatke o geološkim odnosima u ovim područjima.

Franz Heribich

Geolog

***1821 Preßburg; †15.1.1887 Budimpešta**

Nakon završene srednje škole u Czernovitz-u, Heribich studira od 1840 do 1841 medicinu u Beču (Josephinum) na institutu za obrazovanje ratnih liječnika, i od 1841 do 1844 rudarstvo i šumarstvo u Schemnitz-u. Radi kao rudarski namještenik, kontrolor i upravnik pogona u Manczovim rudnicima. Godine 1854 odlazi u Rumunjsku i zapošljava se u privatnom rudniku bakra u Balábánya. Godine 1869 počinje raditi kao kustos u tamošnjem Muzeju i organizira petrografsku i paleontološku zbirku. Na sveučilištu Klausenburg promovira u doktora filozofije a poslije i habilitira i dobija ovlaštenje da poučava o geološkoj problematici u Austro-Ugarskoj monarhiji.

U studenom 1879 godine Ministarstvo šalje Heribich-a zajedno sa 22 rudara iz Idrije u Bosnu sa zadatkom da istraže pojave živinih minerala u okolini Kreševa. Heribich se zbog bolesti vraća već u veljači 1880 nazad i projekat dalje prelazi pod vođstvo B. Vogt-a.

Herbich opisuje Bosnu kao brdovitu provinciju djelomično sličnu Alpama, presječenu rijekama: Unom, Vrbasom, Bosnom i Drinom. Spominje trijasku tvorevine u srednjoj, zapadnoj i južnoj Bosni, serpentinsku zonu sa gabrom, melafinom, eklogitom i amfibolskim stijenama, kao i ugljene bazene Tuzle, Zvornika, Žepča, Zenice, Banja Luke, Prijedora, Krupe, Bihaća i Mostara.

Kao „bogate i veličanstvene rudne pojave“ opisuje Herbich orudnjenja kod Kreševa (tetraedrit, galenit, cinabarit, antimonit, hematit), Busovače, Vareša (hematit), Dubošnice (kromit) itd. Cestu između Kiseljaka i Busovače opisuje kao trasu nasutu sa čistim kristalima kvarca dugim i više o 20cm, debelim 8-10cm.

Franz Heritsch

Geolog, Paleontolog

***26.12.1882 Grac; †17.4.1945 Grac**

Heritsch studira na sveučilištu u Gracu kod Hoernes-a, Hilber-a i Scharitzer-a geologiju, paleontologiju, mineralogiju i petrografiju. Poslije toga dobija namještenje kao vanredni profesor (1921-1924), nasljednik V. Hilber-a, a potom i kao redovni predavač geologije i paleontologije u Gracu. Objavljuje brojne publikacije o geološkim i paleontološkim karakteristikama Štajerskog paleozoika, silurskoj fauni istočnih Alpa, karbonu Karavanki i Karnijskih Alpi. Od 1925 postaje dopisni suradnik Geološkog ureda u Beču, a od 1941 stvarni član Austrijske Akademije znanosti.

Nakon proučavanja naslaga karbona i perma u južnim Alpama, publicira Heritsch 1939 godine pregled geoloških tvorevina ove starosti u jugoistočnoj Europi. Tu uspoređuje donjokarbonske belerofonske sedimente pored Sarajeva sa istim paleozojskim tvorevinama južnih Alpa, Grčke, Sicilije i Male Azije.

Heritsch dobija od V. Simića korale nađene u tamnosivim i crnim vapnencima Sansko-unskog paleozoika na odredbu. Sa lokaliteta Jakerina Koza određuje: *Amplexocarina smithi* Heritsch, *Allotropiophyllum* ? sp., *Siphonodendron* sp., *Geyerophyllum carnicum* Heritsch, *Carniaphyllum gortanii* Heritsch, *Bothrophyllum conicum* Trautschold i *Chaetetes radians* Fischer sa čime dokazuje gornji karbon u ovim paleozojskim naslagama.

Adolf Hofmann

Geolog, Paleontolog

***17.1.1853 Žebrak, Češka; †9.9.1913 Prag**

A. Hofmann je studirao na Akademiji u Leobenu, gdje je 1876 postao asistent zainteresiran isključivo za paleontologiju (kičmenjaci tercijara iz Štajermarka, Češke, Slovačke i Bosne). U Pribramu, gdje od 1893 radi kao profesor specijalne geologije za rudna ležišta kao analitičke kemije, počinje da se intenzivno bavi češkim rudnim ležištima.

Bosanski zemaljski geolog F. Katzer šalje mu na odredbu primjerke sisavaca skupljene u Bosni i Hercegovini, pohranjene u Zemaljskom muzeju i zbirci bosansko-hercegovačkog geološkog ureda. Ove fosile je skupio tadašnji rudarski namještenik W. Radimsky.

Iz miocenskih ugljeva kod Banja Luke određuje Hofmann *Dorcatherium* (*Hyaemoschus*) *Rogeri* n.sp. i *Antilope* cf. *clavata* Lart. Ostatke kosti i zuba iz ugljonosnih mladotercijarnih naslaga kod Repovaca (Konjic), po Hofmann-u pripadaju vrstama *Dinotherium bavaricum* H. v. Meyer i *Mastodon angustidens* Cuvier.

Rudolph Hörnes

Geolog, Paleontolog

***7.10.1850 Beč; †20.8.1912 Judendorf kod Graca**

Hörnes studira na sveučilištu u Beču od 1869 kao učenik profesora Eduarda Sueß-a. Na geološkom carskom uredu radi kao praktikant (1873-1876), a od 1881 kao profesor geologije na sveučilištu u Gracu. Od njegovih paleontoloških radova potrebno je istaknuti studiju o tercijskim gastropodama bečkog bazena.

U jednom kratkom izvještaju upućenom Paul-u, daje Hörnes rezultate njegovih paleontoloških ispitivanja na materijalu iz tercijskih slojeva kod Dervente. U tamošnjem kamenolomu lajta vapnenaca nalazi Hörnes: *Pecten latissimus*, *Venus aglanrae*, *Turbo rugosus* itd. Pored ostriga i pektena iz lajtoških vapnenaca kod Han-Marice on nalazi *Lucina*, *Venus*, *Trochus* i turitele. Između Dervente i Han-Marice na lokalitetu Vrhovi analizira amfisteginski laporac.

U svojoj „Polemik gegen Tietze“ („Polemika protiv Tietze-a „) kritički komentira Hörnes nesporazume između Mojsisovics-a i Tietze-a nastale nakon kartiranja godine 1879 u Bosni.

Fosile koje je dobio na odredbu od V. Hawelke iz okoline Mostara 1902 godine, određuje Hörnes kao *Chondrodonta* (*Ostrea*) *Joanne Choffat* i stavlja ih u nivo sa šiosi-slojevima.

Conrad John von Johnsborg

Kemičar

***3.2.1852 Kronstadt, Rumunjska; †28.6.1918 Beč**

Od 1868 do 1872 godine studira Conrad John na Tehničkoj visokoj školi u Beču, a 1874 počinje raditi kao namještenik u geološkom uredu u Beču. Obavlja mnogobrojne mineraloške i petrografske studije, čije rezultate i publicira.

U četvrtom dijelu „Geologije Bosne i Hercegovine“ izdate 1880 piše John odjeljak „O kristalinskim stijenama Bosne i Hercegovine“, gdje daje rezultate analiziranja stijena koje su sakupili E. Mojsisovics, E. Tietze i A. Bittner za vrijeme geološkog kartiranja. Između ostalih je proveo makroskopske, mikroskopske i kemijske analize slijedećih stijena: muskovitski granit (Kobaš), dijabazporfir i diorit (dolina Vrbasa), dijabazi (Majevica, Maglaj, Dobo), olivinski gabro i trahit (Maglaj) itd.

Iz istočne Bosne analizira stijene skupljene kod Srebrenice (kvarcpropilit), Ljubovije (dacit), Zvornik (hornblendski škriljci), Rudoga (amfiboliti), te procese raspadanja gabra i olivinskog gabra kod Višegrada. U tim probama nalazi da su posebno dijabaz i olivin izmijenjeni, dok su feldspati još svježeg izgleda.

Dijabazporfir i dijabaz nađene u dolini Vrbasa, diorit iz doline Tešanice, te dijabazporfir iz Rame i Prozora svrstava u starije plagioklaske stijene. Stijene skupljene kod Doboja određuje kao diorit, a kod Žepča kao biotitski dijabaz.

U grupu trahitskih i andezitskih stijena spadaju trahiti iz okoline Maglaja i Šušnjara, kvarcpropiliti iz Srebrenice, daciti iz okoline Ljubovije, hornbledni andeziti i hornblendski škriljci nađeni kod Zvornika.

Godine 1888 opisuje John detaljno eruptivne stijene kod Jablanice i označava ih kao augitdiorit, gabro, olivinogabro i diorit. Kroz kemijske analize provedenim na miemitu (Žepče) dokazuje da se ovaj mineral razlikuje od istoimenog nađenog u Toskani po višem procentualnom sadržaju željeza.

Friedrich (Bedrich) Katzer

Geolog

*5.6.1861 Rokycany, Češka; †3.2.1925 Sarajevo



Friedrich Katzer (1861-1925) godine 1903; arhiva GBA.

Nakon završene realne gimnazije u Kutnoj Hori i Pragu, Katzer studira od 1880 do 1883 na Tehničkoj visokoj školi u Pragu. Godine 1890 dobija titulu Dr. phil. na sveučilištu u Gießenu. Od 1883 do 1888 radi kao asistent na Češkoj tehničkoj školi u Pragu, od 1888 do 1891 je upravnik stanice za ispitivanje građevinskih materijala u Wrschoevitz-u kod Praga. Kao tridesetjednogodišnjak (1892) objavljuje knjigu „Geologie von Böhmen“, koja je zbog svoga obima od 1606 stranica izašla u dva toma. Od 1892 do 1895 je zaposlen kao asistent za mineralogiju, geologiju i rudna ležišta u Leobenu. Godine 1893 radi na rješavanju hidrogeološke problematike u okolini Villach-a (Austrija).

Zbog obiteljskih i finansijskih problema putuje u Brazil gdje postaje upravnik mineraloško-geološkog odjela na muzeju Paraense u Pari i državni geolog. U Brazilu ostaje tri godine (1895-1898) i za to vrijeme poduzima brojne istraživačke ekskurzije kroz razna područja ove zemlje. Rezultate svojih istraživanja publicira u mnogobrojnim djelima, gdje izvještava o hidrogeologiji, rudnim ležištima, geologiji i tektonici pokrajine Para, te utemeljuje mineralošku, petrološku i paleontološku zbirku u muzeju.

Zbog nehigijenskih uvjeta života i rada, opasnosti od raznih zaraza, kao i ostalih nepogodnosti na koje svakodnevno nailazi, čezne Katzer za Europom. Stoga 17. siječnja 1898 šalje molbu za posao Rudarskoj upravi u Sarajevu i već 15.7. biva imenovan adjunktom dok 1901 godine postaje zemaljski (pokrajinski) geolog, a 1909 rudarski savjetnik.

Godine 1898 je Katzer (slika 7) osnovao geološku službu, koja se 1912 godine odvojila od Rudarske uprave (gdje su bile česte nesuglasice sa J. Grimmer-om), postala oficijelna bosansko-hercegovačka služba i dobila samostalni statut. Ova godina se i uzima kao godina osnivanja sadašnje Geološke službe.

Neumorni znanstvenik F. Katzer se sasvim posvećuje geološkom izučavanju Bosne i Hercegovine i ostaje do svoje smrti u Sarajevu. Publicirao je preko 140 znanstvenih radova i preko 500 priloga, referata i pribilješki u raznim znanstvenim inozemnim časopisima. Godine 1925 izlazi posthumno njegovo životno djelo „Geologie Bosniens und der Herzegowina“.

Odmah po dolasku u Sarajevo poduzima Katzer potrebne aktivnosti za uspješno sprovođenje geološkog kartiranja. Kao glavni zadatak Zemaljske geološke službe vidi u izdavanju pregledne geološke karte u razmjeru 1:200 000. Čitava zemlja biva podijeljena u 6 listova, a geološko kartiranje planirano u razmjerama: 1:6 250, 1:25 000 i 1:75 000. U svom poznatom djelu „Geologischen Führer durch Bosnien und die Herzegovina“ izdatom 1903 godine povodom IX internacionalnog Geološkog kongresa, Katzer objavljuje već šest karata u razmjeri 1:75 000 (Doboj, Zenica, Jajce i Jezero, Prozor, Mostar i Bugojno) i jednu kartu u razmjeru 1:200 000 (Majevisa i okolina Donje Tuzle).

U razdoblju od 1907 do 1922 je pod njegovom upravom publicirano deset karata u razmjeri 1:75 000: Motajica i Prosara, Tuzla i Majevisa, Janja, Gračanica i Tešanj, Derventa i Kotorsko, Gradačac i Brčko, Trnovo i Foča, Zenica i Vareš, Prnjavor te Sarajevo. Sve ove karte su publicirane u crno-bijeloj tehnici (sa bijelom topografskom podlogom i crnim granicama između formacija).

Od 1906 do 1921 uz pomoć suradnika E. Kittl-a, W. Šrajn-a, V. Lipold-a i I. Turine izdaje Katzer tri lista preglednih geoloških karata u razmjeri 1:200 000 (Sarajevo 1906, Tuzla 1910 i Banja Luka 1921). Listove Travnik i Ljubuški završavaju i objavljuju njegovi suradnici od 1922 do 1924 godine.

Katzer se intenzivno posvećuje i istraživanju kenozoika Bosne i Hercegovine i na kartama izdvaja naslage eocena, oligo-miocena, mediterana, sarmata, pliocena i kvartara.

U smeđkastim laporovitim, bituminoznim vapnencima u mjestu Doljani (Hercegovina) nalazi *Stomatopsidea leptobasis*, *Stomatopsidea acantica* i *Megastomatopsis aberrans* i sa tim po prvi puta dokumentira pliocenske slojeve u ovom području.

Na osnovu litoških karakteristika Katzer razvrstava sjevernobosanske eocenske sedimente u tri horizonta. Oligocenske slojeve Majevice (moćni glinci i pješčari) označava kao tipični fliš, a tamo skupljene fosile šalje Engelhard-u na odredbu. Kod Banja Luke studira donjomiocenske šlir naslage, a kod Tuzle sarmatske crne, glinovite i vapnovite pješčare.

U čitavoj Bosni i Hercegovini snima Katzer i oprobaje brojne profile mezozoiske starosti i dokumentira kontinuirani prijelaz iz paleozoika.

O pitanju serpentinske zone Katzer piše: „Vrlo je bitna činjenica da slojevi gornje i najgornje jure svugdje stoje u vezi sa stijenama takozvane serpentinske bosanske zone, naime sa serpentinitima, peridotitima, gabrom i srodnim stijenama, kao i pratećim tufovima, jaspisima, tufitičnim pješčarima – ukratkosa stijenama, koje se smatraju karakterističnima za stariji bosanski fliš. S tim u vezi najmlađe jurske stijene istočne i srednje Bosne, kao npr. U centralnim dijelovima Majevice, u područjima Drinjače, Krivaje i Krivače, posebno u okolini Kladnja, Olova, Vozuće, Zavidovića itd. i to koliko mi je poznato uvijek leži titon na serpentinskim stijenama. „

Njegovi podaci o mezozoiku Bosne i Hercegovine i danas su izvor važnih podataka, za sve znanstvenike koji se bave ovom problematikom.

U svom djelu „Geologija Bosne i Hercegovine“ (1925) opisuje Katzer azoikum i paleozoikum ove zemlje. Azoik dijeli u:

1. azoikum Motajice,
2. azoikum Prosare
3. azoikum srednjobosanskih škriljavih planina.

Katzer izdvaja i detaljno opisuje devet područja sa paleozoiskim stijenama:

paleozoik srednjobosanskih škriljavih planina (filiti, glinoviti škriljci, kvarciti i kvarcni pješčari, vapnoviti filiti i vapnovito-glinoviti škriljci, vapnenci i dolomiti, pješčari, konglomerati i breče, kvarcporfiri, gabro i dijabaz, orudnjenja: zlata, arsena, antimona, olova, cinka, barita, cinabarita, mangana, željeza i mineralna vrela);

paleozoik Jezera i Sinjakova (filiti, glinoviti škriljci, vapnoviti filiti, pješčari, verukano, vapnenci, kvarcporfiri, dijabaz, diorit, željezna rudna ležišta i mineralna vrela);

paleozoik južne Bosne – Pale, Prača, Trnovo, Goražde i Foča (filiti, belerofonski vapnenci, eruptivne stijene, gips, kvarc, antimonit, galenit, siderit, ležišta željezne rude i mineralna vrela);

paleozoik istočne Bosne – Srebrenica, Vlasenica, Zvornik (filitični škriljci, krovni škriljci, pješčari, kvarcni pješčari, kvarciti, konglomerati, vapnenci, eruptivne stijene, metamorfne stijene i rudna ležišta);

paleozoik Ključa (škriljci, vapnenci i rudne ležišta);

paleozoik područja Sane – Ljubija, Stari Majdan, Sanski Most i Stratinska (filitični škriljci, uškriljeni pješčari, pješčari, konglomerati, vapnenci, ležišta željeza, olovni minerala i mineralna vrela);

Unski paleozoik – Bosanski Novi (filitični škriljci, pješčari, vapnenci, rudna ležišta i mineralna vrela);

paleozoik Ljubine na hrvatskoj granici (filitični škriljci, pješčari, vapnenci, rudna ležišta i mineralna vrela);

mala područja sa paleozoiskim stijenama u području sjevernobosanske serpentinske zone.

Za vrijeme kartiranja skuplja Katzer bogat fosilni materijal, koji šalje na odredbe paleontolozima širom Europe. Oni pak u znak zahvalnosti mnoge nove forme nazivaju po njemu.

Kao učenik i asistent poznatog geologa Krejči-ja, Katzer počinje sa sistematskim opisivanjem do tada poznatih rudnih ležišta i osnuje zbirku minerala sa područja čitave Bosne i Hercegovine.

U čast dvadesetpet godišnjice službe bosansko-hercegovačkog rudarskog upravnika F. Poech-a, naziva Katzer novootkriveni mineral iz ležišta Smreka kod Vareša: poechit.

Kroz svoj neumorni rad Katzer je stekao neizmjerne zasluge za proučavanju geološke građe i razvoj rudarstva Bosne i Hercegovine.

Popis korištene literature:

Abel, J. & Rannsonet, F. V.: Schwarzkohlen im Becken von Zenica in Bosnien. – Inneröst. Ind. u. Gewerbeblätter, 46., Wien 1846.

Ampferer, O. & Hammer, W.: Erster Bericht über eine 1917 im Auftrage und auf Kosten der Akademie der Wissenschaften ausgeführte geologische Forschungsreise im Nordwestserbien. – Sitz.-ber. Akad. Wiss. Wien, 126, 679-701, Wien 1917.

Ampferer, O. & Hammer, W.: Erster Bericht über eine 1918 im Auftrage und auf Kosten der Akademie der Wissenschaften ausgeführte geologische Forschungsreise im Nordwestserbien. – Sitz.-ber. Akad. Wiss. Wien, 127, 635-668, Wien 1918.

Andrusov, N.: Fossile und lebende Dreissensidae Eurasiens. – 15 S., 20 tab., St. Petersburg 1897.

Barić, LJ., Trubelja, F.: Friedrich Katzer kao mineralog i kristalograf.-Geoloski glasnik,20,165-176, Sarajevo 1975.

Beck, H.: Lias bei Vares in Bosnien.-Jb. Geol. Reichsanst., 53, 473-480, 4 Abb., Wien 1903.

Berwerth, F.: Meteorit aus Zavida.-Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina,8,409-426,1 Taf.,3 Abb.,Wien 1902

Bittner, A.: Route Sarajevo.Mostar.-Verh. Geol. Reichsanst., 257-261, Wien 1879.

Bittner, A.: Vorlage der Geologischen Uebersichtskarte der Hercegovina und der südlichen Theile von Bosnien.- Verh. Geol. Reichsanst., 351-352, Wien 1879.

Bittner, A.: Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegovina: III Die Hercegovina und die südöstlichen Theile von Bosnien.-Jb. Geol. Reichsanst., 30, 353-438, 1 Taf., Wien 1880.

Bittner, A.: Neue Einsendungen tertiärer Gesteinssuiten aus Bonien.-Verh. Geol. Reichsanst.,202-204, Wien 1884.

Bittner, A.: Neue Einsendungen von Petrefacten aus Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 140-141, Wien 1885.

- Bittner, A.: Zur Kenntniss der Melanopsidenmergel von Dzepe bei Konjica in der Hercegowina.-Verh. Geol. Reichsanst., 298-300, Wien 1887.
- Bittner, A.: Lössschneken, hohle Diluvialgeschiebe und Megalodonten aus Bosnien- Hercegowina.-Verh. Geol. Reichsanst., 162-163, Wien 1888.
- Bittner, A.: Geologische Mittheilungen aus dem Werfener Schiefer- und Tertiär-Gebiete von Konjica und Jablanica a. d. Narenta.-Jb. Geol. Reichsanst., 38, 321-342, 2 Abb., Wien 1888.
- Bittner, A.: Einsendung von Gesteinen aus dem südöstlichen Bosnien und aus dem Gebiete von Novibazar durch Herrn Oberstlieutenant Lihn.-Verh. Geol. Reichsanst., 311-316, Wien 1890.
- Bittner, A.: Petrefacten des marinen Neogens von Dolnja Tuzla in Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 180-183, Wien 1892.
- Bittner, A.: Neue Fossilfunde bei Dolnja Tuzla in Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 197-198, Wien 1895.
- Bittner, A.: Ueber Petrefacte von norischen Alter aus der Gegend von Cevljanovic in Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 284-291, Wien 1902 .
- Bittner, A.: Brachiopoden und Lamellibranchiaten aus der Trias von Bosnien, Dalmatien und Venetien.-Jb. Geol. Reichsanst., 52, 495-642, 17 Abb., 10 Taf., Wien 1903.
- Boué, A.: La Turquie d'Europe.- Paris 1840.
- Boué, A.: Voyage dans la Turquie d'Europe. - Paris 1866.
- Boué, A.: Mineralogisch-geologisches Deteil über einige meine Reiserouten in der europäischen Turkey.- Sitzungsber. d. Akademie d. Wissen.,66, Wien 1870.
- Brezina, A.: Meteoriti iz zborničkog kotara u Bosni.-Glasnik zemaljskog muzeja u BiH,622-628, Sarajevo .
- Brusina, S.: Grada za neogensku malakolosku faunu Dalmacije, Hrvatske, Slovenije uz neke vrste iz Bosne, Hercegovine i Slavonije.-21 Taf., Zagreb 1897.
- Brusina, S.: Ichonographia molluscorum Fossilium in telure tertiaria Hungariae, Croatiae, Slavoniae, Bosniae etc.30 Taf., Zagreb 1902.
- Brusina, S.: Šipovo i njegova tercijarna faunula.- Glasnik zemaljskog muzeja u BiH,16, 493-498,3 Taf., Sarajevo 1904.
- Bukowski, G. S.v.: Beitrag zur Geologie der Landschaften Korjenici und Klobuk in der Hercegovina.-Jb. Geol. Reichsanst.,51, 159-168, 1 Taf., Wien 1901.
- Conrad, A.:Bosnien mit Bezug auf seine Mineralschätze.- Mittheilungen der k.k. geograph. Gesellschaft in Wien, 13,219-228, Wien 1870.
- Cvijić, J.: Das Karstphänomen.-Geographische Abhandlungen,5, H.3,215-329, Wien 1896.
- Cvijić, J.: Morphologische und Glaciale Studien aus Bosnien, der Hercegovina und Montenegro.-Abhandlungen der k.k. Geogr. Gesellschaft in Wien,2,145-238,9 Taf., Wien 1900.
- Cvijić, J.: Neue Ergebnisse über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel.-Mittheilungen der k.k. Geogr. Gesellschaft in Wien,47,149-196, Wien 1904.
- Čutura, O. M.: Eruptivni kamenje u jugozapadnoj Bosni. - Glasnik zemaljskog muzeja,30,11-20, Sarajevo 1918.

- Ćorić, S.: Die geologische Erforschung von Bosnien und der Herzegowina und der grundlegende Beitrag der österreichischen Geologen. – Abh. der. Geol. BA, 56/1, 117-152, Wien 1999.
- Dedijer, J.: Prilozi geoloskoj istoriji Neretve.-Glasnik zemaljskog muzeja BiH, 19, 619-628, 1 tabla, Sarajevo 1907.
- Diener, C.: Gornjo trijadicka fauna cefalopoda iz Bosne.-Glasnik Zemaljskog muzeja, 28, 359-396, 3 Taf., Sarajevo 1916.
- Dreger, J.: Die Excursion des IX Internationalen Geologen-Congresses nach Bosnien und in die Herzegowina.-Verh. Geol. Reichsanst., 344-345, Wien 1903.
- Engelhardt, H.: Über bosnische Tertiärpflanzen. Beschreibung einiger Tertiärpflanzen von Bijelo Brdo bei Visegrad in Bosnien.- Ges. „Isis“ in Dresden, 11, 85-88, Dresden 1883.
- Engelhardt, H.: Über Tertiärpflanzen aus Bosnien.- Verh. Geol. Reichsanst., 187-189, Wien 1900.
- Engelhardt, H.: Prilog poznavanju tercijarne flore najsire okoline Donje Tuzle u Bosni.-Glasnik zemaljskog muzeja, 13, Sarajevo 1901.
- Engelhardt, H.: Verzeichnis der im Jahre 1901 in BiH aufgefundenen Tertiärpflanzen.- Verh. Geol. Reichsanst., 142-143, Wien 1902.
- Engelhardt, H.: Prilog poznavanju tercijarne flore Bosne i Hercegovine.- Glasnik zemaljskog muzeja, 14, 2 Abb., 2 Taf., Sarajevo 1902.
- Engelhardt, H.: Prilog poznavanju fosilne flore iz naslaga srednjeg ugljena u kotlini Zenica-Sarajevo u Bosni.-Glasnik zemaljskog muzeja, 15, Sarajevo 1903.
- Engelhardt, H.: Prilog poznavanju tercijarne flore Prozora.-Glasnik zemaljskog muzeja, 16/2, Sarajevo 1904.
- Engelhardt, H.: Tercijarne biline iz Foce na jugoistoku Bosne.-Glasnik zemaljskog muzeja, 16, 2 Taf., Sarajevo 1904.
- Engelhardt, H.: Tercijarne biljke iz Foce, jugoistocna Bosna.-Glasnik zemaljskog muzeja, 18, Sarajevo 1906.
- Engelhardt, H.: Još jedan prilog poznavanju bosanske tercijarne flore.- Glasnik zemaljskog muzeja, 20/2, Sarajevo 1908.
- Engelhardt, H.: Novi prilozi poznavanju tercijarne flore Bosne.-Glasnik zemaljskog muzeja, 22, Sarajevo 1910.
- Engelhardt, H.: K poznavanju tercijarne flore sjeverozapadne Bosne.-Glasnik zemaljskog muzeja, 24, Sarajevo 1912.
- Engelhardt, H.: Novi prilog poznavanju tercijarne flore Bosne.-Glasnik zemaljskog muzeja, 25, Sarajevo 1913.
- Fiala, F.: Höhlenforschungen in Bosnien.-Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina, 29-34, Wien 1893.
- Foullon, H. B.v.: Ueber Goldgewinnungsstätten der Alten in Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 110-111, Wien 1892.

- Foullon, H. B.v.: Ueber Goldgewinnungsstätten der Alten in Bosnien.-Jb. Geol. Reichsanst.,42,1-52, 5 Abb., 1 Kt., Wien 1893.
- Foullon, H. B.v.: Ueber ein Asbestvorkommen in Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 365-367, Wien 1895.
- Fuchs, Th.: Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums,5,84, Wien 1890.
- Gorjanović-Kramberger, K.: Über eine neue Valenciennesia aus dem Mostarsko polje in der Herzegowina und über Val. Krambergeri R.H. aus Taman.-Wiss. Mitth. aus Bosnien und der Herzegowina, 578-584,1 Taf., Wien 1909.
- Grimmer, J.: Fossile Säugetierreste aus der Save.-Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und Herzegowina,842-851, Wien 1899.
- Grimmer, J.: Einsendung neuer Petrefactevorkommnisse tertiären Alters aus der Umgebung von Tešanj in Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 341-343, Wien 1900.
- Grimmer, J.: Das Kohlenvorkommen von Bosnien und Herzegowina.-Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina.340-408, Wien 1900.
- Grimmer, J.: Petroleumvorkommen in der Majevisa in Bosnien.-Montan.Zeitung,19-21, Graz 1917.
- Grund, A.: Die Karsthydrographie. Studien aus West Bosnien.-Geogr. Abh.,7,H.3,1-200, Leipzig 1903.
- Grund, A.: Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges.-Geogr. Abh.,9,H.3,1-230,12 Abb.,1Taf.,3Karten, Leipzig und Berlin 1910.
- Hantken, M.v.P.: Neues Meerschaumvorkommen in Bosnien.-Verhandlungen der k.k. geologischen Reichsanstalt,227-228, Wien 1867.
- Hauer, F.v., Jahn, E.: Geologische Karte von Österreich-Ungarn mit Bosnien und Montenegro auf Grundlage der Aufnahmen der k.k. Geol. R.-A. zusammengestellt v. Franz Ritt. v. Hauer. M.1:2,016.000.- 1 Bl.: Farbendruck; 72,6x55,7 cm, Alfred Hölder, Wien 1878.
- Hauer, F.v.: Miemit von Zepce in Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst., 121-123, Wien 1879.
- Hauer, F.v.: Einsendungen aus Bosnien.-Verh. Geol. Reichsanst.,170-171, Wien 1879
- Hauer, F.v.(1884): Cephalopoden der unteren Trias von Han Bulog an der Miliaka OSO von Sarajevo.-Verh. Geol. Reichsanst., 217-219, Wien 1884.
- Hauer, F.v.: Erze und Mineralien aus Bosnien.-Jb. Geol. Reichsanst.,34, 751-758, Wien 1884.
- Hauer, F.v.(1884): Geologische und montanistische Karten aus Bosnien-Palaeophoneus nuncius.-Verh. Geol. Reichsanst.,355-356, Wien 1884.
- Hauer, F.v.: Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog bei Sarajevo.-besonders abgedruckt aus dem LIV.Bande der Denkschriften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 8 Taf., Wien 1887.
- Hauer, F.v.: Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden aus der Trias von Bosnien I. Neue Funde aus dem Muschelkalk von Han Bulog bei Sarajevo.-besonders abgedruckt aus dem LIX. Bande der Denkschriften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 15 Taf., Wien 1892.

- Hauer, F.v.: Beiträge zur Kenntniss der Cephalopoden der Trias von Bosnien II. Nautilleen und Ammoniten mit Ceratitischen Loben aus dem Muschelkalk von Haliluci bei Sarajevo.-besonders abgedruckt aus dem LXII. Bande der Denkschriften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 13 Taf., Wien 1896.
- Hawelka, V.: Einige geologische Beobachtungsdaten über das Gacko polje und seine Umgebung.-Verh. k.k. geol. R.-A.,113-118, Wien 1905.
- Hawelka, V.: Geologische Reiseskizzen aus der Hercegovina, Südostbosnien und dem angrenzenden Teile der Crna Gora. I Teil.-Glasnik Zem. muzeja,41,101-145,2 Prof.,2 Taf, Sarajevo 1929.
- Hawelka, V.: Geologische Reiseskizzen etc. II Teil.-Glasnik Zem. muzeja,42,1-55,7 Abb.,1 Taf., Sarajevo 1930.
- Hawelka, V.: Geologische Reiseskizzen etc. III Teil.-Glasnik Zem. muzeja,43,5-54,3 Abb., Sarajevo 1931.
- Herbich, F.: Geologisches aus Bosnien und der Hercegovina.-Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie,Heft 2,94-96, Stuttgart 1880.
- Hofmann, A. : Säugetierreste aus einigen Braunkohlenablagerungen Bosniens und der Herzegowina, Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina,11,558-571,3 Taf.,3 Fig., Wien 1909.
- Hörner, R.: Tertiär bei Derwent in Bosnien: (Briefliche Mittheilung an Bergrath Paul).-Verh.Geol. Reichsanst.,164-165, Wien 1880.
- Jauker, O.: Ueber das Verhältniss der Ansiedlungen in Bosnien und der Herzegowina zur geologischen Beschaffenheit des Untergrundes, Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina,8, Wien 1902.
- John, C.v.: Ueber einige Eruptivgesteine aus Bosnien.-Verh.Geol. Reichsanst., 239-241, Wien 1879.
- John, C.v.: Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegovina: IV. Ueber krystallinische Gesteine Bosniens und der Hercegovina.-Jb. Geol. Reichsanst.,30, 439-462, Wien 1880.
- John, C.v.: Ueber die Gesteine des Eruptivstockes von Jablanica an der Narenta.-Jb. Geol. Reichsanst.,38, 343-354, Wien 1888.
- Jovanović, R., Mojičević, M.: Prilog F. Katzer-a geoloskoj karti Bosne i Hercegovine.-Geoloski glasnik,20,109-120, Sarajevo 1975.
- Jovanović, R., Tokić, M.: Prilog F. Katzera poznavanju mezozoika Bosne i Hercegovine.-Geoloski glasnik,20,137-152, Sarajevo 1975.
- Katzer, F.: Geologischer Führer durch Bosnien und die Hercegovina.-Herausgegeben von der Landesregierung in Sarajevo,8 Karten,280 S., Sarajevo 1903.
- Katzer, F.: Geologie Bosniens und der Hercegovina.-560 S.,136 Abb.,1 Taf., Sarajevo (Verlag Direktion der staatlichen Bergbauunternehmungen) 1925.

*Jeronim Marić, dipl. inž. *, Ante Raspudić, dipl. inž. rud***

RUDARSKA PJESMA O JAMI TROBUKVI

Uvodno obrazloženje

Trobukva je najpoznatija rudarska boksitna jama u Hercegovini. Nalazi se u Studenim Vrilima, neposredno uz cestu Posušje-Tomislavgrad. Njena povijest je iznimno zanimljiva, te je bila nadahnuće jednom djelatniku Rudnika, koji je izričajem narodnog pjesnika epski opjevao jedan događaj iz rudarskog života. U pjesmi se na duhovit način opisuju dogodovštine vodećih stručnih ljudi iz ondašnjih “Rudnika boksita Mostar” koji su imali zadatak riješiti tehničke problema u jami, s ciljem poboljšanja jamskog transporta i eksploatacije boksita.

Da podsjetimo, bile su to sedamdesete godine, kada su se stjecala prva iskustva o podzemnoj eksploataciji boksita u vrijeme formiranja tzv. “Osnovnih organizacija udruženog rada” (OOUR-a) i “Složenih organizacija udruženog rada” (SOUR-a). Tadašnjem mladom stručnom kadru zapala je vrlo teška zadaća da svoje znanje provjere na vrlo složenoj jami, kako u geološkom tako i u rudarskom smislu. Jama Trobukva bila je poznata po velikim zalihama boksita (cca milijun tona), toliko potrebnih za tek završenu tvornicu glinice. Geološka istraživanja vršena su u više navrata, pa je dokazano da ležište ima veoma složenu geološku građu, na koju su utjecali sustavi rasjeda, u kojima su se drenirale znatne količine podzemne vode. Osim geoloških značajki, morfologija terena i geometrija ležišta bili su otežavajući faktor za rudarsko projektiranje i eksploataciju.

Poslije otvaranja jame, pojavili su se problemi oko izvoza rude iz rudarskih prostorija, te problemi s podzemnim vodama. Za rješavanje navedenih problema rukovodstvo SOUR-a “Boksitnih rudnika Mostar” angažiralo je svoj stručni kadar s zadatkom da nađe rješenje za unapređenje procesa proizvodnje. Ove aktivnosti slikovito je opisao geometar Ante Šimunović iz Rudnika boksita, OOUR Posušje, u pjesmi pod nazivom “Rudarska pjesma o Trobukvi”.

Pjesma potiče sjećanja kod živih sudionika od Mostara do Posušja na teška vremena, kad je trebalo iskopati planiranu količinu boksita iz jame, u veoma teškim uvjetima rada.

Praktički se borilo za svaku tonu rude važne za rad Tvornice glinice, iz koje je izrastao današnji gigant “Aluminij”. Postala je mitskom jamom, a pjesma o njoj, koju objavljujemo u ovom broju Glasnika, svjedoči o teškim prošlim vremenima iz života rudara.

Ovo je prigoda da se sjetimo kolega i prijatelja koji nisu više živi, a isto tako kolega koji su sada umirovljenici ili rade negdje u drugim mjestima. Svi su oni svojim dugogodišnjim radom dali značajan doprinos u rudarstvu, te im ovim putem još jednom iskazujemo poštovanje uz zahvalu za sve što su učinili.

Imena i nadimci učesnika koji se spominju u pjesmi zavrjeđuju pojašnjenje njihovih uloga, odnosno funkcija koje su obnašali u tadašnjem Poduzeću.

* Boksitni rudnici Posušje

** Mostar

Stručni tim osoba, koji su bili učesnici na rješavanju rudarske problematike u jami Trobukva činio je:

pok. Ljubomir Lovrić, dipl. ing. rud. – generalni direktor Rudnika boksita Mostar (Ljubo)

Mr. Mijo Brajković, dipl. ing. rud – šef sektora za razvoj, Rudnici boksita Mostar

Miloš Musić dipl. ing. rud.- glavni rudarski projektant, Rudnici boksita Mostar

pok. Zvonko Kordić, dipl. ing. str – strojarski projektant, Rudnici boksita Mostar

pok. Nikola Smoljan, dipl. ing. rud. – rudarski projektant, Rudnici boksita Mostar

Tanović Begler, geometar – Rudnici boksita Mostar

Vlado Kopilaš , ing. - Rudnici boksita Mostar

Saša Gvozdić, građ. tehn.- Rudnici boksita Mostar

pok. Nevenko Mikulić rud. tehn.- direktor, Rudnik boksita OOUR-a Posušje

Srećko Majić, dipl. ing. rud. – tehn. direktor, Rudnik boksita OOUR- Posušje

Branko Galić , rud. tehn. – upravnik u jami Trobukva, Rudnik boksita OOUR- Posušje

Ante Šimunović, geometar - Rudnik boksita OOUR Posušje

Bogdan Kolarski, dipl. ing. rud. – rudarski inspektor (Lala)

*Na hiljadu i devet stotina
sedamdeset i peta godina,
devetoga rano u svitanje
Trobukva je došla u pitanje.
Problem riješit, ili je zatvorit,
o njoj više ne može se zborit.
U šest sati rano iz Mostara,
podiglo se društvo neimara.
Podigla se cijela eskadrila,
od Mostara do Studenih Vrila.*

*Na odmet nam braćo nebi bilo,
kad se društvo nebi spomenilo.
Sve uz rame jedan je drugome,
a vjerni su svi Lovriću svome.
Mišo, Sašo, Miloš, Vlado i družina,
za Lovrića svaki momčetina.
Podigli se rano pohitali,
i Posušje suncem obasjali,
da Trobukvi pruže pomoć svoju,
da zaliječe ljutu ranu moju.
U Mostaru dogovor je pao,
ni života ne smije biti žao,
da nas "Lala" nebi još kažnjavao.*

*Do Posušja stigla je družina,
ali kapi vina nije pila,
taman braćo do Studenih Vrla.
Pojača se iz Posušja četa,
od Nevena i Majića kleta,
zorli momci, žurom požurili,
u Vrilima u jednog se svili.
Ajde braćo problem da rješimo,
da se više braćo ne mučimo,
i da dobro ljudima učinimo.
Kratko jasno dogovor je pao,
svaki momak svoju riječ je dao,
i Trobukvi brzo pohitao.*

*Ocijela obući trebalo,
pola društva nije ih imalo,
ali Ljubo kao guja ljuta,
svakog zraknu tri-četiri puta,
te on veli da se ne zaluta.
Pored želje, a i dobre volje,
sva ekipa nije sišla dolje.
Miloš Musić ne ima odjelo,
Zvonko Kordić obukao bjelo.
Zagledaše se jedan u drugoga,
i stadoše na vrh izvoznoga.
Ispratiše pogledom stručnjake
i sjedoše u hlad kod barake.*

*U niskopu glavni organ veli:
"Oj, stručnjaci zdravi i veseli,*

*vi Trobukvu na dušu primite,
i primjedbe meni dostavite.
Ja ću svakom zaduženje dati,
a svaki će mene poslušati.
Svoj zadatak obaviti tako,
da ne bude više naopako".
Krenu društvo, svak na svoju rađu,
da Trobukvi zadnji lijek nađu.
Kroz okno javila se voda,
pa ne može po njem da se hoda.
Prijedlog dade šef razvojnog centra:
"Ovo braćo ne smije biti kentra.
Vodu preći, Trobukvu obići,
ta jesmo li mi Ljubini tići.
Kako reče tako prvi krenu,
a znoj lije po licu rumenu.
"Čujte li braćo i drugovi,
jesmo dečki, jesmo sokolovi.
Nek svak svoju primjebdu razjasni,
niko ne smi minutu da kasni".*

*Kad družina kroz zračni krenula,
na dnu se jako začudila.*

*Proći ne može od rude boksita,
te ti Lovrić poslovođu pita:
"Šta je ovo zaboga Galiću,
šta je ovo inženjeru Majiću"?
Odmah momci njemu riječ sijeku,
ovako nije ni u starom vijeku.*

*Skip ne valja, a niskop još gore,
šta se sada učiniti more.
Pričekajmo mi rješenje novo,
ostavimo sada ljudi ovo.
Puzeći se provlače uz rudu,
da izađu di rudari budu.
Tada pratnja ostade u mraku,
udar mina ugasi im lampu.
Al, iz mraka momak Majić više:
“Imal iko šuverin šibice,
da se niko smjestane ne pomiče,
da ne budu loše posljedice.
Odmah svim upaliti lampu,
da ne puze ni oni u mraku”.*

*Sva ekipa na broj sretno stiže,
da rudare upozna поближе.
Rudari se oko njih skupljaju,
da ih svojim jadima upoznaju.
Ruda tvrda ne može da pada,
pa se norma ne može da svlada,
nema goreg na svijetu jada.
Direktore, nemoj družiti tako,
norma nije pravedna nikako.
U Trobukvi raditi nije lako,
pođe dobro svrši naopako.*

*Puste misli obuzele Ljubu,
te on veli Brajkovića drugu:
“Obiđosmo niskope i prugu,*

*radit ćemo varijantu drugu.
Korigirat što se sada mora,
nikom nema godišnjeg odmora.
Plan isunit, što nam društvo traži,
i nikakva isprika ne važi”.
Tad pozvani Brajković se stresa,
glavom dira soko u nebesima:
“Dobro ljudi slažem se sad i ja,
Trobukva je do sada ničija.
Ajmo vani na prijedloge preći,
jer rješenje problem je najveći”.*

*Komorati što boksit kopaju,
rukovodstvu priznanje ođaju.
Hvala, hvala vi drugovi naši,
kad vas problem Trobukve ne plaši.
Rješite ga , mi ćemo pomoći,
Trobkva će jednom u red doći.*

*Ka izlazu krenula ekipa,
nema lifta, niti ima skipa.
Okomito čertideset stupnjeva,
stepenicama svaki stručnjak pjeva.
Ne boje se umora ni pada,
homogenost među njima vlada.
Izadose zdravi i veseli,
radničko ih srce obveseli.*

*Taman točno u dvanaest sati,
sva ekipa sjede marendati.*

*A zdravicu direktor podiže,
stručnjaci se primakoše bliže.
“Ajd u zdravlje moji suradnici,
jer mi ćemo biti pobjednici.
Rješit ćemo sve probleme ove,
da nas niko slabićima ne zove “.
Svaki “barbu” uz marendu popi,
da ga takvog nema u Evropi.*

*Kad marenda završi se svima,
Ljubo Lovrić reče mladićima:
“Sada momci ozbiljno shvatite,
i zadatke svoje ispunite.*

*Prvo na red dođoše mjerenja,
jer u njima ima sumnjičenja.
Smjeniše se dva, tri geometra,
u svakog različita meta.*

*Ali Lovrić Šimunoviću kaže:
“Ne igray se niskopom vraže,
tvoj zadatak slijedeći je sada,
ili sada il više nikada.*

*Ne odstupaj milimetra više,
i ne radi što drugi radiše.
S vrha u dno neka pravac bije,
od njega se odstupit ne smije.*

*Kratko jasno sve si razumio,
što sam ima sve sam naredio.*

*Poslovođa ti mladi Galiću,
sve radove tebi povjerit ću.*

Odgovoran za izvedbu budi,

*a za pomoć uzmi deset ljudi.
Nek se radi i noću i danju,
hoću niskop u novom izdanju.*

*A Kordiću Zvonimire ljuti,
hoću izvoz u jednoj minuti.
Ti mašine svoje sad opremi,
da stanemo na kraj ovoj temi.*

*A Majiću i ti Mikuliću
uz rame ja s vama biću.*

*Što god treba nek se meni javi,
da Trobukva opet ne zaglavi.
Miloš Musić nek projekat štije,
svoje znanje u njega nek slije.
Brajkoviću šefe od razvoja,
da se čuje sada i riječ tvoja.*

*Nakon toga Brajković se javi,
svoju riječ on na tapet stavi:*

*“Čujte li momci odabrani,
sve što ima nek se uplani.*

*Ja se slažem i meni je mило,
Ljubino je sve u redu bilo.*

*Još dopune dao bih ja malo,
da se na ovom sada nebi stalo.*

*Vitlarnicu ti uredi Sašo,
da skip nebi sa šina izašo.*

*Sve niz niskop neka cvjeta rađa,
i na kraju da ne bude svađa.*

*Sretno momci neka bude svima,
progledajmo svi jednim očima.*

*Mišljenja sam i predlažem svima,
da radova do novembra ima.
U novembru na mjestu istome,
da kažemo milome Lovriću svome.
Radovi su kompletni sada,
Trobukvu smo razrješili jada.
Što rekosmo ostvarit se mora
i nek nema godišnjeg odmora”.*

*Kad svak svoje zaduženje primi,
Tad Kopilaš naprosto zanimi.
Ništa njega ne zapada sada,
jer niskopom dosta loše vlada.
Sve radove vodio je prije,
obećanje ispunio nije.
Ispravci mu nisu laki bili,*

*jer su drugi niskop iskrivili.
Tu ne bješe Beglera i Nike,
da mu kažu svoje nepravilike,
što Trobukva doživljava sada,
što se nije sanjalo nikada.
Vjerojatno više oni znaju,
drugi put o tom nek pjevaju.*

*Nek zlo sada prestane da hara,
što ko počne nek pošteno stvara.
Koliko ovo koštalo je para,
to Bog znade moja majko stara.
Ali više ovo koštati neće,
Rukovodstvo novim stazama kreće.
Posušani i vi SOUR-ani,*

Anto BUZUK, Kreševo

KAKO SU KREŠEVSKI RUDARI SLAVILI SVOJ BLAGDAN, SVOJ DAN RUDARA

Kreševsko rudarstvo ima višemilenijsku povijest i tradiciju. Počinje u ilirskom periodu i ima svoj kontinuitet sve do današnjih dana sa sadržajima i značajnom intenzivnošću do austrougarske okupacije Bosne i Hercegovine 1878. godine, kada dolazi kraj autohtonog rudarstva i metalstva, a na njihovo mjesto dolaze nove tehnologije i tradicije iz kapitalističke i razvijene zapadne Europe. Mnogi povijesni izvori govore da je Kreševo s Fojnicom bilo mjesto sa najrazvijenijim rudarstvom i metalstvom na prostorima srednje Bosne pa i šire, posebice u periodu samosvoje Bosne i u vrijeme osmanskog perioda.

Poslije austrougarske okupacije kreševsko rudarstvo je nazadovalo uz manje prekide, ali sa stalnim kontinuitetom, sve do današnjih dana.

Prema stranim pisanim izvorima¹, sv. Barbara je bila zaštitnicom rudara, graditelja kuća, arhitekata i svih onih koji grade (svi graditelji), a njen glavni simbol je kula ili toranj.

Prema domaćim pisanim izvorima² sv. Barbara je bila zaštitnicom topništva, zatim općenito vojnika, ljevača topova i vatrogasaca, što samo po sebi govori da u rudarskoj tradiciji u Bosni i Hercegovini sv. Barbara nije bila zaštitnica rudara. Rudari u Bosni i Hercegovini imali su drugog zaštitnika, sasvim sigurno kada su u pitanju kreševski rudari.

Tradicija štovanja i uzimanja sv. Barbare za svog zaštitnika kod rudara Bosne i Hercegovine dolazi austrougarskom okupacijom 1878. godine., kada dolazi kraj autohtonog višestoljetnog rudarstva i tradicije. Na njegovo mjesto dolaze nove tehnologije i tradicije pa tako i sv. Barbara postade zaštitnicom rudara Bosne i Hercegovine.

VIŠESTOLJETNA TRADICIJA BLAGDANA KREŠEVSKIH RUDARA

Ova tradicija vezana je za intenzivno autohtono rudarstvo kojem dolazi kraj austrougarskom okupacijom Bosne i Hercegovine 1878. godine, poslije čega se ona uspijeva održati i nastaviti svoj kontinuitet te sačuvati višestoljetnu tradiciju.

Kreševski rudari imali su svog patrona Veliku Gospu – 15. kolovoza i slavili su sve Gospine svetkovine, a napose Veliku Gospu. Ova tradicija sačuvana je sve do II. Svjetskog rata. Nemamo pisanih izvora koji bi nam dali podatke o tomu, jesu li kreševski rudari poslije austrougarske okupacije Bosne i Hercegovine, pored tradicijskog štovanja svog zaštitnika štovali i sv. Barbaru kao zaštitnicu rudara. Ako

¹ DAS GROSSE BUCH DER HEILIGEN, Groseichte und legende im jahreslauf ERNA und HANS MILCHERS, CARLO MELCHERS, VII. izdanje 1984., str. 784.

² Leksikon ikonografije, liturgike i simbolike zapadnog kršćanstva i uvod u ikonologiju, Radovan Ivančević, II. Izdanje (1979.-1990.g.)

jesu, sasvim sigurno su slavili prvotnog svog tradicijskog zaštitnika, pa i sv. Barbaru. Sasvim je sigurno da su rudari u novootvorenim rudnicima srednjobosanskog bazena, bez prethodnih tradicija slavili i imali svog zaštitnika sv. Barbaru.

U osmanskom periodu kreševsko gospodarstvo bilo je organizirano u tri esnafa (ceha). Rudari su činili jedan esnaf; drugi esnaf činili su kovači – dimači (talioničari) i majdandžije;

treći esnaf činili su vignjari (viganj – mijeh) – kovači svih drugih kovačkih izrađevina. Svaki esnaf imao je po dvije esnafske svijeće. I težaci su imali svoje dvije svijeće. Svijeće su stajale na metalnim nosačima, s desne i lijeve strane oltara u crkvi i ukupno ih je bilo osam.

Kad je vršena rekonstrukcija crkve 1926. godine, te svijeće i nosači su uklonjeni. I nakon toga, sve drugo tradicijsko ostaje sačuvano do II. svjetskog rata.

O esnafskim svijećama brinuo je svaki esnaf i za određene svoje blagdane plaćao rufetske mise (esnafske mise). Svijeće su gorjele u vrijeme blagdana i rufetskih misa te u prigodi smrti članova navedenih esnafa, kada se mrtvac donosio u crkvu, gdje mu se pjevalo «opijelo», a zatim odnošen na pokop u groblje.

U knjižnici i pismohrani u Franjevačkom samostanu u Kreševu sačuvani su zapisnici rufetskih misa za period 1820. – 1919. To su : I. Tefter 1820. – 1833. , II. Tefter 1833. – 1873. i III. Tefter 1873. – 1919. godine.

Rudari su za blagdan Božića, prvi dan, imali veliku misu u 10,00 sati; zatim za blagdan Uskrsa, prvi dan, također su imali veliku misu i za blagdan Duhova, treći dan, imali su veliku misu i sve pučke mise za Gospine svetkovine, osobito za 15. kolovoz – blagdan Velike Gospe kao njihov patron. Dolazak rudara na navedene mise i svetkovine bio je neizostavan. Tada su se sastajali, družili i gostili.

PRAZNIK KREŠEVSKIH RUDARA, DAN RUDARA ZA VRIJEME SOCIJALISTIČKE JUGOSLAVIJE

Praznik rudara, Dan rudara, bio je određen 21. prosinca, dan kada su tuzlanski rudari u Husinu podigli pobunu, poznata kao Husinska buna 1920. godine. Ovaj dan su slavili kreševski rudari kao i svi u državi.

Kreševsko rudarstvo uz kraće prekide u početku 20. stoljeća, tridesetih godina nastavlja sa vađenjem ruda arsena i barita. Poslije II. svjetskog rata vadi se samo ruda barita, sa značajnim stupnjem intenziteta i povećanja fizičkog obujma proizvodnje. Vađenje rude barita organiziralo je poduzeće «Barit» s maksimalnim brojem uposlenih i do 800.

U prvim godinama poslije II. svjetskog rata, zbog izuzetno teških uvjeta, posljedica svakog rata, kreševski rudari nisu slavili svoj praznik. Kada su se poboljšali opći uvjeti u državi i kreševskom rudarstvu, rudari kreševa počeli su slaviti svoj praznik 21. prosinca – Dan rudara. Taj početak bio je 1953. godine kada je direktor poduzeća «Barit» bio Stipo Pilić.

Oficijelni dio praznika realizirao se prethodnog dana, a sam Dan rudara, neradni dan, rudari su osobno organizirali svoje aktivnosti. To bi počinjalo okupljanjem rudara sa svojim bračnim drugovima (suprugama) ispred upravne zgrade poduzeća «Barit», koja se nalazila na ulazu u grad iz pravca Kiseljaka. Tu se okupljala i skupina od dvadesetak rudara koji su bili odjeveni u svoja radnička odijela, s rudarskim čizmama, rudarskim kacigama i svojim karabit –lampama. To okupljanje obavljalo se iza 16,00 sati i završavalo se s padom mraka. U tom vremenu, na okolnim uzvišenjima iznad grada; Turanju, Sotnici, Kotorcu (Kotarču), te padinama Lakića određen broj rudara palio je rudarske mine čime bi se

oglašavalo i uveličavalo rudarsko slavlje. U kasnijim proslavama to paljenje rudarskih mina zamijenjeno je vatrometom sa Turanja. Sve je to privlačilo veliku pozornost žitelja Kreševa i okolnih sela.

Kad se okupe rudari i padne mrak, počinje ceremonija «Bakljada». Svečana povorka, od upravne zgrade kreće prema domu kulture i prolazi glavnom ulicom «Čaršija», sada Fra Grge Martića, do zgrade općine i zgrade «Ženske škole», sada zgrade banke, gdje skreće lijevo, ulicom «Zenica» (središnja ulica, kao što je zenica u oku) i ulazi u dom kulture, sada Napretkov dom.

Na čelu povorke kretala se rudarska skupina s upaljenim karabit-lampama koja je pjevala rudarske pjesme i češćim povcima: «Živio dan rudara!». Ova «Bakljada» privlačila je veliku pozornost žitelja, ne samo Kreševa, nego i okolnih sela koji su redovito izlazili na ulice i toplo i srdačno pozdravljali svoje rudare, svoje sugrađane i žitelje općine.

U prvim proslavama Dana rudara, ispred ulaznih vrata doma kulture bio je podignut simbolički ulaz u rudnu jamu, zvanu u Kreševu «štolna»³ kroz koju su rudari ulazili u prostorije doma na proslavu i svečanost. Taj simbolički ulaz u «štolnu» podignut je od tri rudarska jamska rama, obloženih jelovim granjem na koji su obješene dvije rudarske karabit-lampe koje su gorjele za cijelo vrijeme svečanosti. Narednih proslava, kada se standard povećao podizana je simbolička štolna na cijeloj duljini ulice «Zenica», nekih osamdesetak metara. Ta «štolna» bila je obložena jelovim granjem, a nutarnjost je bila osvijetljena karabit-lampama, a kasnije električnim osvjetljenjem, iza 1957. godine kada je Kreševo dobilo električnu energiju iz HE «Jablanica».

Simbolička «štolna» podizana je nekoliko dana prije praznika. Na njenom podizanju radili su najstariji rudari i oni koji su imali najveći autoritet u poduzeću i rudarskom kolektivu. Svima koji su sudjelovali na tim radovima ukazano je veliko povjerenje i čast. Više puta je tim radovima rukovodio rudar Tadić Mato zvani Kapetan iz sela Volujaka. Ova tradicija zadržala se sve do početka šezdesetih godina.

U prostorijama doma kulture svečanost Dana rudara počinjala je oko 19,00 sati, a od početka sedamdesetih godina u holu Osnovne škole u Kreševu. Prvi se rudarima obraćao njihov direktor. On je svojim kratkim izlaganjem iznosio stanje poslovanja poduzeća i realizaciju planova, te o godišnjim postignutim poslovnim i proizvodnim rezultatima. Najzaslužnijim djelatnicima poduzeća uručivana su priznanja i prigodne nagrade, uključujući i novčane, ali samo kad su postizani veći proizvodni rezultati. Po završetku službenog dijela počinjao bi kulturno-zabavni dio svečanosti. Izvođeni su kraći kazališni komadi, a poslije toga glazbeni izvođači nastavljali su sa pjesmama, plesom i kolom. U prvim proslavama izvođači ovog programa dolazili su iz Sarajeva. Svečanost je najčešće završavala poslije pola noći.

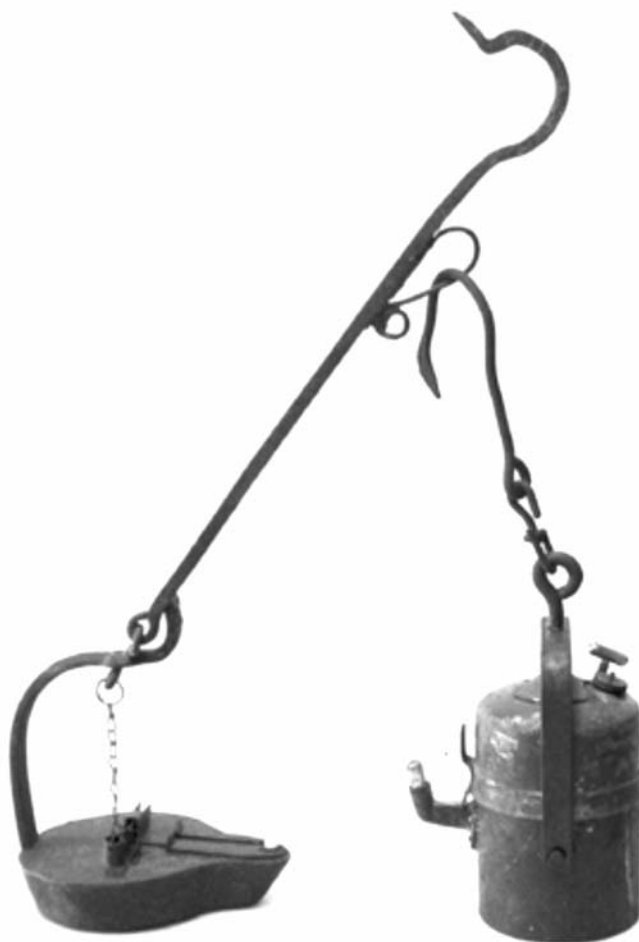
Prvih godina sadržaji su bili vrlo skromni. Rudari su više puta sami osiguravali potrebne količine pića i hrane za sebe i svoje goste. Kada su se materijalni uvjeti poboljšali uprava poduzeća osiguravala je sve što je potrebno za obiman i sadržajan domjenak za svoje rudare i pozvane goste koji su sudjelovali na proslavi i svečanosti.

O kreševskim rudarima koji su očuvali kontinuitet višemilenijskog rudarstva, sve do današnjih dana, mnogi su pisali, jer su oni za veliki broj obitelji Kreševa i kreševskih sela značili životnu egzistenciju.

Anto Stanić, Kreševljak, pjesnik i uspješan poduzetnik i gospodarstvenik pjeva o kreševskim rudarima sa višemilenijskom tradicijom.

³ «štolna» - to je horizontalni rudarski podkop, koji se osiguravao drvenim jamskim ramovima i daskama čime je onemogućeno bilo kakvo obrušavanje zemljanog ili nekog drugog materijala i nanošenja povreda rudarima.

LEGENDA O KREŠEVSKOM RUDARSTVU	
Legende kažu Da stotine i tisuće robova S tisuće pari volova Rude oko Kreševa vadiše Da od tih ruda Razne predmete praviše. Bijaše to godine trista Prija Krista Kad Kreševo poče da blista To se nastavi I poslije Krista Uvijek se vadila ruda čista Iz cijele Europe	Rudari dolaziše Rude povadiše i odvezoše U druge zemlje. Kreševljaci težak posao Za male novce radiše Druge izgradiše A njima od inih gosta Ništa ne osta. Danas kad se ruda Više ne vadi Kreševo se gradi I živi u nadi.



Stare kreševske rudarske lampe, lampa na ulje i karabit-lampa

Literatura :

- 1) DAS GROSSE DER HEILIGEN, Groseichte und legende im jahreslauf ERNA und HANS MILCHERS, Carlo Melchers, VII. izdanje 1984.g. Munchen
- 2) Leksikon ikonografije, liturgike i simbolike zapadnog kršćanstva uvod u ikonografiju, Radovan Ivančević, Kršćanka sadašnjost, Zagreb, II.izdanje (1979.-1990.g.)
- 3) Rufetske mise i esnafske svijeće, fra Augustin Kristić, franjevački vjesnik, 1933.godine.
- 4) Građanski život Kreševa, Augustin Kristić, Sarajevo 1939.godine, izdala bosanska pošta.
- 5) Kreševo , obrtni, građanski i narodni život, Augustin Kristić, Matica Hrvatske, 1941.godine.
- 6) Zbirka pjesama «Pečat moje duše», Anto Stanić, 2003.godine

II. IZ RUDARSTVA

Ivo Galić, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

ODREĐIVANJE OPTIMALNE TOČKE OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA PRIMJERU LEŽIŠTA "KONGORA"

SAŽETAK

Suvremene metode projektiranja površinskih kopova, kao što su: Lerchs-Grossmann-ova metoda, Metode pomičnog stošca i Metode dinamičkog programiranja, primjenjive su isključivo pomoću računalne tehnike i namjenskih programa, a najčešće su zasnovane na određenim specifičnostima rudnih tijela. U magistarskom radu *Projektiranje u rudarstvu uz primjenu namjenskih programa* (I. Galić, 2002) predložena je i verificirana Metoda pomičnih kosina, kao modifikacija suvremenih metoda, pomoću koje se izvodi optimalizacija kontura površinskih kopova. Metode pomičnih kosina potvrđena je testom na ležištu ugljena "Kongora". Prema algoritmima suvremenih metoda, proces projektiranja površinskih kopova uključuje i određivanje redoslijeda otkopavanja blokova. To podrazumjeva točnu određenost optimalne točke otvaranja i razvoja površinskog kopa. Na točku otvaranja i razvoj površinskog kopa najveći utjecaj imaju: dobit, troškovi prevoza, oblik ležišta, ujednačenost kvaliteta mineralne sirovine i količine otkrivke. U disertaciji *Optimalna točka otvaranja i razvoj površinskih kopova na slojevitim ležištima* (I. Galić, 2004) autor je predložio i testirao suvremenu metodu određivanja optimalne točke otvaranja i razvoja površinskog kopa, prvenstveno za slojevita ležišta a koja se može primjeniti i za druge tipove ležišta, pod nazivom Metoda ujednačenih koeficijenata (MUK). Metoda ujednačenih koeficijenata uspješno je primjenjena na ležištu "Kongora" s analitičkom, grafo-analitičkom i grafičkom obradom izlaznih rezultata.

Ključne riječi: Površinski kop, metode projektiranja, optimalna točka otvaranja i razvoj, slojevita ležišta, metoda ujednačenih koeficijenata.

SUMMARY

Contemporary methods of projecting surface pits, such as Lerchs-Grossmann method, the Method of movable cone and the Methods of dynamical programming, are applicable exclusively by means of computing technique and specified-purposed programs, and in the most cases they are based on certain specific qualities of mining bulks. In the master's thesis "Projecting in mining by means of application of purposed programs" (I. Galić, 2002) there was proposed and verified the Method of movable inclinations, as a modification of contemporary methods. By means of it the optimisation of contours of surface pits is performed. The Method of movable inclinations has been confirmed by the test on the coal deposit "Kongora". According to the algorithms of contemporary methods, the process of projecting surface pits includes also the defining of the sequence of digging out the blocks. It includes a correct defining of the optimal point of opening and developing the surface pit. Profit, transport expenses, configuration of a deposit, quality standard of the mineral raw material and the quantity of overlay are the elements which mostly influence the point of opening and developing of a surface pit. The autor of dissertation *Optimal point of opening and developing the*

surface pits on layered deposits has proposed and tested a contemporary method of determining optimal point of opening and developing of surface pit, primarily for layered deposits, which could be applied for the other types of deposits, under the name of **Method of uniformed coefficients (MUC)**. The Method of uniformed coefficients has been successfully applied on the deposit "Kongora" with analytical, grapho-analytical and graphical elaboration of output results.

Key words: surface pit, method of projecting, optimal point of opening and developing, layered deposits, method of uniformed coefficients.

1. Uvod

Ležište ugljena "Kongora" je stalni poligon znanstveno-istraživačkog rada i energetski potencijal koji će se mozebitno aktivirati u budućnosti. Stoga je iskorištena prilika da se testiranjem u ovom radu odredi optimalna točka otvaranja i razvoj površinskog kopa. Osobito iz razloga što je za ležište "Kongora" izrađeno preko dvadeset različitih dokumenata (studija, elaborata, programa, magistarskih radova i dr.), unatrag trideset godina, korištenjem raznovrsnih metoda projektiranja površinskih kopova (tradicionalnih i suvremenih). U ovoj točki su navedeni i opisani samo rezultati znanstveno-stručnih istraživanja koji su u izravnoj vezi s naslovljenom temom rada.

Institut za rudarska istraživanja Tuzla izradio je, 1978. godine, Studiju o mogućnosti rentabilne površinske eksploatacije ležišta lignita Kongora u duvanjskom **polju za potrebe TE Duvno**. Studija je izrađena korištenjem tradicionalnih rudarskih metoda [35].

Tvrtka *Rheinbraun Engineering und Waser GmbH, Cologne Germany* izradila je Studiju **Integrated Lignite Mining and Power Project** (1998. godine), primjenom profesionalnog rudarskog programa Datamine i suvremenih metoda projektiranja [33].

U magistarskom radu **Projektiranje u rudarstvu uz primjenu namjenskih programa** (I. Galić, 2002) izvedena je optimalizacija kontura površinskog kopa "Kongora" primjenom *Metode pomičnih kosina* [6].

Na kraju Ležište "Kongora" poslužilo je za testiranje Metode ujednačenih koeficijenata u *disertaciji* Optimalna točka otvaranja i razvoj površinskih kopova na slojevitim ležištima (I. Galić, 2004).

U osnovnoj postavci Metode pomičnih kosina uzete su fiksne vrijednosti tržišne cijene energije i elementarne cijene otkopavanja mineralne sirovine, zbog jednostavnijeg postupka provjere metode tijekom izrade algoritma. Prema algoritmima suvremenih metoda, proces projektiranja površinskih kopova uključuje i određivanje redoslijeda otkopavanja blokova. To podrazumjeva točnu određenost optimalne točke otvaranja i smjer razvoja površinskog kopa.

Obzirom da mjesto otvaranja, način otkopavanja, smjer napredovanja, dodatna investicijska ulaganja i dr. faktori značajno utječu i na promjenu cijene eksploatacije svakako istima treba dati puno značenje. Prethodno utvrđene završne konture površinskog kopa mogu poslužiti kao konačan cilj optimalizacije, no jako je bitno utvrditi točan redoslijed tehnoloških radnji da bi se došlo do postavljenog cilja.

Na točku otvaranja i razvoj površinskog kopa najveći utjecaj imaju: vrijednost mineralne sirovine (ekonomski čimbenik), oblik rudnog tijela, kvalitet mineralne sirovine i količina otkrivke (prirodni i tehnološki čimbenici). Unutar svakog površinskog kopa postoji tendencija kontinuiteta, ne samo u smislu dobiti već i u pogledu realno mogućih tehnoloških rješenja, a to znači da je središnji problem

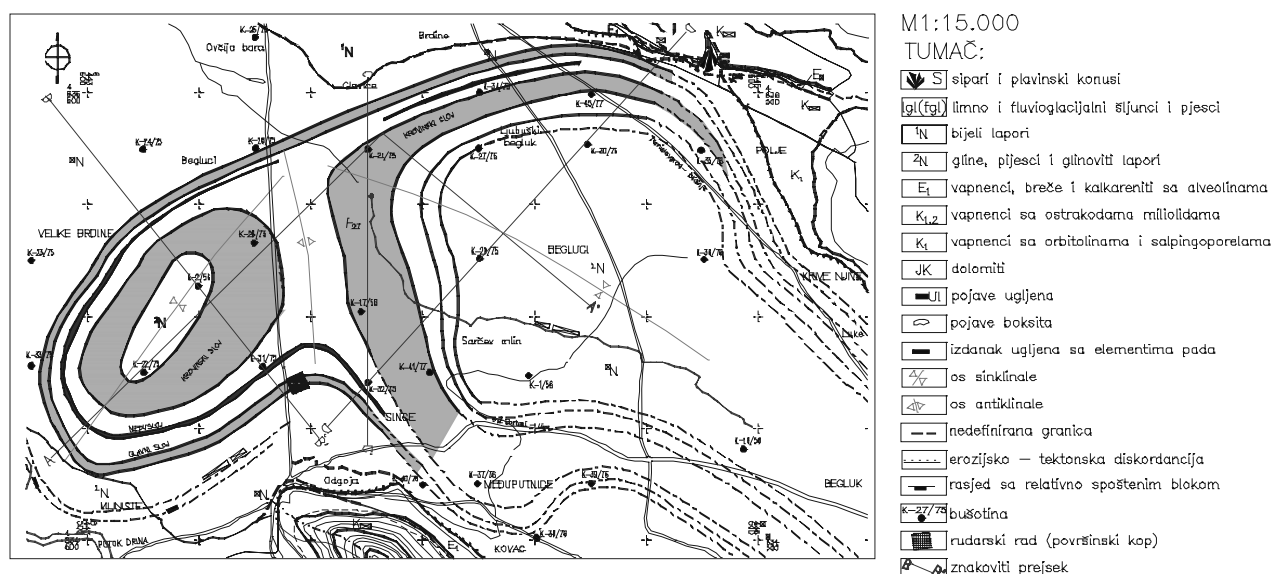
postizanje ujednačenosti kvaliteta mineralne sirovine, količine otkrivke i oblika rudarskih radova. Slijedom toga predložena je suvremena metoda određivanja optimalne točke otvaranja i razvoja površinskog kopa, prvenstveno za slojevita ležišta a koja se može primjeniti i za druge tipove ležišta, pod nazivom Metoda ujednačenih koeficijenata (MUK). Metoda je testirana na reprezentativnom primjeru tj. ležištu "Kongora".

2. Osnovni podaci o ležištu "Kongora"

položaj i kratki opis ležišta

Ležište ugljena-lignita "Kongora" nalazi se na jugoistočnoj strani Duvanjskog polja, sjeverozapadno od istoimenog sela—točnije u prostoru koji omeđuju sela Borčani, Kongora, Lipa, Mandino Selo i Raščani, poredanih uz polje duž obronaka Lib planine (1481 m), Vrana (2074 m) i Ljubuše (1627 m).

Područje ležišta je zaravan, krško polje (880 m.n.m) s visinskim oscilacijama do 15 m. Preko ležišta prolazi lokalna asfaltna prometnica, a drugi putni pravac jugoistočnim obodom polja povezuje navedena sela s općinskim centrom Tomislavgrad, odnosno preko Blidinjskog jezera vodi za središnju Bosnu (Slika 1). Zapadnom stranom Duvanjskog polja prolazi i glavni putni pravac Tomislavgrad–Posušje–Mostar, koji se u Kolu odvaja za pravac Livno–Split.



Slika 1 Situacijska karta ležišta "Kongora" (M1:20 000)

Nadmorska visina Duvanjskog polja i okolne planine uvjetuju kontinentalnu klimu s kratkim ljetima i dugim zimama a čestim kišama u jesen i proljeće [4,5,8].

izvođenje i rezultati istražnih radova

Intenzivno istraživanje ugljena u širem području Duvanjskog polja počinje 1956. godine. Izrađeno je 10 bušotina, od čega 6 na ležištu "Kongora" (bušotine: K-1, K-2, K-3, K-16, K-17 i K-18), ukupnog probušenja 1.519 m. Tijekom 1975. godine izrađeno je 14 bušotina (od K-21 do K-34), ukupne dužine probušenja 1.513 m s jezgrovanjem (92%). Iste godine izrađena je geološka karta ležišta "Kongora" u mjerilu 1:10.000. Godine 1976. izrađeno je daljnjih 6 bušotina (od K-35 do K-40), ukupne dužine probušenja 864,75 m, a 1977. godine izvedeno je posljednjih 5 bušotina (K-41, K-42, K-43, K-44, K-45) s probušenjem od 683 m, tako da je na ležištu "Kongora" do sada izbušena 31 bušotina s ukupnom dužinom svih bušotina 4.579 m.

Rezultati istražnog bušenja ukazuju da ležište "Kongora" u strukturnom pogledu tvori brahisinklinalu protezanja smjerom istok-zapad u dužini 4 i širini 2 km. Antiklinalnim povijanjem pravcem Lib-Gradina primarna sinklinala razdvojila se u dvije sekundarne sinklinale, kilometarsku na istočnom dijelu (os leži na pravcu sjeverozapad-jugoistok) i hektometarsku sinklinalu na zapadnom dijelu ležišta (os leži na pravcu sjeveroistok-jugozapad). Najdublji dio brahisinklinale utvrđen je između bušotina K-1 i K-18, gdje dubina lignitske zone seže do 400 m. Ugljeni slojevi na zapadnoj i istočnoj strani su blago nagnuti (10° – 20°), dok su po sjevernom i južnom obodu kilometarske sinklinale malo strmiji (oko 25°).

Razvijena su 4 ugljena sloja, koji su imenovani na osnovi pozicije u ležištu ili značenja prema utvrđenim zaliham, i to na:

- prvi-podinski sloj
- drugi-glavni sloj
- treći-međusloj i
- četvrti-krovinski sloj.

Podinski sloj nabušen je, samo na bušotini K-31, koja se nalazi u zapadnom dijelu ležišta (hektometarska sinklinala). Sloj ugljena je debeo 0,8 m, drvenaste je strukture, a u donjem dijelu ima uložak ugljevitog pijeska debljine 0,10 m. Podinski sloj je ovdje nabušen na dubini 133 m, a ostale bušotine su ranije zastale tj. odmah poslije prolaska glavnog ugljenog sloja, tako da nisu više nigdje mogle dosegnuti ovaj sloj.

Glavni ugljeni sloj imenovan je poradi velikog prostiranja, znatne debljine i povoljnije kakvoće, a nalazi se oko 80 m iznad prvog-podinskog sloja. Debljina glavnog sloja je promjenjiva od 12,10 m na bušotini K-31 do 38,95 m na bušotini K-21. Glavni sloj je u donjem dijelu raslojen-naročito u istočnom dijelu ležišta, kako pokazuju bušotine K-30 i K-34. Prosječna debljina čistog ugljena u glavnom sloju iznosi 24,22 m.

Međuslojem je nazvan treći ugljeni sloj, koji leži 18 do 38 m povrh glavnog ugljenog sloja. Najveće debljine međusloja utvrđene su na bušotinama K-29 (8,4 m), K-27 (8 m) i na K-2 (6,2 m), dok na bušotinama K-32 i K-34 debljina ovog sloja iznosi svega 0,4 m, a na bušotinama K-17 i K-21 sloj nije uopće registriran. Na zapadnom dijelu ležišta (bušotine K-22 i K-31) dolazi i do raslojavanja ovog sloja, tako da na čist ugljen (dio ugljenog sloja bez jalovog uložka) otpada tek trećina utvrđene debljine [5].

Krovinski ugljeni sloj je najgornji eksploabilni sloj u ugljenonosnoj seriji ležišta "Kongora", koji po većem dijelu oboda sinklinala izdanjuje. Na bušotini K-29 nabušen je krovinski sloj debljine 107,10 m, od čega na čisti ugljen otpada 54,35 m. Na bušotini K-27 debljina sloja iznosi 56,70 m (čisti ugljen 27,60 m), a na bušotini K-30 debljina sloja je utvrđena 36,30 m (čisti ugljen 10,90 m). Bušotina K-1 nabušila je samo gornji dio krovnog sloja na dubini 208 m, gdje je i obustavljena, a bušotina K-17 našla je samo donji dio krovnog sloja i glavni sloj. Prema rezultatima svih bušotina koje su probušile krovinski sloj prosječna debljina ovog sloja iznosi 28,58 m.

Debljine krovinskog sloja najveće su u zapadnom dijelu kilometarske sinklinale (50 m), te se ravnomjerno smanjuju do 1,5 m kako prema antiklinalnom dijelu tako i prema jugoistoku tj. središnjem dijelu kilometarske sinklinale. Isto tako u najdubljem dijelu hektometarske sinklinale debljina krovnog sloja od 30 m opada prema njenom obodu na 10 m. Jugoistočna granica krovinskog sloja kilometarske sinklinale, za sada, omeđena je linijom bušotina K-1, K-30 i K-45, jer razvoj kilometarske sinklinale u ovom pravcu još nije razjašnjen. Udaljenost krovinskog od glavnog sloja je promjenjiva i iznosi 33 m na bušotini K-29 do 115 m na bušotini K-17.

Potvrđene rezerve ugljena prikazane su u tablici 1.

Tablica 1 Potvrđene rezerve ugljena u ležištu "Kongora", prema [4,5]

REZERVE UGLJENA		
KATEGORIJA	Geološke rezerve t	Bilančne rezerve t
B	135.568.000	129.831.000
C ₁	80.333.000	76.582.000
UKUPNO	215.901.000	206.413.000
C ₂	57.888.000	57.888.000

Osnova za analizu parametara kakvoće ugljena bili su podaci imedijalnih (tehničkih) analiza. Urađene su 156 analize iz 31 istražne bušotine za sve slojeve. Imedijalnim analizama ležišta utvrđeni su slijedeći parametri: površinska-vezana i ukupna vlaga, isplinjive tvari, sagorljive tvari, C-fix, koks, sumpor (sagorljivi, vezani i ukupni), te sagorljiva vrijednost i toplinska vrijednost ugljena.

Toplinska vrijednost je najvažnija značajka goriva. Kada se govori o kvalitetu pojedinog ugljena uglavnom se misli na njegovu toplinsku vrijednost, odnosno na količinu topline koju oslobađa pri izgaranju i glavno je svojstvo kod vrednovanja i razvrstavanja ugljena. Ugljen se u osnovi sastoji od gorivih i negorivih tvari, čiji odnos određuje sva njegova svojstva.

Gorive tvari su kruti (fiksni ili čvrsti) ugljik, isplinjive tvari (volatili) i gorivi sumpor (organski i sulfidni), a negorive su sve druge anorganske tvari (pepeo) i vlaga.

Urađeno je pet proračunskih presjeka a rezultati po istražnim bušotinama i slojevima prikazani su tablično, a za ovu priliku dati su samo konačni rezultati (Tablica 2).

Tablica 2 Toplinske vrijednosti ugljena po bušotinama, prema [4,5]

Oznaka bušotine	Donja toplinska vrijednost ugljena kJ/kg			
	Krovni sloj	Međusloj	Glavni sloj	Podinski sloj
Usvojena prosječna vrijednost, kJ/kg	7.325	6.450	7.700	10.226
Prosječna debljina, m	24,22	2,2	28,6	0,8

RUDARSKI RADOVI NA LEŽIŠTU

Na južnoj strani izdanačke zone glavnog ugljenog sloja ležišta "Kongora" (lokalitet Brečavice–Kamenice) otvoren je površinski kop, 1993. godine.

S površine terena (K877) prema podini glavnog ugljenog sloja izrađen je usjek otvaranja dužine 100 m, širine 13,5 m i nagiba 8%, s bočnom kosinom pod 45°.

Razvoj rudarskih radova je započeo izravno s lokalne prometnice Borčani–Mandino selo, koja prolazi preko ležišta i razvili se u obliku četverokuta (108x111 m) na površini od oko 12.000 m². Otvaranjem je zahvaćena površina koja zaprima oko 130.000 m³ sraslog stanja otkrivke s pripadajućih 210.000 t ugljena, uz koeficijent otkrivke 0,62 m³/t. Rad je obustavljen 1996. godine.

Otkrivka je odložena na vanjsko odlagalište u količinama od 215.000 m³ rastresitog materijala, a ugljen je plasiran na tržište u količinama od 38.930 t dok je 1.700 t ostalo deponirano na kopu.

Na površini je izrađen zaštitni obodni kanal (10 m od granice kopa) u dužini 140 m sa istočne strane i 160 m s južne strane (regulacija bezimenog potoka).

3. određivanje optimalne konture površinskog kopa "kongora" primjenom metode pomičnih kosina (mpk)

Optimizacija kontura površinskog kopa "Kongora" metodom pomičnih kosina urađena je korištenjem rezultata istražnih radova i ispitivanja na ležištu ugljena te određenih podataka iz studijske dokumentacije [3,4].

IZRADA GEOLOŠKOG MODELA LEŽIŠTA

Podaci o topografiji terena

Podaci o topografiji terena korišteni su za izradu geološkog modela ležišta. Korištena je topografska karta mjerila 1:10.000 koja je skeniranjem unešena u računalo a potom obrađena pomoću programa MICROSTATION. Obradom podataka površina terena je prikazana vektorski kao (x,y,z) te je time omogućen trodimenzionalni prikaz i modeliranje ležišta [1,2].

Podaci o rezultatima istražnih radova i ispitivanja ležišta

Na topografsku osnovu unešeni su podaci o pozicijama istražnih bušotina kao i izdanačke zone ugljena. Iz istražnih bušotina dobiveni su podaci o debljini ugljenih slojeva i proslojaka te toplinskoj vrijednosti koja je korištena kao ekvivalent vrijednosti mineralne sirovine.

Interpretacija podataka iz topografske karte i istražnih radova

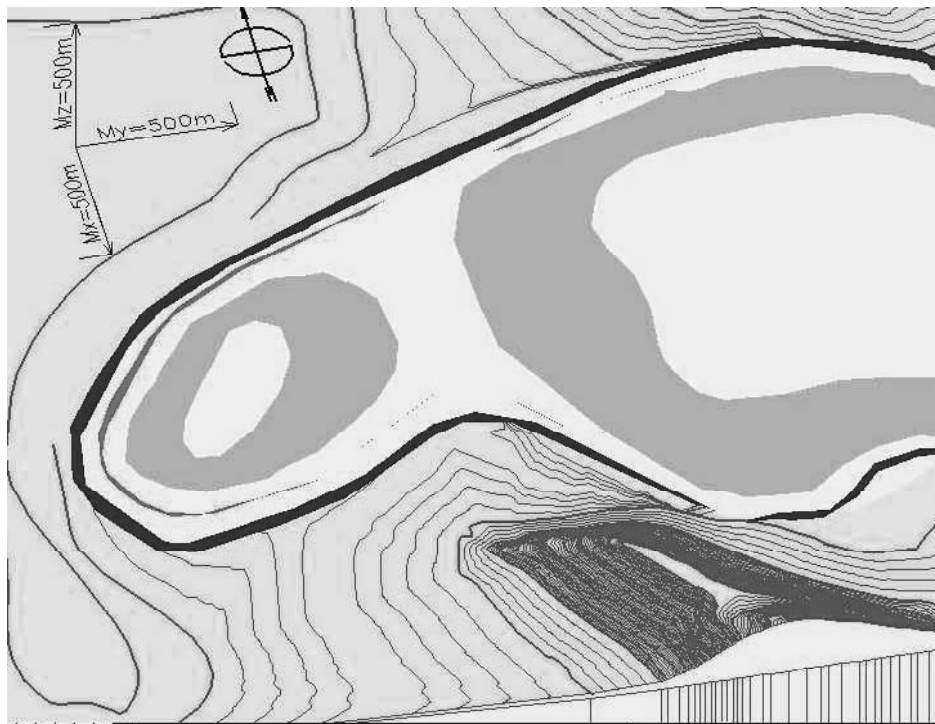
Rezultati istražnih radova, odnosno debljine ugljenih slojeva i proslojaka po bušotinama unešeni su u bazu podataka, u ASCII kodu. Metodom krigiranja, (program SURFER) izrađeno je 39 ploha za podinu i krovinu svakog ugljenog sloja i proslojaka što je osnovni preduvjet za dobivanje geološkog modela ležišta.

Interpretacija ležišta analogijom poznatih podataka

Površina terena koja je zahvaćena u cilju modeliranja ležišta iznosi oko 5 km² (500 ha) a zahvaćeni prostor oko 780.000.000 m³ te su podaci o 13 istražnih bušotina i izdanačkoj zoni ugljenih slojeva bili nedostatni za određivanje potpunog geološkog modela. Stoga su analognim rješenjima pretpostavljeni podaci o debljini ugljenih slojeva na mjestima gdje su nedostajale istražne bušotine. Promjene lokalnog značenja, odnosno debljina i toplinska vrijednost ugljenih slojeva između istražnih bušotina određene su interpolacijom i ekstrapolacijom pouzdanih podataka.

Formiranje trodimenzionalne slike ležišta

Prostorni (trodimenzionalni) izgled ležišta Kongora dobiven je obradom konturnih modela (ploha) podine i krovine svakog ugljenog sloja i proslojka, prethodno izrađenih u programu SURFER. Završna obrada, odnosno dobivanje geološkog modela ležišta urađena je pomoću programa MICROSTATION i SITEWORKS. Prvotno je urađena triangulacija određenih površina, a nakon toga je omogućeno dobivanje mrežnog i konturnog modela. Objedinjavanjem svih ploha ugljenih slojeva, proslojaka i površine terena dobiven je potpuni geološki model ležišta kao što je prikazano na slici 2.



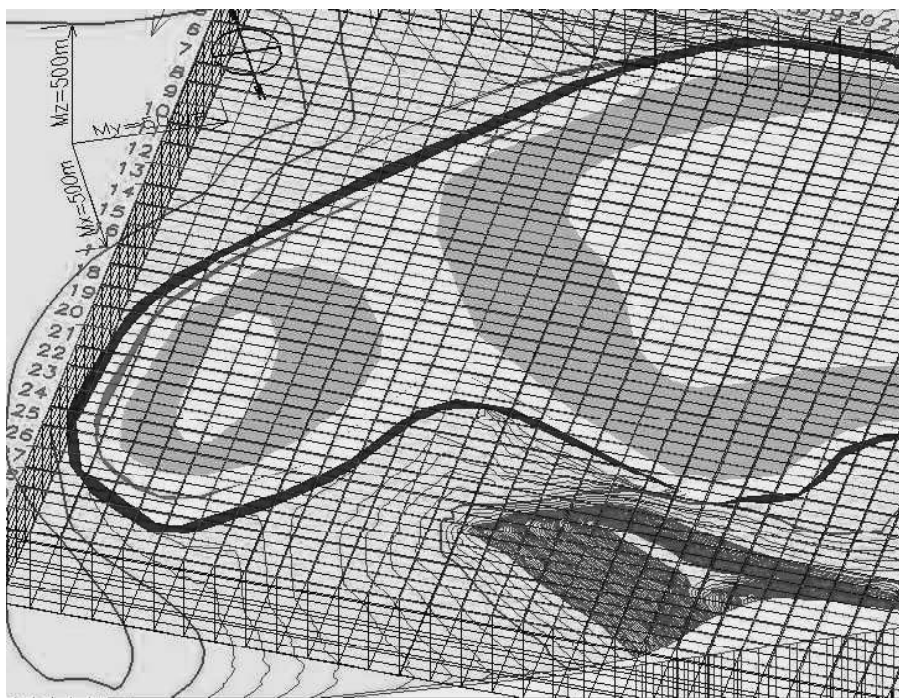
Slika 2 Geološki model ležišta "Kongora"

BLOK MODEL LEŽIŠTA

Oblik, dimenzije i broj blokova u modelu

Geološki model ležišta poslužio je za dobivanje blok modela i geološke baze podataka. U cilju formiranja geološke baze podataka prethodno je izrađen blok model ležišta s dimenzijama bloka 100x100x40 m te prostornim rasporedom od 30 kolona (k), 30 stupaca (j) i 8 redova (i). Na taj način svaki blok u modelu dobio je poziciju i,j,k (slika 3).

Prostor koji je ograničen površinom terena i podinom najnižeg produktivnog ugljenog sloja (glavni) pretpostavljen je kao interesantno područje te su obrađeni svi blokovi koji se po obilježju i,j,k nalaze unutar promatranih granica. Svi blokovi koji se nalaze iznad ili ispod zacrtanih graničnih ploha pretpostavljeni su kao nulte vrijednosti te u pogledu proračuna izlaznih vrijednosti nisu uzeti u obzir. Podina glavnog ugljenog sloja, koji je najniži produktivni sloj u ležištu, predstavlja oštru granicu, kako po dubini tako i po širini ležišta, između tretiranog prostora površinskog kopa i vanjskog, u ovom slučaju, nebitnog prostora. Izuzetno, na jugoistočnoj strani ležišta slojevi ugljena tonu u dubinu te je ograničenje geološkog modela učinjeno temeljem kuta završne kosine od $21,8^\circ$ ($\text{tg}\alpha=0,4$) i to prema pretpostavci krajnjih vrijednosti najnižeg bloka ugljena s obilježjem $i=8$, $j=25$, $k=11$. Na taj način formiran je blok model ležišta s 2.284 blokova koji sadrže ugljen i otkrivku. Blokovi koji se nalaze u rubnim područjima, na kontaktu podine najnižeg ugljenog sloja i vanjskog prostora, nemaju potpuno kvadratičan oblik i stalne dimenzije već su poput odsječka elipsoida gdje je donja ploha uvijek zakrivljena. Na taj način izbjegnuta je pojava pogreške obujma.

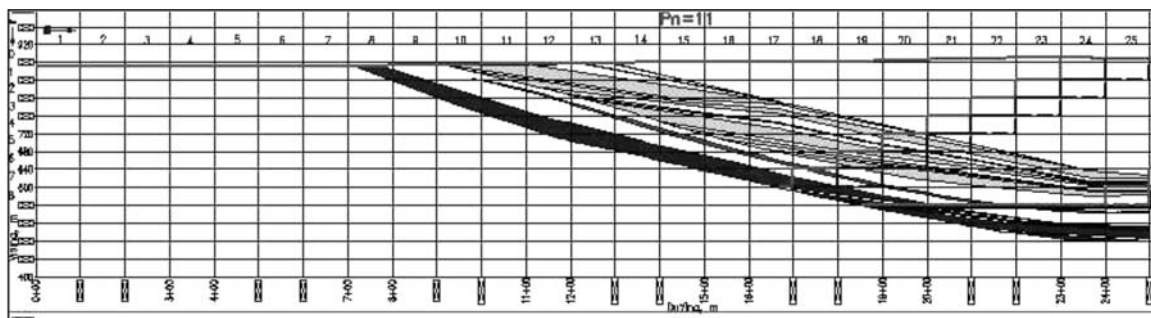


Slika 3 Blok model ležišta "Kongora"

Označavanje blokova prirodnim-ležišnim utjecajnim čimbenicima

Obujam otkrivke i ugljena te toplinska vrijednost ugljena predstavljaju prirodne utjecajne čimbenike kojima su označeni svi blokovi u modelu te kao takvi čine osnovu geološkoj bazi podataka i svim daljnjim proračunima.

Prema shemi blok modela izrađeni su poprečni presjeci geološkog modela ležišta temeljem kojih je izračunata prvotno površina a kasnije i obujam ugljena i otkrivke za svaki blok i,j,k. Poprečni presjeci su postavljeni u smjeru kolona i to tako da npr. kolonu $n=1$ ograničavaju presjeci $p=n$ i $p=n+1$. Jedan takav poprečni presjek prikazan je na slici 4 [1].



Slika 4 Poprečni presjek ležišta "Kongora", prema [1]

SORTIRANJE GEOLOŠKIH PODATAKA

Sortiranje geoloških podataka urađeno je temeljem geološkog i blok modela te poprečnih presjeka ležišta.

Baza je izrađena u programu tipa proračunske tablice, Microsoft EXCEL-u, na polju tabličnog oblika koje je zaprimilo podatke u 7.445 redova i 45 kolona što predstavlja ukupan zbroj od oko 335.000 podataka. Poradi zauzimanja velikog memorijskog prostora datoteke u kojoj je baza izrađena, neutralne vrijednosti – nebitne za proračun određenih parametara nisu prikazane (slika 5).

Sadržaj baze je koncipiran tako da za svaki blok i,j,k postoji vrijednost prirodnih utjecajnih čimbenika koji predstavljaju temelj dobivanja ekonomskih vrijednosti a na kraju optimalizacije površinskog kopa. U bazi se nalaze i podaci o elementarnoj cijeni te troškovima eksploatacije pojedinog bloka koji predstavljaju ekonomske čimbenike i nisu vezani za geologiju već za tehnologiju otkopavanja. Taj dodatak geološkoj bazi podataka je učinjen iz tehničkih-programskih razloga povezivanja prirodnih s ekonomskim utjecajnim čimbenicima.

Elementarna cijena i troškovi eksploatacije 1 m^3 materijala (otkrivke ili ugljena) predstavljaju ulazne podatke koji su dobiveni temeljem usvojene tehnologije i proizvodne cijene otkopavanja u Studiji *Integrated Lignite Mining and Power Project* [33].

Dobivene su slijedeće ukupne vrijednosti za geološki model ležišta:

- obujam otkrivke $667,5 \times 10^6 \text{ m}^3$
- masa ugljena $166,5 \times 10^6 \text{ t}$
- ukupna energija 1.195 PJ
- prosječna toplinska vrijednost ugljena 7.176 kJ/kg
- ukupni troškovi eksploatacije $2,025 \times 10^9 \text{ EUR}$

Napomena: Slojevi ugljena ispod debljine 0,5 m pribrojeni su količini otkrivke a svi prosljoci jalovine ispod 0,5 m pribrojeni su količini ugljena. Sve količine ugljena čija je toplinska vrijednost ispod 5.000 kJ/kg pribrojeni su otkrivci.

Novčane vrijednosti u svim modelima su izražene u DM-ima, što je za vrijeme izrade modela bila uobičajena stvar. Danas su te vrijednosti ekvivalentne konvertibilnoj marki (KM).

Br. bl.	Obiljež bloka			Otkrivka			Ugljen-energija								Ukupni troškovi DEM
	i	j	k	Obujam	Elem.cijena	Troak.eksp.	Obujam	Masa	Spec. topl.	Energija	Element. Cijena	Troak.eksp.			
				m ³ s.m.	DEM/m ³	DEM	m ³ s.m.	t	kJ/kg	GJ	DEM/t	DEM/GJ	DEM		
				(1)	(2)=5,047265	(3)=(1)x(2)	(4)	(5)=(4)x1,42	(6)	(7)=(5)x(10) ³	(8)=3354412	(9)=(10)/7	(10)=(9)x(3)	(11)=(3)x(10)	
740	1	10	4												
741	1	11	4												
742	1	12	4												
743	1	13	4	169.381	5,047	854.866	16.293	23.137	7.700	178.151	3,554	0,462	82.237	937.103	
744	1	14	4	128.210	5,047	647.076	78.418	111.354	7.500	835.155	3,554	0,474	395.798	1.042.874	
745	1	15	4	359.368	5,047	1.813.730	30.871	43.837	7.217	316.378	3,554	0,492	155.815	1.969.545	
746	1	16	4	346.592	5,047	1.749.250	10.907	15.487	6.600	102.217	3,554	0,539	55.049	1.804.299	
747	1	17	4	385.105	5,047	1.943.823	7.867	11.171	6.600	73.726	3,554	0,539	39.705	1.983.330	
748	1	18	4	390.399	5,047	2.010.720	880	1.250	6.600	8.247	3,554	0,539	4.442	2.015.161	
749	1	19	4	390.310	5,047	1.969.893	5.147	7.308	6.600	48.235	3,554	0,539	25.977	1.995.871	
770	1	20	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
771	1	21	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
772	1	22	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
773	1	23	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
774	1	24	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
775	1	25	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
776	1	26	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
777	1	27	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
778	1	28	4												
779	1	29	4												
780	1	30	4												
781	2	1	4												
782	2	2	4												
783	2	3	4												
784	2	4	4												
785	2	5	4												
786	2	6	4												
787	2	7	4												
788	2	8	4												
789	2	9	4												
790	2	10	4												
791	2	11	4												
792	2	12	4												
793	2	13	4												
794	2	14	4	3.387	5,047	16.993	9.253	13.140	7.500	98.548	3,554	0,474	46.704	63.697	
795	2	15	4	103.061	5,047	520.149	70.078	99.511	7.300	726.428	3,554	0,487	353.702	873.851	
796	2	16	4	288.235	5,047	1.454.722	35.971	51.078	6.962	355.593	3,554	0,511	181.553	1.636.275	
797	2	17	4	377.013	5,047	1.902.786	22.987	32.641	6.655	217.555	3,554	0,533	116.020	2.018.800	
798	2	18	4	382.453	5,047	1.930.242	17.547	24.916	6.600	164.447	3,554	0,539	88.563	2.018.805	
799	2	19	4	382.800	5,047	1.931.993	17.200	24.424	6.600	161.196	3,554	0,539	86.812	2.018.805	
800	2	20	4	380.930	5,047	1.922.556	19.070	27.079	6.600	178.720	3,554	0,539	96.249	2.018.805	
801	2	21	4	397.840	5,047	2.007.898	2.160	3.067	6.600	20.244	3,554	0,539	10.902	2.018.801	
802	2	22	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
803	2	23	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
804	2	24	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
805	2	25	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
806	2	26	4	400.000	5,047	2.018.800	0	0	0	0	0	0	0	2.018.800	
807	2	27	4												
808	2	28	4												
809	2	29	4												

Slika 5 Prikaz načina sortiranja ulaznih podataka pri primjeni MPK

EKONOMSKI MODEL LEŽIŠTA

Baza geoloških podataka i blok model ležišta-površinskog kopa bili su temelj za izradu ekonomskog modela ležišta. S identičnim obilježjem blokova kao u blok modelu, napravljen je raspored u ekonomskom modelu ležišta. Ekonomski model ležišta je povezan izravno (linkovi) s bazom ulaznih (geoloških) podataka tako da je svaki blok dobio vrijednost troškova eksploatacije i ekvivalentnu vrijednost mineralne

Za svaku kolonu ekonomskog modela ležišta izrađena je tablica s prikazom izlaznih vrijednosti optimalizacije kosina odnosno troškovima eksploatacije, količini energije, proizvodnom cijenom i dobitkom (slika 6).

Prema osnovnim načelima metode pomičnih kosina urađena je optimalizacija kosina za svaku pojedinu kolonu. Kao što je vidljivo optimalna kosina u n-toj koloni može ali ne mora biti i u optimalnoj konturi površinskog kopa. Da li će bilo koja kosina biti u optimalnoj konturi površinskog kopa ovisi o tri kriterija i to: optimalnost kosine u koloni, stabilnost i kompatibilnost odabrane kosine s kosinama u susjednim kolonama. Na nekim kolonama naznačene su kosine koje su optimalne i stabilne ali nisu kompatibilne sa susjednim bogatijim kolonama, stoga se u takvim slučajevima usvaja prva kompatibilna kosina koja u ukupnom postupku predstavlja optimalno rješenje.

Slika 6 Prikaz jedne kolone iz ekonomskog modela MPK

Na kolonama su, također, naznačene namjenske i granične kosine. Kolone na kojima je naznačena samo optimalna kosina predstavljaju ujedno namjensku i graničnu kosinu na istoj poziciji.

ZAVRŠNE KONTURE KOPA

Dakle, ekonomskim modelom ležišta dobiveni su konačni rezultati potrebni za završni postupak optimalizacije konture kopa odnosno MPK.

Optimalna kontura kopa (PO)

Uvažavanjem kriterija: optimalnosti, stabilnosti i kompatibilnosti kosina dobivena je optimalna kontura površinskog kopa. Postupak je započeo s nadublje, najbogatije kosine koja se nalazi u koloni 11. Zbrajanjem elemenata prve promatrane (11) te susjednih kolona (k_{n+1} , k_{n+2} ... k_{30} i k_{n-1} , k_{n-2} ... k_1 , za $n=11$) dobivena je optimalna kontura kopa.

Postupak određivanja najveće dobiti uz najnižu moguću proizvodnu cijenu proveden je uz osnovni uvjet da prosječna cijena eksploatacije mineralne sirovine mora biti manja od tržišne cijene, tj.: $C_{pr}^o < C_t$. Ne postoji niti jedna druga kombinacija kosina koja bi dala veću dobit i nižu proizvodnu cijenu. Parametri optimalne konture kopa prikazani su u tablici 3 a izgled završne konture kopa na slici 7.

Tablica 3 Parametri optimalne konture površinskog kopa "Kongora"

Stožac S_{ij}	Broj kosine n-k	Tržišna cijena C_t , DM/GJ	Optimalna kontura, P_o								
			Količina otkrivke, m^3	Količina ugljena, t	Troškovi T, DM	Ekvival. vrij. E, GJ	Prosje.cijen. (C_{pr}), DM/GJ		Dobit (P_o), DM		
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(4)/(5)	(7)	(8)=(5)*((1)-(6))	(9)
0,0	0-1	3,100	0	0	0	0	0	0,000	0,000	0	0
1,16	1-2	3,100	52.827	16.586	325.585	109.465	2,974	0,336	13.756	13.756	
2,16	4-3	3,100	855.209	136.812	4.802.754	913.579	5,257	5,013	-1.970.660	-1.956.904	
3,16	6-4	3,100	2.609.794	456.489	14.794.874	3.290.929	4,496	4,618	-4.592.995	-6.549.899	
4,16	8-5	3,100	4.352.185	1.457.478	27.147.109	10.332.581	2,627	3,214	4.883.892	-1.666.007	
5,16	10-6	3,100	6.766.385	2.802.964	44.114.627	20.265.116	2,177	2,612	18.707.232	17.041.225	
6,16	12-7	3,100	10.065.856	3.537.102	63.377.362	26.198.091	2,419	2,529	17.836.721	34.877.945	
7,16	14-8	3,100	13.370.101	4.906.728	84.922.975	36.871.217	2,303	2,444	29.377.798	64.255.744	
7,17	16-9	3,100	16.330.144	7.052.535	107.490.181	53.378.914	2,014	2,292	57.984.453	122.240.197	
7,17	16-10	3,100	16.731.190	6.861.108	108.833.955	52.076.426	2,090	2,241	52.602.967	174.843.164	
7,17	17-11	3,100	18.459.272	8.661.141	123.954.099	65.466.653	1,893	2,156	78.992.524	253.835.688	
7,17	18-12	3,100	20.139.477	8.520.963	131.936.286	65.276.248	2,021	2,130	70.420.084	324.255.772	
7,17	19-13	3,100	20.860.296	8.375.700	135.058.130	64.398.403	2,097	2,124	64.576.918	388.832.691	
7,16	18-14	3,100	19.331.931	7.291.793	123.491.419	57.331.701	2,154	2,128	54.236.855	443.069.546	
6,16	18-15	3,100	17.905.341	6.388.226	113.079.389	51.052.536	2,215	2,137	45.183.473	488.253.019	
6,16	19-16	3,100	18.605.945	6.319.047	116.369.633	51.234.718	2,271	2,149	42.457.992	530.711.011	
6,15	18-17	3,100	16.337.168	6.227.799	104.594.180	53.291.420	1,963	2,133	60.609.223	591.320.235	
5,17	20-18	3,100	17.087.430	6.830.741	110.524.057	52.533.532	2,104	2,131	52.329.892	643.650.126	
5,18	21-19	3,100	17.930.631	7.738.845	118.007.686	51.952.432	2,271	2,141	43.044.853	686.694.979	
4,19	22-20	3,100	13.634.416	7.201.470	94.413.505	44.186.054	2,137	2,141	42.563.261	729.258.240	
3,20	22-21	3,100	10.971.677	5.665.144	75.513.217	35.669.380	2,117	2,140	35.061.862	764.320.102	
2,20	19-22	3,100	7.491.834	3.570.308	50.503.615	21.493.935	2,350	2,145	16.127.583	780.447.686	
1,20	14-23	3,100	6.503.416	2.642.205	42.215.948	16.004.412	2,638	2,155	7.397.730	787.845.416	
2,10	11-24	3,100	4.356.283	2.245.146	29.967.490	13.587.082	2,206	2,155	12.152.463	799.997.880	
2,9	10-25	3,100	3.305.805	1.690.304	22.693.309	10.028.523	2,263	2,157	8.395.112	808.392.991	
1,10	10-26	3,100	2.159.096	1.369.762	15.766.229	8.290.322	1,902	2,154	9.933.770	818.326.761	
1,9	8-27	3,100	1.108.965	514.754	7.426.888	3.197.286	2,323	2,155	2.484.698	820.811.459	
1,8	7-28	3,100	363.115	405.333	3.273.456	2.513.062	1,303	2,152	4.517.037	825.328.496	
1,7	4-29	3,100	48.097	83.420	539.271	517.206	1,043	2,152	1.064.067	826.392.563	
0,0	0-30	3,100	0	0	0	0	0	0,000	2,152	0	826.392.563
UKUPNO		3,100	287.733.888	118.969.902	1.875.137.228	871.461.223	2,152			826.392.563	

Prosječna toplina = 7.325 kJ/kg

Koeficijent otkrivke $m^3 : t =$

2,42 : 1

Namjenska kontura kopa (PN)

Pribrajanjem najbogatijih kosina iza optimalne konture kopa, uz postavljanje osnovnog uvjeta da je: $C_{pr}^N \leq$, dobivena je namjenska kontura kopa.

Pored osnovnog uvjeta, postavljen je zahtjev da se pronađe takva kontura kopa u kojoj će se nalaziti dovoljna količina ugljena i energije tako da se zadovolje i slijedeći uvjeti:

- rad termoelektrane efektivne snage 500 MW
- radni vijek termoelektrane od oko 35 godina
- vrijeme rada termoelektrane u jednoj godini iznosi 6.500 h [3]

Efektivna energija na generatoru za 1 godinu iznosi:

$$W = t \times P = 3,25 \times 10^9 \text{ kWh}$$

Toplinska vrijednost na generatoru za 1 godinu iznosi:

$$Q_e = W \times 3.600 \text{ kJ} = 11,7 \times 10^{12} \text{ kWh}$$

Primarna energija termoelektrane, uz stupanj iskorištenja $\eta=0,40$, iznosi:

$$Q_g = \frac{Q_e}{\eta} = 29,25 \times 10^{12} \text{ kJ}$$

a uz prosječno 90% opterećenja termoelektrane

$$Q_g = 26,325 \text{ PJ}$$

Za traženo vrijeme rada termoelektrane (oko 35 god.) potrebna je energija:

$$Q_t = Q_g \times t = 921 \text{ PJ}$$

Prema postavljenom zahtjevu pronađena je namjenska kontura kopa koja omogućava dovoljnu količinu energije za rad termoelektrane u razdoblju od 35,5 godina (tablica 4).

Tablica 4 Parametri namjenske konture površinskog kopa "Kongora"

Stožac S_{ij}	Broj kosine n-k	Tržišna cijena, C_t DM/GJ	Namjenska kontura, P_N						Dobit (P_N), DM	
			Količina otkrivke, m^3	Količina ugljena, t	Troškovi T, DM	Ekvival. vrij. E, GJ	Pros. cijena (C_p), DM	U koloni U koloni	U koloni U koloni	Kumulativno
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(4)/(5)	(7)	(8)=(5)*((1)-(6))	(9)
0,0	0-1	3,100	0	0	0	0	0,000	0,000	0	0
1,16	1-2	3,100	52.827	16.586	325.585	109.465	2,974	0,336	13.756	13.756
2,16	4-3	3,100	855.209	136.812	4.802.754	913.579	5,257	5,013	-1.970.660	-1.956.904
3,16	6-4	3,100	2.609.794	456.489	14.794.874	3.290.929	4,496	4,618	-4.592.995	-6.549.899
4,16	8-5	3,100	4.352.185	1.457.478	27.147.109	10.332.581	2,627	3,214	4.883.892	-1.666.007
5,16	10-6	3,100	6.766.385	2.802.964	44.114.627	20.265.116	2,177	2,612	18.707.232	17.041.225
6,16	12-7	3,100	10.065.856	3.537.102	63.377.362	26.198.091	2,419	2,529	17.836.721	34.877.945
7,16	14-8	3,100	13.370.101	4.906.728	84.922.975	36.871.217	2,303	2,444	29.377.798	64.255.744
7,17	16-9	3,100	16.330.144	7.052.535	107.490.181	53.378.914	2,014	2,292	57.984.453	122.240.197
8,17	17-10	3,100	19.223.041	7.303.122	122.982.089	55.326.772	2,223	2,274	48.530.904	170.771.101
8,18	19-11	3,100	23.465.995	9.819.958	153.343.275	74.045.872	2,071	2,220	76.198.928	246.970.029
8,18	20-12	3,100	25.173.255	9.610.635	161.216.245	73.454.629	2,195	2,215	66.493.103	313.463.132
8,17	20-13	3,100	23.319.105	8.882.697	149.270.468	68.140.962	2,191	2,211	61.966.516	375.429.648
7,17	19-14	3,100	21.584.946	7.895.488	137.008.759	61.880.629	2,214	2,211	54.821.191	430.250.839
7,17	20-15	3,100	22.194.906	7.461.660	138.545.386	58.419.044	2,372	2,229	42.553.650	472.804.488
7,17	21-16	3,100	22.784.549	7.298.191	140.940.436	57.546.582	2,449	2,250	37.453.970	510.258.458
7,17	21-17	3,100	22.036.619	7.639.852	138.379.835	62.076.549	2,229	2,248	54.057.468	564.315.926
6,18	22-18	3,100	20.632.856	7.819.157	131.932.000	58.362.433	2,261	2,249	48.991.543	613.307.469
5,19	22-19	3,100	19.536.007	8.235.758	127.876.683	54.888.707	2,330	2,255	42.278.308	655.585.777
4,20	23-20	3,100	14.981.303	7.509.955	102.308.080	45.996.207	2,224	2,253	40.280.163	695.865.940
3,21	23-21	3,100	11.978.695	5.903.745	81.443.991	37.071.770	2,197	2,251	33.478.495	729.344.436
2,21	20-22	3,100	8.153.712	3.669.973	54.198.542	22.079.823	2,455	2,256	14.248.910	743.593.345
1,21	15-23	3,100	6.903.394	2.642.206	44.234.748	16.004.413	2,764	2,265	5.378.934	748.972.279
2,10	11-24	3,100	4.356.283	2.245.146	29.967.490	13.587.082	2,206	2,264	12.152.463	761.124.742
2,9	10-25	3,100	3.305.805	1.690.304	22.693.309	10.028.523	2,263	2,264	8.395.112	769.519.854
1,10	10-26	3,100	2.159.096	1.369.762	15.766.229	8.290.322	1,902	2,261	9.933.770	779.453.623
1,9	8-27	3,100	1.108.965	514.754	7.426.888	3.197.286	2,323	2,261	2.484.698	781.938.322
1,8	7-28	3,100	363.115	405.333	3.273.456	2.513.062	1,303	2,258	4.517.037	786.455.359
1,7	4-29	3,100	48.097	83.420	539.271	517.206	1,043	2,258	1.064.067	787.519.425
0,0	0-30	3,100	0	0	0	0	0,000	2,258	0	787.519.425
UKUPNO		3,100	327.712.248	128.367.810	2.110.322.647	934.787.765	2,258		787.519.425	

Prosječna toplina = 7.282 kJ/kg

Koeficijent otkrivke $m^3 : t = 2,55 : 1$

Granična-prognozna kontura kopa (PG)

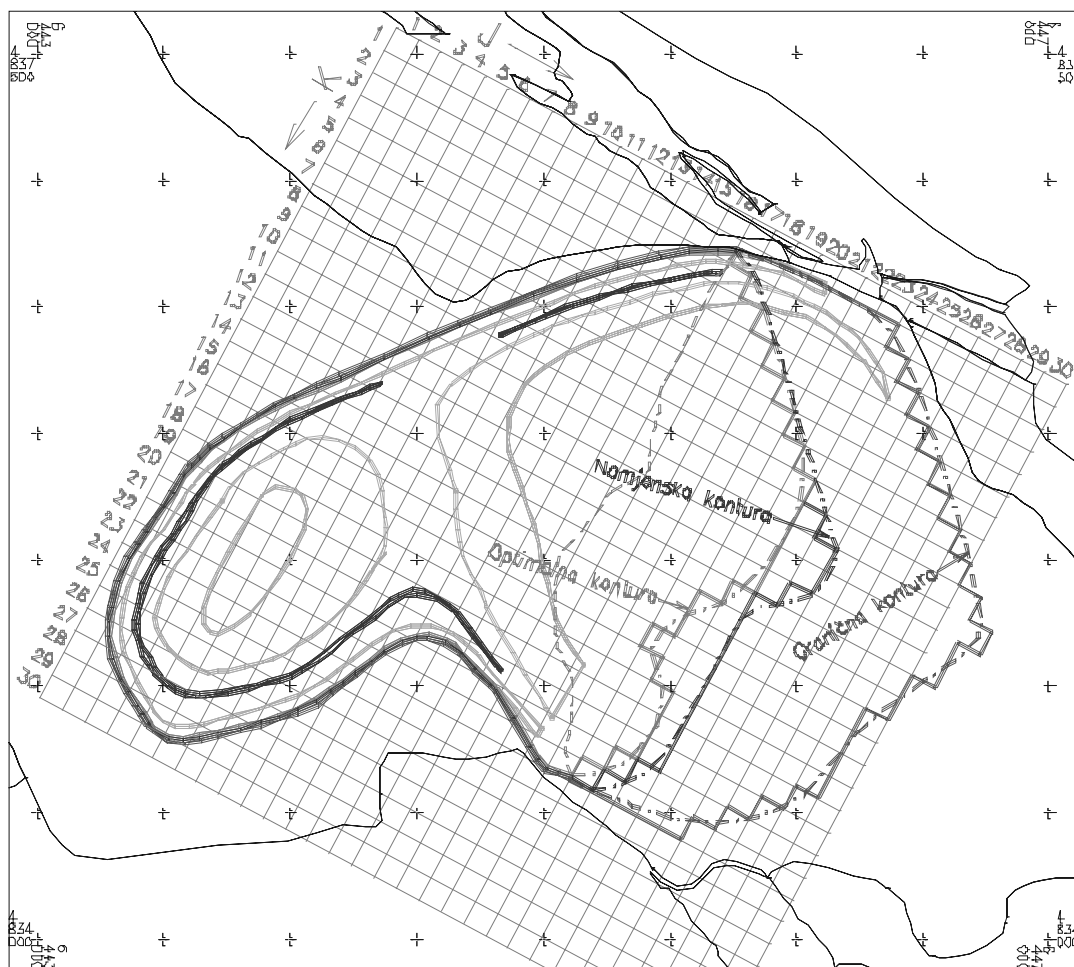
Zbrajanjem parametara kosina, nakon namjenske konture dolazi se do granične konture kopa, a iz koje razmatranje eksploatacije gubi svaki smisao jer se ide u čisti gubitak. Stoga ova kontura predstavlja pokazatelj nulte vrijednosti površinskog kopa čije razmatranje može doći u obzir samo u daljoj budućnosti ili u možebitnom naglom porastu cijene ugljena. Granična kontura kopa dobivena je uz postavljanje osnovnog uvjeta da je: $C_{pr}^G \cong C_t$ (tablica 5).

Tablica 5 Parametri granične konture površinskog kopa "Kongora"

Stožac S_{ij}	Broj kosine n-k	Tržišna cijena C_t , DM/GJ	Granična kontura, P_G						Dobit (P_G), DM	
			Količina otkrivke, m^3	Količina ugljena, t	Troškovi T, DM	Ekvival. vrij. E, GJ	Pros. cijena (C_p), DM	U koloni U koloni	U koloni U koloni	Kumulativno
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(4)/(5)	(7)	(8)=(5)*((1)-(6))	(9)
0,0	0-1	3,100	0	0	0	0	0,000	0,000	0	0
1,23	8-2	3,100	2.593.620	17.500	13.152.889	115.378	113,998	0,009	-12.795.217	-12.795.217
2,23	11-3	3,100	5.798.205	270.664	30.227.131	1.781.755	16,965	22,866	-24.703.689	-37.498.906
3,23	13-4	3,100	10.440.412	907.514	55.921.208	6.293.901	8,885	12,123	-36.410.114	-73.909.020
4,23	15-5	3,100	14.757.443	2.499.847	83.370.212	17.426.313	4,784	7,131	-29.348.643	-103.257.663
5,23	17-6	3,100	19.388.010	4.653.511	114.396.921	33.237.726	3,442	5,047	-11.359.969	-114.617.632
6,23	19-7	3,100	24.969.099	6.002.969	147.362.688	43.840.518	3,361	4,328	-11.457.082	-126.074.714
7,23	21-8	3,100	30.438.176	7.878.937	181.634.528	58.494.014	3,105	3,884	-303.085	-126.377.799
8,23	23-9	3,100	35.794.466	9.916.897	215.912.893	74.704.613	2,890	3,569	15.671.407	-110.706.392
8,24	24-10	3,100	38.987.425	10.589.722	234.420.099	79.068.668	2,965	3,418	10.692.774	-100.013.619
8,25	26-11	3,100	44.125.719	12.263.198	266.302.656	91.342.590	2,915	3,305	16.859.372	-83.154.247
8,24	27-12	3,100	42.908.334	11.678.424	258.079.665	88.309.187	2,922	3,236	15.678.816	-67.475.431
8,24	27-13	3,100	43.962.147	11.106.238	261.364.753	84.806.713	3,082	3,214	1.536.058	-65.939.372
8,23	26-14	3,100	41.933.264	9.905.936	246.858.075	76.340.633	3,234	3,216	-10.202.114	-76.141.486
8,22	27-15	3,100	39.276.565	9.304.850	231.312.504	70.597.148	3,277	3,222	-12.461.346	-88.602.832
8,22	27-16	3,100	39.436.887	9.410.206	232.496.169	70.682.172	3,289	3,228	-13.381.437	-101.984.269
7,23	27-17	3,100	36.962.822	9.826.954	221.490.202	75.274.758	2,942	3,203	11.861.549	-90.122.720
6,24	28-18	3,100	33.606.423	9.774.146	204.361.862	69.048.223	2,960	3,185	9.687.631	-80.435.090
5,25	28-19	3,100	30.451.967	9.769.027	188.422.295	63.378.770	2,973	3,172	8.051.891	-72.383.199
4,25	28-20	3,100	22.228.326	8.576.512	142.676.709	52.188.893	2,734	3,150	19.108.858	-53.274.340
3,25	27-21	3,100	16.416.205	6.418.150	105.669.687	40.145.679	2,632	3,131	18.781.917	-34.492.424
2,25	24-22	3,100	11.261.235	3.790.125	70.310.102	22.797.814	3,084	3,130	-363.121	-34.129.303
1,25	19-23	3,100	8.503.307	2.642.210	52.309.948	16.004.417	3,268	3,132	-2.696.254	-36.825.557
2,10	11-24	3,100	4.356.283	2.245.146	29.967.490	13.587.082	2,206	3,121	12.152.463	-24.673.094
2,9	10-25	3,100	3.305.805	1.690.304	22.693.309	10.028.523	2,263	3,114	8.395.112	-16.277.982
1,10	10-26	3,100	2.159.096	1.369.762	15.766.229	8.290.322	1,902	3,105	9.933.770	-6.344.212
1,9	8-27	3,100	1.108.965	514.754	7.426.888	3.197.286	2,323	3,103	2.484.698	-3.859.514
1,8	7-28	3,100	363.115	405.333	3.273.456	2.513.062	1,303	3,099	4.517.037	657.523
1,7	4-29	3,100	48.097	83.420	539.271	517.206	1,043	3,099	1.064.067	1.721.590
0,0	0-30	3,100	0	0	0	0	0,000	3,099	0	1.721.590
UKUPNO		3,100	605.581.420	163.512.258	3.637.719.839	1.174.013.364	3,099		1.721.590	

Prosječna toplina = 7.180 kJ/kg

Koeficijent otkrivke $m^3 : t = 3,70 : 1$



Slika 7 Optimalna, namjenska i granična kontura površinskog kopa "Kongora"

4. IZRADA METODE UJEDNAČENIH KOEFICIJENATA U CILJU ODREĐIVANJA OPTIMALNE TOČKE OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKIH KOPOVA NA SLOJEVITIM LEŽIŠTIMA

Osnovne postavke metode ujednačenih koeficijenata

Postojeći algoritam Metode pomičnih kosina (MPK) predstavlja osnovu suvremene metode projektiranja površinskih kopova [1,2].

Pri optimalizaciji kontura površinskog kopa, nesumnjivo se MPK pokazala efikasnom metodom. No, projektiranje površinskog kopa je opsežan i dugotrajan proces te je segment određivanja optimalne točke i razvoj površinskog kopa ostao neriješen.

Da bi se odredila optimalna točka otvaranja i razvoj površinskih kopova, znanstveno se moraju istražiti i uvažiti različiti kriteriji poput:

- Prirodnih: baze geoloških, hidrogeoloških, hidroloških, геомеханиčkih i dr. podataka
- Tehnološko-eksploatacijskih, baze rudarskih podataka

- Tehnološko-namjenskih, baze podataka za namjenske objekte
- Ekonomskih, baze ekonomskog modela

Imajući u vidu da je cijeli navedeni niz podataka obrađen ili se može obraditi metodom pomičnih kosina, radni zadatak se usmjerava na postavljanje određenih relacijskih izraza pomoću kojih se broj utjecajnih čimbenika može smanjiti na minimum. Tim pristupom može se dobiti jedna izlazna vrijednost koja će oslikati traženi cilj, odnosno utvrditi mjesto otvaranja i redoslijed otkopavanja blokova.

Slijedom navedenog treba jasno istaknuti čimbenike koji imaju najveći utjecaj na točku otvaranja i redoslijed (razvoj) otkopavanja blokova na površinskom kopu, a to su:

1. Najveća moguća dobit
2. Najkraći prevozni putevi
3. Ujednačen kvalitet mineralne sirovine
4. Ujednačen koeficijent otkrivke

Temeljem ovih čimbenika proizašle su osnovne postavke metode određivanja optimalne točke otvaranja i razvoja površinskih kopova:

- a) primjena metode na bilo kojem ležištu za kojeg je izrađen ekonomski model ležišta (poput ekonomskog modela u MPK-u)
- b) uvažavanje različitih tipova utjecajnih čimbenika (ekonomske, prirodne i tehničko-tehnološke) u algoritmu metode
- c) pozicioniranje blokova u prostoru (određivanje x,y,z koordinata) kojim se oslikava oblik ležišta kao najutjecajnijeg prirodnog čimbenika na razvoj površinskog kopa
- d) uvrštavanje dobiti i dužine prevoznih puteva kao najutjecajnijih ekonomskih čimbenika pri određivanju optimalne točke otvaranja i redoslijedu otkopavanja blokova
- e) uvrštavanje kvaliteta mineralne sirovine i koeficijenta otkrivke kao najutjecajnijih tehnno-ekonomskih čimbenika pri određivanju optimalne točke otvaranja i redoslijedu otkopavanja blokova
- f) proračun utjecajnih čimbenika u fukciji određivanja optimalne točke otvaranja i redoslijeda otkopavanja blokova, ovisno o odnosu ekonomskih i prirodno-tehnoloških čimbenika
- g) izrada numeričkih izraza kao osnove za smanjenje broja čimbenika
- h) izrada baze podataka u funkciji sortiranja izlaznih rezultata i dobivanja redoslijeda otkopavanja
- i) interpretacija izlaznih rezultata u analitičkom, grafo-analitičkom i grafičkom obliku

Dobit kao pozitivna vrijednost i prevoz, tj. dužina puta, kao trošak predstavljaju čisti ekonomski čimbenik, gdje se dobit povećava sa smanjenjem troškova puta i obrnuto. Jasno je da su, za redoslijed eksploatacije, najpovoljniji blokovi i/ili zone blokova površinskog kopa s najvećom dobiti a najkraćom udaljenošću.

No, problem se usložnjava kada se tome pridoda npr. tehnološki zahtjev za ujednačenim kvalitetom mineralne sirovine i ujednačenim koeficijentom otkrivke. Kvalitet mineralne sirovine oscilira i u najhomogenijim ležištima te je nužno odrediti takav način eksploatacije (razvoj) površinskog kopa kojim će se osigurati određena ujednačenost kvaliteta. Pri tome treba imati u vidu da je točka otvaranja samo zona maksimuma odakle će se krenuti s razvojem površinskog kopa. Raspored i količina otkrivke je neravnomjerna, te obično zadebljava i raste s dubinom kopa.

Shodno izraženoj problematici, autor ovog rada je predložio algoritam ujednačavanja koeficijenata kojim je izrazio najpovoljniji odnos utjecajnih čimbenika za određivanje optimalne točke otvaranja i razvoja površinskog kopa te ga je nazvao: Metoda ujednačenih koeficijenata (MUK).

NUMERIČKI IZRAZI METODE UJEDNAČENIH KOEFICIJENATA (MUK)

Osnovno polazište za numeričke izraze metode ujednačenih koeficijenata (MUK-a) su postavljeni kriteriji i utjecajni čimbenici te uzajamna veza s numeričkim izrazima MPK-a. Kao ulazni podaci se koriste obrađeni podaci iz ekonomskog modela koji su dobiveni MPK-om [2].

Prema metodi MPK vrijednost (dobit) bloka dobiva se izrazom:

$$B_{i,j,k} = C_t \cdot E_{i,j,k} - T_{i,j,k} \quad (1)$$

C_t - cijena mineralne sirovine na svjetskom tržištu, (nov.jed./ekv)

$E_{i,j,k}$ - ekvivalentna vrijednost bloka $b_{i,j,k}$, (ekv)

$T_{i,j,k}$ - troškovi eksploatacije bloka $b_{i,j,k}$, nov.jed.

Izraz za ujednačenost kvaliteta mineralne sirovine:

$$k_q = \frac{|\Delta q| + q_{pr}}{q_{pr}} \quad (2)$$

Δq - razlika kvaliteta mineralne sirovine u bloku i,j,k i prosječnog kvaliteta

(za ugljen: toplinske vrijednosti) u optimalnoj konturi (od 1 do 2)

$$\Delta q = q_{i,j,k} - q_{pr}$$

$q_{i,j,k}$ - kvalitet mineralne sirovine u bloku i,j,k

q_{pr} - prosječan kvalitet mineralne sirovine u cijelom ležištu

Izraz za koeficijent ujednačenosti količine otkrivke:

$$k_{ko} = \frac{O_{i,j,k} + O_{pr}}{O_{pr}} \quad (3)$$

$O_{i,j,k}$ - količina otkrivke u bloku i,j,k

O_{pr} - prosječna količina otkrivke po bloku

Objedinjavanjem koeficijenata ujednačenosti kvalitete mineralne sirovine i količine otkrivke u nekom bloku i,j,k dobiva se tehnološki koeficijent ujednačenosti, za promatrani blok:

$$k_u = k_q \times k_{ko} \quad (4)$$

No, za svaku konturu površinskog kopa, na bilo kojoj poziciji bloka $b_{i,j,k}$, potrebno je odrediti prosječni ili srednji koeficijent otkrivke koji će praktično uvažiti i sadržaj svih blokova koji se moraju otkopati povrh najnižeg promatranog bloka.

Prosječni (srednji) koeficijent ujednačenosti (K_s) dobiva se izrazom:

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^n k_u}{N_b} \quad (5)$$

$\sum_{i=1}^n k_u$ - suma tehnoloških koeficijenata ujednačenosti u konturi kopa $S_{i,j,k}$

N_b - broj blokova u konturi kopa $S_{i,j,k}$

Kontura površinskog kopa, u geometrijski pravilnim formama, može se aproksimirati tj. promatrati kao obrnuti stožac.

Broj blokova u 3D obrnutom stošcu može se promatrati dvojako:

a) Za slučaj kada se na razini $i=n$, nalazi minimalan broj blokova, tj. 1 blok koristi se slijedeći izraz:

$$N_b = \sum_{i=1}^n (2 \cdot i - 1)^2 \quad (6)$$

Ispravnost izraza (6) potkrijepljena je primjerom u tablici 6.

Tablica 6 Određivanje broja blokova u 3D obrnutom stošcu kada je

$i=n$, a $\Delta j=1$ i $\Delta k=1$ na najnižoj razini

Σi	$\Delta j=2i-1$	$\Delta k=2i-1$	N_b
1	1	1	1
2	3	3	10
3	5	5	35
4	7	7	84
5	9	9	165
6	11	11	286
7	13	13	455
..	..	..	..
n	$2 \times n - 1$	$2 \times n - 1$	N_n

b) Za slučaj kada se na razini $i=n$, npr.3, nalazi $j \times k$ blokova, npr.2x3, koristi se slijedeći izraz:

$$N_b = \sum_{i=1}^n (\Delta j \cdot \Delta k) \quad (7)$$

Izraz (7) potkrijepljen je primjerom u tablici 7.

Tablica 7 Određivanje broja blokova u 3D obrnutom stošcu kada je

$i=n$, a $\Delta j \neq 1$ i/ili $\Delta k \neq 1$ na najnižoj razini

Σi	Δj	Δk	N_b
1	2	3	6
2	4	5	26
3	6	7	68
4	8	9	140
5	10	11	250
6	12	13	406
7	14	15	616
...	...	...	...
n	m	1	N_n

Kada se izrazi (4) i (6) uvrste u izraz (5) dobije se prosječni koeficijent ujednačenosti čija je primjena pojednostavljena.

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^n k_q \cdot k_{ko}}{\sum_{i=1}^n (2i-1)^2} \quad (8)$$

I konačno, kada su tehnološki koeficijenti ujednačeni može se pristupiti relacijskom povezivanju istih s ekonomskim čimbenicima. Tu treba imati na umu da vrijednost bloka (dobit) opada s povećanjem duljine prevoza (transporta).

Optimalna točka otvaranja i najpovoljniji redoslijed otkopavanja blokova dobit će se utvrđivanjem maksimuma, odnosno poretkom blokova od najviše do najniže vrijednosti.

Najpovoljniji poredak tj. redoslijed otkopavanja blokova odnosno formiranja niza površinskih kopova dobiva se pomoću izraza:

$$I_O = B_{i,j,k} - (T_p \cdot K_s) \quad (9)$$

I_O - indeksna vrijednost redoslijeda otkopavanja

$B_{i,j,k}$ - vrijednost bloka $b_{i,j,k}$ (može biti pozitivna i negativna)

T_p - troškovi prevoza, od pozicije bloka do ishodišta (deponije), nov.jed.

$$T_p = Q_u \cdot L_p \cdot C_p \quad (10)$$

Q_u - ukupna količina koja se prevozi iz konture kopa, m³

L_p - dužina prevoza, od pozicije bloka do ishodišta (deponije), m

C_p - jedinična cijena prevoza, nov.jed./m³ m

K_s - prosječni koeficijent ujednačenosti kvalitete m.s. i količine otkrivke

u konturi kopa $S_{i,j,k}$

Napomena: Dužina prevoza (L_p) ovisi o promatranoj ishodišnoj točki što izravno utječe na mjesto otvaranja i razvoj kopa. Promjenom pozicije ishodišta sigurno će doći do promjene indeksnih vrijednosti. Pozicija ishodišta je ovisna o mnogo čimbenika koji se isprepliću ali se također mogu podvesti pod ranije istaknute prirodne, tehnološke i ekonomske kriterije.

Redoslijed otkopavanja blokova tj. niza površinskih kopova dobit će se načelom maksimalne vrijednosti odnosno kopovi s većim indeksom imat će prioritarnu važnost, pa će biti:

$$R_O = \{I_{\alpha(max)}, I_{\alpha(max-1)}, I_{\alpha(max-2)}, \dots, I_{\alpha(min+1)}, I_{\alpha(min)}\} \quad (11)$$

Redoslijed otkopavanja je praktično skup svih indeksnih vrijednosti u optimalnoj konturi površinskog kopa s padajućim nizom, odnosno poretkom od maksimalne do minimalne vrijednosti.

Prema izrazu (11) dobivaju se čiste matematičke vrijednosti, no praktična rješenja optimalne točke otvaranja i razvoja površinskog kopa dobit će se interpretacijom obrađenog skupa podataka i utvrđivanjem zona maksimuma i submaksimuma. Ovakav pristup je rezultat tehnoloških kriterija koji, akceptiranjem teorijski dobivenih veličina, pretpostavljaju realno ostvariva rješenja na terenu poput mogućnosti formiranja otkopnih etaža, prometnica i drugih objekata na površinskom kopu čije su glavne značajke dinamičnost i kontinuitet radova.

POSTUPAK PRIMJENE METODE UJEDNAČENIH KOEFICIJENATA

Izrada geološkog, blok i ekonomskog modela ležišta osnovna je pretpostavka za primjenu metode ujednačenih koeficijenata, odnosno određivanja optimalne točke otvaranja i redoslijeda otkopavanja blokova. Također, nužno je prethodno odrediti i optimalnu konturu ili bilo koju drugu konturu površinskog kopa za koju se želi odrediti mjesto otvaranja i redoslijed otkopavanja blokova što praktično znači da MPK prethodi primjeni Metode ujednačenih koeficijenata.

Dakle, nakon određivanja završne konure i ekonomskog modela MPK-om, slijedi postupak određivanja točke otvaranja i razvoja površinskog kopa primjenom metode ujednačenih koeficijenata. Redoslijed radnih operacija, prema MUK-u, je slijedeći:

1. Utvrđivanje prostornog rasporeda blokova i ishodišta

- položaj blokova u x,y,z koordinatnom sustavu
- ishodište (pozicija deponije i/ili odlagališta) u x,y,z koordinatnom sustavu
- udaljenost blokova od ishodišta

2. Izrada ekonomskog modela *MUK-a* temeljem modela *MPK*

- izrada matrice ekonomskog modela prema algoritmu *MUK-a*
- proračun parametara točke otvaranja i razvoja prema izrazima *MUK-a* (od 2 do 11)

3. Transformacija podataka ekonomskog modela *MUK-a* u model za izradu relacijske baze podataka

- izrada modela po načelu *jedan parametar u jedan stupac*
- transformacija podataka iz redova u stupce

4. Izrada relacijske baze podataka

- prenos podataka iz jednog u drugi namjenski program
- interaktivno korištenje podataka
- kreiranje novih formi prikaza izlaznih rezultata
- sortiranje podataka

5. Interpretacija izlaznih rezultata

- analitički prikaz
- grafo-analitički prikaz
- grafički prikaz

6. Određivanje optimalne točke otvaranja i razvoja površinskog kopa

- određivanje zone maksimuma kao optimalne točke otvaranja
- određivanje zona maksimuma i submaksimuma kao smjera razvoja

5. ODREĐIVANJE OPTIMALNE TOČKE OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA "KONGORA" METODOM UJEDNAČENIH KOEFICIJENATA UTVRĐIVANJE PROSTORNOG RASPOREDA BLOKOVA I ISHODIŠTA

Prvi korak u primjeni MUK-a na ležištu "Kongora" bio je utvrđivanje prostornog rasporeda blokova i ishodišta. Obzirom da je blok model već ranije prostorno pozicioniran, radni zadatak se sastojao od određivanja x,y,z koordinata za svaki blok u modelu.

Drugi korak bio je pozicioniranje ishodišta, odnosno određivanje x,y,z koordinata mjesta do kojeg će se prevoziti mineralna sirovina (ugljen) i/ili otkrivka.

Kao ishodište je odabrana pozicija bloka i,j,k=1,1,1 gdje je praktično i pretpostavljena lokacija za deponiranje ugljena odnosno industrijska zona termoelektrane.

Treći korak pripreme za primjenu MUK-a bio je već konkretniji i zahtjevniji zadatak, odnosno proračun udaljenosti svakog bloka od ishodišta.

Podaci o prostornom rasporedu te udaljenosti blokova od ishodišta bilježili su se u proračunske tablice te koristili u ekonomskim modelima.

IZRADA EKONOMSKOG MODELA MUK-A TEMELJEM MODELA MPK

Izrada matrice ekonomskog modela "Kongora" prema algoritmu MUK-a

Polazište za izradu ekonomskog modela MUK-a bili su praktično izrazi definirani u točki 4 (od 2 do 11) i ranije izrađeni ekonomski model MPK čija je matrica prikazana na slici 6.

U modelu MPK svaki blok je sastavljen od 3 ćelije, tj. veze, koje predstavljaju određene parametre optimalizacije kontura površinskog kopa. Broj ćelija za model MPK je bio dovoljan zbog brojnih veza (linkova) s bazom ulaznih podataka u kojima je već napravljen visok stupanj obrade podataka.

Međutim, primjena MUK-a odnosno određivanje točke otvaranja i razvoja površinskog kopa može se obaviti samo uz uključivanje novih parametara koji su obrađeni i navedeni u izrazima: od 2 do 11.

Stoga je postojeći model MPK iskorišten kao format te je izrađen ekonomski model MUK-a s 13 ćelija u svakom bloku (10 ćelija više nego u modelu MPK). Pri tome je bitno znati da se ekonomskim modelom simulira i prostorni raspored blokova u prirodi.

Ekonomskim modelom MUK-a razmatra se jedna od odabranih kontura površinskog kopa do koje se želi doći najboljim redoslijedom otkopavanja blokova.

U ovom primjeru se radi o Optimalnoj konturi površinskog kopa "Kongora" koja sadrži 1235 blokova ugljena i otkrivke. Cjelokupni blok model sadrži 6300 blokova (30 kolona x 30 stupaca x 7 redaka) od kojih se veliki dio (5065) blokova ne uzima u obzir pri proračunima parametara, već im se pridodaje nulta vrijednost i prostorni raspored.

Proračun parametara točke otvaranja i razvoja prema izrazima MUK-a

Koristeći izraze algoritma MUK-a i ulazne podatke (količina ugljena, otkrivke i energije, specifična toplina, troškovi eksploatacije i dobit) proračunavaju se ostali čimbenici koji utječu na odabir točke otvaranja i razvoj površinskog kopa. U svakoj ćeliji za pripadajući čimbenik formirana je relacija (matematička i programska) čime je omogućena automatizirana obrada podataka, kako internih tako i eksternih. Ovakav način obrade podataka i dobivanja izlaznih rezultata producira veliki broj uzajamnih veza između ćelija, što često operateru stvara poteškoće. No drugi korisnici ekonomski model mogu vidjeti kao skup sređenih vrijednosti pravilnog rasporeda, kao što je prikazano na slici 8.

KOLONA k= 19					
	01	02	03	04	05
$i \rightarrow$					
0					
O		19.733	513.401	919.000	400.000
G		81.233	82.352	0	0
T		358.048	1.369.749	1.594.852	2.018.800
E		568.634	576.467	0	0
q		7.000	7.000	0	0
Ip		29.048	91.092	98.232	125.819
L_p		1.910	1.924	1.942	1.965
$2Ip$		29.048	91.092	98.232	125.819
B		1.404.718	417.298	-1.594.852	-2.018.800
K_u		1.1059	2.0009	4.7125	5.4335
S		1.404.718	417.298	-1.594.852	-2.018.800
K_s		1,11	2,00	4,71	5,43
Io		1.372.593	235.051	-2.057.773	-2.702.445
01					
02					
03					
04					

Tumač:

O	KOLIČINA OTKRIVKE
G	KOLIČINA UGLJENA
T	TROŠKOVI EKSPLOATACIJE BLOKA i,j,k
E	EKVIVALENT VRIJEDNOSTI MINERALNE SIROVINE
q	PARAMETAR VRIJEDNOSTI MINERALNE SIROVINE - ZA UGLJEN SPECIF. TOPLINA
Ip	TROŠKOVI PREVOZA IZ BLOKA i,j,k
L_p	DUŽINA PREVOZA
$?Ip$	UKUPNI TROŠKOVI PREVOZA IZ KOPA NA POZICIJI BLOKA i,j,k
B	VRIJEDNOST-BRUTTO DOBIT OD EKSPLOATACIJE BLOKA i,j,k
K_u	KOEFICIJENT UJEDNAČENOSTI KVALITETE MINERALNE SIROVINE NA BLOKU i,j,k
S	VRIJEDNOST-BRUTTO DOBIT OD EKSPLOATACIJE POVRŠINSKOG KOPA NA POZICIJI BLOKA i,j,k
K_s	KOEFICIJENT UJEDNAČENOSTI KVALITETE MINERALNE SIROVINE U POVRŠINSKOM KOPU NA POZICIJI BLOKA i,j,k
Io	INDEKS REDOSLIJEDA OTKOPAVANJA

Slika 8 Prikaz oblikovanja ekonomskog modela MUK-a, za "Kongoru"

Uvrštavanjem 12 čimbenika-ćelija, utjecajni čimbenici se svode na jednu vrijednost odnosno indeks otkopavanja (Io) koja se nalazi na posljednjem, najnižem mjestu u bloku.

TRANSFORMACIJA PODATAKA EKONOMSKOG MODELA MUK-a U MODEL ZA IZRADU RELACIJSKE BAZE PODATAKA

Nakon unosa i obrade svih podataka u ekonomskom modelu MUK-a nužno je obaviti određene transformacije.

Ekonomski model, koji simulira i prostorni raspored blokova u konturi površinskog kopa, nije prikladan za sortiranje podataka iz razloga što se i sve varijable također nalaze u 3D polju. Stoga je nužno varijable iz 3D polja transformirati u 1D polje.

Izrada modela po načelu jedan parametar u jedan stupac

Osnovno načelo relacijske baze podataka je da se varijable slažu po stupcima kako bi se na zahtjev korisnika mogla izvesti bilo koja pretraga tj. sortiranje podataka.

Prema navedenom pravilu izvedena je rotacija rasporeda parametara tako da je za svaki parametar dodijeljen jedan stupac (slika 9).

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a grid of data. The columns are labeled with letters from A to T. The rows contain numerical data, including some negative values and values with units like 't'. The spreadsheet is titled 'CD prilog 5-4 model za relacijsku bazu podataka.xls'.

Slika 9 Prikaz transformiranog ekonomskog modela MUK-a, iz 3D u 1D polje

Transformacija podataka iz 3D u 1D polje

Dakle, prema ukupnom broju blokova, formiran je model sa 20 stupaca te 6300 ćelija u svakom stupcu.

FORMIRANJE RELACIJSKE BAZE PODATAKA

Autor ovog rada je odabrao program Microsoft ACCESS za formiranje jedne jednostavne relacijske baze podataka kako bi u konačnici mogao sortirati indeksne vrijednosti i dobiti redoslijed otkopavanja blokova.

Prenos podataka iz proračunskih tablica u modele za sortiranje

Datoteka relacijske baze podataka formirana je od izvornih proračunskih tablica, na način da je se izravnim linkovima (vezama) formirala relacija između operacija u programima EXCEL i ACCESS. Dakle, umetanje (importiranje) podataka je interaktivnog značenja, što znači da svaka promjena vrijednosti u izvornim datotekama povlači za sobom automatsku izmjenu u svim povezanim datotekama.

Kreiranje novih formi prikaza izlaznih rezultata

Primjenom određenih modula importirane ili neovisno kreirane datoteke mogu se prikativati u reduciranom obliku, prema potrebi korisnika, kao npr. ako se želi prikazati samo količina (suma i sl.) ugljena po blokovima.

Sortiranje podataka

Sortiranje podataka omogućilo je da se proračunate indeksne vrijednosti otkopavanja blokova poslože prema izrazu (11) te da se dobije padajući niz, od maksimuma do minimuma, vrijednosti. Na taj način je za svaki redak (od 1 do 7) te za sve skupno napravljen raspored otkopavanja blokova. Naredbom za sortiranje jednog stupca, npr. po padajućem nizu, ujedno se daje naredba i za paralelni prenos ostalih varijabli iz istog reda.

Sortiranje podataka može se izvoditi istovremeno i za više varijabli, no obzirom na ranije svođenje broja čimbenika na jednu vrijednost ta se operacija čini kontradiktornom.

INTERPRETACIJA DOBIVENIH REZULTATA

Dobiveni, sortirani podaci o indeksima otkopavanja prikazani su u numeričkom, grafoanalitičkom i grafičkom obliku.

Prikaz rezultata u numeričkom obliku

Numerički oblik prikaza rezultata je prikaz matematički (teorijski) ispravnog niza, padajućeg ili rastućeg, ovisno o funkcijskoj naredbi. Sigurno da je takav niz malo vjerojatan u praksi što znači da određenih odstupanja mora biti i pored najdetaljnijih proračuna. Tehnološka rješenja su modificirana teorijska rješenja koja su provediva u određenom prostoru i vremenu. Prikaz numeričkih vrijednosti u tabličnom obliku vidljiv je na slici 10.

trosak prevoz	udaljenost	suma tr-prevo	dobit blok	koef-ujedn	dobit kop	prosjek	Y	X	Z	lo	F21
133.365	1.979	2.082.145	11.330.911	1,50	7.684.106	2,57	6.444.324	4.835.718	760	10.987.650	1
108.526	1.938	1.569.927	9.728.104	1,41	9.343.660	1,95	6.444.236	4.835.765	760	9.516.786	2
175.848	2.112	2.708.325	9.548.199	1,26	-2.262.761	2,40	6.444.365	4.835.682	760	9.125.457	3
142.598	2.185	18.969.984	9.008.926	1,50	55.035.752	2,85	6.444.859	4.835.659	680	8.602.667	4
170.624	2.070	2.182.972	8.820.933	1,23	6.092.420	1,83	6.444.277	4.835.629	760	8.508.488	5
116.223	1.778	7.528.652	8.512.743	1,43	25.887.972	2,87	6.444.824	4.836.018	720	8.179.040	6
143.953	2.110	18.875.382	8.306.306	1,64	60.844.082	2,84	6.444.906	4.835.747	680	7.898.091	7
130.479	1.969	18.664.684	8.252.826	1,35	70.026.092	2,82	6.445.000	4.835.924	680	7.885.366	8
139.738	2.038	18.782.931	8.234.913	1,56	67.610.493	2,82	6.444.953	4.835.836	680	7.840.260	9
106.518	1.889	2.018.013	8.094.811	1,65	6.250.026	2,47	6.444.371	4.835.806	760	7.831.636	10
142.404	2.302	37.100.975	7.827.422	1,44	63.972.526	3,01	6.445.083	4.835.654	640	7.398.198	11
99.294	2.175	7.832.282	7.631.863	1,40	7.327.381	3,04	6.444.589	4.835.577	720	7.329.744	12
105.614	1.903	18.545.832	7.577.676	1,17	84.190.849	2,79	6.445.047	4.836.012	680	7.283.419	13
142.766	2.261	19.086.050	7.658.290	1,79	51.259.469	2,91	6.444.812	4.835.571	680	7.242.845	14
107.969	2.231	8.758.345	7.501.687	1,48	13.909.950	3,04	6.444.677	4.835.530	720	7.173.450	15
146.686	2.235	36.978.619	7.586.103	1,51	72.219.823	3,01	6.445.130	4.835.742	640	7.144.736	16
158.706	2.023	2.626.047	7.590.727	2,50	-5.173.921	3,21	6.444.412	4.835.671	760	7.081.529	17
88.235	1.953	6.654.240	7.252.265	1,34	26.662.337	2,79	6.444.595	4.835.800	720	7.006.111	18
124.355	1.853	7.609.616	7.325.066	1,75	20.005.582	2,92	6.444.777	4.835.930	720	6.962.271	19
155.857	2.092	7.822.005	7.363.558	2,26	6.228.387	3,11	6.444.636	4.835.665	720	6.878.786	20
141.770	2.171	36.824.449	7.290.395	1,43	74.297.252	3,02	6.445.177	4.835.830	640	6.862.146	21
175.581	2.326	20.795.112	7.335.254	2,13	44.945.045	2,92	6.444.901	4.835.524	680	6.822.373	22
127.619	2.110	36.707.349	7.202.947	1,27	83.489.614	3,02	6.445.224	4.835.918	640	6.817.344	23
137.251	2.010	7.744.405	7.052.699	2,01	10.832.633	3,00	6.444.683	4.835.753	720	6.640.976	24
83.104	2.037	6.727.321	6.876.093	1,34	20.711.832	2,88	6.444.548	4.835.712	720	6.636.740	25
127.438	1.930	7.665.471	6.872.838	1,87	14.787.891	2,96	6.444.730	4.835.841	720	6.495.939	26
113.265	2.371	37.209.887	6.779.264	1,25	54.763.234	3,01	6.445.036	4.835.565	640	6.438.676	27
88.206	2.044	16.997.452	6.646.078	1,24	70.106.626	2,74	6.444.818	4.835.794	680	6.404.717	28
84.187	1.969	16.902.817	6.418.402	1,22	76.345.560	2,71	6.444.865	4.835.883	680	6.189.985	29
75.355	1.870	6.556.182	6.341.398	1,29	33.319.681	2,72	6.444.642	4.835.888	720	6.136.663	30
109.325	1.764	2.435.988	6.410.349	1,91	-1.941.761	2,99	6.444.553	4.835.935	760	6.083.702	31
83.393	2.121	17.107.225	6.283.686	1,28	64.669.836	2,76	6.444.771	4.835.706	680	6.053.272	32
91.913	1.681	2.374.550	6.316.760	1,62	3.791.931	2,89	6.444.600	4.836.024	760	6.051.241	33

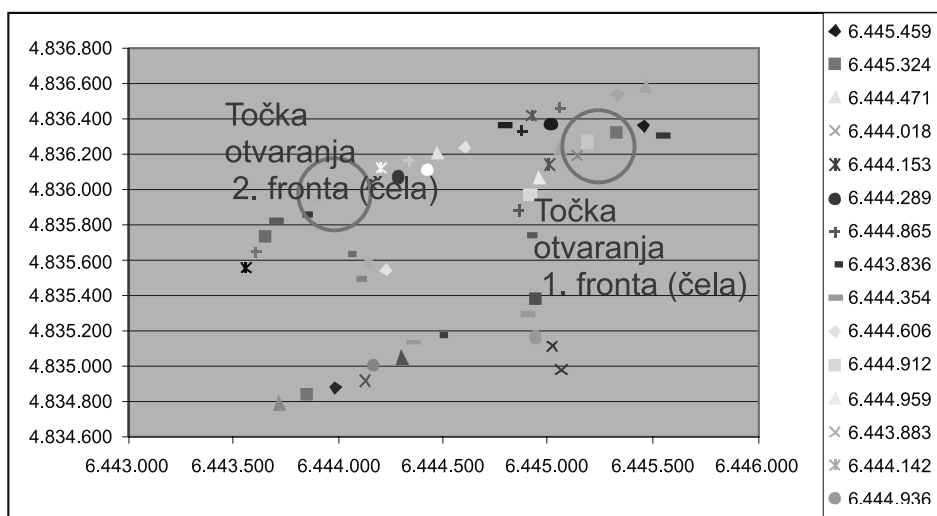
Slika 10 Prikaz numeričkih vrijednosti (redosljedja otkopavanja) u tabličnom obliku

Prema slici 10, vidljiv je padajući niz indeska otkopavanja, od najviše ka najnižoj vrijednosti, koji je dobiven temeljem izraza (11). U posljednjem stupcu (F21) navedeni su redni brojevi otkopavanja blokova.

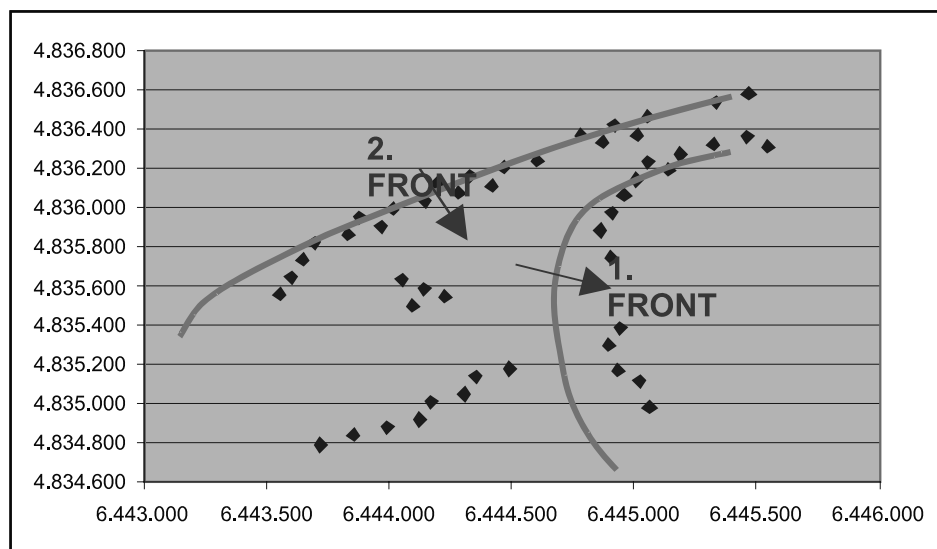
Prikaz rezultata u grafo-analitičkom obliku

Grafo-analitičkim oblikom prikaza rezultata može se točno utvrditi najpovoljniji oblik rudarskih radova, tj. razvoj (front i napredak). Odabirom, npr. 50 redoslijedno prvih blokova, po indeksnoj vrijednosti, može se odrediti razvoj rudarskih radova.

Na slici 11 prikazan je raspored (y,x) blokova u grafo-analitičkom obliku koji će se prema indeksnoj vrijednosti otkopati među prvih 50.



a) s naglašenom točkom otvaranja i redoslijedom otkopavanja blokova

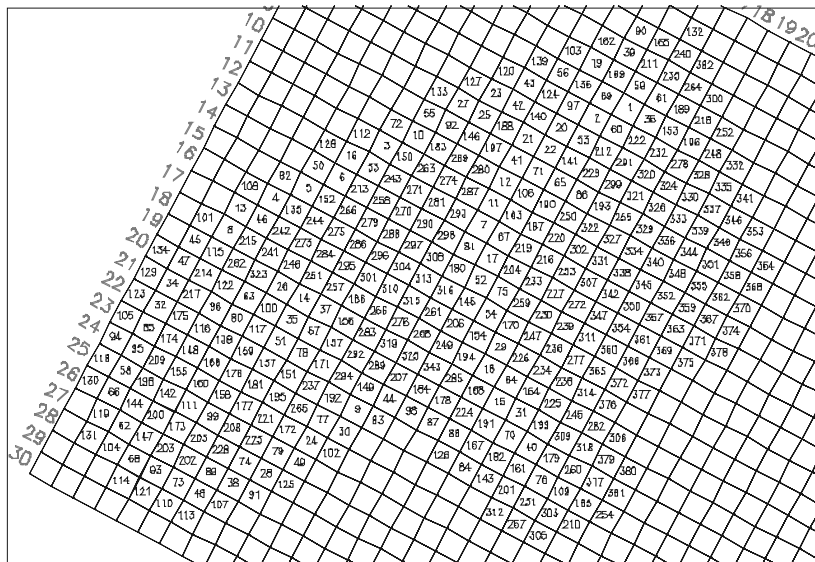


b) s naglašenim oblikom razvoja rudarskih radova

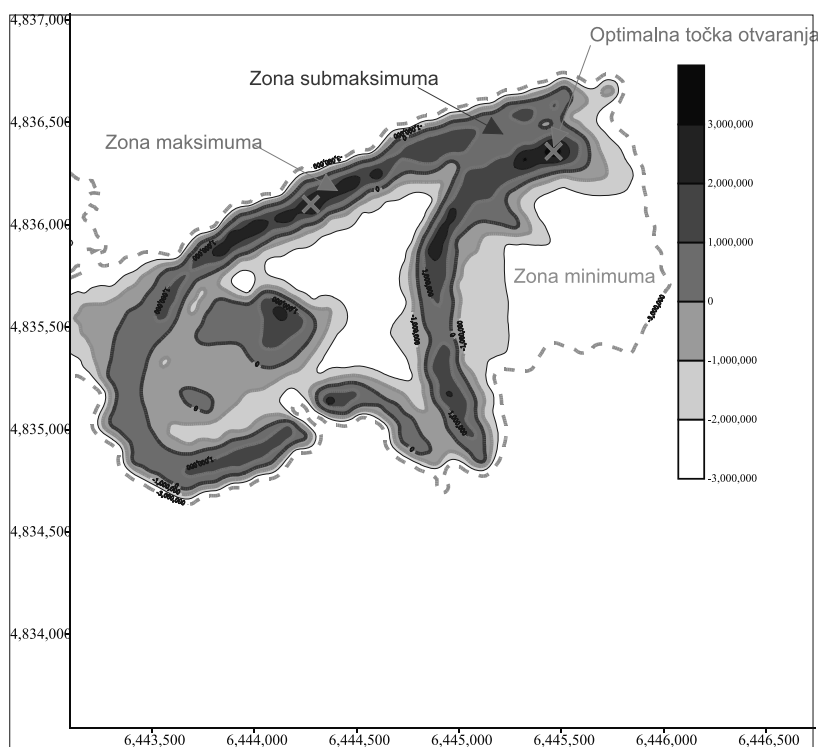
Slika 11 Grafo-analitički oblik prikaza razvoja rudarskih radova, od 50 blokova

Prikaz rezultata u grafičkom obliku

Grafički oblik prikaza rezultata je sigurno oblik s najvećim odstupanjima od teorijskih vrijednosti, ali isto tako se može reći i najbliži prikaz stvarnoj slici površinskog kopa u nekoj fazi rada. Da bi se zorno oslikala razlika između matematičkog reda veličina i geometrijski mogućeg modela točke otvaranja i redosljeda otkopavanja (razvoja) na slici 12 prikazane su teorijske vrijednosti i praktična rješenja.



a) redosljed otkopavanja prema matematičkom padajućem nizu



b) redosljed otkopavanja prema zonama maksimuma i minimuma

Slika 12 Grafički oblik prikaza razvoja rudarskih radova, blokovi 1. reda

ODREĐIVANJE OPTIMALNE TOČKE OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA "KONGORA"

Opsežne pripremne radnje i različite vrste obrade podataka u funkciji su konačnog cilja tj. utvrđivanja optimalne točke otvaranja i razvoja površinskih kopova. Cijeli niz utjecajnih čimbenika, pa i svedeni indeks otkopavanja, na koncu mora rezultirati tehnološki ostvarivim rješenjima. Drugim riječima, rezultati provedenih istraživanja moraju se prilagoditi realnim ujetima izvedivosti predloženih rješenja na terenu tj. na površinskom kopu.

Određivanje optimalne točke otvaranja površinskog kopa

Prema slici 11 jasno se uočavaju određene zone u kojima su skoncentrirani blokovi određenih indeksnih vrijednosti. Ako se promatraju najpovoljniji blokovi može se reći da se radi o zonama maksimuma te se za površinski kop "Kongora" mogu utvrditi dvije izrazite zone s najvišim vrijednostima (tamne nijanse na slici 11). Optimalna točka otvaranja predstavlja najpovoljnije mjesto za početak rudarskih radova. Matematički gledano postoji samo jedan maksimum, no, tehnološki su zahtjevi drugačijeg značenja, odnosno promatraju se zone u kojima su skoncentrirani blokovi određenih, a u ovom slučaju maksimalnih, vrijednosti. Stoga se za ležište "Kongora" nameće rješenje s dvije točke otvaranja ili bolje rečeno formiranje dva fronta rudarskih radova kao što je prikazano na slici 12 [2].

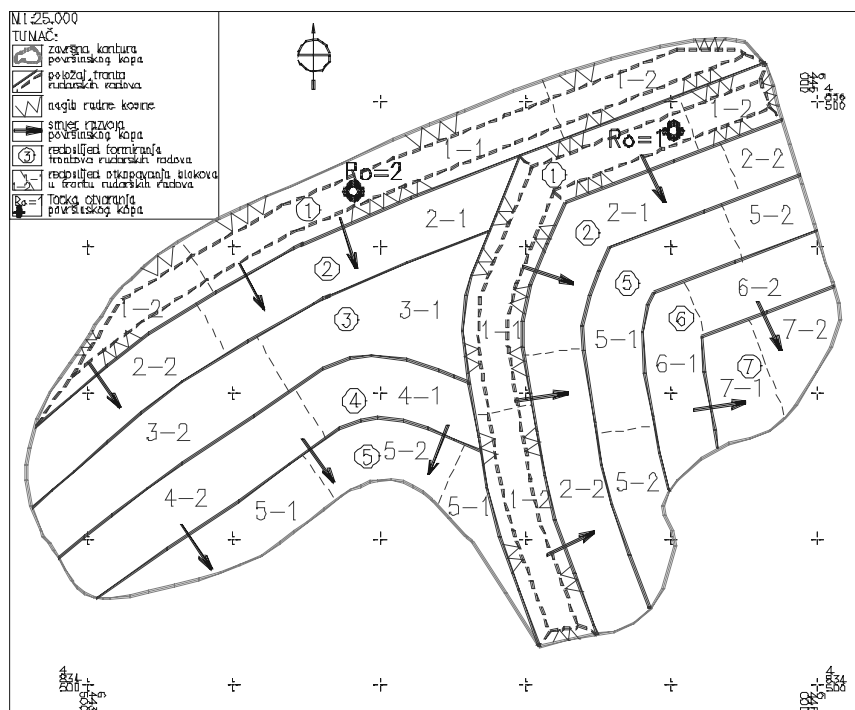
Određivanje razvoja površinskog kopa

Razvoj površinskog kopa pretpostavlja, prije svega, određivanje fronta i napretka rudarskih radova. Prema definiciji front predstavlja oblik razvoja čela etaža (npr. uzdužni, poprečni i kružni) a napredak predstavlja smjer i oblik pomicanja fronta rudarskih radova (npr. paralelni, lepezasti, radijalni i sl.).

Za površinski kop "Kongora" ispostavilo se da postoje različita gledišta po pitanju formiranja fronta i napretka tj. jednom rječju razvoja rudarskih radova.

Prema rezultatima istraživanja MUK-om, koji su dobiveni u ovom radu, evidentno je da na raspored rudarskih radova ima utjecaj veliki broj čimbenika. Svođenjem tih čimbenika na jedan, indeks otkopavanja, stvorena je mogućnost selekcije i razvrstavanja blokova po određenim zonama. Time su se dobile zone, koje su na grafičkim prikazima tonirane različitim nijansama, kao ilustracija najpovoljnijeg rasporeda rudarskih radova.

Povezivanjem blokova metodom krigiranja, s različitim prostornim rasporedom i bliskim indeksima otkopavanja, u istovrsni tonaliteta praktično su izrađeni modeli najpovoljnijeg razvoja rudarskih radova. Tonaliteti označavaju blokove odnosno zone koje bi prema zakonitostima MUK-a trebalo istodobno otkopavati.



Slika 12 Točke otvaranja i razvoj površinskog kopa "Kongora", prema [2]

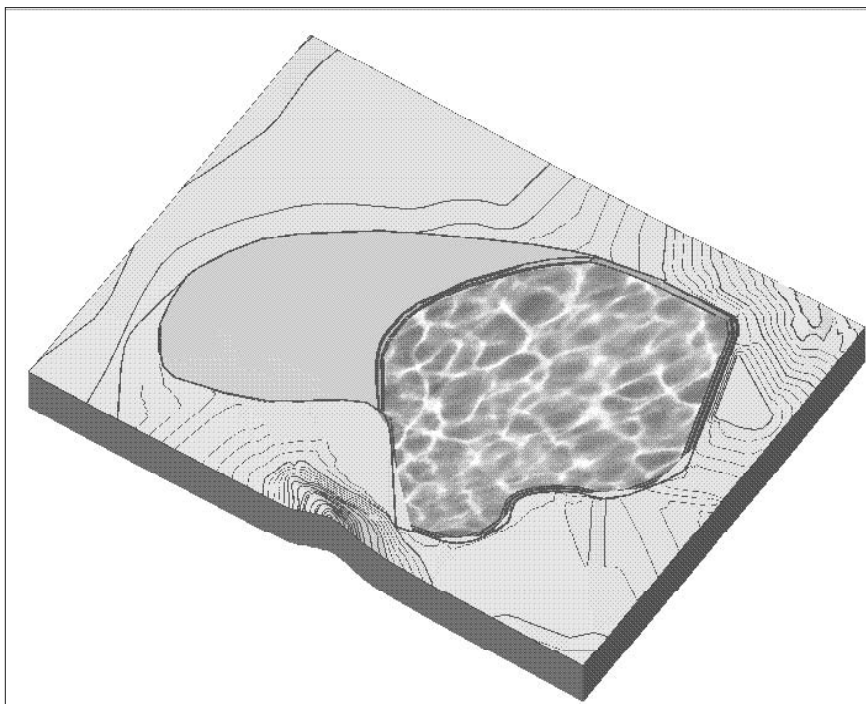
Prema slici 12 očigledno je da će se površinski kop "Kongora", a na temelju rezultata MUK-a, razvijati kombinacijom uzdužnog i kružno-torusnog fronta rudarskih radova.

Kružno-torusni front rudarskih radova formirat će se na krovinskom sloju kilometarske sinklinale. Oznaka $Ro=1$ označava prvu točku otvaranja površinskog kopa i mjesto odakle će krenuti razvoj kružno-torusnog fronta s radijalnim napredovanjem.

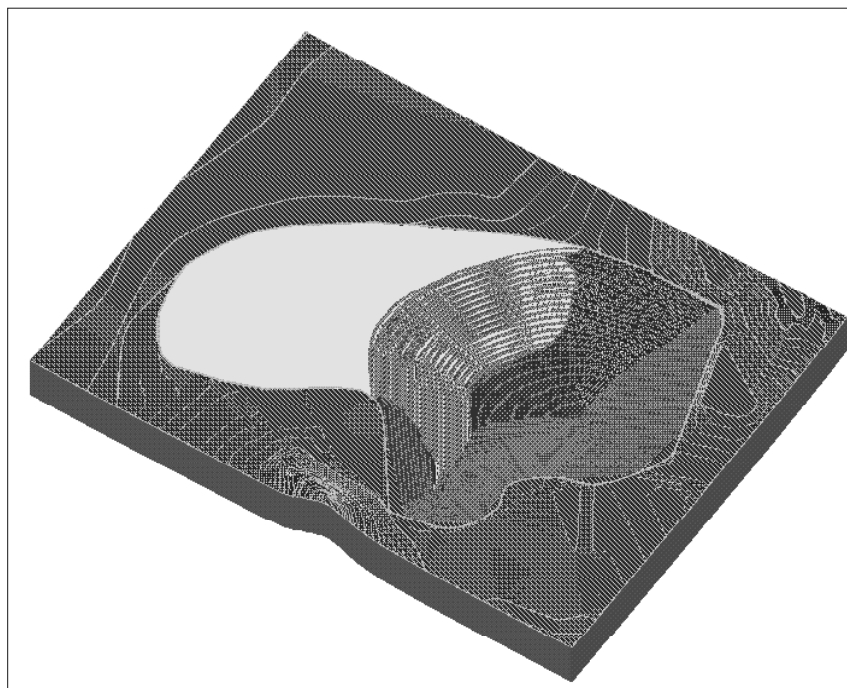
Uzdužni front rudarskih radova formirat će se na glavnom sloju kako kilometarske tako i hektometarske sinklinale. Oznaka $Ro=2$ označava drugu točku otvaranja površinskog kopa i mjesto odakle će krenuti razvoj uzdužnog fronta s paralelnim napredovanjem.

Na slici 12 vidljiv je i redoslijed formiranja pozicija frontova koji je također dobiven interpretacijom rezultata redoslijeda otkopavanja (1...7). Pri tome je uzeto u obzir da će se formirati unutarnje odlagalište na prostoru hektometarske (male) sinklinale s početkom razvoja površinskog kopa na 5. poziciji fronta rudarskih radova.

Ukupni obujam (otkrivka + ugljen) optimalne konture površinskog kopa "Kongora" iznosi 372.000.000 m³ od čega 112.000.000 m³ zahvaća unutarnje odlagalište a 260.000.000 m³ predstavlja krater kopa koji će se u konačnici potopiti i biti jezerski prostor (oblikovani i prenamjenjeni krater kopa). Dakle, stvarni razvoj rudarskih radova će završiti oblikovanjem i prenamjenom površinskog kopa, kao što je prikazano na slici 13 [2].



a) prikaz završnog oblika kontura površinskog kopa "Kongora"



b) prikaz prenamjenjenog površinskog kopa "Kongora" u jezerski prostor

Slika 11 Prikaz oblikovanog i prenamjenjenog površinskog kopa "Kongora"

ZAKLJUČAK

U ovom radu je istražena koncepcija *otvaranja* i razvoja površinskih kopova na slojevitim ležištima, te je predložena metoda pod imenom Metoda ujednačenih koeficijenata (MUK) i potvrđena njena učinkovitost na ležištu ugljena "Kongora".

U cilju određivanja optimalne točke otvaranja i razvoja površinskih kopova, odabrani su slijedeći kriteriji:

- Prirodni: baze geoloških, hidrogeoloških, geomehaničkih i dr. podataka
- Tehnološko-eksploatacijski, baze rudarskih podataka
- Tehnološko-namjenski, baze podataka za namjenske objekte
- Ekonomski, baze ekonomskog modela

Uvažavanjem i operacijskim istraživanjem navedenih kriterija utvrđeni su čimbenici koji imaju najveći utjecaj na točku otvaranja i redoslijed (razvoj) otkopavanja blokova na površinskom kopu, a to su:

- § Najveća moguća dobit
- § Najkraći prevozni putevi
- § Ujednačen kvalitet mineralne sirovine
- § Ujednačen koeficijent otkrivke
- § Ujednačen oblik rudnog tijela i rudarskih radova (front i napredak)

Temeljem utvrđenih čimbenika proizašle su osnovne postavke metode određivanja optimalne točke otvaranja i razvoja površinskih kopova.

Kvalitet mineralne sirovine oscilira i u najhomogenijim ležištima te je nužno odrediti takav način eksploatacije (razvoj) površinskog kopa kojim će se osigurati određena ujednačenost kvaliteta, što potenciraju tehnološki zahtjevi. Pri tome treba imati u vidu da je raspored i količina otkrivke neravnomjerna.

Prema rezultatima MUK-a, za ležište "Kongora" nameće se rješenje s dvije točke otvaranja ili bolje rečeno formiranje dva fronta rudarskih radova (slika 12). Također, prema rezultatima istraživanja, koji su dobiveni u ovom radu, evidentno je da na raspored rudarskih radova ima utjecaj veliki broj čimbenika. Svođenjem tih čimbenika na jedan, indeks otkopavanja, stvorena je mogućnost selekcije i razvrstavanja blokova po određenim zonama. Time su se dobile zone, koje su na grafičkim prikazima tonirane različitim nijansama, kao ilustracija najpovoljnijeg rasporeda rudarskih radova. Povezivanjem blokova metodom krigiranja, s različitim prostornim rasporedom i bliskim indeksima otkopavanja, izrađeni su modeli najpovoljnijeg razvoja rudarskih radova. Tonaliteti označavaju blokove odnosno zone koje bi prema zakonitostima MUK-a trebalo istodobno otkopavati.

Površinski kop "Kongora", temeljem rezultata MUK-a, razvijat će se kombinacijom uzdužnog i kružno-torusnog fronta rudarskih radova (slika 12).

LITERATURA

- [1] Galić, I. (2002): Projektiranje u rudarstvu uz primjenu namjenskih programa, Magistarski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 95 str.
- [2] Galić, I. (2004): Optimalna točka otvaranja i razvoj površinskih kopova na slojevitim ležištima, Disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 124 str.
- [3] Group authors (1998): Integrated Lignite Mining and Power Project, Reinbraun Engineering and Wasser GMBH, Germany.
- [4] Grupa autora (1978): Studija o mogućnosti rentabilne površinske eksploatacije ležišta lignita Kongora u Duvanjskom polju za potrebe TE Duvno, Institut za rudarska istraživanja Tuzla, Sarajevo, BiH.
- [5] Nuić, J., Živković, S., Tvrtković, I., Kisić, Z., Galić, I. (1998): Pregled, analiza i ocjena postojeće dokumentacije i program prethodnih radnji na izgradnji rudnika za "TE ZALEĐE", RGN fakultet, Zagreb.
- [6] Živković, S., Nuić, J., Tvrtković, I., Galić, I. (1997): Neke značajke ležišta ugljena Kongora-Tomislavgrad. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, Vol.9, Zagreb, str.49-55.
- [7] Živković, S., Nuić, J., Tvrtković, I., Galić, I. i dr. (2000): Suvremeni površinski kopovi, RGN fakultet, Zagreb.
- [8] Živković, S., Nuić, J., Tvrtković, I., Galić, I. i dr. (2000): Program priprema izgradnje rudnika lignita za potrebe termoelektrinskog kompleksa "Kongora" i njegova prilagodba korištenju na računalu, RGN fakultet, Zagreb.

*Željko Knezović, dipl. ing. rud., Jeronim Marić, dipl. ing. rud.,
Dragica Širić, dipl. ing. rud., Ante Grubišić, dipl. ing. rud.*

LOMLJENJE STIJENA NEEKSPLOZIVNIM SREDSTVIMA

UVOD

Lomljenje i usitnjavanje stijenske mase oduvijek je stvaralo velike teškoće prilikom otkopavanja stijenske mase, bilo prilikom eksploatacije mineralnih sirovina, bilo za izradu građevnih objekata, tunela, iskopa kanala za razne cjevovode, rušenje objekata i slično. Uporaba eksplozivnih sredstava sa sobom nosi i određene opasnosti, osim opasnosti za djelatnike koji rade na manipuliranju eksplozivnim sredstvima, opasnosti postoje i za treća lica, kao i za okolne objekte. Uporabom eksplozivnih sredstava mogu nastati velika oštećenja na okolnim objektima i smrtni slučajevi djelatnika koji manipuliraju eksplozivnim sredstvima, kao i trećih lica koji se nisu dovoljno udaljili od mjesta uporabe eksplozivnih sredstava. Posebne opasnosti se javljaju kod rušenja objekata i uporabe eksplozivnih sredstava u naseljenim mjestima.

Za uskladištenje eksplozivnih sredstva neophodno je izraditi magazine eksplozivnih sredstava, za nabavku i transport je također, neophodno je pribaviti potrebne dozvole od nadležnih tijela državne uprave, što u svakom slučaju otežava rad i iziskuje gubitak vremena, pogotovu za manje količine eksplozivnih sredstava i pojedinačna miniranja u naseljenim mjestima.

Zbog toga se nastojalo pronaći tvari koje zamjenjuju eksplozivna sredstva, a da istovremeno smanjuju ili potpuno eliminiraju navedene opasnosti. Predmet ovoga članka je jedno takvo sredstvo koje je nazvano CALMMITE.

CALMMITE

CALMMITE je tiho neeksplozivno sredstvo za lomljenje stijena, betona i betonskih konstrukcija bez stvaranja buke, seizmičkih valova i bez razbacivanja komada lomljene stijene ili betona. Učinak se postiže pomoću snažnog ekspanzivnog tlaka, koji se postupno stvara u procesu hidratacije. Uglavnom je sastavljen od smjese vapnenih silikata. Kako je već rečeno, lomljenje se odvija pomoću ekspanzivnog tlaka stvorenog hidratacijom CALMMITE-a, pa je manipuliranje ovom tvari veoma sigurno bez obzira na naseljenost ili blizinu drugih objekata. Lomljenje stijenske mase ili pojedinačne stijene može se izvesti potpuno ili djelomično. Ujedno se i ubrzava izvođenje radova na datom objektu, jer nema čekanja potrebnih dozvola za rad od strane nadležnih tijela državne uprave.

CALMMITE možemo nabaviti u obliku kapsula ili u rasutom stanju.

Kapsule se rabe tako da se umoče u vodu, a lako ih je puniti u horizontalne rupe, pa čak i vertikalne rupe iznad glave punitelja. Jednostavno je s njima manipulirati i prilikom obavljanja radova lomljenja stijena pod vodom.

CALMMITE u rasutom stanju rabimo tako da se prah izmiješa s vodom, a pogodan je za lomljenja s većom količinom ovog sredstva i za lomljenja za koja se buše duboke bušotine.

PRIPREMA I UPORABA CALMMITE-a

Ako rabimo tip u kapsulama trebamo cijelu kapsulu uroniti u vodu i pustiti da upije vodu sve dok se ne prestanu stvarati mjehurići zraka, također, je neophodno dodati ili zamijeniti vodu kako bi smo održali potrebnu temperaturu jer temperatura vode raste u procesu hidratacije.

Nakon što su kapsule uronjene u vodu napunimo bušotine kapsulama do vrha u roku od 20 minuta. Svaku kapsulu CALMMITE-a potrebno je nabiti šipkom za nabijanje 4-5 puta (jednu po jednu), tako da na kraju ne bude ni najmanjeg razmaka između kapsula. Jakost nabijanja stvara razliku u snazi lomljenja. Punjenje se ne zaustavlja dok bušotina nije napunjena do vrha.

Ako, rabimo CALMMITE u rasutom stanju potrebno je u posudu usuti 1,4 l vode i polako dodati pakovanje CALMMITE-a od 5 kg i stalno miješati sve dok ne nestanu grumeni CALMMITE-a. Također, je neophodno dodati ili zamijeniti vodu kako bi smo održali potrebnu temperaturu jer temperatura vode raste u procesu hidratacije.

CALAMMIT-e koji je izmiješan s vodom mora se odmah puniti u bušotine do samog vrha u roku od 10 minuta. Kratko vrijeme nakon punjenja na završnom dijelu bušotine može se stvoriti udubljenje, ali ga ne treba popunjavati. Ako CALAMMITE-om punimo bušotine bušene u poroznim stijenama, u bušotine trebamo staviti plastične cijevi promjera kao bušotina i u njih se puni CALAMMITE.

U procesu uranjanja kapsula i miješanja rasutog stanja mora se rabiti čista voda.

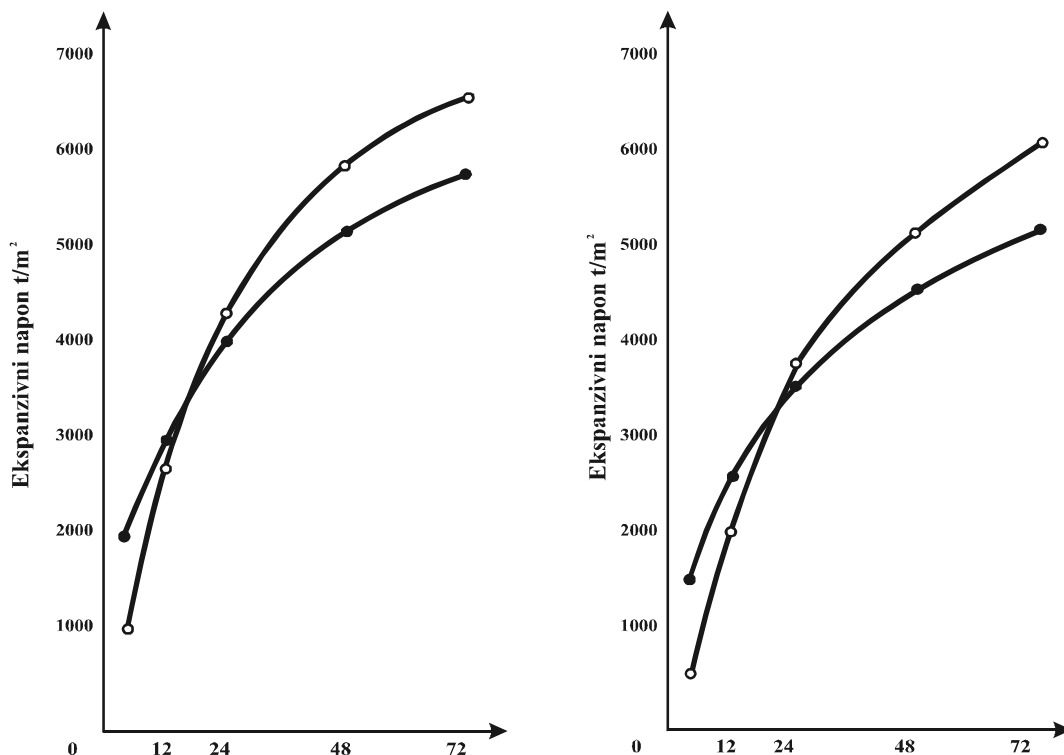
Obično se rabi za :

- Razbijanje različitih tipova velikog kamenja u manje komade
- Razbijanje temeljne stijene za pripremu gradilišta za izgradnju objekata
- Odsijecanje stijene prilikom radova na proširenju tunela
- Obrađivanje ostatka zidova u rudnicima i iskop temeljne stijene za polaganje cjevovoda
- Izrada ploča od različitih vrsta kamenog materijala
- Lomljenje betona i betonskih konstrukcija
- Lomljenje zidova od opeka
- Lomljenje dijelova konstrukcija pojedinih objekata i sl.

ZNAČAJKE DJELOVANJA CALMMITE-a

Kada CALMMITE stavimo u bušotine, odnosno rupe, trebamo sačekati dvanaest sati i tada se pojavljuju pukotinski lomovi. Navedeno vrijeme može neznatno varirati u ovisnosti o tipu i obliku lomljenja, te o stanju slobodne površine.

Ekspanzivni napon Ekspanzivni napon (Kapsule) (Rasuto stanje)



Vrijeme djelovanja Vrijeme djelovanja
(sati) (sati)

 Zimski tip W - 5°C
 Ljetni tip S - 20°C
 Promjer rupe - 38 mm
 Sadržaj vode - 26 %

Dijagram djelovanja CALMMITE-a

CALMMITE se proizvodi u više tipova, što ujedno znači i više mogućnosti za izbor i prilagođavanje zadanim radnim uvjetima lomljenja, promjeru bušotine, stanju objekta koji namjeravamo lomiti, što želimo dobiti od lomljenja i slično.

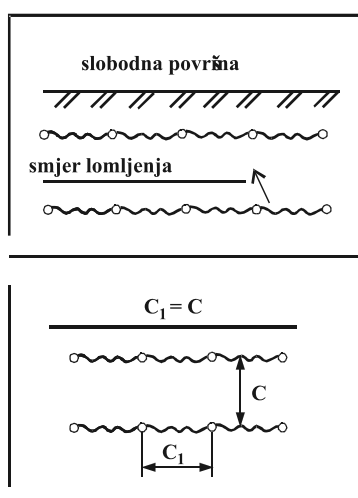
U sljedećoj tablici dat ćemo i način pakiranja CALMMITE-a za kapsule i rasuto stanje, te promjere bušotina s duljinama za najčešću uporabu.

Tip	Promjer bušotine	Parametri bušotine	Težina po komadu	Pakiranje	Neto težina
Kapsule	Obični promjer bušotine	Ø 30 mm x 250 mm	300 g	15 kom. x 4 vrećice	18 kg
	Veći promjer bušotine	Ø 50 mm x 300 mm	1 kg	6 kom. x 3 vrećice	18 kg
Rasuto stanje	Obični promjer bušotine	-	-	5 kg x 4 vrećice	20 kg
	Veći promjer bušotine	-	-	10 kg x 2 vrećice	20 kg

U sljedećoj tablici dat ćemo količine CALMMITE-a koje se upotrebljavaju za pojedine vrste stijena.

Objekti koje namjeravamo lomiti		Potrebna količina Kg/m ³	Date količine se odnose na
SAMAC	Meka stijena	2 - 5	- potpuno razbijanje objekata koji ima 2 ili više slobodnih površina
	Polutvrda stijena	3 - 7	
	Tvrda stijena	5 - 10	
ETAŽA	Meka stijena	5 - 10	- količinu potrebnu za sekundarno lomljenje djelomično lomljenje i lomljenje objekta s jednom slobodnom površinom
	Polutvrda stijena	6 - 15	
	Tvrda stijena	10 - 20	

Kako kod lomljenja stijena eksplozivnim sredstvima, tako i kod lomljenja stijena neeksplozivnim sredstvima, prije početka lomljenja neophodno je napraviti shemu lomljenja. Shema lomljenja treba sadržavati: promjer bušotine, razmak između bušotina, razmak između redova, duljine bušotina, mjesto i kut bušenja. Prethodno navedene parametre određujemo prema vrsti stijena, obliku koji želimo dobiti na slobodnoj površini i namjeni lomljenja.



Shema lomljenja CALMMITE-om

Najsvrsishodniji promjeri bušotina su dati u sljedećoj tablici:

Tip	Vrsta promjera bušotine	Primjenjeni promjer
Kapsule	Običan promjer	34 – 40 mm
	Veći promjer	55 – 70 mm
Rasuto stanje	Običan promjer	30 – 50 mm
	Veći promjer	50 – 70 mm

Duljine bušotina, dat ćemo u sljedećoj tablici.

Objekt koji namjeravamo lomiti		Duljine bušotina
Samac	Polutvrde, tvrde i meke stijene	70 – 90 % visine
Etaža	Polutvrde, tvrde i meke stijene	105 % visine

MJERE OPREZA U RADU S CALMMITE-om

- Obavezno nositi zaštitne naočale i gumene rukavice.
- U slučaju dodira CALMMITE-a sa očima ili kožom obvezno isprati vodom i otići na pregled kod liječnika.
- Zabranjeno je CALMMITE-om puniti već napunjenju bušotinu.
- Ako dio ostane neuporabljen, treba ga razblažiti s vodom i deponirati na određeno mjesto.

Zbog jednostavnosti i boljeg vizualnog pregleda pojedine mjere opreza ćemo dati u tablicama. Ako je temperatura bušotine stijene-objekta koji lomimo veća od temperature u sljedećoj tablici nećemo uporabiti CALMMITE.

TIP	Godišnje doba	Maksimalna temperatura
L	Najhladnije	5°C
W	Zima	10°C
M	Proljeće i jesen	20°C
S	Ljeto	35°C

CALMMITE rabiti za manje promjere bušotina od navedenih u sljedećoj tablici.

Tip	Vrsta promjera bušotine	Promjer bušotine
Kapsule	Obični promjer	40 mm ili manji
	Veći promjer	70 mm ili manji
Rasuto stanje	Obični promjer	50 mm ili manji
	Veći promjer	70 mm ili manji

Kod upijanja vode i miješanja vode trebamo rabiti vodu koja ima niže temperature od vrijednosti datih u sljedećoj tablici.

TIP	Godišnje doba	Temperatura vode
L	Najhladnije	Niža od 5°C
W	Zima	Niža od 10°C
M	Proljeće i jesen	Niža od 20°C
S	Ljeto	Niža od 35°C

ZAKLJUČAK

Bez obzira, što postoje i druga sredstva za lomljenje stijena bez uporabe neeksplozivnih sredstava, kao što su hidraulični čekići montirani na bager ili neka druga radna tijela (klijesta, rezna tijela, kugle i sl.), CALMMITE može imati značajno mjesto u lomljenju stijena i betonskih konstrukcija. Na mjestima ograničenog prostora ili unutar pojedinih objekata ovo sredstvo je nezamjenjivo. Za CALMMITE je dovoljno izbušiti rupu malog promjera, koja se može uraditi bušačim čekićem, a poznato je da kompresor i to manjih gabarita može biti dislociran od mjesta bušenja. Također, rad s bagerom izaziva određenu buku, na nekim mjestima bager nema pristupa i to bez obzira na minijaturene izvedbe bagera koje su malog volumena, ali onda u principu nemaju dovoljnu snagu.

Često puta smo u vremenskom tjesnacu, pa nismo u mogućnosti čekati razne dozvole za koje treba ispuniti prethodne uvijete da bi smo ih uopće dobili i kada posjedujemo uvijete uvijek treba vremena za njihovo ishodovanje.

Literatura

FSD proizvođača CALMMITE-a

Z. Ester, A. Grubišić, S. Kordić:

UTVRĐIVANJE DOZVOLJENE KOLIČINE EKSPLOZIVNOG PUNJENJA PRILIKOM MINIRANJA NA KAMENOLOMU «SEGET»

UVOD

U kamenolomu tehničkog građevnog kamena "Seget" kamen se dobiva miniranjem pomoću dubokih minskih bušotina. Prilikom tih miniranja najveći dio oslobođene energije eksplozivnog punjenja potroši se na razaranje i drobljenje stijene, dok se manji dio energije pretvara u kinetičku energiju seizmičkih valova koji se od mjesta miniranja šire na sve strane.

Pri prolasku seizmičkih valova nastaju oscilacije tla, odnosno umjetni potresi. To je nepoželjna pojava kad se miniranje izvodi u blizini objekata jer kod određenog intenziteta potresa mogu nastati oštećenja istih.

Zbog toga su prilikom masovnog miniranja na kamenolomu izvršena mjerenja brzina oscilacija tla na osnovi kojih je izmjereno prigušenje seizmičkih valova i utvrđen intenzitet potresa i dozvoljena količina eksplozivnog punjenja po stupnju otpucavanja za buduća miniranja.

1. TEHNIČKI OPIS MINIRANJA

Miniranje je izvedeno 30. 04. 1999. godine. Otpucana su dva minska polja (MP-1 i MP-2). Prilikom miniranja obavljena su mjerenja seizmičkih efekata.

Podaci o eksplozivnom punjenju MP-1 nalaze se u planu masovnog miniranja br. EL-4-99.doc. izrađenom po izvođaču miniranja "Zarakop" d.o.o. od 30. travnja 1999. godine.

Podaci o eksplozivnom punjenju MP-2 prikazani su u tablici broj 1. Lokacija minskih polja prikazana je u prilogima broj 1/1 i 1/2.

Tehnički podaci o MP-2..... Tablica 1				
Broj bušotine	Dubina bušotine (m)	Eksplozivno	punjenje po	bušotini
		Amonal V -(kg)	Croex A2 -(kg)	Ukupno eksplozivno punjenje (kg)
1	8	3	25	28
2	8	3	25	28
3	7	3	25	28
4	7	3	25	28
5	8	3	25	28
UKUPNO		15	125	140

Maksimalna količina eksplozivnog punjenja po stupnju otpucavanja bila je u minskom polju **MP-1=51.5 kg**.

Maksimalna količina eksplozivnog punjenja po stupnju otpucavanja bila je u minskom polju **MP-2=28 kg**

2. MJERENJE BRZINA OSCILACIJA TLA

Prilikom miniranja nastale su oscilacije tla koje su izmjerene s prijenosnim seizmografom.

Mjerenja su izvršena prilikom miniranja minskog polja MP-1 i MP-2.

2.1. Mjerenja brzina oscilacija prilikom miniranja MP-1

Udaljenost mjesta opažanja od minskog polja iznosila je:

R_1 = udaljenost minskog polja od MO-1480 m

Mjesto opažanja bilo je uz temelje farme.

Mjesto opažanja MO-1 ucrtano je na situacijskoj karti prilog 1/1.

2.2. Mjerenja brzina oscilacija prilikom miniranja MP-2

Udaljenost mjesta opažanja od minskog polja su iznosile:

R_1 = udaljenost minskog polja od MO-1.....96 m

R_2 = udaljenost minskog polja od MO-2 172 m

Mjesta opažanja MO-1 i MO-2 ucrtana su na situacijskoj karti prilog 1/2.

2.2.1. Prikaz rezultata mjerenja prilikom miniranja MP-1

Trajektorije komponentnih brzina oscilacija za mjernu točku MO-1 predložene su u prilogu broj 2.

Vrijednosti rezultantnih brzina oscilacija su navedene u tablici 2.

Tablica 2

Vrijednosti komponentnih i rezultatnih brzina oscilacija tla MP-1

Mjesto opažanja	Komponentna brzina oscilacija tla (cm/s) V_x	Komponentna brzina oscilacija tla (cm/s) V_y	Komponentna brzina oscilacija tla (cm/s) V_z	Rezultantna brzina oscilacija (cm/s) V_r	Intenzitet potresa (stupanj)
MO-1	0.0575	0.0875	0.105	0.1483	1

2.2.2. Prikaz rezultata mjerenja prilikom miniranja MP-2

Trajektorije komponentnih brzina oscilacija predočene su u prilogima broj 3, i 4

Vrijednosti rezultatnih brzina oscilacija tla su navedene u tablici 3.

Tablica 3

Vrijednosti komponentnih i rezultatnih brzina oscilacija tla MP-2

Mjesto opažanja	Komponentna brzina oscilacija tla (cm/s) V_x	Komponentna brzina oscilacija tla (cm/s) V_y	Komponentna brzina oscilacija tla (cm/s) V_z	Rezultantna brzina oscilacija (cm/s) V_r	Intenzitet potresa (stupanj)
MO-1	0.4057	1.355	1.6175	2.149	5
MO-2	0.085	0.415	0.2225	0.4785	3

Rezultantne brzine oscilacija tla izračunate su pomoću vektorskog zbroja komponentnih brzina oscilacija, tj:

$$V_r = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2} \text{ (cm/s)}$$

2.3. Utvrđivanje intenziteta potresa

Intenzitet potresa izazvan miniranjem određen je na osnovi izmjerenih brzina oscilacija tla u mjestima opažanja.

Intenzitet potresa utvrđuje se po skali S.V. Medvedeva koja je predočena u prilogu broj 6. Prilikom otpucavanja MP-1 izmjereni intenzitet potresa kod farme (MO-1) bio je 1. stupnja.

Prilikom otpucavanja MP-2 izmjereni intenzitet potresa kod crkve sv. Ilije (MO-2) bio je 3. stupnja.

2.4. Djelovanje potresa na crkvu sv. Ilije i stambene zgrade i objekte

Štetno djelovanje miniranja na crkvu sv. Ilije i stambene zgrade ocijenjeno je na osnovi dozvoljenih brzina oscilacija, odnosno intenziteta potresa koji su za različite tipove i stanje zgrada navedeni u tablici u prilogu broj 7.

Prema toj tablici u slučaju učestalih miniranja na kamenolomu dozvoljena brzina oscilacija tla za crkvu sv. Ilije je $v_d = 1.0 \text{ cm/s}$, odnosno 4. stupanj potresa, a za stambene zgrade je

$v_d = 3.0 \text{ cm/s}$, odnosno 5. stupanj potresa.

Izmjerene vrijednosti resultantnih brzina oscilacija tla i intenziteta potresa bile su znatno ispod dozvoljenih granica, te je štetno djelovanje miniranja izvršenih 30. travnja 1999. godine na crkvu sv. Ilije i na obližnje stambene zgrade bilo potpuno isključeno.

3. RORAČUN DOZVOLJENIH KOLIČINA EKSPLOZIVNOG PUNJENJA

Višegodišnjim opažanjima i mjerenjem utvrđena je međusobna zavisnost između brzina oscilacija tla, količine eksplozivnog punjenja i udaljenosti mjesta opažanja od minskog polja. Ta zavisnost definirana je formulom M.A. Sadovskog

$$v = k \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^n (\text{cm/s})$$

v = brzina oscilacija tla (cm/s),

k = koeficijent načina miniranja,

Q = količina eksplozivnog punjenja koja trenutno detonira (kg),

R = udaljenost mjesta opažanja od minskog polja (m),

n = koeficijent prigušenja seizmičkih valova na putu širenja.

Pri svakom miniranju poznate su veličine Q i R , a iz podataka mjerenja izračunaju se resultantne brzine oscilacija tla u mjestima opažanja.

Koeficijenti k i n egzaktno se računaju iz sustava jednačbi koje se mogu postaviti kad se ne oscilacija tla mjere u dva mjesta opažanja prilikom jednog miniranja:

$$v_{r1} = k \rho_1^n$$

$$v_{r2} = k \rho_2^n$$

Izraz $\left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^n = \rho$ predstavlja svedenu količinu eksplozivnog punjenja odatle:

$$n = \frac{\log \frac{v_r 1}{v_r 2}}{\log \frac{\rho_1}{\rho_2}} = \frac{\log \frac{v_r 1}{v_r 2}}{\log \frac{R_2}{R_1}}$$

$$k = \frac{v_r 1}{\rho_1''} = \frac{v_r 2}{\rho_2''}$$

Na osnovi navedenih formula izrađen je program za računalo pomoću kojeg su izračunati koeficijenti k i n i dozvoljene količine eksplozivnog punjenja po stupnju paljenja za određene udaljenosti objekata od minskog polja i to za smjer prema štićenim objektima te za smjer prema eksploatacionom polju

3.1 Proračun dozvoljenih količina eksplozivnog punjenje po stupnju otpucavanja u odnosu na crkvu sv. Ilije

Eksplozivno punjenje $Q = 28.00$

Brzina oscilacije u mjestu opažanja MO1, $Vr1 = 2.149$

Brzina oscilacije u mjestu opažanja MO2, $Vr2 = 2.149$

Udaljenost MP: 1

Udaljenost MP1 od MO1, $R1 = 96.00$

Udaljenost MP1 od MO2, $R2 = 172.00$

Dozvoljena brzina oscilacije: 1.0

Najmanja udaljenost od MP1 = 80

Najveća udaljenost od MP1 = 450

Računaj za svakih $R_z = 10$

Mjerenje na lokaciji: Kamenolom

Vrsta eksploziva : Amonal + Croex

Datum: 30.04.1999.

$R_z Q_d$

80	190	300	410	35.61	202.75	556.34
90	200	310	420	43.79	228.06	605.40
100	210	320	430	53.15	255.40	657.26
110	220	330	440	63.75	284.84	712.01
120	230	340	450	75.67	316.47	769.71
130	240	350	6.64	89.00	350.35	830.45
140	250	360	9.46	103.81	386.56	894.30
150	260	370	12.98	120.17	425.19	961.35
160	270	380	17.27	138.17	466.31	1031.66
170	280	390	22.42	157.88	510.00	1105.33
180	290	400	28.51	179.38		1182.41

Mjesta opažanja :2Na prilogu 5. prikazan je Q-R dijagram na osnovu kojeg se može očitati količina eksplozivnog punjenja po stupnju otpucavanja. Dozvoljena brzina oscilacija je $v_d = 1.0 \text{ cm/s}$.

ZAKLJUČAK

- 4.1 Na osnovi rezultata mjerenja izračunati su koeficijenti n i k , koji su poslužili za proračun dozvoljenih količina eksplozivnog punjenja.
- 4.2 Prilikom budućih miniranja na kamenolomu, dozvoljena količina eksplozivnog punjenja po stupnju paljenja utvrđivati će se pomoću tablice u glavi 3.1. i dijagrama R : Q koji je prikazan u prilogu 5.
- 4.3 Izmjerene vrijednosti rezultatnih brzina oscilacija tla i intenziteta potresa bile su znatno ispod dozvoljenih granica, te je štetno djelovanje miniranja izvršenog 30. travnja 1999 godine na crkvu sv. Ilije te na farmu i na obližnje stambene zgrade bilo potpun isključeno
- 4.4 Ukoliko se bitno promjene veličine za miniranje i vrsta eksploziva, treba izvršiti ponovno mjerenja brzina oscilacija tla na osnovi kojih će se izračunati vrijednosti dozvoljenih količina eksplozivnog punjenja po stupnju paljenja.

Prilog 6. Skala intenziteta potresa izazvanih miniranjem

Stupanj potresa	Brzina oscilacije (cm/s)	Karakter potresa
1.	0.2	Oscilacije mogu registrirati samo instrumenti
2.	0.2-0.4	Oscilacije se mogu osjetiti samo u potpunoj tišini
3.	0.4-0.8	Oscilacije mogu osjetiti samo neke osobe koje su obaviještene o miniranju
* 4.	0.8-1.5	Oscilacije osjećaju mnogi ljudi i pojavljuje se zveckanje.
5.	1.5-3.0	Počinje osipanje žbuke; nastaju oštećenja na starijim zgradama.
6.	3.0-6.0	Pojavljaju se veće pukotine u žbuci, oštećenja zgrada su lako uočljiva.
7.	6.0-12.0	Pojavljaju se oštećenja na solidnijim zgradama; opadaju komadi žbuke; nastaju tanke pukotine u zidovima i konstrukcijama; počinje klizanje vodom zasićenog pjeskovitog tla; opadanje nestabilnih blokova na strmim kosinama.
8.	12.0-24.0	Nastaju znatna oštećenja zgrada; pojavljuju se veće pukotine u zidovima i konstrukcijama; dimnjaci se ruše; odvaljuje se žbuka; počinje obrušavanje kosina uz rub tektonskih pukotina; u slabo vezanim stijenama nastaju stalne deformacije.
9.	24.0-48.0	Zgrade se ruše; pojavljuju se velike pukotine u zidovima i stijenama; odronjavanje čvrstih kosina; obrušavanje rubnih dijelova slabo vezanih stijena i tla sa sistemom pukotina
10.	48.0-96.0	Nastaju velika razaranja i rušenja zgrada; pojavljuju se pukotine u čvrstim stijenama; zarušavanje rubnih dijelova u slabo vezanim stijenama srednje čvrstoće; zarušavanje jamskih hodnika.
11-12.	96.0	Znatna obrušavanja kosina u čvrstim stijenama.

Prilog 7. Tablica dozvoljenih brzina oscilacija i intenziteta potresa za razne tipove i stanje objekata

Tip I stanje zgrade	Dozvoljena brzina oscilacija (cm/s) višestruke oscilacije	Dozvoljena brzina oscilacija (cm/s) pojedinačne oscilacije.	Dozvoljeni intenzi tet potresa višestruke oscilacije	Dozvoljeni intenzitet potresa pojedin. Udari
Montažne velike stambene zgrade, trošne kamene zgrade, povijesni i arhitektonski spomenici	1	3	4	5
Stambene i društvene zgrade svih tipova osim montažnih, administrativni i industrijski objekti koji imaju deformacije i toplane	3	6	5	6
Administrativni i industrijski objekti, visoki diirnjaci, željeznički tuneli, tran sportne vodom zasićene pjeskovite kosine	6	12	6	7
Jednoetažne skeletne industrijske zgrade, željezne i monolitne željeznobetonske zgrade, liidroteliniki tuneli, kosine slabo veza njih stijena kao što su nasipi i brane	12	24	7	8
Rubne kosine kamenoloma i zasjeka	24	48	8	9

Dr.sci. Željko Knežiček, dipl. inž. rud. 1., Akif Ibrišimović, dipl. inž. rud. 1, Stipo Kelić 2.

EKSPLOATACIJA ŠLJUNKA NA POVRŠINSKOM KOPU "GORNJI KAZANCI" KOD BOSANSKOG GRAHOVA

SAŽETAK

Shodno odredbama Zakona o rudarstvu i Zakona o geološkim istraživanjima Hercegbosanske županije, šljunak je uvršten u kategoriju mineralnih sirovina, te je gospodarsko društvo Separacija «Pržine» dobilo suglasnost za istraživanje i eksploataciju ovog prirodnog građevinskog materijala.

U radu se daje ograničenje istražnog i eksploatacionog polja na PK "Gornji Kazanci" kod Bosanskog Grahova, proračun zaliha i kvalitet prirodnog građevinskog materijala.

Također se daje tehnološki postupak otkopavanja šljunka uz primjenu projektirane tehnologije i mehanizacije kao i proces prerade šljunka za tržište.

Uz racionalno korištenje ovog prirodnog resursa sa planiranom opremom za dobivanje i preradu, te prema sadašnjim potrebama tržišta ovaj površinski kop radit će najmanje 32 godine što je opet u skladu sa rokom koji predviđa Zakon o koncesijama HBŽ.

Šljunak ovog površinskog kopa sa svojim fizičko-mehaničkim svojstvima prerađen u odgovarajuće frakcije, našao je široku primjenu u građevinarstvu na tržištu Hercegbosanske županije i u susjedne R. Hrvatske.

Ključne riječi: Prirodni resursi, šljunak, površinska eksploatacija, otkopno polje, prerada šljunka,

¹ Rudarski institut Tuzla. Kontakt: 035 282 427, 061 179 569, E-mail: zeljko.k@bih.net.ba

² Separacija «Pržine» Bosansko Grahovo

EXPLOITATION OF GRAVEL AT SURFACE MINE "GORNJI KAZANCI" NEAR BOSANSKO GRAHOVO TOWN

ABSTRACT

In compliance with the Mining Law and the Law on Geological Research of Hercegbosna Canton, the gravel falls under category of raw minerals, and based on that the company - Separation plant "Pržine" obtained the license to conduct research and exploitation of this natural building material.

The paper describes the method of defining the research and exploitation field of "Grahovo" surface mine, near the town of Bosansko Grahovo, with the calculation of quantity and defined quality of this natural building material.

Furthermore, the gravel exploitation process as well as the processing method are presented with applied technology and mechanisation.

Rational use of this natural resource along with the planned exploitation and processing equipment applied, complied with the present market needs, will secure a surface mine life cycle of 32 years.

The gravel from this surface mine, with its physico-mechanical properties when processed into required particle sizes, has a wide range of applications in construction industry in the market of Hercegbosna Canton and in the neighbouring Republic of Croatia.

Key words: Natural resources, gravel, surface mining, exploitation field, gravel processing

UVOD

Dobiveni podaci o mineraloško-petrografskom sastavu, kemijskom karakteru i fizičko-mehaničkim karakteristikama, koji su urađeni u fazi istraživanja i otvaranja potvrđuju da se šljunci površinskog kopa "Gornji Kazanci" mogu koristiti za izradu:

- frakcija kamenog agregata namijenjenog spravljanju betonskih mješavina,
- mješavina kamenog agregata namijenjenih izradi donjih nosećih slojeva kolovoza, kolovoznih konstrukcija putova – tampona i
- za različite potrebe u građevinarstvu.

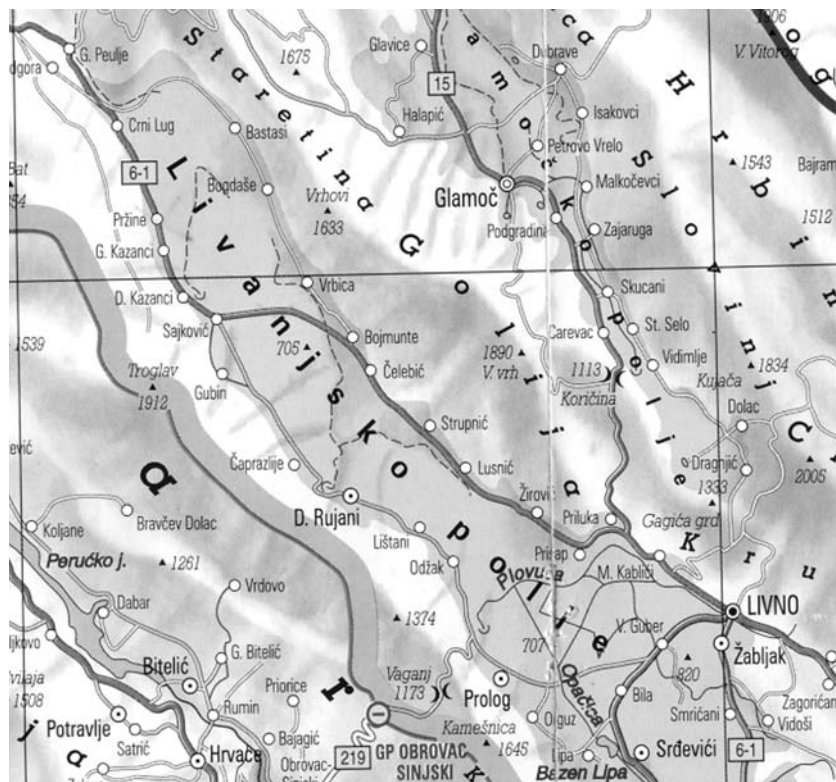
Preduslov za dobar kvalitet je da se prethodno izvrši pranje šljunaka, separiranje na standardne granulate, a frakcije veće od 32 mm vrata na doradu, odnosno izvrši njihovo drobljenje, a zatim da se ponovo vrata u proces separiranja.

Rezerve i kvalitet mineralne sirovine omogućavaju privrednom društvu eksploataciju najmanje 32 godine rada, prema sadašnjim potrebama tržišta i godišnjem kapacitetu površinskog kopa koji se kreće do 30.000 m³ č.m.

1. OSNOVNI PODACI O LEŽIŠTU I KVALITET MINERALNE SIROVINE

1.1. OSNOVNI PODACI O LEŽIŠTU

Ležište "Gornji Kazanci" nalazi se na koti od 710 m n.m. i udaljeno je oko 15 km zračne crte od grada Bosanskog Grahova, a 30 km od Livna i smješteno je uz magistralnu cestu Bosansko Grahovo – Livno (slika 1.)

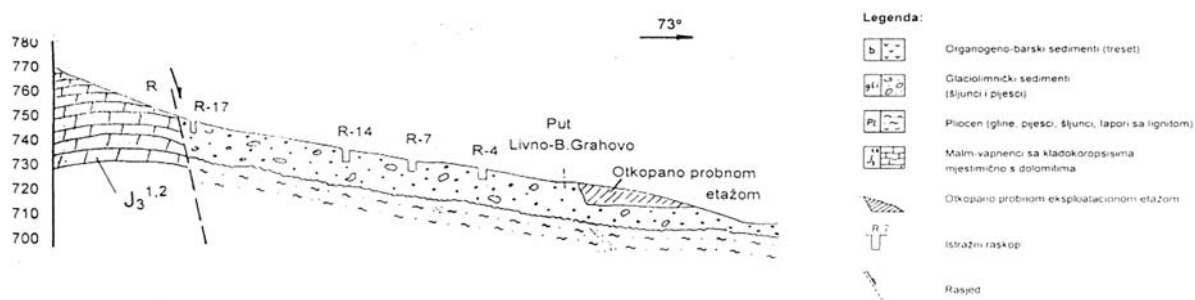


Slika 1. Geografski i komunikacijski položaj površinskog kopa u G. Kazancima

Ležište šljunka "Gornji Kazanci" je dosta jednostavne i ujednačene geološke građe i istaloženi slojevi šljunka se nalaze ispod glinovito-humusnog pokrivača, debljine 10-20 cm. Ležište šljunka "Gornji Kazanci" je klasičnog akumulacionog-slojevitog tipa sa debljinom šljunkovitih tvorevina do 15 m u najdubljem dijelu (prema unutrašnjosti Livanjskog polja) sa padajućom debljinom idući prema obodu.

Šljunak ima jasno izraženu slojevitost, sa izmjenom slojeva pijeska i sitnozrnog šljunka. Šljunak ležišta "Gornji Kazanci" spada u drugu skupinu slojevitih ili sočivastih ležišta, jednostavne građe i tektonskog sklopa. Valutice su zaobljene, a samo u centralnom dijelu ležišta mogu se zapaziti samci većih dimenzija. Dimenzije tih samaca se obično kreću od 300-600 mm.

Karakterističan geološki profil kroz ležište dat je na slici 2.



Slika 2. Presjek kroz ležište – karakterističan geološki profil

1.2.KVALITET MINERALNE SIROVINE

1.2.1.Rezultati laboratorijskih ispitivanja

1.2.1.1.Rezultati kemijskih analiza

U okviru kemijskih ispitivanja šljunka dobiven je prosječni kemijski sastav za cjelokupno ležište i isti je prikazan u tablici 1.

Tablica 1.

Gubitak žarenjem	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	$CaCO_3$
43,6 %	0,45 %	0,12 %	0,40 %	53,8 %	1,25 %	0,02 %	98,85 %

1.2.1.2.Rezultati granulometrijskih analiza

Iz rezultata srednjih vrijednosti granulometrijskih analiza, parcijalnih i kompozitnih uočava se da oko 70 % su zastupljena zrna šljunka do 16 mm dok ostatak šljunka do 100 % ide na sekundarno drobljenje nakon čega se ponovo vraća u tehnološki proces. Prikaz srednjih vrijednosti dat je u tablici 2.

Tablica 2.

Otvor sita (mm)	Frakcija 0-4		Frakcija 4-8		Frakcija 8-16		Frakcija 16-31,5	
	Prolazi (%)	Uslov (%)	Prolazi (%)	Uslov (%)	Prolazi (%)	Uslov (%)	Prolazi (%)	Uslov (%)
63,0							100	100
31,5					100	100	98,8	min.90
16,0			99,7	100	99,7	min.90	19,2	max.15
8,0	100	100	97,1	min.90	16,2	max.15	0,5	max.5
4,0	97,2	90-100	15,6	max.15	0,7	max.5		
2,0	73,7	65-100	2,50	max.5				
1,0	44,8	40-80						
0,5	27,8	20-50						
0,25	9,7	8-30						
0,125	3,8	2-13						

1.2.2. Rezultati fizičko-mehaničkih ispitivanja

Ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava šljunaka sa ležišta G.Kazanci prikazana su u tablici broj 3.

Tablica 3.

Redni br.	Parametar	Rezultat
1	Zapreminska masa zrna, kg/m ³ -u nasutom stanju -u nabijenom stanju	1404,3 1654,1
2	Specifična masa, kg/m ³	2714
3	Postojanost na mraz	Postojan
4	Upijanje vode agregata, %	0,40
5	Otpornost na habanje «LA», %	16,1
6	Otpornost protiv drobljenja u cilindru, %	17,1
7	Oblik zrna	Kubičast
8	Sadržaj organskih materija	Nema
9	Sadržaj slabih (trošnih) zrna, %	Nema
10	Sadržaj grudvi gline, %	Nema
11	Sadržaj lakih čestica, %	Nema
12	Sadržaj SO ₃ , %	0,019
13	Sadržaj hlorida	Nema
14	Sadržaj sitnih čestica (muljevitost); % -manjih od 0,09 mm -manjih od 0,06 mm	1,30 0,20

2. RAZVOJ POVRŠINSKOG KOPA

Razvoj površinskog kopa odvija se na površini odobrenog eksploatacionog polja, veličine oko 39,6 ha. Unutar eksploatacionog polja definirana je otkopna granica koja omogućava razvoj kopa za narednih 32 godine rada.

Otkopna granica je povučena na osnovu radne zone kopa, koja je dobivena na osnovu zahtijevanog kapaciteta šljunka te usvojenog pravca razvoja kako po dubini, tako po planu i pokazateljima ekonomske efikasnosti. Otkopna granica je nešto veća od aktivnog otkopnog polja, zbog branjene zone otkopnog polja od vanjskih voda, i nešto je manja od odobrene granice eksploatacionog polja.

3. EKSPLOATACIJA ŠLJUNKA SA PRIMIJENJENOM TEHNOLOGIJOM I MEHANIZACIJOM

Obračun masa šljunka, za predviđena otkopna radilišta čija površina iznosi oko 19,95 ha dobiven je metodom paralelnih poprečnih profila, i prikazan je u tablici 4.

Tablica 4.

Pregled obračunatih masa mineralne sirovine i otkrivke u okonturenom aktivnom otkopnom polju PK "Gornji Kazanci"				
Otkopno polje	Obračunate rezerve (m ³ č.m.)	Gubici %	Eksplatacione rezerve (m ³ č.m.)	Otkrivka (m ³ č.m.)
"Gornji Kazanci"	1 012 500	5	961 875	39 900

Eksploatacija šljunka će se vršiti u većem broju otkopnih radilišta koja zajedno čine eksploataciono polje, odnosno otkopno polje. Planirana veličina ovih otkopnih radilišta izračunata je prema planiranoj godišnjoj proizvodnji i tržišnim odnosno razvojnim planovima privrednog društva i ista iznosi u prvoj godini 20 000 m³ č.m. a u ostalim godinama po 30 000 m³.

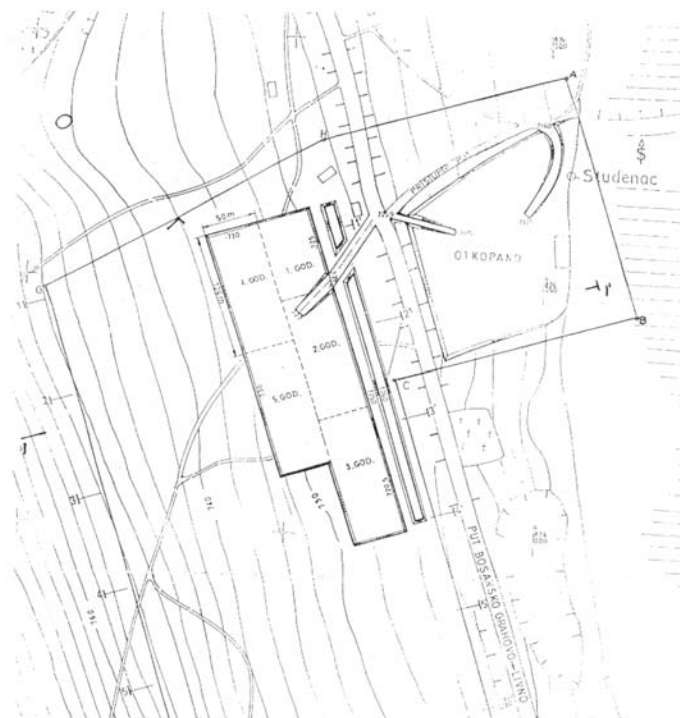
Na površinskom kopu "Gornji Kazanci" predviđeno je da se vrši otkopavanje šljunka u ograničenom otkopnom polju, čija minimalna kota terena iznosi oko 718 m n.m, a maksimalna kota terena 745m n.m. Otkopno polje čiji je vijek trajanja 32 godine podijeljeno je na veći broj otkopnih radilišta na kojima se vrši otkopavanje sa napredovanjem fronta rudarskih radova od sjevera ka jugu. Usjek otvaranja je predviđen na sjevernoj strani otkopnog polja, a približno paralelno i lijevo od glavnog puta Livno-Bosansko Grahovo.

Dimenzija otkopnog radilišta u prvoj godini je 50x84 m a u ostalim godinama su 50x126 m. Eksploatacija otkopnih radilišta za zadatu proizvodnju od 30 000 m³ č.m godišnje vršila bi se u horizontalnim etažama dubine do 5 m. Otkopna radilišta su transportnim putem vezana za područje prerade šljunka, odnosno klasiranje šljunka, na istočnom dijelu otkopnog polja, sa desne strane regionalnog puta Livno-Bosansko Grahovo.

Na slici 3. daje se izgled sadašnjih radova na površinskom kopu. Na slici 4. dat je projektovani prikaz radova na površinskom kopu nakon pete godina eksploatacije, dok se na slici 5. daje prikaz završnog stanje radova predviđenih po projektu.



Slika 3. Stanje radova na površinskom kopu «Gornji Kazanci» kod B. Grahova



Slika 4. Stanje radova na površinskom kopu "Gornji Kazanci" nakon 5. godina eksploatacije



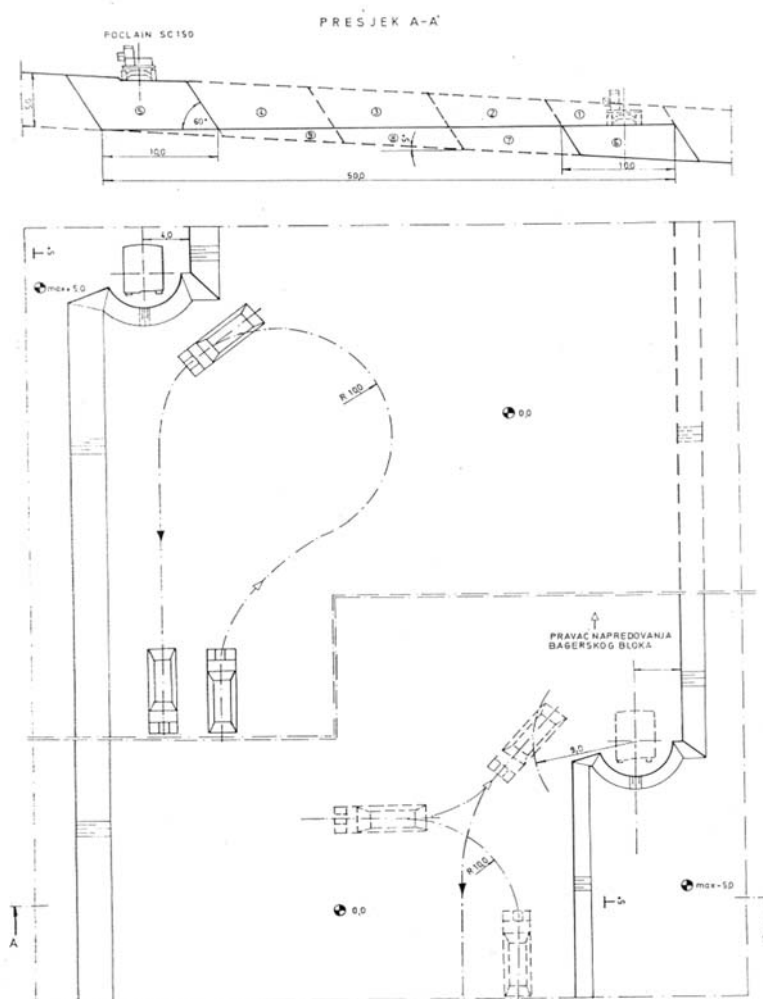
Slika 5. Završno stanje radova na površinskom kopu «G. Kazanci»

4. PRIMIJENJENA TEHNOLOGIJA I MEHANIZACIJA U EKSPLOATACIJI

Priprema i eksploatacija šljunka na površinskom kopu "Gornji Kazanci" vršit će se u horizontalnim etažama maksimalno do 5 m dubine, kako je to dato na slici 6.

Dobivanje šljunka i transport vršit će se kroz slijedeće radne, odnosno tehnološke operacije:

- skidanje raslinja i planiranje terena, skidanje humusa (buldozer instalirane snage $N=224$ kW),
- kopanje, utovar i transport šljunka. Kopanje-utovar hidraulički bager Poclain SC150 (instalirane snage $N=190$ kW). Transport kamionima MERCEDES 3535 (nosivosti do 21,7t i zapremine korpe kamiona 12 m³).
- istresanje šljunka na deponiju,
- utovar i transport šljunka od depoa da prihvatnog bunkera klasirnice vršit će utovarivači O&K, (instalirane snage $N=170$ kW, zapremina kašike $3,5$ m³), JCB. 456 (instalirane snage $N=170$ kW, zapremina kašike $3,5$ m³) i Caterpillar IT 14B (instalirana snaga $N=50$ kW, zapremina kašike $1,5$ m³ – kao rezervni kapacitet).

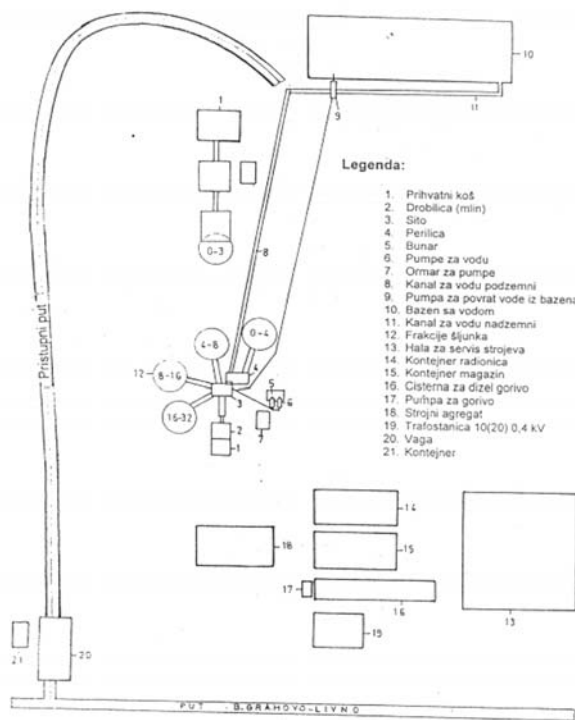


Slika 6. Tehnološka shema otkopavanja šljunka

5. TEHNOLOŠKI PROCES PRERADE ŠLJUNKA

Na površinskom kopu šljunka "Gornji Kazanci" rješenje prerade šljunka data je na šemi 7.

Iz navedene šeme se vidi da se koristi mokra separacija šljunka sa odgovarajućim mlinovima (drobilicama) za mljevenje šljunka i sitima za prosijavanje pri čemu se dobivaju frakcije 0-4, 4-8, 8-16 i 16-32 mm. Za mokru separaciju koristi se voda iz postojećeg bazena pomoću crpnih postrojenja. Iskorištena voda ponovo se vraća u bazen gdje se nečistoće izdvoje taloženjem.



Slika 7. Tehnološka shema prerade šljunka sa pozicijom pratećih objekata

6. UTJECAJ EKSPLOATACIJE NA OKOLIŠ I REKULTIVACIJA

Otvaranje, razvoj i eksploatacija na površinskom kopu šljunka "Gornji Kazanci" zahtijevat će otkup zemljišta i izmještanje manjeg broja stambenih objekata, koje je privredno društvo već riješio kroz strategiju razvoja.

Na lokaciji površinskog kopa, flora se sastoji od sitnijeg rastinja. Ovako siromašna flora ne predstavlja nenadoknadiv gubitak. Nakon završetka otkopnih radova moguće je izvršiti djelomičnu rekultivaciju narušenog zemljišta, a time bi se izvršio povratak flore i faune na tom području.

Humusni dio koji se privremeno odlaže na deponije će se prenijeti na završni plato, te će se tako omogućiti djelomično uređenje narušenog zemljišta.

U skladu sa tehničkim propisima u ovoj oblasti, investirat će za tehničku rekultivaciju prostora površinskog kopa obezbijediti odgovarajuća projektna rješenja i sredstva.

ZAKLJUČAK

Eksplatacija šljunka vršit će se mehanizovano na određenom broju otkopnih radilišta (jedna su u pripremi a druga u radu) koja skupa čine eksploataciono polje, odnosno otkopno polje. Planirana veličina otkopnih radilišta je određena prema planiranoj godišnjoj proizvodnji šljunka.

Debljina sloja koji se eksploatira na otkopnim radilištima iznosi 5 m.

S obzirom na ispitana fizičko-mehanička svojstva (specifičnu zapreminsku masu postojanost na mrazu, i ostale povoljne parametre) velike su upotrebne mogućnosti ovog šljunka.

Šljunci sa PK "Gornji Kazanci" mogu se koristiti za izradu:

- frakcija kamenog agregata namijenjenog spravljanju betonskih mješavina
- mješavina kamenog agregata namijenjenog izradi donjih nosećih slojeva kolovoza, kolovoznih konstrukcija putova-tampona.
- za različite potrebe u građevinarstvu.

LITERATURA

1. Glavni rudarski projekat eksploatacije šljunka na površinskom kopu "Gornji Kazanci" kod Bosanskog Grahova, 2003. god. (Rudarski institut Tuzla, d.d.)
2. Popović N., Naučne osnove projektovanja površinskih kopova, NIRO "Zajednica" - NIŠRO "Oslobođenje", Sarajevo, 1984.
3. Projekat detaljnih geoloških istraživanja šljunka na lokalitetu "Gornji Kazanci" kod Bosanskog Grahova, 2002. god. (Rudarski institut Tuzla, d.d.)

Mr Radmila Marković, dipl. ing. teh., Marina Slijepčević, dipl. ing. teh., , Radmila Stanojević, dipl. ing. teh.

LUŽENJE CEMENTNOG MULJA U SVRHU DOBIJANJA RASTVORA ZA PROIZVODNJU BAKARNOG PRAHA

IZVOD

Ovaj rad prikazuje rezultate istraživanja luživosti cementnog mulja proizvedenog u pogonu Cementarije RTB-Bor. Dobijeni lužni rastvor dalje je korišćen za redukciju do bakarnog praha u autoklavu.

Rendgeno-difrakciona analiza uzorka cementnog mulja ukazala je na prisustvo sledećih minerala: kuprit, elementarni bakar, kvarc, alunit, elementarno gvožđe, hematit i magnetit. Hemijski sadržaj bio je: 23% Cu; 6,14% Fe; 17,85% Al_2O_3 ; 28,76% SiO_2 i 3,35% S. Analiza je izvedena samo na elemente važne za proces luženja.

Karakteristike, kao što je rastresita struktura sa procentnim udelom frakcija sitnijih od 1 mm i prisustvo kupro i kupri jona, čine cementni mulj pogodnom sirovinom za luženje u cilju daljeg tretmana.

Eksperimentalna istraživanja imala su za cilj da se utvrde optimalni uslovi dobijanja rastvora koncentracije bakra od 40 do 60 g/dm³, saglasno literaturnim podacima^(1,4).

Eksperimenti su izvođeni u aeratoru zatvorenog tipa, uz mešanje, uvođenjem kiseonika protoka 3,3 dm³/min, pri odnosu Č/T=1/6, koncentraciji sumporne kiseline u rastvoru za luženje od 75 g/dm³, temperaturi luženja od 348K i za vreme od 4 sata.

Dvostepeno luženje primenjeno je za dobijanje rastvora koncentracije bakra 64-75 g/dm³.

Luženjem pri navedenim optimalnim parametrima postignut je zadovoljavajući stepen izluženja bakra od 95%, uz nizak procenat izluženja primesa.

UVOD

Proces luženja se koristi za što bolje iskorišćenje raspoloživog bakra koji je prisutan u rudnim ležištima nepristupačnim kod primarne rudarske eksploatacije, kao i sirovina sa niskim sadržajem bakra⁽²⁾. Današnja industrija zahteva nove metode dobijanja i prerade metala sa što manjim zagađivanjem životne sredine. Primena hidrometalurških procesa za dobijanje i preradu metala iz siromašnih ili kompleksnih ruda luženjem i njihovim izdvajanjem iz lužnih rastvora⁽³⁾ prati razvoj novih tehnologija u cilju uštede energije, regeneracije reagenasa, unapređenja ekologije.

Cementni mulj, kao sirovina za proizvodnju bakarnog praha u autoklavu, dobija se u pogonu RTB-Bor iz otpadnih bakronosnih voda.

Na osnovu literaturnih podataka, karakteristike bakarnog praha dobijenog redukcijom u autoklavu odgovaraju karakteristikama elektrolitičkog bakarnog praha⁽⁴⁾. Visoka cena proizvodnje elektrolitičkog

bakarnog praha nameće potrebu iznalaženja jevtinijih procesa. Proces dobijanja bakarnog praha iz sulfatnih rastvora redukcijom gasovitim vodonikom pri povišenoj temperaturi i pritisku u autoklavu može biti čak i 15 do 20 puta jevtiniji od procesa eletrolize.

EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Karakterizacija polaznih sirovina

Eksperimenti su izvođeni sa uzorcima cementnog mulja dobijenog u pogonu cementacije u RTB-Bor. Uzorci su hidromehaničkom separacijom očišćeni od peska, gline, a potom sušeni na temperaturi od 278 K i drobljeni. Ovako pripremljenim uzorcima određivan je granulometrijski sastav korišćenjem MPIF Standard 05 metode, prikazan u tabeli 1.

Rendgeno-difrakciona analiza uzorka pokazuje prisustvo kuprita, elementarnog bakra, kvarca, alunita, elementarnog gvožđa, hematita i magnetita, tabela 2. Za ovu analizu korišćen je Simens aparat, sa bakarnom antikatodom, sa filtriranom radijacijom na filterima od 40KV i gustine struje od 20mA.

Hemijski sastav pripremljenog uzorka prikazan je u tabeli 2.

Tabela 1. Granulometrijski sastav uzorka

Krupnoća, mm	Frakcija, %
-1 + 0,5	10
-0,5 + 0,2	11,6
-0,2 + 0,1	4,3
-0,1 + 0,05	5,1
-0,05 + 0,02	8,3
-0,02	60,7

Tabela 2. Hemijski sastav uzorka cementnog mulja

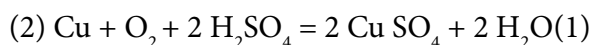
Elementi	Sadržaj, %
Cu	23
Fe	6,14
Al ₂ O ₃	17,85
SiO ₂	28,76
S	3,35

Specifična težina cementnog mulja određena je piknometrom i iznosi 3,41 g/cm³. Standardnom metodom u mernom cilindru određena je nasipna masa od 1,29 g/cm³.

Tehnika rada

Luženje cementnog mulja izvođeno je rastvorom sumporne kiseline, sa ili bez uduvavanja kiseonika.

Potrebna količina komponenti za proces luženja određivana je sledećom jednačinom (2).



Obzirom da dobijanje bakra u autoklavu zahteva određenu koncentraciju bakra, odmeravana je potrebna količina cementnog mulja i sa 250 ml vodenog rastvora sumporne kiseline formirana pulpa. Ovako pripremljena pulpa uvođena je u stakleni reaktor, zapremine 1000 ml. Pulpa je mešana uvođenjem vazduha ili mehaničkom mešalicom pri brzini od 400 o/min. Po završetku luženja, posle 4 sata, lužni rastvor i čvrst ostatak su analizirani. Sadržaj bakra je određivan elektrogravimetrijskom metodom, sadržaj gvožđa volumetrijskom metodom a sadržaj aluminijuma potenciometrijskom titracijom.

Tokom eksperimenata praćen je uticaj sledećih parametara:

- Odnos čvrsto/tečno
- Temperatura luženja
- Koncentracija sumporne kiseline
- Uvođenje kiseonika
- Dizajn aparature

Razultati i diskusija

Prva serija eksperimenata

Eksperimenti ove serije su izvođeni na staklenom reaktoru otvorenog tipa. Brzina mešanja za svaki eksperiment bila je 400 o/min.

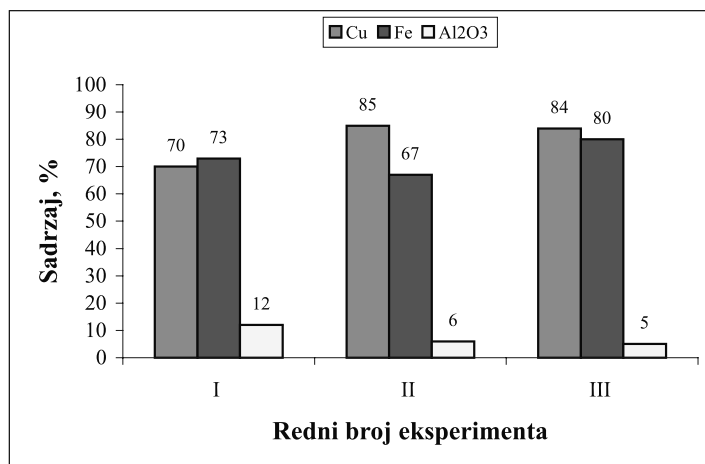
Ovoj seriji eksperimenata prethodio je određeni broj eksperimenata kojima je utvrđeno da početna koncentracija sumporne kiseline mora da bude 20% veća od stehiometrijski potrebne, saglasno jednačini (1).

Tabela 3. Radni parametri prve serije eksperimenata

Redni broj	Uslovi luženja	Broj eksperimenata		
		I	II	III
1.	$C_{Cu^{2+}}$ u lužnom rasvoru(g/dm ³)	40	40	50
2.	$C_{H_2SO_4}$ (g/dm ³)	74	74	74
3.	Temperatura luženja, K	293	348	348
4.	Č/T	1/6	1/6	1/4

Parametri drugog eksperimenta isti su kao i parametri prvog, osim temperature. Temperatura je u ovom eksperimentu održavana na 348K, u cilju određivanja njenog uticaja na tok luženja.

Trećim eksperimentom je određivan optimalni odnos Č/T. Nisko izluženje bakra uslovalo je promenu ovog odnosa sa 1/6 do 1/4.



Slika br.1. pokazuje izluženje bakra i primesa u lužnom rastvoru.

Slika 1. Sadržaj elemenata u lužnom rastvoru prve serije

Kao što se vidi sa slike 1., kod prvog eksperimenta postignuto je visoko izluženje gvožđa (oko 70%) što je visoka vrednost za dalju primenu. Istovremeno je i izluženje bakra od 70% nisko.

Rezultati dobijeni u drugom eksperimentu slični su rezultatima prvog eksperimenta. Porast temperature izaziva blago povećanje luživosti bakra (85%), izluženje primesa je nisko, ali se optimalni radni uslovi još nisu postigli.

Rezultati trećeg eksperimenta lošiji su od drugog. Izluženje gvožđa je povećano na približno 80%.

Na osnovu rezultatata ove serije eksperimenata zaključeno je da dalja istraživanja treba voditi na temperature 348 K. Sledeća serija eksperimenata je izvođena zbog praćenja uticaja oksidansa na proces luženja. Eksperimenti su zahtevali rad u aparaturi zatvorenog tipa.

Druga serija eksperimenata

Zajednički parametri druge serije eksperimenata: aerator zatvorenog tipa, brzina mešanja 400 o/min. Kao oksidans korišćen je kiseonik, protoka od 3,3 dm³/min. Tokom ove serije praćena je i promena pH vrednosti rastvora.

Tabela 4. Radni parametri druge serije eksperimenata

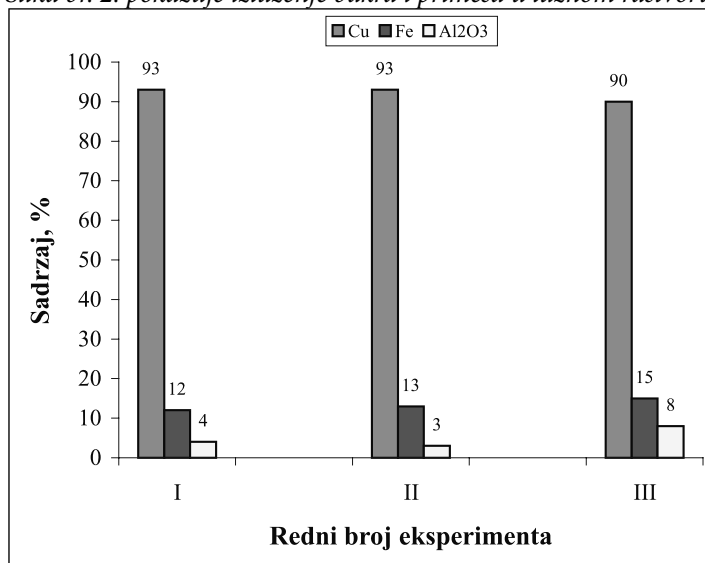
Redni broj	Uslovi luženja	Broj eksperimenta		
		I	II	III
1.	C _{Cu2+} u lužnom rasvoru(g/dm ³)	40	50	60
2.	C _{H₂SO₄} (g/dm ³)	74	300	120
3.	C/T	1/6	1/4,5	1/4

Tokom prvog eksperimenata treće serije pH vrednost se menjala od 0,8 na početku procesa do 2,5 na kraju.

U drugom eksperimenatu pH se sa početne vrednosti 0,1 promenila do 0,4.

Na početku tećeg eksperimenata pH vrednost je bila 0,3 da bi na kraju procesa luženja izmerena vrednost od 1,2.

Slika br. 2. pokazuje izluženje bakra i primesa u lužnom rastvoru.



Slika 2. Sadržaj elemenata u lužnom rastvoru druge serije

Sa slike 2. se može videti da je kod prvog eksperimenata došlo do smanjenja procenta izluženja gvožđa (30%), što je i dalje visoka vrednost.

Uslovi izvođenja procesa luženja u drugom eksperimenatu pokazali su zadovoljavajuću vrednost za izluženje bakra (94,5%), ali je izluženje primesa visoko - Fe – 89,7% i Al₂O₃ – 17,5%. Ove visoke vrednosti izluženja izazvala je visoka koncentracija sumporne kiseline.

I u uslovima luženja trećeg eksperimenata dobijene su visoke vrednosti izluženja primesa.

Postignute visoke koncentracije primesa (gvožđe, aluminijum) nisu odgovarajuće za dalju primenu lužnog rastvora. Narednim eksperimentima su određivani uslovi uklanjanja primesa dodavanjem amonijum hidroksida. Lužni rastvor sadrži gvožđe u obliku fero jona i oni su do feri oblika oksidisani sa 30% H₂O₂. Zatim je vršeno taloženje gvožđa i aluminijuma sa 25% NH₄OH, na temperaturi 353 ± 10 K i pH=5. Istovremeno sa taloženjem primesa odvija se i taloženje bakra, što smanjuje sadržaj bakra, pa se ovaj metod prečišćavanja ne može koristiti. Slični se rezultati dobijaju primenom karbonata za taloženje primesa.

Ovom serijom eksperimenata postignuto je dobro izluženje bakra, ali je sadržaj primesa visok. To je bio razlog daljeg smanjenja koncentracije sumporne kiseline prilikom izvođenja sledeće serije eksperimenata.

Treća serija eksperimenata

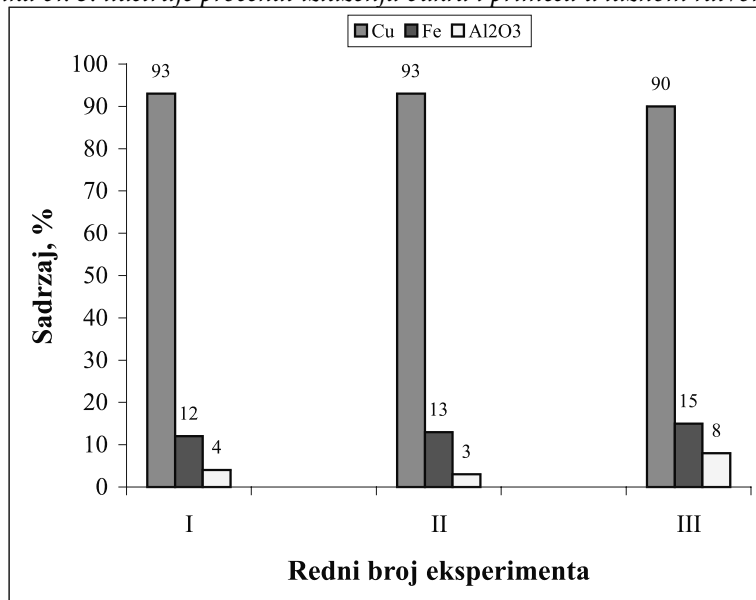
Uslovi izvođenja eksperimenata: koncentracija sumporne kiseline 74 g/dm³, kontrola sadržaja gvožđa dodavanjem 0,1 – 0,25 g CaCO₃/g Cu. Luženje je izvođeno u aparaturi zatvorenog tipa, pri brzini mešanja 400 o/min., na temperaturi 348 K, kao oksidans korišćen je kiseonik, protoka 3,3 dm³/min.

Na početku prvog eksperimenta pH vrednost je bila 0,7, a na kraju 3,3 uz dodavanje 1g CaCO₃ /1g Cu.

Drugi eksperiment je vođen održavanjem pH vrednosti sa 0,15g CaCO_3 /1g Cu. Na početku procesa pH vrednost je bila 0,7, a na kraju 2,4.

Da bi se dobio lužni rastvor sa sadržajem bakra oko 70 g/dm³ i sa manjim sadržajem primesa primenjeno je dvostepeno luženje. Ovaj eksperiment izvodjen je pod istim uslovima kao i prethodni; dobijeni lužni rastvor korišćen je za luženje nove količine cementnog bakra, uz korekciju početne koncentracije sumporne kiseline.

Slika br. 3. ilustruje procenat izluženja bakra i primesa u lužnom rastvoru.



Slika 3. Sadržaj elemenata u lužnom rastvoru treće serije

Kao što se vidi na slici 3. rezultati prvog eksperimenta imaju značajnog efekta na smanjenje izluženja primesa.

Uslovi izvođenja drugog eksperimenta takođe obezbeđuju zadovoljavajuće visoko izluženje bakra i nisko izluženje primesa.

Dvostepeno luženje daje odgovarajuće rezultate za postizanje odgovarajuće vrednosti koncentracije bakra i primesa u lužnom rastvoru.

ZAKLJUČAK

Moguće je uspešno izlužiti cementni mulj, max 95 % Cu, vodenim rastvorom sumporne kiseline, uduvavanjem kiseonika kao oksidansa, u aeratoru zatvorenog tipa, uz mehaničko mešanje.

Na osnovu rezultata izvedenih eksperimenata usvojeni su optimalni parametri: vreme luženja 4 sata; temperature luženja 348 K; Č/T=1/6; koncentracija sumporne kiseline 75 g/dm³, protok kiseonika 3.3 dm³/min, sadržaj primesa kontrolisan je na osnovu pH vrednosti.

LITERATURA

1. S.S.Naboičenko, I.F.Hudakov, "O vlianii tehnologičeskikh parametrov na kinetiku avtoklavnogo osaždenia medi iz sernokislih rastvorov", Cvetna Metallurgia, Moskva, 1976, No.5, 13-17.
2. N. Pacović, "Hidrometalurgija", Bor, Yugoslavia, 1980.
3. I.V.Hjudjakov, S.V.Karelov, "Metallurgia vtoričnih cvetnih metallov", Moskva, 1987.
4. S.S.Naboičenko, "Povedenie primesei pri avtoklavnom polučenii poroška medi", Cvetna metallurgia, Moskva, 1985, No. 1, 52-56.

Zlatan Mandić dipl. ing. rud., Ante Grubišić dipl. ing.rud., Boro Miličević dipl. ing.rud.

MINIRANJE PRI UKLANJANJU PODVODNOG DIJELA HRIDI «ŠILO»

1. UVOD

Ovaj rad je izrađen na temelju podataka o izvođenju radova miniranja pri uklanjanju podvodnog dijela hridi Šilo u akvatoriju Brodosplita.

U radu je obrađeno bušenje i miniranje hridi na dubini od - 3,5 metara, te na udaljenosti 200 metara od najbliže građevine.

Teren na kome će se izvoditi radovi bušenja i miniranja ima površinu oko 130 m². Teren je u obliku ploče koja se diže od sjeveroistoka prema jugozapadu i ide od kote -0,5 do kote -4,0 m. Teren je bio pokriven muljem, ali grtanjem do čvrste stijene je doveden na sadašnje stanje.

1.1.GEOLOŠKE ZNAČAJKE TERENA

Nisu obavljani istražni radovi sondažnog bušenja ili geofizičkog istraživanja. Na osnovu šire geološke karte pretpostavlja se da je to Iaproviti vapnenac.

2. ODABIR PARAMETARA BUŠENJA I MINIRANJA

Volumen iskopa $V = 250 \text{ m}^3$

Površina iskopa $P = 108 \text{ m}^2$

Dubina iskopa $H = 0 - 4,0 \text{ m}$

Promjer bušenja $\phi = 86 \text{ mm}$

Nagib bušotine 90°

Bušenje će se izvoditi s promjerom bušace krune $\phi = 86 \text{ mm}$ koja je smještena na plovilu.

Odmah po završetku bušenja pojedine bušotine se zacjevljuju s PVC cijevi $\phi = 65/79$ koja mora biti najmanje 0,5m iznad ušća bušotine.

Za miniranje će se koristiti vodoplastični eksploziv visoke brizantnosti koji se može nabaviti na našem tržištu. Analizom i usporedbom minersko-tehničkih značajki eksploziva za podvodno miniranje odabrali smo:

AUSTROGEL- promjer patrone $\phi = 50 \text{ mm}$ i $\phi = 55 \text{ mm}$

- dužina patrone I = 700 mm
- težina patrone g = 2,08 kg i g = 2,50 kg

Izbojnica odnosno razmak minskih bušotina računa se:

$$W=a= S_b/2$$

$$S_b= W=a = \frac{Q_m}{q} \text{ - površina odloma po minskoj bušotini (m}^2\text{)}$$

$$Q_m = \frac{d^2 \times \pi}{4} \times Y_e \text{ - koncentracija eksplozivnog punjenja u minskoj bušotini (kg/m}^3\text{)}$$

Ye- gustoća vodootpornog eksploziva (oko 1500 kg/m³)

q - specifična potrošnja eksploziva za podvodna miniranja (kg/m³)>

Eksplozivno punjenje minskih bušotina ovisi o dubini vode, dubini nanosa i visini etaža, te se računa po formuli:

$$Q_b=q \times V(\text{kg})$$

$$V_b = a \times W \times H \text{ - volumen odloma minske bušotine (m}^3\text{)}$$

$$P_b= a \times W \text{ - površina odloma minske bušotine (m}^2\text{)}$$

H - visina etaže (m)

Specifična potrošnja eksploziva za podvodna miniranja računa se po formulama Gustafssona:

Za vertikalne minske bušotine:

$$q = 1,0 + 0,01 H_v + 0,02 H_n + 0,03 H_s \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$H_{tf} \text{ - visina stupca vode iznad projektirane razine (m) = 7,5 m}$$

$$H_n \text{ - visina nanosnog pokrivača (m)= 0 m}$$

$$H_s= H \text{ - visina etaže u čvrstoj stijeni (m)}$$

Proračun ćemo raditi za srednju visinu etaže:

$$H= 3,3 \text{ m}$$

Duljina probušenja:

$$h_p= (0,60 \text{ do } 1,10) W$$

$$h_p= 1,0 \text{ m}$$

$$0,052 \times t$$

$$Q_m = \frac{x \times 1500}{4} = 3,0 \text{ kg}$$

$$4$$

$$q = 1,0 + 0,01 \times 7,5 + 0,02 \times 0 + 0,03 \times 3,3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$q = 1,1 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

3,0

Sb == 2,7

1,1

W=a=2,71/2=1,6m

Zbog nedovoljno poznate geologije tla iskopa, a zbog dosadašnje; miniranja u laporovitom vapnencu kao i zbog karakteristike terena odabiremo:

W=1,6m

a = 1,8 m

Tijekom miniranja moguće su korekcije parametara miniranja (iskustveno)

Ukupna količina eksploziva: $Q = V \times q_u = 284 \times 1,1 \text{ kg}$

Q= 312kg

Potreban broj bušotina:

P

N === 30

86

Pb2,9

Ukupno probušenje:

hpuk= N x hp = 30 x 1,0 = 30 m

Ukupna dužina bušenja:

V 284

L =+ hpuk =+ 30 = 107 m

Pb2,9

Svaku izbušenu bušotinu potrebno je odmah zacijeviti.

Iniciranje i povezivanje minskog polja bit će neelektričnim sustavom.

Početno iniciranje bit će s električnim upaljačem.

Napredovanje miniranja će biti od niže kote prema višim. Zbog seizmičkih efekata koji nastaju kod miniranja između svake minske bušotine staviti će se usporivač. Između prvih pet bušotina (III minsko polje) stavljamo dva usporivača, a to činimo da bi interval usporenja povećali jer je u prvi pet rupa najviše eksploziva.

Broj bušotina, parametri minskog polja, kao i karakteristični presjek dati su na slikama broj 1 i 2.

Minsko polje će biti podjeljeno u tri manja minska polja i to:

112 minskih bušotina,

II 9 minskih bušotina i

III 9 minskih bušotina.

Čitavo veliko minsko polje će se napuniti odjedanput (30 bušotina), a inicirat će se svako manje minsko polje posebno i to redom I, li i III. Shema vezivanja i iniciranja data je na slici broj 2.

U tablici su prikazane, za svaku bušotinu, parametri bušenja i miniranja. Ukupna količina eksploziva je manja u odnosu na proračunatu, a to je iz razloga što se neće kidati patrona da bi se minska bušotina napunila do vrha

Broj bušotine	Dubina bušenja	Izbojnica	Razmak bušotina	Eksploziv	Eksploziv	Dužina (stupac) punjenja	Kota ušća bušotir
	m'	m	m	Austrogel G1050 kg	Austrogel G1055 kg	m'	m'
1	5,0	1,6	1,8	12,48		4,2	-3,5
2	5,0	1,6	1,8	12,48		4,2	-3,5
3	4,5	1,6	1,8	12,48		4,2	^4,0
4	5,0	1,6	1,8	12,48		4,2	-3,5
5	5,0	1,6	1,8	12,48		4,2	-3,5
6	4,0	1,6	1,8	10,40		3,5	-4,5
7	4,0	1,6	1,8	10,40		3,5	-4,5
8	4,0	1,6	1,8	10,40		3,5	-4,5
9	3,6	1,6	1,8	10,40		3,5	-4,9
10	3,2	1,6	1,8	8,32		2,8	-5,3
11	4,0	1,6	1,8	12,48		3,5	-4,5
12	4,0	1,6	1,8		12,50	3,5	-4,5
13	4,0	1,6	1,8		12,50	3,5	-4,5
14	3,3	1,6	1,8		10,00	2,8	-5,2
15	3,5	1,6	1,8		10,00	2,8	-5,0
16	3,8	1,6	1,8		10,00	2,8	-4,3
17	3,5	1,6	1,8		10,00	2,8	-5,0
18	3,4	1,6	1,8		7,50	2,8	-4,9
19	3,0	1,6	1,8		7,50	2,8	-5,5
20	3,0	1,6	1,8		7,50	2,8	-5,5
21	3,4	1,6	1,8		7,50	2,8	-4,9
22	3,0	1,6	1,8		7,50	2,8	-5,5
23	3,0	1,6	1,8		7,50	2,8	-5,5
24	3,0	1,6	1,8		7,50	2,8	-5,5
25	3,0	1,6	1,8		7,50	2,8	-5,5
26	2,4	1,6	1,8		7,50	2,1	-6,1
27	2,0	1,6	1,8		2,50	1,4	-6,5
28	2,6	1,6	1,8		5,00	2,1	-5,9
30	2,0	1,6	1,8		5,00	1,4	-6,5
Ukupno	107			124,72	150,00		
Prosjeck		1,6	1,8				

SPECIFIKACIJA MATERJALA

Količina eksploziva 275 kg

Broj rupa 30

Ukupna dužina bušenja 170 m

Neelektrični upaljači 30 kom

Neelektrični usporivači 35 kom

Električni upaljači 3 kom

Dužina plastične cijevi 200 m

3. SEIZMIČKI EFEKTI PRI MINIRANJU

Za ovo miniranje obaviti će se seizmičko mjerenje, a rezultati mjerenja će ujedno poslužiti kao orijentacija kod odabira parametara za slijedeća miniranja.

Mjerenje seizmički efekata obaviti će tako da će se geofoni seizmografa staviti na najugroženije mjesto.

Kod podvodnog miniranja posebnu pozornost potrebno je posvetiti smanjenju štetnih efekata miniranja na građevine u blizini minskog polja.

Seizmički efekti mogu se kontrolirati i u znatnoj mjeri smanjiti, ali ne i izbjeći.

Smanjenje seizmičkih efekata miniranja na okoliš postići će se primjenom neelektričnog načina paljenja kao i smanjenom (kontroliranom) količinom eksploziva po intervalu paljenja.

Seizmički efekt mogu štetno djelovati na građevine koje se nalaze u blizini izvođenja radova, na plovila, kupače, ronioce, kao i na okoliš.

Najbliža građevina udaljena je 200 metara od minskog polja, te će se u odnosu na tu udaljenost izvršiti proračun jer je to najnepovoljniji slučaj za izračun polumjera ugrožene zone odnosno utjecaja miniranja na okolne građevine.

Za proračun koristit će se poznate forme s iskustvenim podacima.

DOPUŠTENA KOLIČINA EKSPLOZIVA koja se smije aktivirati po intervalu paljenja računa se po formuli:

$$Q_{\max} = r^3 / (k^3 \alpha^3)$$

r - udaljenost građevine

k - koeficijent proporcionalnosti koji ovisi o svojstvima tla

a - koeficijent proporcionalnosti koji ovisi o pokazatelju djelovanja eksploziva

Za čvrste stijene kakve su na mjestu miniranja k i a iznose:

k = 20, ali zbog miniranja pod vodom uvećava se 50%

$$k = 30$$

$$\alpha = 1,0$$

Uvrštavanjem brojčanih vrijednosti u formulu dobije se

$$Q_{\max} = 296 \text{ kg}$$

Iz iskustva znamo daje, proračunom, dobiveni $Q_{\max}$ toliko velik da nam služiti ni kao orijentacija.

POLUMJER OPASNE ZONE uzimajući u obzir samo količinu eksploziva računa se po formuli:

$$R_u = k \times Q / 3 \text{ gdje je:}$$

R_u - polumjer opasne zone u kojoj mogu nastati štete na građevini

Q - količina eksploziva po intervalu paljenja

k - koeficijent koji ovisi o svojstvu tla $K = 20$

$$R_u = 20 \times 12.482 / 3 = 20 \times 5,38 = 107,6$$

$$R_u = 108 \text{ (m)}$$

Iz ovoga je vidljivo da objekti udaljeni više od 108 m nisu ugroženi.

4. MJERE ZAŠTITE

Za siguran rad pri prijevozu eksplozivnih tvari do mjesta miniranja pri bušenju i miniranju u akvatoriju i izvan njega potrebno je pridržavati se ovih mjera zaštite:

4.1. MJERE ZAŠTITE PRI PRIJEVOZU EKSPLOZIVNIH TVARI

- Pri prijevozu eksplozivnih tvari od skladišta eksploziva do mjesta miniranja moraju se poštivati propisane mjere sigurnosti.
- Prijevoz eksplozivnih tvari smije se obavljati samo vozilima koja su za to namijenjena i imaju važeći ADR-certifikat.
- Prijevoz smije obavljati samo vozači koji imaju položeni ispit za prijevoz opasnih tvari.
- Prijevoz je potrebno obavljati uz pratnju koju propisuje nadležna PU.
- Prijevoz eksplozivnih tvari potrebno je najaviti nadležnoj PU i Lučkoj kapetaniji.
- Za vrijeme prijevoza eksplozivnih tvari u vozilu se smiju nalaziti samo vozač i suvozač.
- Na mjesto miniranja smije se dopremiti samo ona količina eksplozivnih tvari koja je predviđena planom miniranja.
- Utovar, iskrcaj i prekrcaj eksplozivnih tvari smiju obavljati samo osobe koje imaju položen ispit za rukovanje eksplozivnim tvarima.
- Eksploziv se do mjesta miniranja doprema brodom koji mora biti registriran za tu namjenu.

Na brodu se za vrijeme prijevoza eksplozivnih tvari smiju nalaziti samo osobe koje su ovlaštene i osposobljene za rukovanje eksplozivnim tvarima. Na brodu se za vrijeme prijevoza eksplozivnih tvari smiju nalaziti samo osobe koje su ovlaštene i osposobljene za rukovanje eksplozivnim tvarima.

4.2. MJERE SIGURNOSTI PRI MINIRANJU

4.2.1. Osoblje za miniranje

- Poslove miniranja smiju izvoditi samo ovlašteni palitelji mina i osobe koje imaju položeni ispit za samostalno obavljanje poslova miniranja, odnosno posjeduju Minersku iskaznicu.
- Ronioci koji obavljaju punjenje minskih bušotina moraju imati položen ispit za rukovanje eksplozivnim tvarima.

4.2.2. Punjenje minskih bušotina

- Punjenje minskih bušotina smiju izvoditi samo ronioci koji su osposobljeni imaju položen ispit za rukovanje eksplozivnim tvarima.
- Punjenje je potrebno izvoditi s plovnog objekta koji je usidren iznad ili u neposrednoj blizini morskog polja.
- Punjenje minskih bušotina eksplozivom treba izvoditi prema Planu miniranja i prema uputama rukovoditelja

Izradu udarne patrone potrebno je obavljati na brodu.

Pri izradi udarne patrone upaljač treba sigurno učvrstiti, odnosno nonel cjevčicu obaviti oko udarne patrone.

Udarne patrona stavlja se na dno bušotine.

Minske bušotine moraju se zacijeviti i pune se po cijeloj dužini.

Prilikom punjenja, potrebno je izvesti slobodni kraj nonel-detonatora iznad razine mora i spojiti s nonel-usporivačem.

4.2.3. Paljenje minskih bušotina

Kada su sve minske bušotine napunjene eksplozivom i kada je izvršeno povezivanje nonel. detonatora i nonel-usporivača može se pristupiti paljenju morskog polja.

- Paljenje se izvodi sa sigurnog mjesta s broda koji je dovoljno udaljen od opasne zone ili sa sigurnog mjesta na obali.
- Paljenje se izvodi pomoću električnog upaljača koji se stavlja na slobodan kraj nonel-usporivača za prvu bušotinu.
- Miniranje je potrebno označiti zvučnim signalima:

prvi	-	upozorenje
drugi	-	priprema
treći	-	paljenje
četvrti	-	završetak miniranja

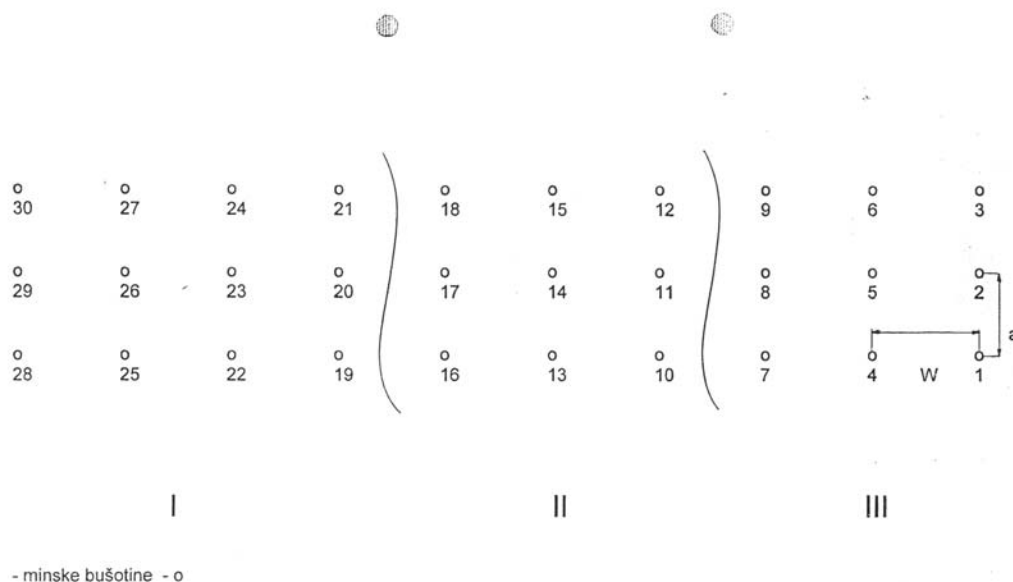
4.3. MJERE SIGURNOSTI NA MJESTU MINIRANJA

- Miniranje izvoditi pri dnevnoj svjetlosti i mirnom moru.
- Miniranje najaviti lučkom kapetaniji.
- Plovila koja se nalaze usred opasne zone ili u blizini mjesta miniranja premjestiti na sigurno mjesto.
- Područje u kojem se obavlja miniranje označiti plutačama.
- Obavijestiti kupaće i osigurati da netko od kupaća ne bude u moru za vrijeme miniranja.

Nakon miniranja sačekati da se more smiri i razbistri, te razgledati jesu li sve minske bušotine aktivirane.

Ukoliko se primijeti da ima neaktiviranih mira potrebno je osigurati mjesto miniranja i poduzeti odgovarajuće mjere sigurnosti dok se ne izbuši nova bušotina i izvrši njeno aktiviranje. Zabranjeno je nasilno vađenje patrona.

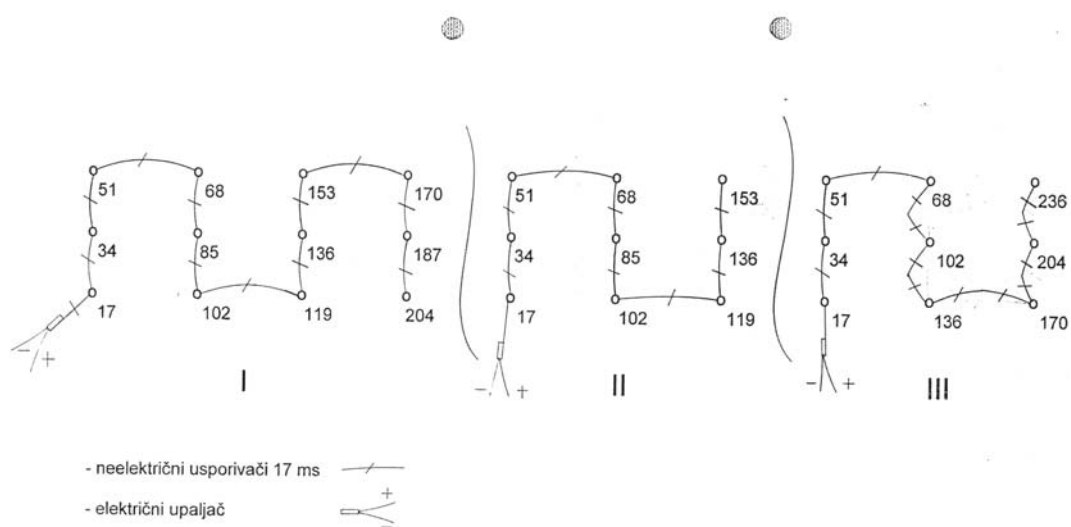
Prilozi:



PARAMETRI MINSKOG POLJA I BROJ MINSKIH BUŠOTINA

Slika broj 1

Slika broj 1. Parametri minskih polja i broj minskih bušotina



SHEMA VEZIVANJA I INICIRANJA MINSKOG POLJA

Slika broj 3

Slika broj 2. Shema vezivanja i iniciranja minskog polja

III. IZ GEOLOGIJE

Vinko Bilopavlović, dipl. inž. geol., *, Vinko Galir, dipl. ing. rud., **

KVALITETNA SVOJSTVA GLINE U DUVANJSKOM POLJU ZA UPORABU U OPEKARSKOJ INDUSTRIJI

UVOD

O postojanju velikih količina pliocenskih glina u tomislavgradskom bazenu poznato je još od sedamdesetih godina, kada su vršena istražna bušenja za potrebe utvrđivanja rudnih zaliha ugljena. Identifikacijom geoloških podataka ranijih istraživanja, projektirani su detaljni geološki radovi u svrhu istraživanja gline za potrebe opekarske industrije. Realizacijom istražnih radova dokazano je postojanje većeg ležišta gline (ležište "Begluci") na istražnom prostoru "Begluci jug", koje je u vlasništvu privatnog poduzeća "Šarac". Ležište gline nalazi se u kongorskoj sinklinali i proračunom su utvrđene višemilijunske eksploatacijske zalihe.

Geoloških istraživanja izvela je tvrtka «Geotehnika '94 d.o.o. Mostar, koja posjeduje odgovarajuću opremu i stručni kadar. Kvalitetna svojstva gline ispitana su 2003 g. u laboratorijama Instituta građevinarstva u Zagrebu, Brodarskom institutu - Zagreb, Prirodoslovno-matematičkom fakultetu - Zagreb i u tvrtki Acme Analytical Labs, Kanada,

U ovom radu prikazano su geološke i hidrogeološke značajke ležišta gline s akcentom na kakvoću gline i analizom mogućnosti njene uporabe.

Mikrolokacija istražnog prostor je u jugoistočnom dijelu Duvanjskog polja, između sela Kongora i Lipa. Teren je ravničarski i obrastao travom. Polje se trenutno ne obrađuje i ne koristi u poljoprivredne svrhe. Kote terena kreću se od 870-880 m n.m.

1. Geološke i hidrogeološke karakteristike ležišta

Detaljna istraživanja pliocenskih naslaga za potrebe elektroprivrede vršena su od 1956-1964 i 1975-1978. Najznačajniji podaci o pliocenskim i kvartarnim naslagama nalaze se Elaboratu o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rudnih zaliha lignita na ležištu Kongora-Duvno, Geoinženjering, Sarajevo 1978. Na žalost, u okviru navedenih istražnih radova nije ispitana kakvoća gline za opekarske i građevinske svrhe. Glina je konstatirana kao litološka pojava u istražnim radovima, evidentiran je njen položaj u prostoru i djelomice ispitana geomehanička svojstva.

U području tomislavgradskog bazena razvijena je limnička serija naslaga neogensko - pliocenske starosti (Pl ili ²Pl), čija debljina iznosi preko 2000 m. Negenske naslage prekrivaju veliku kongorsku sinklinalu, koja se nalazi u jugoistočnom dijelu Duvanjskog polja. U sastavu neogenskih naslaga nalazi se debeo sloj gline, koji je najviše zastupljen na istočnom krilu sinklinale.

* JP "Elektroprivreda HZ-HB", Mostar

** Općina Tomislavgrad

Za utvrđivanje rudnih zaliha ugljena vršena su detaljna geološka istraživanja u centralnom dijelu sinklinale (1975 –1978). U navedenom elaboratu, autori A. Ahac i R. Milojević razlikuju 9 zona neogenskih naslaga. Istraživano ležište gline po ovoj podjeli nalazi se u najmlađoj zoni, u kojoj je izdvojena serija s dva paketa naslaga.

Donji paket je “glinovito ugljena zona”, a gornji paket je tzv. “šarena serija” ili “glinovita serija”. U donjem paketu se izmjenjuju deblji slojevi lignita s glinama i ugljevitim škriljavim glinama, ukupne debljine 160 m.

Gornji paket, “šarena serija” ili “glinovita serija” bio je predmet geoloških istraživanja za utvrđivanje zaliha i kvalitetnih svojstava gline. “Glinovitu” (šarenu) seriju izgrađuju zelenkastosive masne gline, sive, smeđe, tamnosive do crne ugljevite gline. Česte su laporovite gline, koje se nepravilno izmjenjuju. Za ove gline je karakteristično da često sadrže vapnene konkrecije, proslojke pijeska i tragove lignita. Česti su slojevi pjeskovite gline. Pojava vapnenih konkrecija u dijelu ležišta u vidu dispergiranog kalcijem karbonata je nepovoljna supstanca za korištenje gline u proizvodnji opekarskih proizvoda. Ova pojava naročito je izražena na južnom dijelu ležišta (bušotine B-1 do B-7). Debeli slojevi glina predstavljaju završne slatkovodne naslage.

U glinovito ugljenoj i glinovitoj seriji (šarenoj seriji) utvrđena je vrlo oskudna fauna. Nađeni su samo dijelovi ljuštura puževa i školjki. Iz glinovito ugljene serije izvršene su palinološke analize, na temelju kojih su ove naslage svrstane u pliocen.

Ležište gline na površini prekrivaju fluvioglacialne (fgl) naslage, koje se dalje pružaju prema sjeverozapadu i jugoistoku Duvanjskog polja. To je mješavina slabo zaobljenih karbonatnih valutica šljunka i pijeska, nastalih od komada vapnenaca i drugih vrsta stijena, koje su vodom transportirane s Vran planine nakon topljenja ledenjaka.

Naizmjenično taloženje karbonatnih valutica s glinom i ilovačom ukazuje na taloženje naslaga u jezeru, koje se formiralo nakon topljenja ledenjaka. Fluvioglacialne naslage su na cijeloj površini prekrivene tankim slojem tamnog humusa (20 cm).

Hidrogeološka istraživanja izvedena su za potrebe projektiranja hidroenergetskih objekata na širem području od Kupresa do Duvanjskog i Livanjskog polja. Na temelju rezultata bojenja podzemnih voda preko ponora, utvrđena je preciznije podzemna vododjelnica između jadranskog i crnomorskog sliva. Bojenja su izveli Hidrometereološki zavodi iz Sarajeva i Zagreba (1964/65).

Prostorom Duvanjskog polja dominira površinski tok rijeke Šuice, čiji se ponor nalazi u selu Kovači. Desne pritoke Šuice su povremeni vodotoci: Divojka, Seget, Kolo i Ostrožac. Lijeve pritoke su povremeni vodotoci Drina sa svojim sastavnicama Milljacka, Studena i vodotok Džaferovac, koji prolazi istraživanim prostorom.

Za rješavanje hidrogeološke problematike cijelog tomislavgradskog bazena izvedene su dvije faze istraživanja. U sklopu rješavanja hidroenergetskih potencijala Gornjih horizonata rijeke Cetine, zatim za potrebe otvaranja rudnika ugljena Kongora površinskim kopom, utvrđene su hidrogeološke značajke stijena. Prema ovim istraživanjima može se konstatirati da ležište gline u cjelini izgrađuju vodonepropusne naslage i manjim dijelom slabovodopropusne naslage. Vodonepropusne naslage pripadaju hidrogeološkom izolatoru, a sačinjavaju ih različite vrste glina i lapora. Krovinu gline sačinjava prirodni šljunak i pijesak, prosječne debljine cca 1.20 m. Ove naslage su svrstane u hidrogeološke kolektore intergranularne poroznosti i dobre vodopropusnosti. U njima se mogu akumulirati izvjesne količine vode, što je vidljivo u obodnim kanalima u koje se sabiraju procjedne vode (sl. 1).

Značajnija **tektonska aktivnost** na širem području tomlislavgradskog bazena početa je poslije završnog ubiranja i uzdizanja mezozojskih (krednih) naslaga, kada nastaje kopnena faza.

Glavno ubiranje izvršeno je krajem eocena i u starijem oligocenu, kada prestaje marinska sedimentacija. Ovom tektonskom pokretima, teren je izboran i izvršeno je navlačenje i kraljuštanje. Poslije toga nastupa period jake erozije. U starijem miocenu dolazi do radijalnih pokreta, koji su izlomili strukturne jedinice. Uz rasjede spuštaju se veći dijelovi terena i u njima se započinje taloženje slatkovodnih sedimenata.

Tijekom srednjeg i gornjeg miocena i starijeg pliocena u depresijama koje stalno lagano tonu istaložene su debele naslage lapora gline i konglomerata. U miocenu i pliocenu jezera su bila više puta zamočvarena, što je pogodovalo taloženju i formiranju ugljena i debelih slojeva gline.

Krajem pliocena teren je ponovo zahvaćen rasjedanjima, pa se neogenski bazeni cijepaju, a između njih izdižu planine. Izdizanje planina nastavilo se i u pleistocenu, a između njih se formiraju današnja polja.



Sl. 1 Glina u kanalima za odvodnju

2. Rezultati laboratorijskih ispitivanja

Za potrebe utvrđivanja količina i kakvoće gline izbušeno je 15 istražnih bušotina s dubinama od 22.5 do 31.0 m. Istraživanja su otpočeta s izvođenjem istražnih bušotina na južnom dijelu ležišta, a kasnije su proširena na sjeverni kvalitetniji dio ležišta (bušotine B-8, B-10, B-11, B-12, B-13, B-14 i B-15). Izvedena mreža bušotina je u skladu s važećim Pravilnikom.

Uzorke gline na terenu je preuzeo predstavnik Instituta građevinarstva u Zagrebu, koji su u suradnji s Brodarskim institutom i Prirodoslovno-matematičkim fakultetom iz Zagreba, i tvrtkom Acme Analytical Labs, Kanada, izvršili laboratorijska ispitivanja kvalitetnih svojstava.

Uzorci su laboratorijski ispitivani sukladno članku 198 Pravilnika. Ispitano je ukupno 108 pojedinačnih uzoraka i 6 kompozitna uzorka. Na temelju pojedinačnih uzoraka utvrđena su svojstva gline iz 15 bušotina, zatim su izvršena kompletna kompozitna ispitivanja uzoraka svojstava gline iz 5 bušotina, a djelomična kompozitna ispitivanja uzoraka svojstva gline iz 1 bušotine.

Na pojedinačnim uzorcima ispitana su svojstva u intervalima na svaka dva metra do 30 m dubine, prema tehničkim uvjetima i preporukama.

Na **kompozitnim uzorcima** ispitana su svojstva kompozitne gline prema tehničkim uvjetima i preporukama, i dobiveni rezultati su:

1. Mineraloški sastav:

Kalcit, kvarc, kaolinit, smektit i ilit

2. Kemijske analize

$\text{SiO}_2 = 40.3 \%$

$\text{Al}_2\text{O}_3 = 12.5 \%$

$\text{CaO} = 16.9 \%$

$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4.4 \%$

$\text{MgO} = 0.7 \%$

$\text{K}_2\text{O} = 0.7 \%$

3. Granulometrijski sastav: srednja vrijednost glinovitih frakcija od 42.5 - 46.5 %

4. Ostatak na situ : srednja vrijednost od 3.8- 4.9 %

5. Identifikacija ostatka:

Vapnena zrna od 6-10 mm, kvarc, kršje fosila (ljuštore foraminifera i ostrakoda), limonitizirana zrna, pokoji pirit, listići muskovita, Fe konkreције obavijene karbonatnim vezivom

6. Prostorna masa 1.76- 1.8 kg/dm³

7. Vlažnost u dostavnom stanju 4.16- 10.4 %

8. Čvrstoća na lom u suhom stanju 2.0- 5.8 N/mm

9. Čvrstoća na lom u pečenom stanju (950°) 9.8 - 15.8 N/mm

10. Plastičnost po Pfeferkornu je početno visoka i visoka

11. Voda potrebna za začinjavanje: 27,8% - 31,4%

12. Stezanje kod sušenja na 105°: 8,8% - 10,1%

13. Osjetljivost gline na sušenje -Bigot:

Kritična točka: 7,7% - 9,9%; stezanje i 8,5% - 12% sadržaj vode

14. Stezanje kod pečenjana na 950°: 8,8% - 10,5%

15. Temperatura klinkeriranja: 1.150° - 1.180°

16. Temperatura sinteriranja: 1.160° - 1.180°

17. Upijanje vode nakon pečenja 950°: 14,2% - 17,2%

18. Pritisna čvrstoća (valjci promjera 50 mm): 23,8 - 28,8 N/mm²

19. Boja i izgled: svjetlocrvena do blijedožuta; malo oštećeni djelovanjem kalcijumkarbonata

3. Analiza rezultata laboratorijskih ispitivanja i mogućnosti uporabe gline

Da bi se dobila što vjerodostojnija slika kakvoće gliništa, uzorci za laboratorijska ispitivanja pripremljeni su bez izdvajanja karbonatnih zrna. Iz dobivenih analiza na pojedinačnim uzorcima utvrđeno je da se cijelo glinište može svrstati u *karbonatno ležište*, zbog u ispitivanoj glini velikog učešća krupno zrnatog kalcijuskog karbonata (vapnene konkrecije), visokog učešća karbonatnih zrna promjera 4-8 mm i fino dispergiranog kalcita. Povišeni sadržaj karbonata u glini uzrokuje raspadanje uzoraka nakon pečenja i visoko upijanje vode.

Određena je limitna granica sadržaja kalcijevog karbonata od 30 %, kako to predlažu eksperti za keramiku. Glina sa sadržajem karbonata ispod te granice smatra se da je upotrebljiva u opekarskoj industriji, a glina sa sadržajem karbonata iznad te granice je jalovina.

Ispitivanjem na više načina prekomjernog sadržaja kalcijuskog karbonata (CaCO₃) u glini, između ostalog i kalcimetrijskom metodom po Scheibleru, utvrđeno je da u dijelu ležišta gdje su bušotine B-1, do B-9 i dijelom B-8, B-10 i B-13, glina sadrži disperzirani kalcijski karbonat iznad 27%. Ovaj dio ležišta nije uporabljiv pri današnjem stupnju tehnološke prerade (izvanbilančne zalihe). Bušotine B-11, B-12, B-14 i B-15 su cijelom dubinom glinenog sloja (prosječna debljina gline 27.8 m) povoljne za namjenu u opekarstvu, jer je sadržaj kalcijuskog karbonata ispod 27 %. Bušotine B-8, B-10 i B-13 su djelomičnom dubinom glinenog sloja isto tako povoljne za namjene u opekarskoj industriji. (prosječna debljina povoljne gline je 14.1 m u odnosu na 30 m dubine bušotine).

Neke probe na uzorcima u gliništu, koje je definirano povoljno za opekarstvo (od bušotine B-8, B-10 do B-15) ukazuju na manje nepoželjne pojave, kao na primjer mala oštećenja na uzorku nakon pečenja djelovanjem kalcijevog karbonata, ili identifikacijom ostatka na situ najčešće su determinirana zrna (do 8 mm) kalcijevog karbonata, koja donekle smetaju u opekarskoj glini. Determinirano je i mnoštvo kršja fosila, zatim limonitizirani zrna, pirit itd., koje može biti neznatno štetno, ali ne stvara škodljive komponente u opekarskoj glini.

Mineralni sastav određen je metodom difrakcije rendgenskih zraka na praškastim uzorcima. Snimljeni su izvorni uzorci i uzorci gline nakon bubrenja s etilenglikolom odnosno žarenja na 400 i 550 °C.

Rendgenska analiza provedena je kao kvalitativna fazna rendgenografska metoda, gdje su termičke karakteristike uzoraka gline analizirane diferencijalno termičkom analizom (DTA) i termogravimetrijskom analizom (TG) na pet (5) uzoraka, koji su homogenizirani u ahatnom tarioniku. Analize su izvršene u Institutu Ruđer Bošković i Brodarskom institutu Zagreb.

Na temelju rendgenografskih istraživanja, rezultata termičke analize i kalcimetrije, vidljivo je da se radi o gliništu koje pripada karbonatnom ležištu. Rendgenografska istraživanja u vidu snimanja na izvornim uzorcima i na uzorcima gline nakon bubrenja, utvrdila su u svim uzorcima iste minerale ali sa promjenljivim udjelom. U gliništu Begluci u glinu je utvrđena prisutnost slijedećih minerali:

- Kalcita i kvarca kao glavnih sastojaka
- Minerali grupe kaolinita i smektita kao minerali gline
- Ilit i gipsit kao minerali u tragovima

Kaolinit i smektit se javljaju sa promjenljivim udjelom kao bitni sastojci.

Kemijska analiza provedena je za sve elemente osim ugljika i sumpora, koji su određeni na Leco analizatoru metodom ICP-ES u laboratoriji tvrtke Acme Analytical Labs Kanada.

U kemijskim analizama zapažen je visok udjel oksida kalcija (CaO) oko 18.30 % težinskih postotaka.

Temeljem dobivenih rezultata ispitivanja srednje vrijednosti stezanja, vodoupojnosti, udjela vode za začinjavanje, plastičnosti, osjetljivosti na sušenje, čvrstoće na lom u suhom i pečenom stanju, tlačnih čvrstoća, temperature klinkeriranja i sinteriranja, može se zaključiti da se dobijeni rezultati nalaze u granicama podobnosti , što se smatra zadovoljavajuće za opekarsku proizvodnju.

ZAKLJUČAK

1. *Na temelju istražnih radova i laboratorijskih ispitivanja može se zaključiti da je glina u prostoru ležišta, koje je definirano istražnim bušotinama B-8, B-10 do B-15 i raskopima, je mineralna sirovina, ocijenjena kao opekarska glina. Ocjena za koju vrstu opekarskog proizvoda je podobna, dati će se nakon dobivenih rezultata industrijske probe.*
2. *Industrijsku probu treba uraditi prema važećim normativima, a potrebna je i za provjeru rezultata laboratorijskih analiza.*
3. *Rezultate oba ispitivanja, laboratorijskog i industrijskog, prezentirati proizvođaču opreme za eksploataciju gline u gliništu i proizvođaču opreme za proizvodnju opeke, te zajednički odabrati tehnološke procese, koji će omogućiti kvalitetnu proizvodnju.*

Literatura :

- Tajder, M. & Herak, M. (1972): Petrologija i geologija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
- Sunarić, O. & Soklić, I.(1964): Stratigrafsko raščlanjivanje slatkovodnih sedimenata duvanjskog bazena, Geološki glasnik br. 9, Sarajevo
- V. Raić, V., Ahac A. & Papeš, J. (1968): Osnovna geološka karta i Tumač za list Imotski, Institut za geološka istraživanja Sarajevo
- Papeš, J.: (1967): Osnovna geološka karta i Tumač za list Livno,

Institut za geološka istraživanja Sarajevo

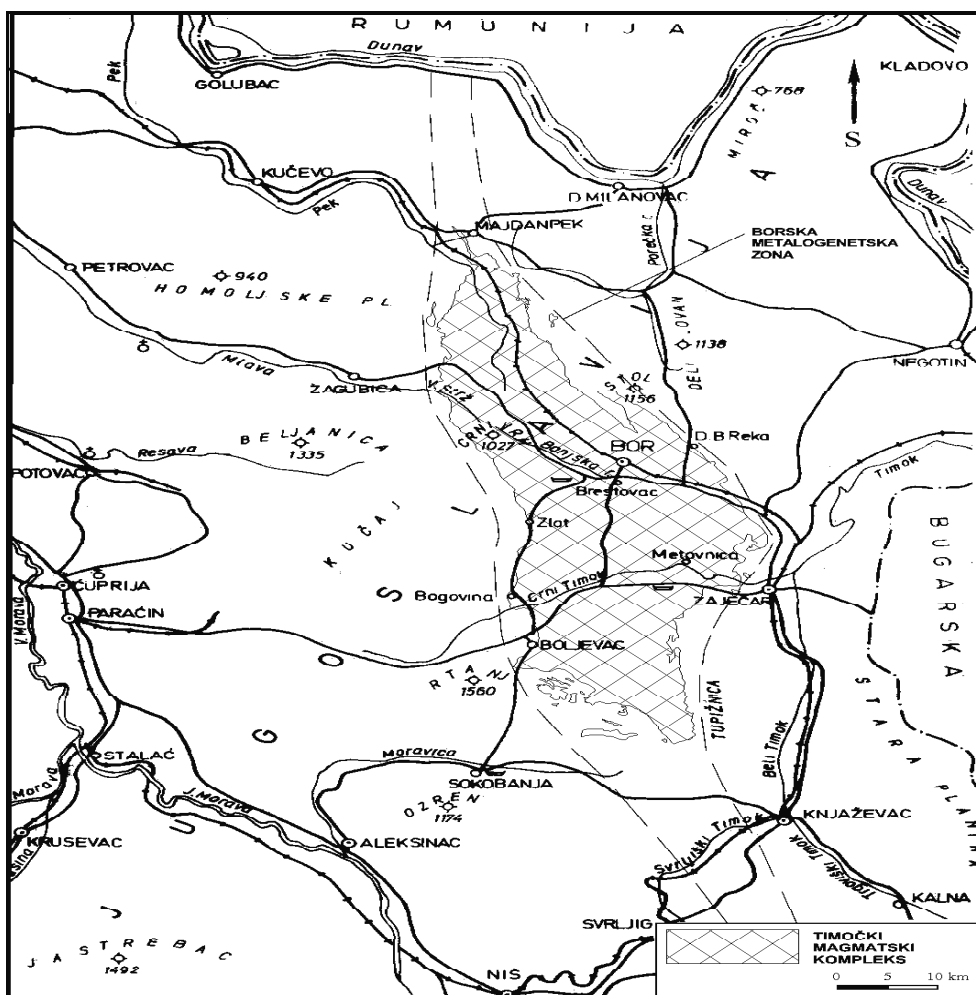
- Tim stručnih i znanstvenih djelatnika Geoinžinjerinaga (1976 -1978):
 - Elabarat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rudnih rezervi na ležištu Kongora-Duvno, Sarajevo
 - Elabarat o fizičko-geomehaničkim i mehaničkim karakteristikama lokaliteta Duvno-Kongora, Sarajevo
- Bilopavlović, V. & Pudelko, F. (1996): Elabarat (aneks) o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu zaliha ugljena na istražnom prostoru Brecavice
 - Kamenice, Rudnik ugljena KongoraTomislavgrad
- Karamata, S. (1967): Petrogeneza, Građevinska knjiga, Beograd
- Huang W.T. (1967): Petrologija Savremena administracija, Beograd
- Pavlić I. (1988): Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga, Zagreb

Snežana MOMČILOVIĆ; Institut za bakar Bor, Srbija i Crna Gora, Sladjana KRSTIĆ, Institut za bakar Bor, Srbija i Crna Gora, Vesna LJUBOJEV; Institut za bakar Bor, Srbija i Crna Gora

GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU DOLOVI – 2 (MAJDANPEK)

1.UVOD

U Istočnoj Srbiji Timočki magmatski kompleks je najveća jedinica u okviru kojih su izdvojena rudna polja. Površinski kop Severni revir nalazi se u okviru majdanpečkog rudog polja. Područje Dolovi-2 se nalazi oko 0,5 km. od grada Majdanpeka (Slika 1.) odnosno zapadno od površinskog kopa Severni revir i jugoistočno od porfirskog rudnog tela Dolovi-1.



Slika 1. Geografska karta istočne Srbije sa položajem TMK

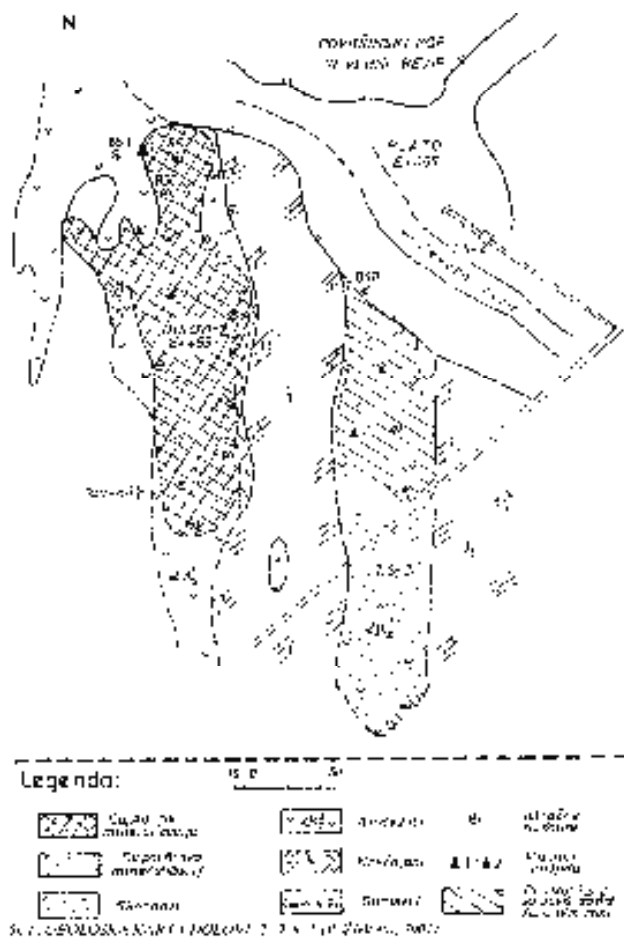
Majdanpečko rudište je najverovatnije prvi put otvoreno pre više od 6000 godina i njegova eksploatacija sa manjim ili većim prekidima traje do danas. Eksploatisano je u doba Rimljana, za vreme Turaka, za vreme Austrougarske okupacije, a onda je ponovo otvoreno 1849. god. i do danas radi sa manjim ili većim problemima.

Istraživanje i eksploatacija na prostoru Severnog revira ima dugu tradiciju. Još za vreme austrijske okupacije (1718-1738) i kasnije u nezavisnoj Srbiji (1849. god.) prilikom otvaranja rudnika Majdanpek otkopavane su i prerađivane rude Fe, Cu, Pb i Zn.

Kompleksna i sistematska geološka istraživanja na području severnog revira započeta su tek posle 1950 god. i sa kraćim prekidima traju do danas.

2. GEOLOŠKA GRAĐA TERENA

Teren područja Dolova izgrađen je od amfibol-biotitskih gnajseva proterozojske starosti. Preko gnajseva transgresivno i diskordantno zaležu krečnjaci gornje jure. Gornjokredni amfibolitski andeziti su najmlađi i javljaju se kao proboji utisnuti u andezite i gnajseve sa pružanjem sever-jug (sl.2.). U jednom od tih proboja andezita odložena je masivno-sulfidna i štokverkno-impregnaciona bakarno-piritska mineralizacija rudnog tela Dolovi-2 a u drugom bakarno-porfirna mineralizacija centralnog rudnog tela Severni revir.



Sl. 2. Geološka karta Dolovi-2 – T. S.-2 (P. Živković, 2001. g.)

Predhodna istraživanja u neposrednoj blizini Dolova–2 vršena su u kombinaciji istražnog bušenja (1961. god) manjeg obima sa četiri bušotine locirane u blizini krečnjačke zone i podzemnih istražnih radova (hodnicima) sa nivoa K+387, K+302 i K+ 200. Bušotinama B-136 i B-139 nabušena je porfirna mineralizacija u skarnoidima i na kontaktu krečnjaka i andezita, a bušotinom B-142 pojave polimetalne mineralizacije. Od podzemnih istražnih radova posebno treba istaći podkop sa nivoa K+387 (V kongres) jer se sistemom prečnih i smernih hodnika uspjela okonturiti sulfidna mineralizacija u granici 0,2% bakra. Granica rudnog tela prema jugu (južno od profila 25) je ostala otvorena.

Dosadašnjim detaljnim geološkim, geofizičkim i geohemijskim ispitivanjima izdvojen je prostor južno od Dolova–1 koji je 1997god. proveren istražnim bušenjem na tri lokacije. Rezultati pokazuju da se bakar-piritska mineralizacija nalazi u izmenjenim andezitima skarnovima i skarniziranim krečnjacima. Na kontaktnom delu krečnjaka i andezita tj. u skarnoidima zapažene su pojave polimetalne mineralizacije (sfalerit, ređe galenit).

Geološkim istraživanjem u 1998.god., kombinacijom kosih i vertikalnih bušotina, okontureno je rudno telo bakar–piritne mineralizacije Dolovi-2. To je izometrično rudno telo sa strmim padom prema istoku smešteno u promenjenim andezitima i kontaktnim delovima krečnjaka i andezita. Vodeći mineral bakra je halkopirit. Kontura rudnog tela ostala je otvorena prema severu i jugu.

3. REZULTATI NOVIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVAJNA

Geološka istraživanja su nastavljena u cilju boljeg sagledavanja, prvenstveno perifernih , nedovoljno istraženih delova Severnog revira i prostora u neposrednoj blizini površinskog kopa koji trebaju biti obuhvaćeni otkopavanjem.

Geološka istraživanja imala su za cilj proveru prognoziranog pružanja rudnog tela Dolovi-2 dalje prema severu i doistraživanje u cilju potpunijeg determinisanja ranije okonturenog rudnog tela u delovima gde je gustina radova (istražnog bušenja) bila nezadovoljavajuća

Vršeno je istražno bušenje sa površine terena bušenjem kosim i vertikalnim bušotinama. Ukupno je izbušeno 19 bušotina u obimu od 1 376,4 metara. Sve bušotine su detaljno geološki kartirane, oprobane i laboratorijski ispitane. Na osnovu detaljnog geološkog kartiranja, hemijskog ispitivanja (tabela 1.), petrološkog ispitivanja, mineraloškog ispitivanja i merenja zapreminske težine uzetih uzoraka možemo doneti određene zaključke.

Istražnom bušotinom B-846 na krajnjem zapadu rudnog tela konstatovana je štokverčno bakarna mineralizacija.

Istražnom bušotinom B-800 k₁ konstatovana je masivno sulfidna bakarna mineralizacija. .Pojavljivanje ovog rudnog intervala vezuje se za masivan pirit i njegova gnezda u rasednoj zoni. Međutim, u delu masivnog pirita od 54-68 m. sadržaj bakra retko prelazi 0,05%, mada je sadržaj zlata i dalje povišen (0,347g/t). Ovaj fenomen sadržaja bakra u masivnom piritu nije nepoznat na širem prostoru Severnog revira, ali sadržaj zlata, čija je vrednost na nivou srednjeg sadržaja u rudnom telu Severni revir ukazuje na njegovu paragenetsku vezu sa piritom.

Tabela 1. Sadržaj bakra, sumpora, zlata i srebra u rudnim intervalima po bušotinama

RUDNI INTERVAL		L (m)	Cu (%)	S (%)	Au (gr/t)	Ag (gr/t)	Bušotina	Profil	
od	do								
47,0	79,5	32,5	0,22	10,19	0,11	3,94	846	26-2	
26,0	54,0	28,0	0,35	26,50	0,52	4,27	800 k ₁	27-2	
17,0	29,5	12,5	0,37	6,83	-	-	809 k ₁		
35,5	40,5	5,0	0,21	5,55	0,11	1,40	809 k ₂		
19,0	29,0	10,0	0,20	11,47	0,07	1,00	793 k ₁	28-1	
49,0	56,0	7,0	0,15	31,51	0,36	2,00			
60,0	66,5	6,5	0,21	26,14	0,18	1,80			
15,0	64,0	49,0	0,14	3,08	0,07	1,00	854 k ₁		
68,0	79,0	11,0	0,85	37,78	1,47	5,30	854 k ₂	28-2	
16,0	44,0	28,0	0,90	36,44	2,30	11,97	798 k ₁		
48,0	79,5	31,5	0,22	21,78	0,97	7,10			
22,0	29,5	7,5	0,14	3,52	0,10	0,90	787 k ₁		
34,5	47,0	12,5	0,16	5,61	0,32	1,85			
57,0	79,5	22,5	0,16	3,38	0,08	1,60	850	29	
8,5	21,5	13,0	0,44	20,14	1,92	6,55			
29,0	59,0	30,0	0,25	19,57	2,05	4,26			
63,0	71,0	8,0	0,19	9,36	0,62	5,05			
7,0	15,0	8,0	0,34	45,69	1,05	7,60	850 k ₁		
34,0	60,0	26,0	1,06	14,17	0,30	2,83			
8,0	79,0	71,0	0,86	32,08	4,12	14,83	850 k ₂		
0,0	2,0	2,0	0,04	4,46	130,1	827,1	851	29-1	
2,0	6,0	4,0	0,82	45,29	2,70	41,90			
24,0	52,0	28,0	0,22	16,67	0,62	7,73			
56,0	81,5	25,5	0,07	6,98	1,79	4,09			
0,0	2,5	2,5	0,16	5,14	2,76	9,90	851 k ₁		
2,5	8,0	5,5	0,67	18,79	1,41	9,14			
1,5	3,0	1,5	0,36	20,98	2,28	17,59	851 k ₂		
3,0	15,0	12,0	0,06	5,95	5,75	5,30			
23,0	27,0	4,0	0,26	9,36	0,63	3,70	852		
24,5	68,5	44,0	0,49	22,85	2,30	11,12			
0,0	3,0	3,0	0,05	1,87	2,84	11,9	852 k ₁		
3,0	21,5	18,5	0,83	16,51	7,48	11,67			
31,5	42,5	11,0	0,43	23,75	1,83	6,10			
17,0	34,5	17,5	0,175	7,02	1,55	8,90	853 k ₁		
24,5	74,6	40,1	0,49	31,75	2,86	13,86			

Istražnom bušotinom B-809 k₁ izdvojen je jedan rudni interval impregnaciono štokverknno bakarne mineralizacije.

Istražnom bušotinom B-809 k₂ izdvojen je jedan manji rudni interval siromašne impregnaciono štokverknno bakarne mineralizacije. Ova kosa bušotina je morala od pedesetog metra pa do kraja nabušiti bogatiju Cu-mineralizaciju, koja je nabušena bušotinom B-800 k₁, tim pre što se one u tom delu presecaju. Racionalnog objašnjenja za ovaj fenomen je teško naći. Mala je verovatnoća da je došlo do

velikih devijacija prilikom bušenja B-800 k₁ i B-809 k₂, jer se radi o relativno malim dubinama bušenja. Postojanje sterilnih džepova u rasednoj i argilitisanoj andezitskoj zoni nije nemoguće ali...

Bušotinom B-793 k₁ izdvojena su tri rudna intervala siromašne impregnaciono štokverkno bakarne mineralizacije. Pored niskih sadržaja bakra nabušena mineralizacija se karakteriše i niskim sadržajem zlata u masivnom piritu što do sada nije bila karakterisika masivnih pirita Dolova–2.

Bušotinom B-854 k₁ izdvojen je jedan rudni interval siromašne porfirske bakarne mineralizacije.

Bušotinom B-854 k₂, izdvojen je jedan rudni interval masivno-sulfidne bakarne mineralizacije. Pored visokih sadržaja bakra nabušena rudna mineralizacija se karakteriše i pojavom magnetita u intervalu od 74-76metra. Srednji sadržaj magnetita u ovom intervalu iznosi 39,03% Fe₃O₄.

Bušotinom B-798 k₁ izdvojena su dva rudna intervala masivno-sulfidne bakarne mineralizacije. Prvi se odlikuje visokim sadržajima Cu i Au i pripada pravoj masivno piritnoj rudi gde sadržaj sumpora dostiže vrednosti preko 45%, dok je drugi interval kombinacija gnezda masivnog pirita i žica. Sa dubinom sadržaj bakra, zlata i srebra opada tako da je bušotina završena u 0,13% Cu i 6,66% S (interval 75-79,5m.).

Bušotinom B-787 k₁ izdvojena su tri rudna intervala siromašne impregnaciono štokverkno bakarne mineralizacije.

Bušotina B-847 je u centralnom rudnom delu tela između B-803 i B-798. Njenim bušenjem je trebalo dobiti odgovor o kontinuitetu prostiranja rudne mineralizacije prema padu. Međutim bušotina je morala biti obustavljena zbog zaglave. Za njeno bušenje čekali su se povoljni meterološki uslovi . Kada su se vremenske prilike poboljšale eksploatacija je već toliko odmakla da su uništeni svi pristupni putevi. Izdvojen je jedan rudni interval bakarne mineralizacije sa pojavom svalerita od 18-22m.

U cilju provere prognoziranog pružanja rudnog tela prema severu izbušene su sledeće bušotine (sl. 3):

B-850 - izdvojena su tri rudna intervala masivno-sulfidne bakarne mineralizacije. Nabušena Cu mineralizacija karakteriše se izuzetno viskim vrednostima sadržaja Au. Uočava se pozitivna korelativna veza između sadržaja zlata i sumpora, odnosno između sadržaja zlata i bakra što nas navodi na zaključak da je veći deo zlata vezan za pirit.

B-850 k₁ - izdvojena su dva rudna intervala masivno-sulfidne bakarne mineralizacije. Interesantan je prvi interval zbog visokog sadržaja zlata, pojave cinka i njegovom plitkom zaleganju. Distribucija zlata je neravnomerna i interesantna zbog visokog sadržaja u limonitisanom zemljištu. Sadržaj zlata u intervalu od 0,00-7,00m iznosi 1,00gr/t.

B-850 k₂ - izdvojen je jedan rudni interval masivno-sulfidne bakarne mineralizacije. Nabušena mineralizacija karakteriše se pored visokog sadržaja bakra i sumpora i izuzetno visokim sadržajima zlata. U pojedinim kompozitnim probama sadržaj zlata prelazi 8 gr/t.



B-852 k₁ –nabušeni rudni interval masivno -sulfidne bakarne mineralizacije ima visok sadržaj zlata u oksidacionoj zoni (limonitisanom zemljištu) kao i u ostalom delu rudnog intervala.

B-853 k₁ -izdvajaju se dva rudna intervala. Nabušena mineralizacija se pojavljuje u kontinuitetu a podeljena je na dva intervala radi lakšeg uočavanja zakonomernosti u distribuciji zlata i bakra. Karakteriše se visokim vrednostima sadržaja zlata. Uočena je pozitivna korelativna veza između zlata i sumpora odnosno između bakra i zlata i bakra i sumpora. Rezultati se mogu tumačiti dvoznačno ali je sigurno da je deo zlata vezan za halkopirit a deo za pirit *pitanje je samo u kom odnosu ?*.

Merenje zapreminske težine vršeno je na 30 uzoraka iz 7 bušotina.

Odabir uzoraka je bio raznovrstan tako da rezultati pokazuju veliko rasipanje od 2,63 do 4,78 t/m³. Ovi podaci su skromno sistematski obrađeni i svstani u 4 grupe. (tabela br.2).

Tabela 2. Zapreminska težina uzetih uzoraka sa lokalnosti Dolovi-2

klasa (t/m ³)	broj uzoraka	srednja vrednost (t/m ³)	sadržaj sumpora (%)	srednji sadržaj sumpora (%)
2,63-3,00	16	2,85	1,92-15,44	7,54
3,00-3,50	2	3,20	17,97-21,07	19,52
3,50-4,00	5	3,77	16,38-42-83	24,54
više od 4,00	5	4,58	23,99-50,95	43,05

Na osnovu prikazanih rezultata zapreminske težine i sadržaja sumpora u rudnom telu (17,05% S) usvojena je vrednost zapreminske težine od 3,2 t/m³ za rudno telo Dolovi–2.

Izvršen je preliminarini proračun eksploatacionih rezervi u graničnom sadržaju 0,1%, ručno-metodom horizontalnih paralelnih profila-etaža.

Prema usvojenoj varijanti (projektovani zahvat kopa je od E+515 do E+455) od profila 26 do profila 29-1, proračunate rudne rezerve u graničnom sadržaju iznose(tabela 3):

Tabela 3.Preliminarni proračun eksploatacionih rezervi Dolovi-2 u graničnom sadržaju Cu 0,1%.

Q vlažne rude (t)	Cu (%)	Cu (t)	Au (gr/t)	Au (kg)	Ag (gr/t)	Au (gr/t)
1 194 270	0,42	5 067,7	1,45	1 721,1	6,91	8 253,3

4. ZAKLUČNA RAZMATRANJA

Lokalnost Dolova–2 se nalazi oko 0,5 km od grada Majdanpeka odnosno zapadno od površinskog kopa Severni revir i jugoistočno od porfirskog rudnog tela Dolovi–1.

Geološka istraživanja su imala za cilj proveru prognoziranog pružanja rudnog tela dalje prema severu i doistraživanje u cilju potpunijeg determinisanja ranije okonturenog rudnog tela.

Istražno bušenje je izvođeno sa površine terena bušenjem 14 kosih i 5 vertikalnih bušotina. Ukupno je izbušeno 19 bušotina u obimu od 1 374,5 metara.

Rudna mineralizacija Dolova–2 odlikuje se visokim vrednostima sadržaja sumpora (i više od 50% u pojedinim probama) što je svrstava u masivno sulfidnu rudu bakra.

Visokim sadržajem zlata i njegovom neravnomernom distribucijom. Njegova česta pozitivna korelativna veza sa sumporom govori o njegovom znatnom prisustvu u piritu. To potvrđuje i njegovo prisustvo u delovima rudnog tela gde je sadržaj bakra ispod 0,1%. Koliki je procenat zlata vezan za bakar

a koliki za pirit ostaje u sferi nagađanja bez dodatnih ispijivanja. Sem u sulfidnoj rudi, enormno visoki sadržaji zlata konstatovani su i u limonitisanom zemljištu iznad masivnih pirita.

Prisustvo sfalerita i magnetita u ovoj rudi nije neočekivano jer u skarniziranim krečnjacima je njihovo pojavljivanje od ranije poznato. Zbog male moćnosti skarnizirane zone nije moguće posebno okonturivanje takve mineralizacije.

Izraženom lateralnom zonalnošću prateći pojavljivanje karakterističnih mineralnih parageneza možemo izdvojiti:

1. Zonu sa pojavljivanjem skarnovskih minerala (magnetit, sfalerit, hematit, i dr.)
2. Zonu sa masivnim piritским telima sa dominantnim piritom, halkopiritom i zlatom. Ovo je najdominantniji deo rudnog tela, kako po volumenu tako i po sadržaju korisnih elemenata.
3. Zonu žično-impregnacione mineralizacije koja predstavlja prelaznu zonu prema porfirskoj mineralizaciji na krajnjem zapadu rudnog tela.
4. Zonu siromašne porfirske mineralizacije na krajnjem zapadu rudnog tela, mada je prava porfirska mineralizacija još zapadnije u rudnom telu Dolovi 1.

Rudno telo Dolovi-2 se odlikuje raznovrsnom mineralnom građom: pirit, halkopirit, sfalerit, Ti-Fe oksidi (hematit, magnetit, rutil, limonit, ilmenit), pirotin, halkozin, bornit, galenit, kovelin, molibdenit, markasit i zlato.

Geološkim istraživanjem dokazano je da se rudnotelo Dolovi-2 pruža dalje na severu i da njegova kontura ostaje i dalje otvorena. Dokle se budu javljali krečnjaci u čijem je domenu odložena do sada pronađena bakar-piritska mineralizacija, postoji velika mogućnost pronalaska slične dalje na severu.

Literatura

1. Krstić S., "Izveštaj o izvršenom petrografskom ispitivanju preparata iz lokalnosti Dolovi-2": Fond stručne dokumentacije Zavoda za geologiju Instituta za bakar Bor, Bor, mart 2000.g.
2. Ljubojev V., Pačkovski G., "Izveštaj o mikroskopskom ispitivanju rudnih preparata sa lokaliteta Dolovi-2 (Severni revir-Majdanpek)": Fond stručne dokumentacije Zavoda za geologiju Instituta za bakar Bor, Bor, mart 2000.g.
3. Momčilović S., "Izveštaj o geološkim istraživanjima bakrove mineralizacije na prostoru Majdanpeka Dolovi 2": Fond stručne dokumentacije Zavoda za geologiju Instituta za bakar Bor, Majdanpek, april 2000.g.
4. Živković P., »Sadržaji zlata i srebra u oksidacionoj zoni rudnog tela Dolovi-2 (Severni revir-Majdanpek)«. XXXIII oktobarsko savetovanje, Zbornik radova, str.59-62, Bor, oktobar 2001.g.

dr. sc. Enio Jungwirth – MORH-IROS

OPERACIJA "OVERLORD"

uloga geologije u ratu

Da je geologija vrlo važna znanost pokazuje sama činjenica da je tijekom I. svjetskog rata ona stupila u red vojnih znanosti (prvenstveno zahvaljujući rovovskom načinu ratovanja i nužnosti ukopavanja). Kako nije na odmet štociima vojne literature (na žalost uvijek oskudne) tu tvrdnju i opravdati, kao pouzdani branitelj poslužiti će primjer iz II. svjetskog rata. Na zapadnoeuropskoj bojišnici (poznatijoj kao "Zapadni front"), a posebice prilikom iskrcavanja savezničkih snaga i prijelazu rijeke Rajne, pri izradi planova operacija ključnu ulogu imala je geologija terena. Jedan od najboljih primjera uloge geologije u ratu i odlučujućim bitkama jesu pripreme za operaciju "Overlord".

Tijekom 1942. i 1943. godine saveznički su zrakoplovi sa visina između belgijske granice i Bresta snimali francusku obalu. S obzirom da su snimci njihovim povećanjem bili vrlo čitljivi, mogli su se zapaziti neočekivani detalji poput stijenja u plićacima, morske struje i razarajuće djelovanje plime i oseke. S druge strane avioni u niskom letu snimali su priobalno područje, te su na taj način nastali uporabljivi panoramski snimci. No, to nije bilo sve. Pristizali su podaci iz mini-podmornica, brzih čamaca, i od ljudi-žaba. Svi sudionici jednako su pažljivo i savjesno sakupljali podatke, premda nitko nije znao njihov pravi značaj, a još manje kada će invazija započeti. Osim morfologije terena koji im je bio zanimljiv, saveznici su prikupljali i podatke o vrsti i snazi obrane. Unatoč tome da su Nijemci obalu gotovo hermetički zatvorili, mnogobrojne oči neprekidno su promatrale detalje, a rijeka podataka slivala se u London.

Brojni izvori podataka bili su posebice istaknuti za područja Caena i Cherbourga. Slikari su crtali detalje jednako marljivo kao što su fotografi jednostavnim aparatima snimali utvrde. Impresivan broj podataka o brojnosti ljudstva pristizao je iz kavanica i restorana.

Svi podaci poput bujica ulijevali su se u rijeku podataka koja je tekla u jednu od neuglednih zgrada oxfordskog sveučilišta, te k tome još u ruke miroljubivog dekana Fredericka Dona. Do ove neobične suradnje došlo je već tijekom 1940. godine. Zapravo, sve je počelo ljutnom sir Winstona Churchilla kada se suočio s nevjerojatnim neznanjem svojih časnika. Poradi toga je i nastala čvrsta veza između vojske i sveučilišta Oxford. Do 1944. F. Don okupio je mnoštvo stručnjaka za geologiju, kartografiju, geografiju, gospodarstvo i onih znanosti, koje bi mogle biti zanimljive za savezničku operaciju u Francuskoj. Istovremeno je u knjižnici tamošnjeg muzeja Ashmolean vojska crtača i fotografa pripremala detaljan snimak francuskog obalnog područja. Kako podataka nikada nije bilo dosta, BBC je odaslao poruku pučanstvu Velike Britanije o ustupanju što više razglednica i snimaka sa putovanja iz toga dijela Francuske. Za vrlo kratko vrijeme pristiglo je više od 10 milijuna komada zanimljivog materijala. Potom

su se u Oxfordu usredotočili na izradu modela obalnog područja sa svim njemačkim utvrdama. Već u proljeće 1944. godine dobiveni su vrlo detaljni zemljovid i fotografije obale, tako da je bilo moguće dati upute i odrediti ciljeve za brodsko topništvo.

Posebice je nad panoramskim snimcima bio ushićen Dwight D. Eisenhower, koji je potom naručio 40.000 panoramskih snimaka. Nastao je tehnički problem. Britanci nisu imali toliko fotografskog papira, tako da su zrakoplovi iz SAD dovezli 1.200 kg papira, a svaki drugi dan po 10 tona kemikalija. Kada je već gotovo sve bilo učinjeno nastao je vrlo važan problem, a trebali su ga riješiti u vrlo kratkom roku geolozi. Valjalo je odgovoriti na pitanja geološkog sastava obalnog područja i po kakvoj će se podlozi kretati teška oklopna vozila. Nije preostalo ništa drugo nego da se pošalju nove skupine ljudi koje su uzimale uzorke. Tijekom 1943. godine veliki je broj takvih skupina istraživao francusku obalu i pribavljao potrebiti materijal. Kako je svaka akcija morala biti munjevita, to su brzim čamcima i plivanjem uzimani uzorci pijesaka i stijena sa što većeg broja točaka. Srećom, pokazalo se da je pješčani sloj relativno tanak i da je ispod njega čvrsta stijena. Mekih uložaka bio je tek neznatan broj, ali su i oni pažljivo unešeni na kartu kao "opasnije zone". Nije bilo sve jedno po kakvoj će se podlozi kretati teška oklopna vozila.

Za tu je operaciju Ministarstvo rata tiskalo je i 170 milijuna različitih zemljovida. Britanski agenti (samo u Cherbourgu je bilo aktivno 120 savezničkih agenata) su u prvim mjesecima (1944.) tajne akcije u neutralnim zemljama pokupovali velike zalike Michelinovih zemljovida područja Pas de Calais.

Unatoč brojnim provjerama prikupljenih podataka 20. siječnja 1944. u stožeru 21. armadne skupine došlo je do panike. Uzrok tome bili su navodno nepouzdana zemljovidi s geološkim podacima, da uz obalu postoji veliki broj područja s ilovačom i ostacima tresetišta (mekani teren), što je pak značilo da teren u određenim pravcima nije bio stabilan. Što više, veliki dio terena između Asnella i La Riviere čak i za najlakše opremljeno pješništvo. Uključili su se i francuski geolozi prokrijumčareći četiri zbirke geoloških karata. Pomnim proučavanjem u Oxfordu zaključeno je da je panika suvišna! Ali, sumnja je ostala. Brigadir Basset iz 21. armadne skupine sam je odlučio provjeriti podatke. Kriomice je na dijelu francuske obale predviđenom za iskrcavanje uzorkovao stijene potrebite za analizu. U Engleskoj su geolozi sa sigurnošću utvrdili da se radi o dovoljno tvrdoj podlozi. Premda su zaduženi za pripreme odahnuli, zapovjednici jedinica, koje su trebale izvršiti desant, još uvijek su bili sumnjičavi. Poradi toga u 79. oklopnoj diviziji pripremiti su poseban tenk, koji bi po pijesku polagao čelične mreže da koje vozilo slučajno bi potonulo u pijesak.

Na kraju možemo ukratko sumirati da su se prema različitim podacima aktivnosti prije invazije odnosile na:

- ▶ predinvazijsko planiranje
- ▶ razmatranje sletno-poletnih staza (21 staza u dužinama 500-1.600 m)
- ▶ kamenolome (razmještaj i njihova povezanost)
- ▶ opskrbu vodom (lociranje bušotina, rijeke, kanali)
- ▶ problematična pitanja
- ▶ definitivni zaključci

Temeljna pitanja bila su u svezi poznavanja:

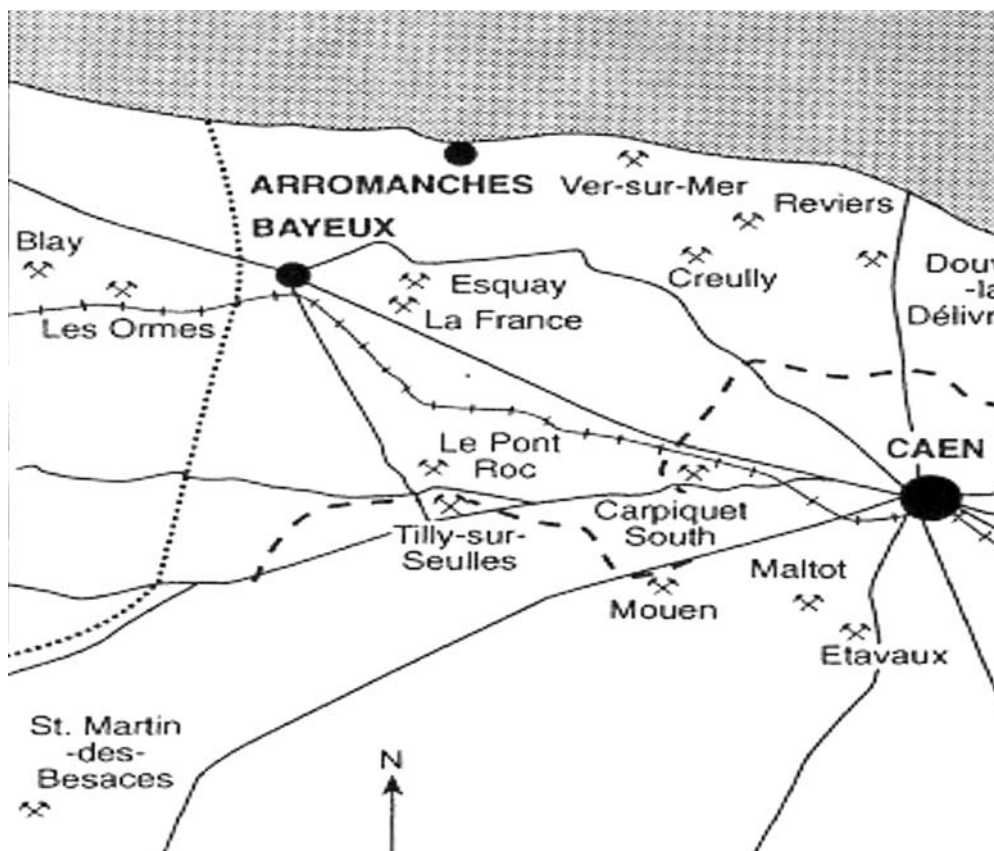
• geologije:

- ▶ pregledne karte Francuske (mjerilo 1:80.000)
- ▶ valovita površina (različitost erozije)
- ▶ površine s lesom (2-5 m debele)

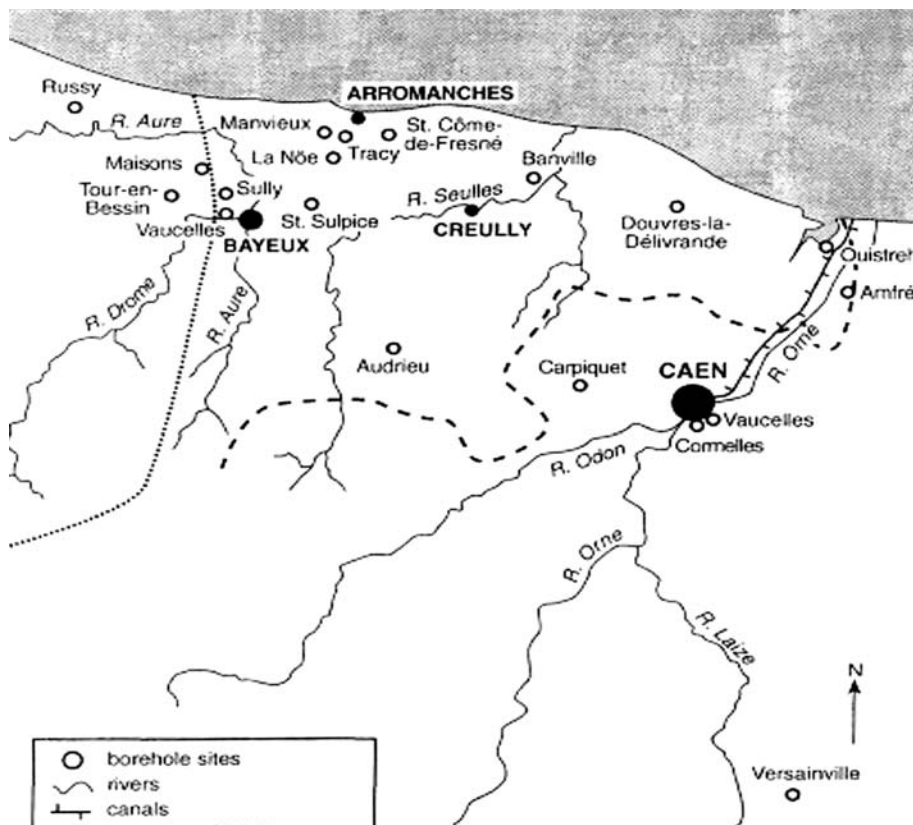
• obale:

- ▶ kartiranje obale (mjerilo 1:5.000)
- ▶ kritičko promatranje izvješća o mogućnosti prometovanja

Konačno, opći je zaključak pri operaciji "Overlord", odnosno invaziji na Normandiju (Francuska): da su geolozi pokazali vrijedno stručno znanje i u planiranju i u opetivnom dijelu.



Sl. 1. Zemljovid razmještaja kamenoloma i prometnica za potrebe saveznika u operaciji "Overlord" (Normandija 1944.)



Sl. 2. Zemljovid razmještaja bušotina, rijeka i kanala za opskrbu saveznika u operaciji "Ovelord" (Normandija, 1944.)



Sl. 3. Kraljevska inženjerija pomaže u opskrbi vodom na crpnoj točki uz rijeku Seullles u Creullyu (Normandija, 1944.)

Vesna LJUBOJEV; Institut za bakar Bor, Srbija i Crna Gora, Milenko LUBOJEV, Institut za bakar Bor, Srbija i Crna Gora, Sladjana KRSTIĆ; Institut za bakar Bor, Srbija i Crna Gora

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I MEĐUSOBNI ODNOSI ASOCIJACIJE ELEMENATA U RUDNOM TELU ČOKA MARIN I

1. UVOD

Geološka istraživanja na području Čoka Marina izvode se od 1974.godine, kada je započeto rekognosciranje terena. Geohemijska prospekcija sekundarnih oreola rasejavanja i geofizička ispitivanja koja su nastavljena 1976.godine, nisu ukazivala na prisustvo sulfidne mineralizacije većeg inteziteta. 1980.godine, ponovo se izvode geofizička i detaljna gravimetrijsko-geomagnetna ispitivanja, kao i studijska ispitivanja zonalnosti okolorudnih izmena. Rezultati ovako kompleksnog pristupa i primenjene metodologije istraživanja bili su pozitivni, pa je na osnovu toga i započeto istraživanje istražnim bušenjem.

Rezultat svega je pronalazak polimetaličnog ležišta Čoka Marin, u okviru koga imamo tri rudna tela: Čoka Marin-1, Čoka Marin-2, Čoka Marin-3, različitog morfogogenetskog tipa, koji se odlikuje visokom koncentracijom metala Cu, Au, Ag, Pb, Zn, kao i visokom koncentracijom barita u polimetaličnom tipu rude, a u sekundarnim kvarcitima iznad rudnog tela Čoka Marin -1 konstatovani su povišeni sadržaji zlata.

U ovom radu biće prikazani metodi geoloških istraživanja i međusobni odnosi elemenata u rudnom telu Čoka Marin-1 polimetaličnog ležišta Čoka Marin.

2. PRIMENJENA METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA RUDNOG TELA "1" POLIMETALIČNOG LEŽIŠTA ČOKA MARIN

2.1. METODE ISTRAŽIVANJA

Geološka prospekcija

Ovo je osnovni vid pronalaženja ležišta, ali obzirom da je vezana samo za one delove zemljine kore koji su dostupni promatranju, ima nedostatak da često ne može da indicira tzv."slepa" ležišta, kao što je to slučaj sa ovim ležištem. Međutim, geološka prospekcija se temelji na nizu proučavanja koja daju elemente za indiciranje postojanja rudnih pojava.

Tako je u okviru sistematskog geološkog kartiranja Timočkog magmatskog kompleksa, područje Vlaole-Jasikovo prvi put kartirano 1956. godine, a dobijeni podaci interpretirani na listovima 1: 25000 u okviru Osnovne geološke karte 1:100000, a 1963.-1970. godine je od strane Geozavoda izvršena reambulacija terena. Na osnovu podataka, detaljnog geološkog kartiranja okonturene su zone hidrotermalno promenjenih stena (silifikovanih, karbonatisanih, hloritisanih) sa pojavama bakrove

mineralizacije. Detaljna geološka karta izrađena je u razmeri 1:5000, 1975./76. godine od strane Geozavoda Beograd.

Geohemijska prospekcija

Napred je napomenuto da je u današnjim uslovima istraživanja na površini vidljiv mali broj indicija o rudnim ležištima. Shodno tome, koriste se moderne metode koje mogu da otkriju "slepa" rudna tela, kao što je geohemijska prospekcija.

Na izdvojenim zonama hidrotermalno promenjenih stena područja Vlaole-Jasikovo, izvedena je geohemijska prospekcija sekundarnih oreola rasejavanja. Dobijeni rezultati su pokazali anomalije bakra, srebra, cinka, olova i barijuma što je ukazivalo na postojanje ležišta.

U toku izvođenja geohemijske prospekcije izvršeno je rekognosciranje šireg područja zona promenjenih stena i izvršena su mikroskopska, hemijska (Cu,S), spektrohemijska i rendgenska ispitivanja. Rezultati ispitivanja, visoki sadržaji Cu, As, Zn, Pb, Ag i konstatovana asocijacija kvarc, alunit, pirit, anhidrit, gips ukazivali su na mogućnost postojanja skrivene Cu-mineralizacije masivno-sulfidnog tipa.

Kod prospekcije ovog ležišta, pokazalo se da kao indikator može da posluži i živa. Naime, sadržaj Hg u zemljištu se kreće od 50 ppb do 1 ppm, a u rudama do 7 ppm.

Geofizička prospekcija

Geofizička prospekcija predstavlja mogućnost korišćenja različitih fizičkih i hemijskih osobina minerala i stena u zemljinoj kori, kao indikatora za rešavanje geoloških i ležišnih problema.

Prva geofizička istraživanja na području Vlaole-Jasikovo izvedena su 1975./76.godine, kada su korišćene sledeće metode istraživanja:

- Gravimetrijska metoda
- Geomagnetna metoda
- Geoelektrična metoda

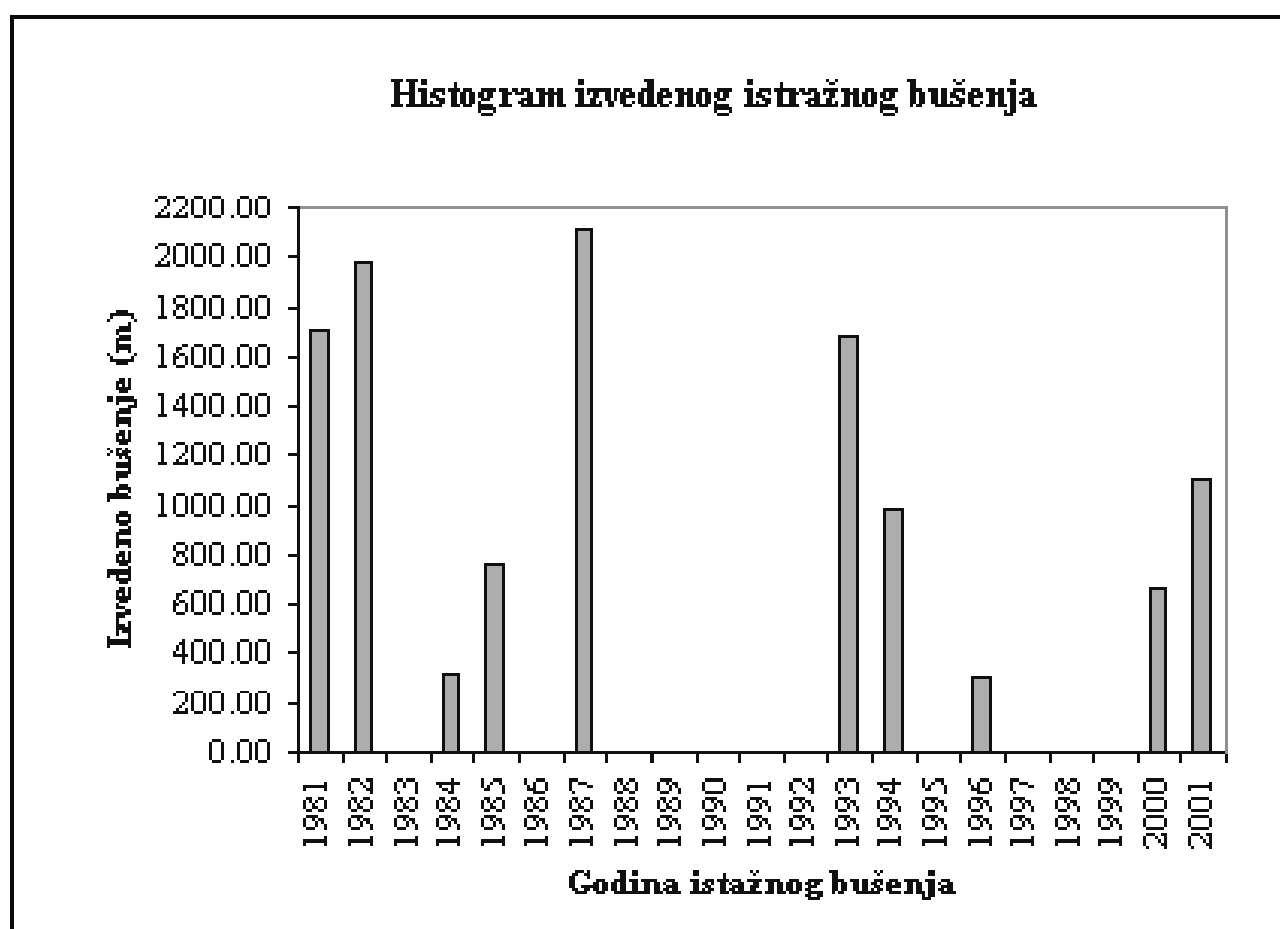
Gravimetrijska metoda zasniva se na činjenici da lokalno u zemljinoj kori postoje geološke formacije s različitom gustinom i različitim geometrijskim oblikom, usled čega na površini nastaju anomalije normalnog gravitacionog polja, dok se geomagnetne metode zasnivaju na činjenici da postojanje magnetičnih geoloških tela, ispod zemljine površine izaziva promene zemljinog magnetnog polja. Na osnovu rezultata dobijenih ovim metodama na području Vlaole-Jasikovo izdvojeno je više lokalnih pozitivnih gravimetrijskih anomalija na području svih zona promenjenih stena.

Detaljnim geoelektričnim ispitivanjem metodom specifičnog električnog otpora, kod koje se mere razlike potencijala između dve elektrode i jačina struje u predajnom kolu, dobijeni su podaci sa povišenim vrednostima parametara izazvane polarizacije u intervalu od 10-100 msec. Dipolnim sondiranjem-kartiranjem ispitivan je položaj sulfidne mineralizacije u prostoru. Rezultati ispitivanja ukazali su na postojanje sulfidne mineralizacije u plićim (do 300m) i dubljim delovima terena (300-800m). Od 1981. godine pa do danas, geoelektrična ispitivanja prostora oko bušotina sa strujnom elektrodom u bušotini i vektorskim ispitivanjem po mreži 50 x 25 su izvedena na više bušotina pri čemu su rezultati korišćeni za usmeravanje daljih radova.

2.2. OPIS ISTRAŽNIH RADOVA

Istražni radovi zauzimaju značajno mesto pri istraživanju ležišta mineralnih sirovina. Kod istraživanja rudnog tela "1" polimetaličnog ležišta Čoka Marin koristio se kombinovan način istraživanja i to: dubinsko istražno bušenje sa površine terena, a zatim jamski rudarski istražni radovi (potkop i poprečni hodnici).

Površinsko dubinsko bušenje - Istražno bušenje se koristi kako u fazi pronalaženja ležišta, tako i u fazi istraživanja. U prvoj fazi, istražne bušotine su locirane da potvrde indikacije o postojanju ležišta, nakon čega su locirane istražne bušotine po mreži 50x50 i 50x25 metara. Doistraživanja plićih delova rudnog tela vršena su istražnim bušenjem po mreži 12,5x12,5 metara. Ležište je sa površine istraženo vertikalnim i kosim istražnim bušotinama, rotacionim bušenjem sa jezgrovanjem (Slika 1. i tabela 1.). Na osnovu geološkog kartiranja bušotina izrađeni su poprečni geološki profili rudnog tela "1" ležišta Čoka Marin, koja su dala dragocene podatke o morfologiji rudnog tela.



Slika 1. Histogram istražnog bušenja po godinama istraživanja P.Živković)

Jamski rudarski istražni radovi- Bez obzira na navedene povoljne karakteristike prethodnog načina istraživanja, moralo se pristupiti 2003.godine izradi podzemnog istražnog rada, čime se povećao stepen istraženosti rudnog tela.

Urađen je potkop sa kote K+553 metara po pružanju rudnog tela i 6 hodnika ukupne dužine od 305,40 metara. Dobijeni dragoceni podaci potvrdile su opravdanost ovakvog načina istraživanja (Slika 2 i Slika 3).

Godina bušenja	Izbušeno (m)	Broj istražnih bušotina
1981	1703.40	5
1982	1973.90	7
1984	316.60	1
1985	758.00	3
1987	2092.50	11
1993	1678.70	21
1994	979.50	8
1996	307.00	2
2000	658.20	10
2001	1101.20	13
Ukupno	11569.00	81

Tabela 1. : Struktura istražnog bušenja prema godini kada je istražno bušenje izvedeno



Slika 2. Ulaz u potkop K +553 m rudnog tela "1" ležišta Čoka Marin



Slika 3. Izgled boka potkopa K+553 m rudnog tela "1" ležišta Čoka Marin

3. STRUKTURNO-GEOLOŠKA GRAĐA LEŽIŠTA ČOKA MARIN

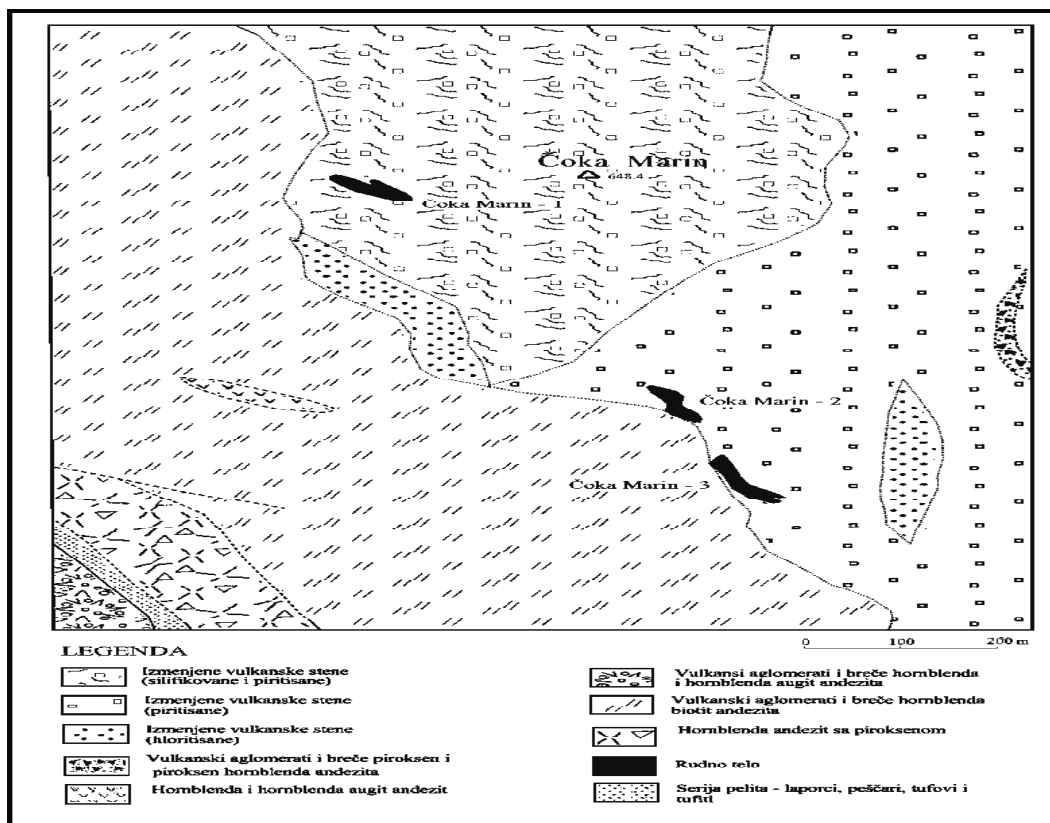
Rudno ležište Čoka Marin se nalazi u istočnom delu Timočkog magmatskog kompleksa (TMK). Do sada su u rudonosnoj strukturi otkrivena tri rudna tela: Čoka Marin-1, Čoka Marin-2 i Čoka Marin-3 (P. Živković 1987.g.). Sva rudna tela se nalaze na kontaktu hidrotermalno izmenjenih vulkanskih breča amfibol-biotit andezita i hidrotermalno promenjenih amfibol i amfibol-biotit andezita.

Uže područje sistema rudnih tela Čoka Marin izgrađeno je pretežno od stena prve petrohemijske vulkanske faze (vulkanske breče amfibol andezita, amfibol i amfibol-biotit andezita i lavobreča); druge petrohemijske vulkanske faze (amfibol-piroksan andezita i lavobreča, amfibolski dacito- andeziti i lavobreče); serije pelita (laporci, tufovi i tufiti), vulkanskih breča, kvarcdiorit porfirita, sekundarnih kvarcita i kvartarnih tvorevina.

Okolne stene rudnih tela su hidrotermalno izmenjeni silifikovani, kaolinisani i alunitisani dacito-andeziti, lavobreče, eruptivne breče i tufovi. Povlatu rudonosne strukture čini sedimentna serija, predstavljena pelitskim stenama (u kojima se često javljaju nagomilanja i uprskanja hematita) kroz koje su često interstratifikovani tufovi i vulkanske breče. Podinu čine hidrotermalno izmenjeni andeziti i andezitske breče. Neposredno iznad rudnih tela uočeno je široko rasprostranjenje hidrokvarcita (sa povišenim koncentracijama zlata u sebi), što ukazuje da su stvarani u jako kiselim uslovima (sredinama), odnosno da su nastali izluživanjem iz kiselo-sulfatnih rastvora. Ovi hidrokvarciti su kasnije zahvaćeni oksidacionim procesima, te se često u njima javljaju prevlake i nagomilanja oksida gvožđa, ređe bakra (limonit, kuprit...).

Kontaktna zona u kojoj se nalazi rudno telo Čoka Marin 1 je u tesnoj vezi sa strukturama vulkanskih aparata (Janković, 1990.). Zona predstavlja "vrh" dubokog razloma, koji verovatno dopire do dubokih delova Borske rov-sinklinale. Kod rudnog tela Čoka Marin "1" podinu dubokog razloma čine breče verovatno nastale freatomagmatskim eksplozijama. Kao jako permeabilna sredina, duboki razlomi su predstavljale pogodnu sredinu za prodor mineralizovanih rastvora. Matriks breča predstavljen je masivno sulfidnom mineralizacijom, a intezitet mineralizacije srazmeran je matriksu breča.

Ležište Čoka Marin-1 pripada polimetaličnom orudnjenju, oblika jako izduženog sočiva, koje je ujedno i nosilac epitermalne mineralizacije zlata visoke sulfidacije. Rude su brečaste, trakaste, retko masivne teksture i kolomorfne do zrnastih struktura sa veoma fino izraženim prorastanjima i srastanjima svih minerala. Gornji deo sočiva je izgrađen od masivno-sulfidne polimetalične mineralizacije, a u dubljim delovima zastupljene su masivno sulfidno-bakarni strukturno-teksturni varijetet sa neznatnim udelom štokverkno-impregnacionog (Slika 4.).



Slika 4. Geološka karta šire okoline ležišta Čoka Marin-šematizovano (P.Živković 1994.god.)

Najviši delovi rudnog tela nalaze se na koti 580 metara, odnosno na 17 metara od površine terena, a najniži na koti 330 metara. Vertikalni interval mineralizacije iznosi oko 250 metara. Pravac pružanja rudnog tela je SSZ-JJI sa padom od 50-75° prema ZJZ.

Svi rudni minerali su naloženi na piritisane stene, koje su nastale u procesu vulkanske aktivnosti u prvim fazama hidrotermalne alteracije okolnih stena. Od minerala koji su deponovani kasnije, i koji obrazuju rudna tela dominiraju sulfidi.

Veliki deo orudnjenja potiče iz gelskih rastvora. Glavni rudni minerali su pirit, gel-pirit, markasit, gel-markasit koji imaju najšire rasprostranjenje u rudnim telima. U gornjim delovima sočiva su zastupljeni masivni sulfidi gde je $Zn > Pb + Cu$, a u donjim masivno sulfidni i štokverkni varijetet gde je $Cu > Pb + Zn$. (Koželj, 2002.)

Povećane koncentracije Cu, As, Au, Ag, Pb, Zn su utvrđene u gornjim delovima ležišta, tj. u prostoru polimetalične mineralizacije, a u nižim delovima, odnosno u prostoru Cu-Au-Ag masivno sulfidno-bakarne mineralizacije sadržaji istih su takođe visoki, dok opadaju prema korenim delovima ležišta (Koželj Krstić i dr.1998.)

4. SADRŽAJI I GEOHEMIJSKA ASOCIJACIJA ELEMENATA U POTKOPU RUDNOG TELA ČOKA MARIN 1

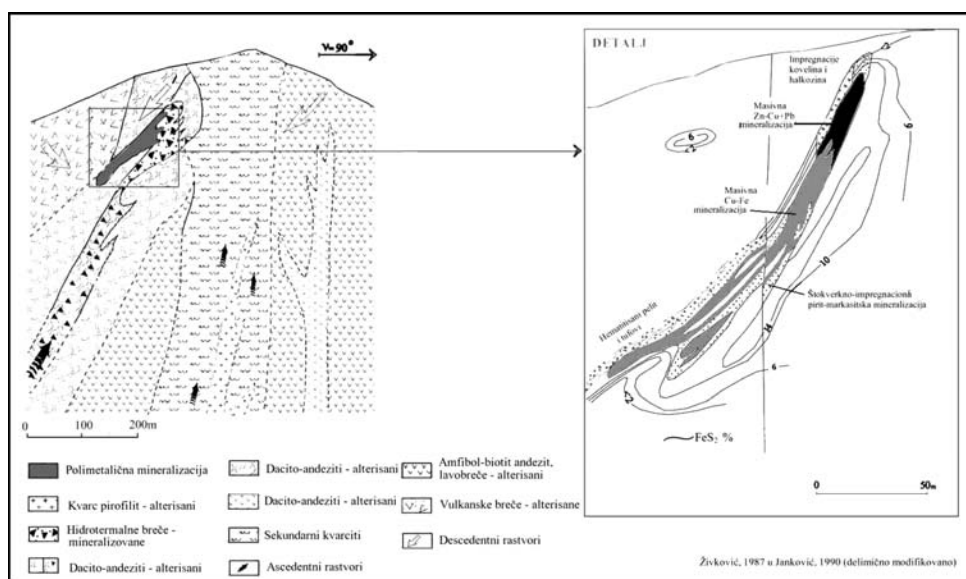
Među rudnim mineralima su najčešći pirit, sfalerit, galenit, halkopirit, bornit, tetraedrit, dok su barit i gips najznačajniji nerudni minerali. Olovo i cink su osnovne rudne komponente sa promenljivim pratećim koncentracijama bakra. Zlato se javlja kao samorodno u vidu individualnih zrna veličine do 5 nm vezano za minerale jalovine (kvarc, barit) kao dispergovana metalna faza u sulfidnim mineralima (Koželj, 2002.).

Rudno telo je istraženo površinskim i jamskim radovima, a oprobavanja u fazi istraživanja su imale za cilj da prikažu što realnije kvalitet mineralne sirovine.

Iz svega navedenog, može se izvesti zaključak:

1. Rudno telo se sastoji iz različitih strukturno-teksturnih varijeteta:
 - Masivno-sulfidno polimetalne
 - Masivno-sulfidno Cu-piritne
 - Štokverkno-impregnacione
2. Visok stepen koncentracije metala u gornjim delovima orudnjenja tj. u masivno-sulfidnom strukturno-teksturnom varijetetu.
3. Rudno telo pripada “ malim ležištima”, odnosno manja su od aktuelnih ležišta u eksploataciji.
4. U ekonomskom smislu veoma su značajna u pogledu dobijanja Cu, Au, Ag, Pb, Zn, kao i barita, ukoliko je moguće njihovo rentabilno izdvajanje.
5. U tumačenju geneze orudnjenja postoje različite hipoteze, ali nešto više o tome moći će da se kaže nakon daljih proučavanja uzoraka rude i okolnih stena iz podzemnih istražnih radova koji su u toku.

Orudnjeni prostor masivno-sulfidno polimetalne mineralizacije je žično sočivastog oblika. Malih je razmera i nalazi se u gornjem delu sočiva, bliže površini terena (na oko 17 metara od površine), sa vertikalnim intervalom mineralizacije od oko 45 metara pravca pružanja SSZ-JJI, sa padom od 50 do 70 ° ka ZJZ (Slika 5).



Slika 5. Poprečni geološki profil rudnog tela Čoka Marin-1 (Koželj i Krstić,1998.)

4.1. STEPEN KONCENTRACIJE METALA

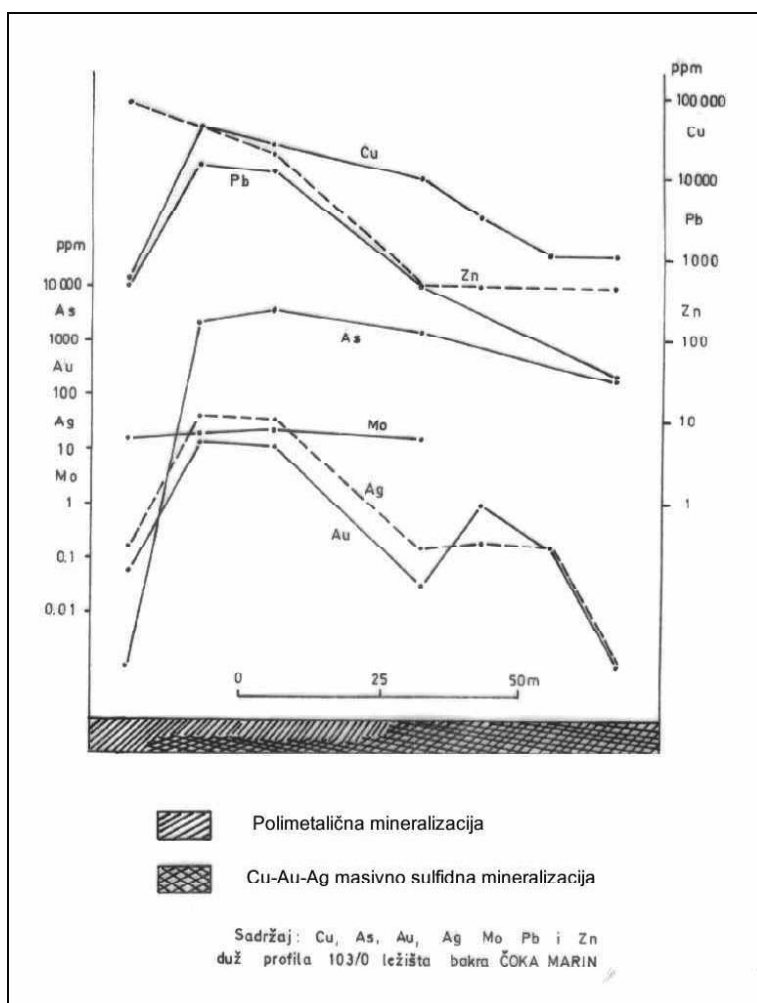
Sadržaj pojedinih metala u rudnom telu je veoma promenljiv. U ovom tipu orudnjenja su posebno visoki sadržaji Cu, Zn i Pb.

Srednje vrednosti koncentracije glavnih elemenata masivno - sulfidno polimetalne mineralizacije u proseku iznose: 6,44 % Zn; 2,59 % Pb; 3,585 % Cu; 21,59 % S; 149,158 g/t Ag; 14,665 g/t Au. Prosečni sadržaj pratećih komponenti iznosi: 10,96 % BaO; 0,508 % As; 19,55 % Fe; 12,78 % SiO₂; 10,20 % Al₂O₃; 0,35 % CaO.

Litogehemijskim ispitivanjem utvrđene su povećane koncentracije Cu, As, Au, Ag, Pb, Zn u gornjim delovima ležišta odnosno u prostoru polimetalne mineralizacije (Slika 6.). Rudna tela su izgrađena od kompaktne rude sa vrlo visokim sadržajem metala.

Utvrđene su povećane koncentracije Cu, As, Au, Ag, Pb i Zn u gornjim delovima ležišta, odnosno u prostoru polimetalne mineralizacije. U nižim delovima, odnosno u prostoru Cu-Au-Ag masivno sulfidno bakarne mineralizacije sadržaji navedenih elemenata su takođe visoki, a opadaju prema korenim delovima ležišta (Koželj, Krstić. 1998).

Takođe se pri istraživanju došlo do zaključka da su koncentracije većine pratećih komponenti više u gornjim delovima sočiva, odnosno u domenu masivno sulfidno polimetalne mineralizacije (tabela 2.).

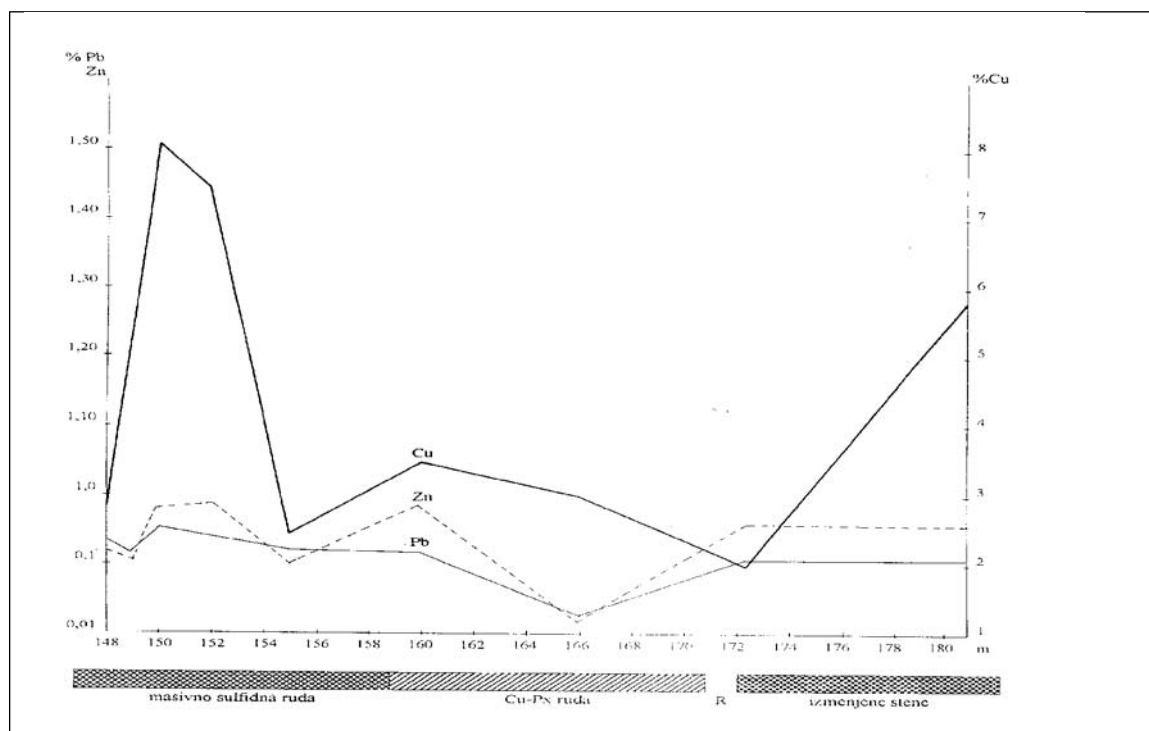


Slika 6. Dijagram distribucije elemenata duž vertikalnog profila rudnog tela "1" ležišta Čoka Marin (Koželj i. Krstić, 1998.)

Tabela 2:Sadržaji i međusobni odnosi elemenata vertikalno kroz r.t Čoka Marin 1.

	Čoka Marin	
	Gornji nivo	Donji nivo
Cu(%)	2,07	0,89
S(%)	27,81	17,91
Au g/t	15,29	2,80
Ag g/t	194,17	18,20

Doistraživanje rudnog tela Čoka Marin 1 je u 2003. godini vršeno podzemnim istražnim radovima (istražni potkop H-1 i prečni hodnik H-2 i H-3). Podaci dobijeni analiziranjem uzoraka iz podkopa ukazuju da je potkop u gornjem nivou sočiva (tabela 3.).



Slika 7:Dijagram distribucije elemenata duž potkopaa u r.t. "Čoka Marin-1" (Krstić i Ljubojev. 2003.)

Tabela 3:Sadržaji i međusobni odnosi elemenata u potkopu r.t Čoka Marin 1.

	Čoka Marin	
	u uzorku 1 iz H-2	u uzorku 2 iz H-2
Cu(%)	2.37	1.34
S(%)	40.74	39.55
Au g/t	6.70	11.00
Ag g/t	13.60	9.80

4.2. SADRŽAJI I MEĐUSOBNI ODNOSI ELEMENATA

Zlato i srebro poseduju relativno bliske geohemijske karakteristike zahvaljujući čemu se i koncentrišu u sličnim geološkim sredinama (geohemijskim uslovima). Njegova distribucija uglavnom prati epitermalnu mineralizaciju zlata i vrlo često dolazi do njihovog preklapanja.

U polimetaličnim rudnim telima (Čoka Marin) srebro je uglavnom vezano za galenit, pri čemu njegov sadržaj raste sa povećanjem temperature hidrotermalnih (rudonosnih) rastvora, a opada sa njenim sniženjem.

Koncentracije većine pratećih komponenti više su u gornjim delovima sočiva, odnosno u domenu masivno sulfidno polimetalične mineralizacije (tabela 4.).

Tabela 4: Sadržaji i međusobni odnosi elemenata kroz r.t Čoka Marin 1. i u potkopu

Elem-enti (%)	Prosečni sadržaji u r.t.Č. Marin u masivno sulfidno		Potkop-sadržaji	
	polimetalič mineraliz.	bakarnoj mineraliz.	u uzorku 1 iz H-2	u uzorku 2 iz H-2
As	0,51	0,10	0,33	0,19
Fe	19,55	13,78	33,29	31,61
SiO ₂	12,78	40,73	4,64 ?	8,06 ?

U okviru mineralnih asocijacija pirit-minerali bakra i pirit-sfalerit +/- galenit-halkopirit zapaža se zonalnost smenjivanja pirit-sko-bakronosnih sulfida sa sulfidima olova i cinka (Janković, 1992.).

U gornjem delu sočiva zastupljeni su masivni sulfidi gde je $Zn > Pb + Cu$. Iz tabele sadržaja i međusobnog odnosa elemenata po strukturno-teksturnim varijetetima Čoka Marin može se uočiti povećanje sadržaja Au u gornjem delu, odnosno u masivno-sulfidnom polimetaličnom tipu, kao i visoke koncentracije Cu i S (Tabela 5.). Koncentracije većine pratećih komponenti su takođe više u gornjim delovima sočiva, odnosno u domenu masivno-sulfidno polimetalične mineralizacije.

U donjem delu sočiva zastupljena je masivno sulfidna bakarna mineralizacija sa neznatnim udelom štokverkno impregnacione gde je $Cu > Pb + Zn$ (Koželj, 2002.god.). Iz tabele sadržaja i međusobnog odnosa elemenata po strukturno-teksturnim varijetetima Čoka Marin može se uočiti smanjenje sadržaja Au u masivno sulfidnoj bakarnoj mineralizaciji, kao i niske koncentracije Cu i S. Koncentracije većine pratećih komponenti su niže u ovom tehnološkom tipu orudnjenja .

Tabela 5. Sadržaji i međusobni odnosi elemenata po strukturno-teksturnim varijetetima ležišta Čoka Marin

Struk-tekst.varijetet	Cu	S	Ag	Au	Cu/AuX10 ⁻⁴	S/AuX10 ⁻⁴	Ag/Au
rudno telo "1" ležišta Čoka Marin							
Mas.sulf.polimet.	3.585	21.59	149.158	14.665	0.24	1.47	10.17
Mas.sulf.bakarna	0.737	13.47	11.360	1.481	0.50	9.10	7.67

ZAKLJUČAK

Hidrotermalno-vulkanogena ležišta polimetala, katkad praćena i značajnim koncentracijama barita imaju u svetu ne samo široko rasprostranjenje, već su i ekonomski veoma značajna u pogledu bakra, olova i cinka. Zbog visoke koncentracije sulfida, ova ležišta su pretežno poznata kao "ležišta masivnih sulfida", mada taj termin nije genetski, već samo ukazuje na te visoke koncentracije (Janković, 1994.).

Na području Timočkog magmatskog kompleksa lokalno se javljaju ležišta polimetala (Čoka Marin, Tenka), koji su ujedno nosioci epitermalne mineralizacije zlata visoke sulfidacije.

Rudno ležište Čoka Marin prostorno se nalazi u Istočnom delu Timočkog magmatskog kompleksa, u okviru koga su do sada otkrivena tri rudna tela. Sva rudna tela se nalaze na kontaktu hidrotermalno izmenjenih vulkanskih breča amfibol-biotit andezita i hidrotermalno promenjenih amfibol i amfibol-biotit andezita (Koželj, 2002.).

Rudno telo "1" polimetaličnog ležišta Čoka Marin u svojim gornjim delovima ima zastupljenu masivno-sulfidno polimetaličnu, a u hipsometrijski nižim delovima masivno-sulfidno bakarni strukturno-teksturni varijetet sa neznatnim udelom štokverkno-impregnacionog. Najviši delovi rudnog tela se nalaze na oko 15 metara od površine terena, sa vertikalnim intervalom mineralizacije od oko 250 metara (Živković, 1987a). U rudnom telu se zapaža prisustvo singenetskog obrazovanja rudnih tela, ali i epigenetskog orudnjenja. Stratiformna kompaktna rudna tela sa dubinom prelaze u štokverkno-impregnacioni tip orudnjenja, nastao cirkulacijom hidrotermalnih rastvora i ispunjavanjem prslina duž dovodnih kanala, delom i metasomatozom. Rudno telo je stratiformno, oblika jako izduženog sočiva, pravca pružanja SSZ-JJI, sa padom u pravcu JZ pod uglom od 50 do 75°. Stene krovine kod sva tri rudna tela ležišta Čoka Marin su vulkanske breče i izlivi amfibol-biotit andezita i peliti, nemineralizovane ili slabo mineralizovane piritom. Stene pelitske serije gde su nešto više razvijene u krovini rudnog tela Čoka Marin-1 (520 – 580) su kao radna sredina nestabilne jer su tektonski jako poremećene. Podina rudnih tela je izgrađena od hidrotermalno promenjenih, piritisanih i delom tektonski poremećenih dacitoandezita, lavobreča andezita i mestimično eruptivnih breča.

LITERATURA

1. Lubojev V.; Elaborat o izvršenim mineraloškim ispitivanjima rudnog tela Čoka Marin 1. Bor, 2003.
2. Lubojev M.; Elaborat o fizičko mehaničkim, mineraloškim, hemijskim i radiološkim ispitivanjima rude i pratećih stena iz istražnog potkopa Čoka Marin 1; Institut za bakar Bor, 2003.
3. Koželj I.; Epitermalna mineralizacija zlata borske metalogenetske zone. Bor, 2002.
4. Krstić S., Lubojev V., Momčilović S.; Analiza rezultata dosadašnjih petrološko-vulkanoloških istraživanja rudnog tela Čoka Marin; časopis Rudarski radovi 1-2/2003., Institut za bakar Bor, Zavod za informatiku, 2003. g. str. 1-5.

Josip Marinčić, dipl.ing.geol., Marin Sivrić, dipl.ing.polj.***

GEOLOŠKA I HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA KRŠA KAO PREDUVJET ZA STVARANJE NOVIH POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA

Promatrano na dijelu općine Čitluk

SAŽETAK

U posljednje vrijeme smo svjedoci podizanja novih vinograda na području Brotnja. Pored sadnje na postojećim kvalitetnim zemljištima, sve se češće podižu vinogradi na stjenovitim područjima (kršu), po uzoru na uspješne kamene vinograde u Blizancima.

Pri odabiru takvih površina često se prave greške koje mogu imati velike posljedice kako u fazi pripreme površine tako i za vrijeme obrade i uzgoja vinograda.

Primijećene greške se odnose uglavnom na terene sa nepovoljnim osnovnim geološkim supstratom, nepovoljnim nagibom terena, visokom nadmorskom visinom i nemogućnosti pridobivanja vode za navodnjavanje po prihvatljivim troškovima. Na području općine postoje velike i pogodne okršene stjenovite površine koje zadovoljavaju sve potrebne uvjete za intenzivno i kvalitetno vinogradarstvo. Jednu smo takav teren opisali u ovom radu, ne ulazeći u imovinsko pravne odnose niti njegovu postojeću namjenu, već je odabrani teren promatran kao primjer zbog njegovih geoloških i hidrogeoloških značajki.

UVOD

Područje općine Čitluk (Brotnjo) se prostire na površini od oko 181 km². ili 18 100 ha, od toga na obradivo zemljište otpada oko 4 342 ha (oranice, voćnjaci, vinogradi i livade), ostalo su pašnjaci (3 909 ha), šume (7 599 ha), i ostalo (810 ha).

Vidi se da postoje velike površine definirane kao pašnjaci i šume na stjenovitim okršanim područjima koje mogu biti promatrane sa ciljem njihova pretvaranja u poljoprivredno zemljište. U ovom radu je opisan jedan takav teren sa naglaskom na mogućnost izrade vlastitog vodozdvata za navodnjavanje po sustavu kap po kap.

Pri odabiru potencijalnih lokacija je potrebno eliminirati terene sljedećih obilježja:

- Brda i njihove padine, zbog velike nadmorske visina i nepovoljnog nagiba terena za poljoprivrednu proizvodnju preko 8 % što smanjuje efikasnost obrade tla i ograničava izbor načina njegovog korištenja.

* GEO MARIĆ d.o.o. Mostar, Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

** Udruga vinara i vinogradara općine Čitluk

- Tereni izgrađeni pretežno od kompaktnih zdravih i jedrih vapnenaca i dolomita, sa rijetkim i slabo razvijenim pukotinama bez ispune, te sa slabo ili nikakvim razvijenim tlom.
- Dijelovi općine na nadmorskoj visini preko 300 m.n.m. dijelom zbog klimatskih značajki ali uglavnom zbog otežane mogućnosti izrade vlastitih vodozahvata, i neekonomičnog snabdijevanja vodom iz javnog vodovoda
- Tereni namijenjeni za druge djelatnosti (građevinsko - gospodarske zone, šume itd.
- Nepristupačna područja bez infrastrukture (putovi, el. mreža itd.) ili su za njihovu izgradnju potrebna velika sredstva.

Odabrani teren te njegovo šire područje dobrim dijelom zadovoljavaju osnovne kriterije te ima sljedeća obilježja:

- Radi se o području izgrađenom od uglavnom razlomljenih i degradiranih vapnenaca sa koji su na mjestima prekriveni asocijacijom smeđih tala, različite debljine po profilu.
- Teren je zaravnjen i nalazi se na nadmorskoj visini od 185 -200 m.n.m.
- Na terenu su prisutne kržljave šume i šikare običnog graba, drače, smrike, uz koje se javljaju vrijesak, smilje itd. Na rijetkim mjestima je sačuvana šuma hrasta, graba i jasena.
- U neposrednoj blizini su izvođena hidrogeološka istraživanja te su izrađene vodozahvatne bušotine koje se uspješno koriste. Uz dodatne istražne radove mogu se i na ovom terenu izraditi vodozahvati koji će omogućiti ekonomično i stabilno natapanje po sistemu kap po kap.
- Područje je cestovno dobro povezano i ima mogućnost priključenja na el. mrežu.

GEOLOŠKE- MORFOLOŠKE I PEDOLOŠKE ZNAČAJKE

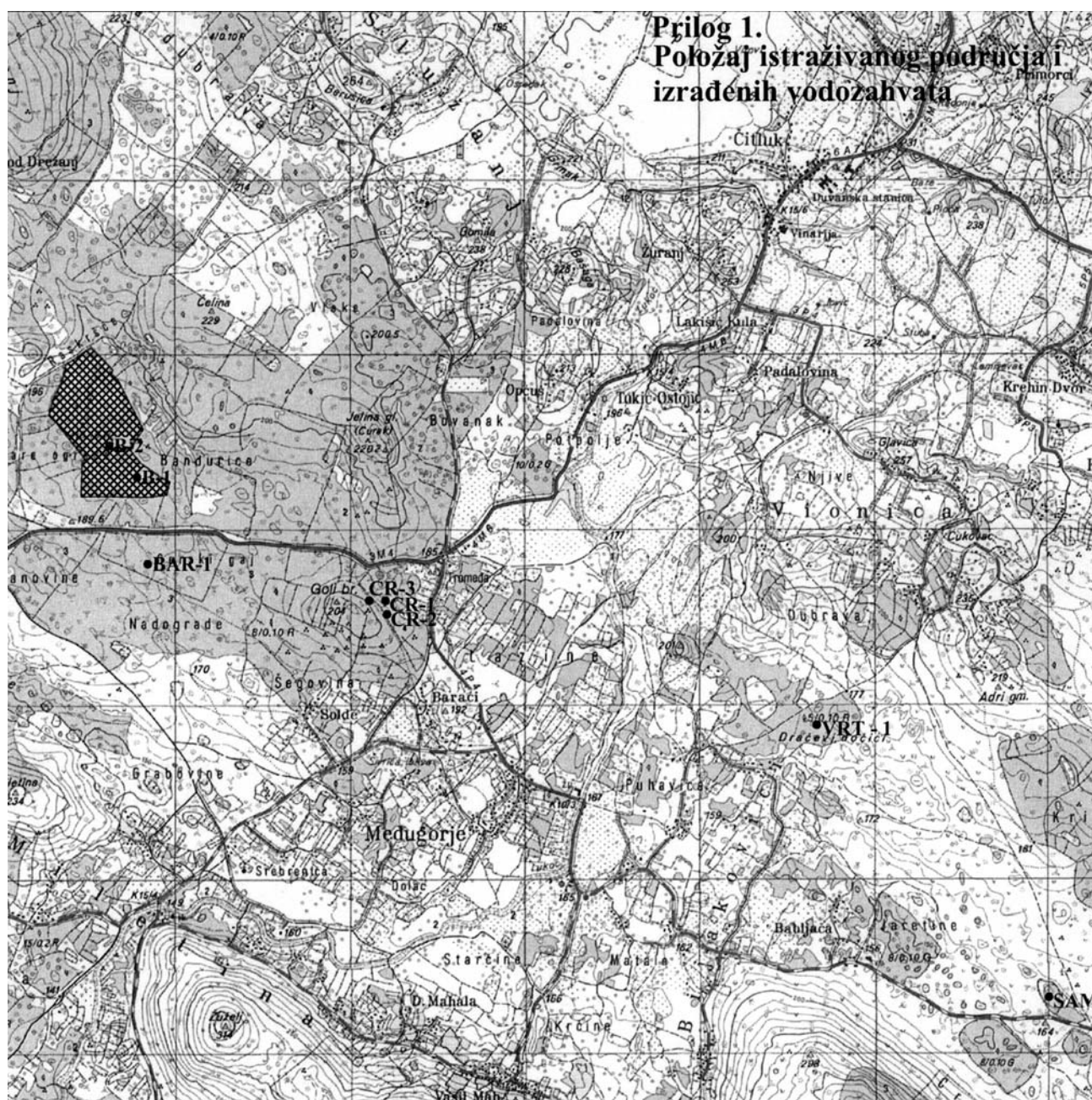
Odabrani teren služi samo kao primjer i podloga za ovaj rad. Nalazi na sjevernoj strani magistralne ceste Čiluk – Ljubuški, preko puta industrijske zone, na nadmorskoj visini od 185 -200 m.n.m. Teren ima površinu od oko 30 ha, od čega je neiskoristivo oko 5 ha, što znači se 25 ha smatra pogodnim za uređenje.

Ovo područje pripada tzv. stolačko – čitlučkoj tektonskoj jedinici. Osnovni litološki član su vapnenci gornjokredne starosti $K_2^{2,3}$. To su bijeli i svijetlosivi uslojeni i gromadasti vapnenci sa rudistima. Vapnenci su samo mjestimice sa izraženim jasnim slojevima, pretežno su dobro okršeni razlomljeni i trošni. Izgrađuju krila velike razlomljene antiklinale. Budući da su dobro izrasjedani nalazimo mnogobrojne različite pukotine (paraklaze i dijaklaze). Nalazimo i manje vrtače te druge krške oblike.

Na terenu je razvijena asocijacija smeđeg tla na vapnencima i dolomitima sa crvenicom (kalkokambisoli), koja su karakteristična za ovaj dio Hercegovine. To su tla nastala iz nerastvorenih ostataka vapnenaca, pri čemu je manji dio silikatnog materijala i eolskog porijekla. Ova asocijacija tala je nastala procesima kemijskog trošenja vapnenaca pod utjecajem vode tj. procesima karstifikacije. Jasno je da su ti procesi pospješeni u intenzivnim tektonskim zonama zbog lakšeg prokapljivanja odnosno procjeđivanja kroz razdrobljene dijelove karbonatne stijene. Zbog toga je važno na pojedinim područjima prepoznati ovakve razdrobljene zone, jer je to osnovni preduvjet za uspješno antropogeniziranje tih terena. Takvi razlomljeni vapnenci u svojim ispunjenim pukotinama sadrže potencijalno dobar supstrat koji se određenim zahvatima može aktivirati. Naravno da dodatnu vrijednost terenu daje dubina profila već razvijenog

tla, koja je jako promjenjiva a na mjestima i oskudna. Mehaničkim radnjama (riperovanje i zaravnavanje), osigurava se miješanje razvijenog tla sa supstratom iz pukotina, te se aktivira dublji profil terena. Nakon toga se radi dodatno usitnjavanje komada vapnenca te konačno zaravnavanje terena.

Naravno da će na jednom određenom terenu biti nepovoljnih površina izgrađenih od kompaktnih i jedrih vapnenaca, koji zahtijevaju složeniju pripremu. Na obrađenom terenu takvih je površina procijenjeno oko 15 % (5 ha), te nisu razmatrana za uređenje. Upravo zbog toga je važno određeni teren dobro geološki istražiti i jasno kategorizirati sve njegove dijelove prije nego što se krene u samu investiciju. To se također i na pedološka ispitivanja svojstava tla. Sa geološkog pogleda takvu kategorizaciju terena treba izvršiti prema određenim klasifikacijskim sustavima (npr. RMR sustav), koji mora sadržavati podatke kao što su. petrološke značajke stijene, tlačnu čvrstoću, razmak diskontinuiteta, stanje diskontinuiteta (zijeve, hrapavost, ispunjenost), sadržaj ispune itd. Te značajke je potrebno prikazati na karti preglednog mjerila, kako bi se mogli jasnije iskazati troškovi pripreme te uspješnost cijelog rada.



HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE I MOGUĆNOST NAVODNJAVANJA

Hidrogeološka istraživanja na području općine Čitluk su nekada bila intenzivna ali uglavnom bezuspješna i ona su se uglavnom odvijala na flišnim i laporovitim dijelovima općine i nisu rezultirala sa konkretnim rezultatima i važnijim vodozahvatima. Krška područja se gotovo i nisu razmatrala. Kasnijom izgradnjom uspješnog vodopskrbnog sustava Brotnja, ta istraživanja su gotovo prestala.

Na inicijativu međugorskih frataru u Vrtu Sv. Franje u Bijakovićima (2001 god.) poduzeće GEOMARIC – Mostar je izvršilo hidrogeološka istraživanja i izradilo prvu uspješnu vodozahvatnu bušotinu na okršenom dijelu općine (VRT -1). Izradu te bušotine je pratio veliki rizik, razni skeptični komentari, ali i veliko oduševljenje kada je voda protekla. Tada je bilo jasno da će se ovaj resurs još više koristiti i primjenjivati kao nadomjestak vodovodu. Usljedila je izrada još 5 takvih vodozahvata: Tri na prostoru Sportskog centra « Circle International » (CR - 1,2 ,3), a po jedan u Tvornici Barpeh (BAR – 1) i samostanu «Zajednica kraljice mira» - Bijakovići (SAM 1), (Prilog 1).

Svih šest izrađenih bušotina je pozitivno i uspješno se koriste. Bušotine u području Bijakovića su izbušene u jezgri sinklinale, izgrađene od alveolinsko - numulitnih vapnenaca eocenske starosti, dok su bušotine na sportskom centru i tvornici Barpeh probušile gornjokredne rudistne vapnence. Istražne bušotine su završene kao vodozahvatn tj. obložene sa obložnim i filterskim cijevima promjera 125 mm, dubine od 180 – 230 m. Dubina do ustaljene razine se kreće od - 80 do - 120 m. Bušotine su opremljene potopnim crpkama odgovarajuće izdašnosti, a one se kreću od 150 – 350 m³/dan.

Promatrani teren se nalazi u području sličnih hidrogeoloških obilježja kao tvornica Barpeh. Teren pripada području jake okršenosti s vrlo razvijenom kaverozno – pukotinskim tipom poroznosti. Po svojoj funkciji u hidrogeološkom smislu su odlični provodnici i kolektori.

Razvijene su sve znakovite zone okršavanja:

Gornja vadozna zona (infiltracijska zona) do dubine oko 10 metra.

Donja vadozna zona do dubine 80 – 100 metara u kojoj imamo brzo gravitacijsko procjeđivnje voda do

Meteorske zone tj. zone u kojoj je stijena stalno natopljena temeljnom vodom. Dubina do temeljne vode je oko 80 – 120 m. U toj dubljoj kolektorskoj zoni prevladava usporeno tečenje prema izvorima Studenčice sa malim padom r.p.v-a.

Bušotinom je potrebno otvoriti dovoljan broj vodom zasićenih efikasnih pukotinskih sustava ispod ustaljene razine podzemne vode, da bi se dobila zadovoljavajuća izdašnost. Također je važan promjer bušotine, jer se sa povećanjem promjera bušenja povećava površina prihranjivanja i izdašnost. Prema tome potrebno je odrediti optimalnu dubinu i promjer bušenja da bi se osigurala stalnost potrebnih količina vode, (Prilog 2)

Izboru same lokacije za izvođenje istražne bušotine treba prethoditi detaljna geološka prospekcija terena i geofizička ispitivanja da bi se odredila najbolja lokacija za izvođenje istražne bušotine. Kod izrade dvije bušotine ili više, potrebno je napraviti analizu njegovih mogućih međusobnih utjecaja te odrediti pravilan razmak između njih.

Za projektiranje vodozahvata je potrebno odrediti potrebnu količinu vode za navodnjavanje.

Prema postojećim standardima za navodnjavanje vinograda i voćnjaka u periodu vegetacije je potrebno dati od 35 – 40 lit/m² a tijekom vegetacije se prosječno daju tri obroka što znači 105 -120 lit/ m², ovaj standard vrijedi godine sa normalnim padalinama u periodu vegetacije, dok se u sušnim godinama ta količina povećava. U planiranje se može ući sa oko 200 lit/ m² vode za vrijeme vegetacije.

To bi značilo da je za prikazanu površinu od 25 ha potrebno osigurati:

$0,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \times 250\,000 \text{ m}^2 = 50\,000 \text{ m}^3$ vode. Prema tomu bi za vegetativni period od 120 dana trebalo osigurati izdašnost od $416 \text{ m}^3 / \text{dan}$.

Za osiguravanje te količine vode potrebno je izraditi dvije eksploatacijske bušotine sljedećih značajki:

- Dubina bušenja: 200 m
- Završni promjer bušenja: 155 mm
- PEHD obložna i filterska kolona promjera: 125 mm

Očekivana izdašnost svake bušotine treba biti oko $200 \text{ m}^3 / \text{dan}$ ($2,3 \text{ lit} / \text{s}$), što je izgledno s obzirom na prikazane do sada izrađene vodozahvate.

To znači da se sa ovakve dvije bušotine mogu zadovoljiti potrebe za vodom prikazane površine i u najzahtjevnijim uvjetima.

Bušotine je potrebno opremiti potrebnim crpkama i drugom opremom. Crpke se odabiru na osnovu probnih testiranja, kada se utvrde dinamičke razine podzemne vode i potrebne visine dizanja. Sa pretpostavkom da će u sustavu navodnjavanja postojati rezervoar na određenoj koti, potrebno je uzeti u obzir izdašnost crpke pri izlivanju vode u rezervoar.

Ugrađene crpke će imati sljedeće značajke:

- Promjer crpke: 101 mm
- Izdašnost $2,3 \text{ lit/s}$ sa dubine – 150 m.

Crpke se ugrađuju na dubinu – 180 m, pomoću tlačnih pocinčane cijevi promjera 2 “.

Na takvu crpku je ugrađen el. motor snage 7,5 kW, te je važno ugraditi odgovarajući el. kabel za napajanje crpke. Za sigurnost crpke se ugrađuju sonde koje isključuju crpku u slučaju smanjenja razine vode. Sigurnost crpki se također postiže ugradnjom odgovarajućih uređaja što ovisi o uputama dobavljača.

Prema sadašnjim uvjetima na tržištu cijena izgradnje i opremanja ovakve dvije bušotine bi iznosila:

stav	radovi	Cijena (KM)
1.	Geološka prospekcija i geofizički istražni radovi	3.000,00
2.	Izrada dvije eksploatacijske bušotine svaka dubine 200 m, završnog promjera 155 mm, sa oblaganjem PEHD cijevima promjera 125 mm te probnim crpljenjem i testiranjem izdašnosti bušotine	54.000,00
3.	Dobava i ugradnja crpki sa opremom odgovarajućih značajki	10.000,00
4.	Dobava i ugradnja tlačnih cijevi i el. kabela te drugi sitni radovi	6.500,00
5.	Priključak na elektro sustav i izrada el. mreže - paušalno	12.500,00
	Ukupno:	86.000,00

Ovo su troškovi izrade i opreme vodozahvata bez rezervoara i druge vodovodne mreže za sustav napajanja.

Ako ovaj iznos promatramo u kontekstu prikazane površine koja će navodnjavati dobijemo iznos od $3440 \text{ KM} / \text{ha}$, startnih ulaganja u izradu vodozahvata ili $0,688 \text{ KM} / \text{trsu}$.

Troškovi crpljenja 1 m³ iz ovako izrađenih i opremljenih vodozahvata ne prelaze 0,25 KM, što obuhvaća potrošenu el. energiju te plaćanje vodnih naknada.

Ako se vratimo iskazanoj potrebnoj količini vode za navodnjavanje od 416 m³ / dan ili 50 000 m³ za sezonu vidi se da će troškovi navodnjavanja iznositi:

50 000 m³ x 0,25 KM = 12 500 KM po sezoni ili

500 KM / ha vinograda ili

0,1 KM po jednom trsu na godinu.

Površina od 25 ha je izabrana kao optimalna za izradu vlastitih vodozahvata. Ovdje prikazano rješenje sa dvije bušotine potpuno pokriva sve tražene potrebe za navodnjavanjem ove površine. Također dvije bušotine sa rezervoarom u sustavu daju sigurnost u slučaju remonta jedog vodozahvata. Varijanta sa jednom bušotinom izrađenom na opisani način može zadovoljiti potrebe za navodnjavanjem površine do oko 15 ha, dok je za veće površine potrebno izrađivati bunare većeg promjera što znatno poskupljuje investiciju.

ZAKLJUČAK

Područje Brotnja osim što raspolaže sa kvalitetnim zemljištem, obiluje sa površinama na krškim područjima koje se mogu tehničkim zahvatima uspješno urediti u poljoprivredno zemljište. Takvih površina ima osim u privatnom i u društvenom vlasništvu. To su uglavnom veće parcele na kojima se nalaze uglavnom kržljave šume i pašnjaci. Pokazalo se da su takve površine pogodne za vinogradarstvo.

Takve površine su interesantne iz nekoliko razloga:

- Postojeću vlasničku strukturu obradivih površina karakteriziraju mali, razbacani i usitnjeni posjedi što bitno umanjuje mogućnost značajnijeg razvoja poljoprivrede i uvođenja novih tehnologija.
- Postoji dio stanovništva koje nema pogodne lokacije na obradivim površinama za sadnju vinograda.
- Već postoji povećana skupina bezzemljaša, doseljenika i prognanika među kojima svakako ima onih koji bi se bavili vinogradarstvom.
- Bilježi se trend bolje prodaje vina i sve veće potražnje za kvalitetnim grožđem

Očekivani razvoj poljoprivredne proizvodnje traži precizno definirane prostore te se moraju jasno razgraničiti sa drugim djelatnostima. Zbog toga je potrebno pristupiti širim višedisciplinarnim istraživanjima sa ciljem izrade karata uporabne vrijednosti pojedinih područja. U radu je prikazan model geološkog pristupa ovoj problematici gdje je naglašen resurs podzemne vode koji se do sada gotovo da i nije koristio. Jasno je da bez vode ili točnije ekonomičnog navodnjavanja nema uspješnog vinogradarstva, pogotovo u vinogradima na stjenovitim površinama.

LITERATURA

- Arhiv poduzeća GEOMARIĆ – Mostar
- Strategija razvoja poljoprivrede HNŽ 2004 – 2010 god.

IV. IZ ZAŠTITE OKOLIŠA

Hazim HRVATOVIĆ, Zavod za geologiju Sarajevo

PROMOCIJA GEOLOŠKOG NASLIJEĐA ČVRSNICE, ČABULJE I PRENJA

UVOD

Promocija geološkog naslijeđa nekog područja treba da se zasniva na slijedećem:

13. 06. 1991. Internacionalna deklaracija o poštovanju prošlosti Zemlje

“Baš kao i staro drvo koje sadrži sve zapise o svom rastu i životu i Zemlja zadržava sjećanje o svojoj prošlosti. Zapise sadržava u svojoj dubini i površini, stijenama i krajolicima, zapise koji mogu biti čitani.

Mi smo uvijek bili svjesni o potrebi da sačuvamo naša sjećanja, to jest naše kulturno naslijeđe. Sada je došlo vrijeme da zaštitimo naše prirodno naslijeđe. Prošlost Zemlje nije ništa manje važna od prošlosti čovjeka. Sada je vrijeme za nas da naučimo zaštititi i da čineći to, naučimo o prošlosti Zemlje, čitamo tu knjigu napisanu prije našeg postanka, to je naše prirodno geološko naslijeđe.

Mi i Zemlja dijelimo zajedničko naslijeđe. Mi i vlade država treba da smo kustosi ovog naslijeđa. Uvijek svaki čovjek treba znati da najmanje pustošenje i sakaćenje uništava i vodi nepovratnom gubitku. Bilo koja forma razvitka treba poštovati jedinstvenost ovog naslijeđa”.

1995. Deklaracija o geonaslijedju

U sistematizaciji i inventarizaciji objekata našeg prirodnog naslijeđa planine Čabulja, Čvrsnica i Prenj, treba da zauzmu značajno mjesto jer ispunjavaju kriterijume geonaslijedja koji su dati u deklaraciji o geonaslijedju, u kojoj se kaže slijedeće: »Geonaslijedje čine sve geološke, geomorfološke, pedološke i posebne arheološke vrijednosti nastale u toku formiranja litosfere, njenog morfološkog uobličavanja i medjuzavisnosti prirode i ljudskih kultura, koje zbog izuzetnog naučnog i kulturnog značaja, kao dio jedinstvenog geo-naslijedja, odnosno svijeta, moraju biti posebna briga svih društvenih faktora«

1999. Geopark

Kao proširenje nacionalnih i internacionalnih inicijativa za konzervaciju prirode UNESCO je pokrenuo program Geoparkovi što je postalo prepoznatljiva etiketa i sinonim zaštite okolice i razvoja.

Geopark je zaštićeno područje s crtama posebnog geološkog značaja, rariteta ili ljepote. Ove crte su reprezentativne u regionalnoj geološkoj historiji, događajima i procesima. Osim za naučna istraživanja i široku edukaciju o okolišu, geoparkovi mogu dati veliki potencijal za lokalni ekonomski razvoj

RASPRAVA

Naprijed navedeno treba da nam bude poruka za jedno otrežnjenje da proširimo naše postojeće inicijative za zaštitu i konzervaciju našeg prirodnog naslijeđa kao što je područje Čvrsnice, Čabulje i Prenja. To mjesto sadrži jednu geološku bitnost, posebnog naučnog značaja, rariteta i ljepote koji su reprezentativni za šire područje i za geološku historiju, događaje ili procese.

Područje ovih planina pripada karbonatnoj platformi Dinarida, te ima veoma interesantnu geologiju koja predstavlja izuzetnu mogućnost treninga za naučnike, učitelje, učenike i istraživače iz cijelog svijeta, što može služiti i povećanju lokalnog samoodrživog ekonomskog razvoja kroz okolišni "prijateljski geoturizam". Došlo je vrijeme da povećamo razumijevanje historije stvaranja prirodnog naslijeđa i da pažljivo sagledamo naše sadašnje postupke, jer ako ne sačuvamo naša blaga geološkog okoliša kao što je područje ovih planina, dijelovi ove prirodne zaostavštine biti će nepovratno izgubljeni.

Potreba za konzervacijom prirodnih resursa i biodiverziteta je postala veoma jasna. Međutim, mnogima je manje jasno da je konzervacija geološkog naslijeđa isto tako važna. Predstava da je geološko naslijeđe (geološki zapis) čvrsto, manje osjetljivo na destrukciju i da nema prijetnji nije istinita.

Stijene, minerali, fosili, tla i reljef su rezultat i zapis evolucije naše planete, i oni su nerazdvojni dio prirode. Distribucija struktura, biljaka i životinja zavisi ne samo od klime, već i od geologije i reljefa. Iako su veoma važan dio prirodnog svijeta, geologija i reljef su imali veliki uticaj na društvo i civilizaciju i nastavljaju da ga imaju. Naše korištenje zemlje za poljoprivredu, šumarstvo, rudarstvo, pravljenje domova i gradova je prisno povezano sa stijenama, tlom i reljefom. Čak više: resursi kao što su ugalj, nafta, plin i metali su igrali i još igraju važnu ulogu u tehnološkom industrijskom i ekonomskom razvoju.

Glavni ciljevi promocije geološkog naslijeđa su korištenje geoloških mjesta u edukaciji javnosti i učenje u geološkim naukama i okolišnom gradivu, njihov potencijal kao alat u osiguranju održivog razvoja i konzervacija geološkog naslijeđa za buduće generacije. Mjesta geološkog naslijeđa, pravilno korištena, mogu generisati zapošljavanje i nove ekonomske aktivnosti poznate pod imenom geoturizam.

Izrada jedne podloge za promociju geološkog naslijeđa treba da sadrži školski pristup: veza geologija-biologija-kultura-ekonomija.

ČVRSNICA, ČABULJA I PRENJA

«Sa visine sedla Makljen, puca vidik na novi svijet. Ovamo Bosna, tamo Hercegovina. Iza naših ledja zelena, šumom pokrivena zemlja, sa svojim kupolastim brdskim oblicima; pred nama, do neba visoki, zupčasti grebeni ogoljelog krečnjačkog gorja.

Ova promjena scenarija iznenadjuje, te se ne možemo nagledati divne pokrajinske slike, koja se u lijepom razvoju prostire ispred očiju, koje se dive. Jedan red gorskih orijaša: s lijeva Bjelašnica i Visočica, u sredini Prenj i Čvrstica, s desne Vran i Ljubuša, stvara cijeli južni horizont, pun stijena, litica i strmih provalija, te se ujedinjuje u planinsku panoramu od vanredne ljepote. Naročito početkom ljeta, kada na vrhovima i između golih masa stijena, još vise sjajnobijeli sniježni zastori i kada efekti osvjjetljenja djeluju mnogo promjenljivije, tada se naše hercegovačke alpe mogu uvijek takmičiti sa mnogim čuvenim predjelima Evrope»

Čvrstica je predstavljena skupom nekoliko visoravni i grebena koji su rastavljeni dubokim dolinama. Visoravni su Plasa s Muharnicom i Mala Čvrstica između kojih se nalazi Vilinac i Velika Čvrstica.

Plasa sa Muharnicom je visoravan omedjena sa strmim odsjecima kanjona Dive Grabovice i Doljanke. Sjeverni odsjek (dolina Doljanke). Cijelu površinu Plase izgrađuju mezozojski karbonati. Južni odsjek

(Diva Grabovica) dubine 2050 m od ušća u rijeku Neretvu. Plasa je dobila ime po svom masivnom obliku i zaravnjenosti, predstavlja zatalasanu zaravan za dosta vrtača.

Vilinac (2120 m) predstavlja vijenac sa mnogim zupčastim vrhovima, između kojih se nalaze kratke uvale.

Velika Čvrstica ima dva izražena paralelna grebena: Ploča (2226 m) i Jelenak (2170 m). Između ova dva grebena je prostrana karstna zaravan sa tipičnim krastnim fenomenima.

Čabulja čini južnu stranu kanjona rijeke Drežanke sa najvišim vrhom 1743 m.

Prenj je prostrana visoravan na kojoj se izdiže glavni greben. Omeđen je dolinom Neretve (na zapadu neretvanski rasjed a na sjeveroistočnoj sa rasjedom Konjic-Glavatičevo.

Prenj je podijeljen na dva dijela: viši jugozapadni i niži sjeveroistočni. Jugozapadni dio, najviši greben, čine Kamenac, Vjetrena Brda, Lupoglav (2102 m), Herać i Galić.

Sjeveroistočni dio se sastoji od zaravni sa vrhom Osobac (2030 m) i grebenom Velike Kape (2004 m).

Geološko naslijeđe

Navedene planine pripadaju dinarskoj karbonatnoj platformi, koja predstavlja plitkovodno područje u kojem se dugotrajno (kroz više geoloških perioda) održavaju stabilni uslovi za taloženje karbonatnih sedimenata debljine od nekoliko stotina do nekoliko hiljada metara. Na našim planinama to je period od 150 miliona godina. Područje Čvrstice, Čabulje i Prenja pripada Vanjskim Dinaridima. Vanjski Dinaridi su tipični predstavnik karstnog područja sa kompletnim razvojem mezozojskih karbonatnih sekvenci bez ili sa slabom vegetacijom. Iz tih razloga na ovim terenima je moguće raditi geološke karte visokog kvaliteta.

Ove karte pokazuju da se Dinaridi karakterišu očiglednim nabornim i navlačnim strukturama što se može vidjeti u kanjonu rijeke Neretve koja razdvaja Čvrstnicu i Čabulju od Prenja (slika 2). Ovdje su velike tektonske jedinice su urbane u pravcu sjeverozapad-jugoistok sa vergencama prema jugozapadu.

Geološki profil duž Neretve počinje sa tektonskom jedinicom Prenj-Čvrstica preko koje je navučena tektonska jedinica Konjic-Blačina. Tektonska jedinica Prenj-Čvrstica je presječena u centralnom dijelu neretvanskim rasjedom. Tektonska jedinica Prenj-Čvrstica je navučena preko tektonske jedinice Čabulja-Velež. Čeon dio ove navlake pruža se dolinom rijeke Drežanke i predstavlja dio velike značajne navlake Glamoč-Drežnica-Gacko.

U geološku gradju ovih planina uključene su permske, trijaske, jurske i kredne naslage.

Permske naslage su predstavljene pješčarima, glincima, alevrolitima i evaporitima. Trijaski sedimenti su predstavljeni: a)skitskim pješčarima, glincima i pjeskovitim krečnjacima; b)kampilskim laporovitim krečnjacima; c)anizijskim brečastim krečnjacima i dolomitima; d)ladinskim fosilonosnim krečnjacima i dolomitima sa tufovima i rožnacima; e)gornjotrijaskim krečnjacima i dolomitima. Na ovom području razvijena je kompletna jura karbonatne platforme

Perm U permu veliki dio evropskog kopna, nalazi se u zoni žarke i suhe klime pustinje, a u predgorjima se javljaju tereni koji su povremeno potapani. Za ovaj period su karakteristični klastično-evaporitski sedimenti koji su imali važnu ulogu kao skliska i pogodna podloga ubiranja i navlačenja u Dinaridima. Otkriveni su u dolini rijeke Doljanke (sjeverni obod Čvrstice). Oni su bitni i za utvrđivanje oblika deformacija kako prije tako i poslije djelovanja tektonskih sila.

Donji trijas otkriven je u širem području, sjeveroistočno od Čvrsnice i Prenja. Karakterišu ga klastiti sa školjkašima Claraia i Myophorya.

Srednji trijas Depoziciona sredina u Vanjskim Dinaridima srednjeg trijasa, karakteriše se taloženjem karbonatnih stijena u aniziku i ladiniku. Veliki prekid u taloženje dešava se na granici anizijsko-ladinskog kata. Sinsedimentni ekstenzivni tektonski pokreti doveli su do diferencijalnog izdizanja i slijeganja karbonatne platforme u aniziku.

Deb (m)	starost	Litologija		Okoliš	Fosili
	K ₂		Sprudni krečnjaci, bituminozni laporoviti krečnjaci i dolomiti	Marinska platforma	Globotruncana,
			Boksit	kopno	
	K ₁		Dolomite i krečnjaci	Marinska platforma	Salpingoporella, Cylindroporella, Cuneolina, Toucasia, Nerinea
			Boksit	kopno	
550	J ₃		Krečnjaci s dolomitom	Mrinska platforma	-Clypeina, Ellipsactinia, Ptygmatis, -Cladocoropsis, Kurnubia, Pfenderina
250	J ₂		Krečnjaci s dolomitima	Marinska platforma	
300	J ₁		-slojeviti krečnjaci, krečnjaci sa litiotisima, crni bituminozni krečnjaci i dolomiti	-subtidal, -lagoon	-Glomospira sp. -Lithiotis problematica, Durga crassa -Orbitopsela praecursor
500	T ₃ ^{2,3}		-dolomiti i dolomitični krečnjaci sa megalodonima	Marinska platforma	Megalodon
110	₂ T ₃ ¹		Dolomiti	Marinska platforma	Sphaerocodium
60	₁ T ₃ ¹		Crveni i zeleni lapori i dolomiti	Marinska platforma	
150	₁ T ₃ ¹		Sivi i crni bituminozni dolomiti	Marinska platforma	Daonella, Posidonia
250	₂ T ₂ ²		-Sivi i crni rožnaci i krečnjaci, -tufovi, vulkanske breče krečnjaci i laporci	Kontinentani reef	Daonella
90	₁ T ₂ ²		Crveni škriljci i žuti pješčari	Kontinentalni reef	Avicula globulosa

Slika. 1. Geološki stub područja Drežnice (Hrvatović 2004, poslije Behlilovića, 1964)

U kanjonu Drežnice, na površini su otkrivene ladinske naslage na potezu od sela Striževa do Perutca. Ladinik počinje sa glincima i rožnacima crvenkasto-žučkaste boje sa malim kuglastim školjkašem *Avicula*. Slijede laporci i kvrgavi krečnjaci sa tufovima andezitskog sastava (50 m), pa tamnosivi krečnjaci (250 m) sa školjkašima gornjeg ladinika (*Daonella*, *Posidonia*).

Gornji trijas Nakon perioda subarealnog ogoljenja i taloženja kontinentalnih klastita i boksita u karnijskom katu, nastavljeno je taloženje karbonata. Stvaraju se širokorašprostranjena facijalna područja dolomita ograničene intertajdalne platforme.

Gornji trijas počinje (najniži dijelovi kanjona Drežnice) sivim do crnim bituminoznim dolomitima bez fosila koji približno pripadaju kordevolskom potkatu karničkog kata. Slijede šareni laporci i dolomiti (60 m), pa sivi dolomiti (110 m) sa sferičnim kolonijama modrozelenih algi (*Sphaerocodium*). Na njih se nadovezuju krečnjaci sa školjkašem *Megalodon* i debela svita dolomita što sve ide u dva preostala kata gornjeg trijasa (norik i ret).

Donja jura Stvaranje karbonata u periodu rane jure na karbonatnoj platformi započinje taloženjem dolomita ograničene platforme slični onima iz norika i reta.

U području Drežnice ove naslage razvijene su na desnoj obali rijeke Drežanke. Taložene su kontinuirano na gornjotrijaske dolomite. Počinju sa taloženjem dolomita, zbog čega je granica sa gornjim trijasem često nejasna, dalje slijede tamnosivi do crni bituminozni krečnjaci debljine oko 90 m. Krečnjaci sadrže tanje proslojke škriljavih lapora debljine 15 cm. U stubu dalje slijede debelo uslojeni do bankoviti krečnjaci sa litiotisima. Ovi krečnjaci se javljaju u tri različita horizonta. Donji sloj je debljine 3-4 m. Utvrđen je na više mjesta pa se pretpostavlja da ima kontinuitet u svom razvoju. Preko ovog horizonta slijede sivi i tamnosivi krečnjaci sa jednim slojem koji sadrži litiotise. Ovaj sloj je debeo 1 m, a cijeli paket oko 20 m. Iznad sloja sa litiotisima na oko 5-6 m nalazi se treći horizont debljine 1-2 m. Na ovim slojevima su istaloženi sivi ili smeđi dobro uslojeni krečnjaci bez uočljivih fosila. Gornja granica lijaskih sedimenata je nejasna i postoji postupni prelaz u krečnjake i dolomite dogera. Debljina lijaskih sedimenata je oko 300 m.

U donjojurskim sedimentima primijećene su lagunske facije, koje indiciraju uslove povoljne za taloženje matičnih stijena.

Srednja jura Karbonatna platforma se stabilizovala u periodu srednje jure. Nastavljeno slijeganje je rezultiralo taloženjem subtajdalnih isplačnih stijena u lagunama unutrašnje karbonatne platforme.

Naslage dogera pružaju se kao i lijaskе čitavom dužinom desne obale Drežanke. Izgrađuju vrlo strmu sjevernu stranu planine Čabulje, odnosno južno krilo antiklinale Drežnica. Predstavljene su dobro uslojenim smeđim krečnjacima sa manjim ulošcima dolomita. Debljina im je oko 250 m.

Gornja jura Tokom kasne jure, platforma Dinarida se razvila u ivični šelf (platforma u moru) gdje se stvaraju lagunski krečnjaci i dolomiti koji sadrže alge *Clypeine* kao i izasprudne lagunske facije sa kladokoropsima.

Gornjojurske naslage se kontinuirano talože na sedimente srednje jure. Predstavljene su, oksford-kimeridž, svijetlosivim dobro uslojenim krečnjacima i dolomitima. Sadrže bogatu faunu kladokoropsisa, algi, foraminifera i briozoa. Debljine su oko 250 m.

Preko ovih naslaga slijede kimeridž-portland naslage predstavljene krečnjacima i dolomitima sa klipinama. Debljine su oko 300 m.

Donja kreda Talozenje karbonata se nastavlja uz kratki prekid (boksit i breče) što je vezano za tektonsku aktivnost

Donja kreda karbonatne platforme počinje dolomitima sa sitnim nerineidima, tintinidima, foraminiferama (Cuneolina) i karbonatnim algama (Salpingoporella, Munieria). Gornji dio donje krede zastupljen je uslojenim krečnjacima sa umecima dolomita koji ponegdje sadrže puževe (Nerinea) i pahiodontne školjkaše (Requienia, Toucasia), a prvenstveno foraminifere (Cuneolina, Orbitolina) te karbonatne alge (Salpingoporella, Munieria, Cyliodoporella) a u nekim slojevima i plodove haracejskih algi što ukazuje na osladjivanje mora.

Gornja kreda Sa nastupom gornje krede prostrana područja Vanjskih Dinarida i neki dijelovi Središnjih Dinarida pretvorena su u veoma plitko more udaljeno od kopna i zato sa čistim karbonatnim dnom, bez terigenih primjesa. Veliki dio profila zauzimaju rudistni krečnjaci taloženi na grebenima sa priraslim ljušturama ili pseudogrebenima, podvodnim nagomilavanjima ljuštura uginulih organizama.

Gornjokredne naslage otkrivene su na lijevoj obali Drežanke gdje se nalaze u tektonskom kontaktu sa trijaskim naslagama. Istočno od sela Striževa na lijevoj obali Drežanke, na manjoj površini otkriveni su bituminozni laporoviti krečnjaci i dolomiti.

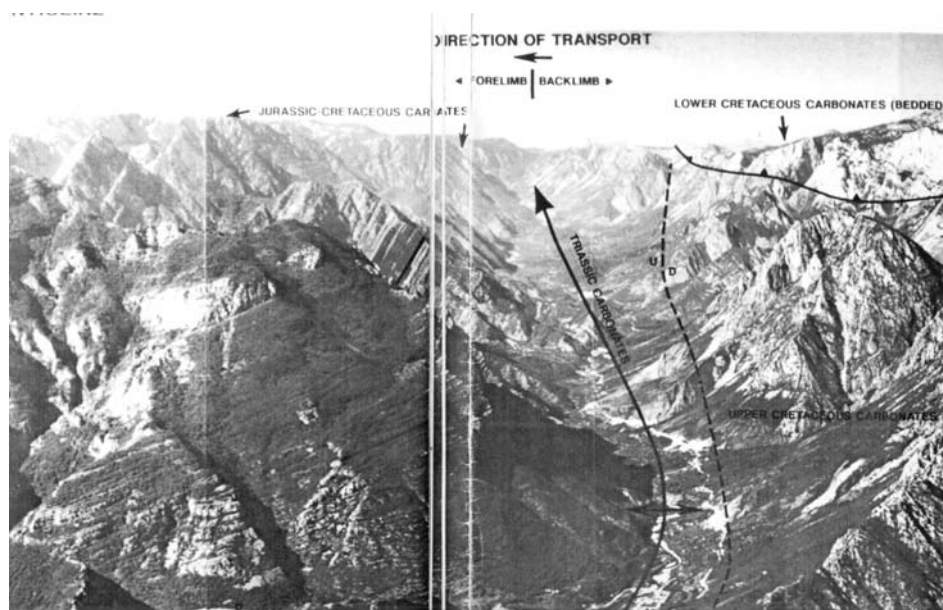
Paleocen i Eocen Tokom paleocenu i eocenu nastavlja se taloženje, lokalno, karbonata. Do kraja eocena i ranog oligocena, taloženje na platformi se okončava regionalnim izdizanjem i taloženjem konglomerata.

Kvartar Za ove visoke planine Hercegovine vezani su morfološki oblici i sedimenti, dokumenti glacijacije u gornjem pleistocenu. Te su pojave zapažene na Čvrsnici, Čabulji i Prenju. Na primjer: na Prenju jedan cirk je na sjeverozapadu ispod vrha Otiš, drugi na sjeveroistoku, na padinama Velikog brda, a dva manja na Vjetrenim brdima. Prema ispitivanjima na Prenju glacijacija (vjerovatno virmska) je imala dvije faze (stadijala) jer u dolini Bijele preko stare fluvijalne terase leži jedna mlađa morena, dok su stadijali imali sniježnu granicu u istom području prvi na 1700 metara a drugi na 1950 metara. Glacijalno-fluvijalna terasa ima najveću debljinu naslaga u kanjonu Neretve (60 m), jer su se tuda kretale vode sa većeg broja lednika.

Od posebnog značaja su dvije jasno izražene terase, koje se osim po svom položaju, razlikuju i po tome što u višoj preovladjuju valutice gabra a u nižoj krečnjaci, a da pri tome opći sastav ostaje isti. Ove dvije terase ukazuju na dvostruko zaledjenje naših prostora. Direktna veza akumulacionih terasa sa ledenjaci-ma može se vidjeti u dolini Doljanke gdje je sa lednika Čvrsnice i Vrana transportovan materijal.

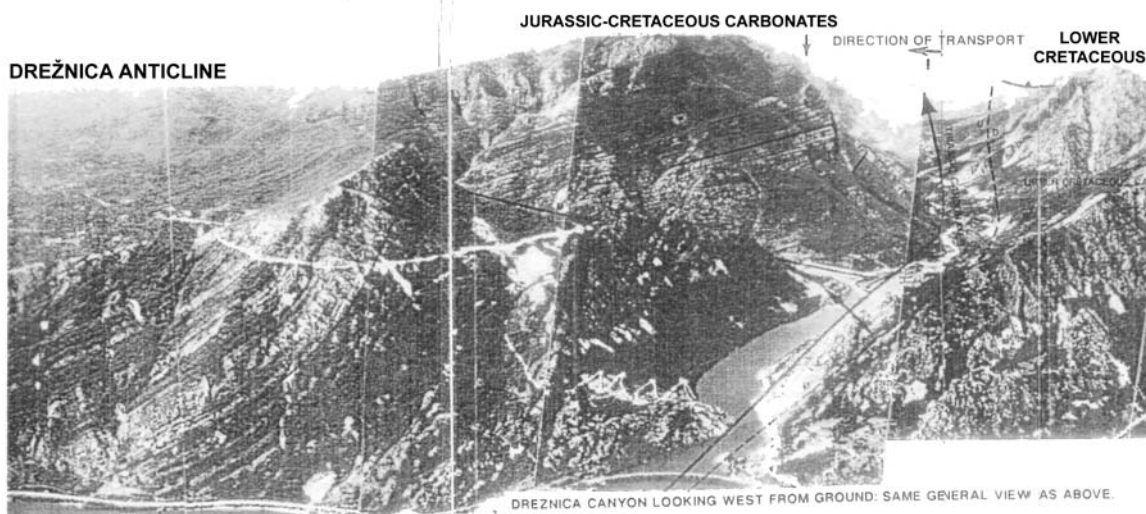
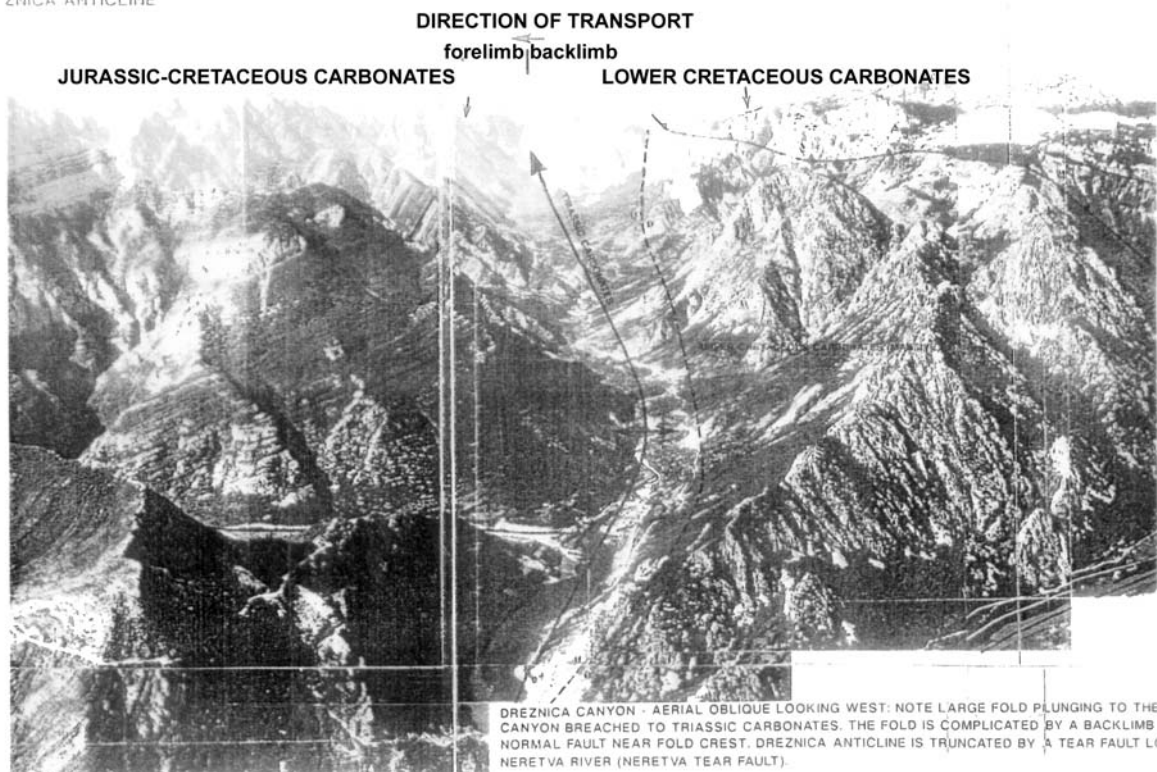


Sl. 2. Neretvanski rasjed (foto. Amoco, 1990)



Slika 3. Kanjon Drežanke (foto. Amoco, 1990)

DREŽNICA ANTICLINE



Slika. 4. Antiklinala Drežnice (foto: Amoco, 1990)

Po svim dosadašnjim geotektonskim podjelama posebno je interesantna struktura Drežnice koja je smještena u graničnu zonu između Vanjskih i Središnjih Dinarida. U ovom području izdvojene su Jablanička i Čvrtnička navlaka. Jablaničkoj navlaci pripada Prenj. U ovom dijelu ova navlaka se može pratiti u Drežnici, između Prenja i Veleža te na padinama Crvnja do gatačkog polja.

Kanjon Drežnice je asimetrični pravac pružanja nabora/rasjeda u smjeru jugozapada, a lociran je oko 20 km sjeverno od Mostara. Strukturni kompleks je dug 20 km, spušta se prema zapadu gdje nestaje sa površine, a na istoku se završava neretvanskim rasjedom. Otkrivene, ubrane i izrasjedane stratigrafske

sekvence od srednjeg trijasa do gornje krede imaju debljinu oko 2500 m. U dubljim dijelovima su prisutne i starije stratigrafske jedinice. Kanjon Drežnice pokazuje tri strukturna elementa koji otežavaju interpretaciju ovog područja: veću navlaku u sjevernom dijelu kanjona, rasjed koji se pruža duž strukture, odnosno kanjona, i Neretvanski rasjed. Rasjed duž kanjona je glavna tektonska jedinica između Vanjskih i Unutrašnjih Dinarida. Ovaj rasjed dovodi kredne naslage u kontakt sa trijasom u jezgri strukturnog kompleksa. Interpretira se da je ovaj rasjed nastao iz post-tektonske relaksacije i da klizi u evaporite iz permo-trijasa ispod Kanjona. Starost navlake u sjevernom dijelu kanjona je vjerovatno eocen-oligocen.

Strukturni kompleks kanjona Drežnica završava na Neretvanskom kosom rasjedu. Geometrija nabora i rasjeda istočno od Neretvanskog rasjeda je različita. Zbog njegovog jakog uticaja na geometriju nabora, tumači se da je u ranoj fazi razvoja ovaj rasjed bio navlaka.

Literatura

Behlilović, S., 1964, Geologija Čabulje planine u Hercegovini, Posebno izdanje Geološkog glasnika, 4, 1-80. Sarajevo.

Behlilović, S. & Pamić, J. 1963, Ladinska vulkanogena tvorevina u dolini Drežanke (Hercegovina). Geološki glasnik, 7, 39-44. Sarajevo.

Čelebić, Dj., 1967, Geološki sastav i sklop terena paleozoika i mezozoika između Konjica i Prozora s naročitim osvrtom na ležišta Fe, Mn rude. Posebno izdanje Geološkog glasnika, 10, 1-139. Sarajevo.

Čičić, S., 2002 : Geološki sastav i tektonika Bosne i Hercegovine,

Earth science Institute Sarajevo, 1-350, Sarajevo

Gaković, M & Gaković, J. 1972, Uporedna analiza stratigrafskih stubova lijasa nekih rejona Hercegovine. Geološki glasnik, 16, 27-37. Sarajevo.

Gaković, M. 1986, Stratigrafija lijasa Zalomke i Gacka u Hercegovini kao osnova biostratigrafske podjele donje jure u Dinaridima. Geološki glasnik, posebno izdanje, knj. XXI. Sarajevo.

Herak, M. 1991, Dinaridi-mobilistički osvrt na genezu i strukturu. HAZU, prir. istr. 63, vol. 21, br. 2.35-117, Zagreb.

Hrvatović, H. 1999, Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu, Posebno izdanje geološkog glasnika, knjiga 24, 1-2003, Zavod geologiju Sarajevo.

Hrvatović, H. & Papeš, J. 2000, Adriatic-Dinaridic carbonate platform (External Dinarides) Pancardi 2000, Dubrovnik, Croatia, 2000.

Katzer, F. 1903, Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu, Sarajevo.

Mojičević, M. & Laušević, M. 1966, Tumač za OGK list Mostar. Beograd.

Papeš, J. & Ahac, A. 1965, Tumač za OGK list Glamoč. Beograd.

Prof.dr.sc. Jerko Nuić, dipl.rud.ing., Prof.dr.sc. Stanislav Živković, dipl.rud.ing., RGN fakultet, Zagreb; Mr. Ivan Tvrković, dipl.ing.rud., HEP, Zagreb; Vlado Nuić dipl.ing.stroj., Miro Nuić, dipl.ing.rud., NUIING d.o.o., Zagreb

REKONSTRUKCIJA DEPONIJ E UGLJENA TE PLOMIN U FUNKCIJI ZAŠTITE OKOLIŠA

SAŽETAK

Deponija ugljena TE Plomin je neophodna pričuva termoenergetskog goriva i kompenzacija periodične dopreme ugljena prekomorskim brodovima u odnosu na njegovu kontinuiranu potrošnju u termoblokovima. Očituje se veličinom, oblikom i naročito bojom, što uvelike deprimira veoma zahtjevni, ionako industrijski opterećeni okoliš Plominskog zaljeva. Uskladišteni ugljen, pod utjecajem insolacije i atmosferilija, podliježe oksidacijskim procesima do pojave požara, što degradira kakvoću goriva i štetno djeluje na okoliš (mirisi, dimni plinovi, vatra). Postoji određeni nesrazmjer u sustavu dopreme i tehnologije odlaganja ugljena na deponiji kao i otpreme u termoelektranu, što inače valja uskladiti.

Kvalitetno i trajno rješenje problema je u izgradnji zatvorenog skladišta na lokaciji postojeće deponije u vidu adekvatnih silosa ili izgradnji izoliranog prostora u neposrednom brdskom masivu, što se preferira izvesti. Iskop se planski locira i oblikuje u čvrstom stijenskom masivu tako da zapreminski i tehnološki zadovolji postojeće i očekivane potrebe uskladištenja. Ekološki, posebice jer se bočno izolirani prostor zatvara s prirodno biološki oplemenjenim pokrovom i cjelokupni sustav potpuno gubi u vidokrazu. Obzirom na zamjetnu površinu pokrovnog dijela skladišta (oko 14000m²), moguće je a i poželjno radi lakše konstrukcije ugraditi na krovu sustav solarnih elemenata što dodatno vrednuje cjelokupni sustav. Punjenje i pražnjenje podzemne deponije ostvaruje se gravitacijski s direktnom dopremom iz brodova i otpremom ugljena u TE transporterima položenim podzemljem-tunelima. Obzirom na sastav stijenskog masiva realno je pokriće svih troškova izvedbe podzemnog skladišta prodajom iskopine (tehnički građevni kamen), što je ekonomski veoma poticajno. Koncept podzemnog deponiranja omogućava homogenizaciju ugljena od vitalnog interesa za rad kotlovskog postrojenja, a dislokacija postojećeg prostora deponije oslobađa značajne površine za ostale infrastrukturne sadržaje. Prestankom rada termoelektrane, prostor tako izrađene deponije može se uz prikladnu doradu prenamjeniti u podzemne garaže, suhu marinu ili u neke još atraktivnije nakane obzirom na njegovu veoma kvalitetnu amfiteatralnu izvedbu i poziciju u neposrednom i širem okolišu (morska obala-turistički kraj, luka posebne namjene).

1. UVOD

Na deponiji ugljena TE Plomin prisutni su brojni problemi koji nisu početno korektno postavljeni i tekuće adekvatno rješavani. Doprema ugljena iz brodova, skladištenje na odlagalištu i otprema u bunkere termoelektrane nisu usklađeni. Posljedice se očituju u troškovima skladištenja ugljena, napose degradaciji kakvoće ugljena uslijed oksidacijskih procesa, koji se u konačnici veoma negativno odražavaju na okoliš (neugodni mirisi, dim, vatra). Nužno je sanirati stanje postojećeg sustava ili iznaći druge-podesnije načine skladištenja ugljena. Referatom se kratko navode te mogućnosti i ocrtava izgledno-optimalno rješenje.

2. POSTOJEĆE STANJE SKLADIŠTA I PROBLEMI

Postojeće skladište ugljena na otvorenom pozicionirano je u krugu TE u dva odjelka (Slika 1.). Ukupna površina skladišta je oko 2,7 ha (veće-novo 1,7 ha, manje-staro 1ha), a kapacitet odlaganja do 280 000 tona. Ugljen se iz broda doprema transporterom položenim obalom Plominskog zaljeva do razdjelne stanice, gdje se usmjerava na jedno i drugo odlagalište. Uzduž odlagališta pomjeraju se istovarno-utovarni strojevi tzv. reklajmeri koji dopremljeni ugljen odlažu, odnosno odloženi utovaraju u transportere za odvoz u bunke TE. Kapacitet dopreme ugljena na pojedino odlagalište nije jednakomjeran. Istovarno-utovarni strojevi zahvaćaju samo 20% površine deponije, te je aktivirana prateća mahanizacija na odlagalištu (buldozeri i dr.). Na pojedinim sektorima odlaganja ugljen se duže zadržava što potencira oksidacijske procese i požare na deponiji.



SLIKA 1.: Pogled na odlagalište ugljena s kotla TE Plomin 2; (u prvom planu transporter T6; lijevo: kombinirani stroj VOEST-ALPINE VASR 1200/45, Austrija, kapaciteta 1 200 t/h / 500 t/h uzima ugljen s većeg polja odlagališta; u pozadini desno: stari stroj STT-Trbovlje RD30, Slovenija, kapaciteta 350 t/h / 350 t/h i manje polje odlagališta; u pozadini lijevo: presipni toranj PT3 s cijevnim transporterom iza kojeg je zgrada filtarske stanice rashladne morske vode)

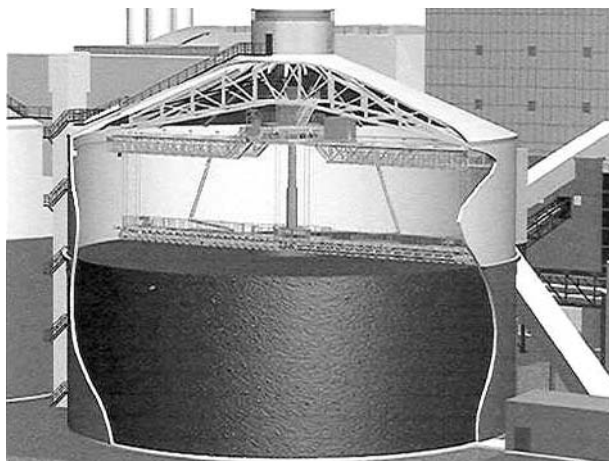
3. MOGUĆA RJEŠENJA I IZBOR

3.1. SANACIJA POSTOJEĆEG SKLADIŠTA

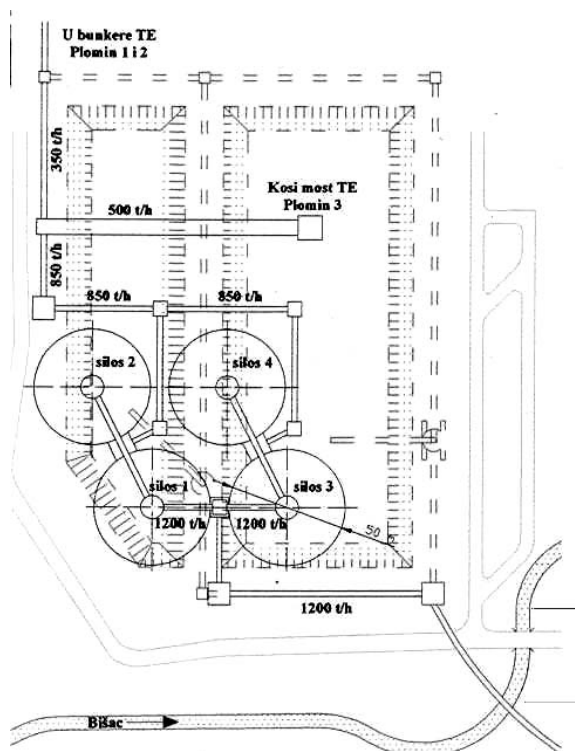
Nužne su ozbiljne intervencije na skladišnom prostoru, posebice na prilagođavanju i usklađivanju istovarno-utovarne mehanizacije kako bi se eliminirale uočene slabosti. Međutim, ostaje i dalje skladište izloženo atmosferilijama (kiša, vjetar, insolacija) i otvoreno vidicima prolaznika-turista Plominskim zaljevom, što je ekološki izrazito nepovoljno. Obzirom na ovu činjenicu i nedostatke u sustavu, posebice ako se zamjenski kapacitet instalira na starom bloku TE (110 MW), ova varijanta se ne podržava niti ovdje dalje elaborira.

3.2. IZGRADNJA ZATVORENOG SKLADIŠTA NA OTVORENOM (SILOSI)

Zatvorena skladišta ugljena u obliku izgrađenih silosa na otvorenom sve se više prakticiraju kod izgradnje energetskih postrojenja na ugljen (Slika 2.). Konkretno, trebalo bi izgraditi 4 silosa kapaciteta po 100 000 tona (promjer silosa 50m, visina silosa 60m) kako bi se osigurala adekvatna pričuva goriva u TE Plomin. Prema studijskim razmatranjima (Ekonerg, d.d., 2003.) silosi se lociraju na dio postojećeg skladišta (Slika 3.).



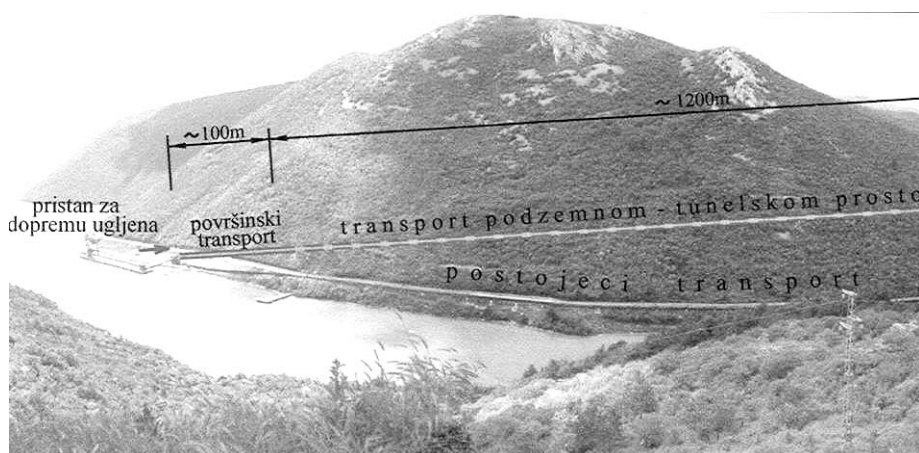
SLIKA 2.: Presjek silosa 50 000 m³ proizvođača ESI Eurosil BVE (Nizozemska)



SLIKA 3.: Pozicija zatvorenih skladišta (silosi) za ugljen kapaciteta 4 • 100 000 m³ na lokaciji postojećeg odlagališta ugljena

3.3. IZRADA PODZEMNOG SKLADIŠTA U BRDSKOM MASIVU

Osnovni koncept (Slika 4.) sadržan je u tome da se u neposrednom brdskom masivu izgradi podzemno skladište ugljena zapremine 400.000m^3 (oko 400.000t korisne zapremine), te podzemnim-tunelskim prostorijama poveže s pristanom za dopremu ugljena iz brodova odnosno otpremu iz skladišta u bunkere TE. U tom smislu, pri vrhu-dužom osi skladišta ugrađuje se transporter za istresanje ugljena u skladište, a ispod skladišta isto tako duž posebno izrađene prostorije transporter za izvlačenje masa iz skladišta (gravitacijsko obaranje ugljena kroz izrađene sipke uz ugradnju adekvatnog sustava za suzbijanje začepjenja). Za točno pozicioniranje dopremne i otpremne podzemne prostorije (tuneli), a napose podzemnog skladišnog prostora nužne su istražne radnje duž stijenskog masiva u kojem će se podzemni objekti izrađivati. Moguće su varijacije u prostornoj dispoziciji sustava pri čemu dominantno utječe lokacija skladišnog prostora (kakvoća stijenskog masiva, blizina TE, lakoća izgradnje krovišta-kolektori sunčeve energije i dr.).



SLIKA 4.: Shematski prikaz transporta i skladišta ugljena u brdskom masivu

3.4. IZBOR VARIJANTE

Za izbor optimalne varijante odlagališta odlučni su utjecaji zahvata na okoliš, troškovi izvedbe, te troškovi eksploatacije i održavanja sustava tijekom njegove životne dobi. Također, mogućnost prenamjene izgrađenog skladišnog prostora nakon prestanka rada TE je od vitalnog interesa za lokalitet u kojem se nalazi.

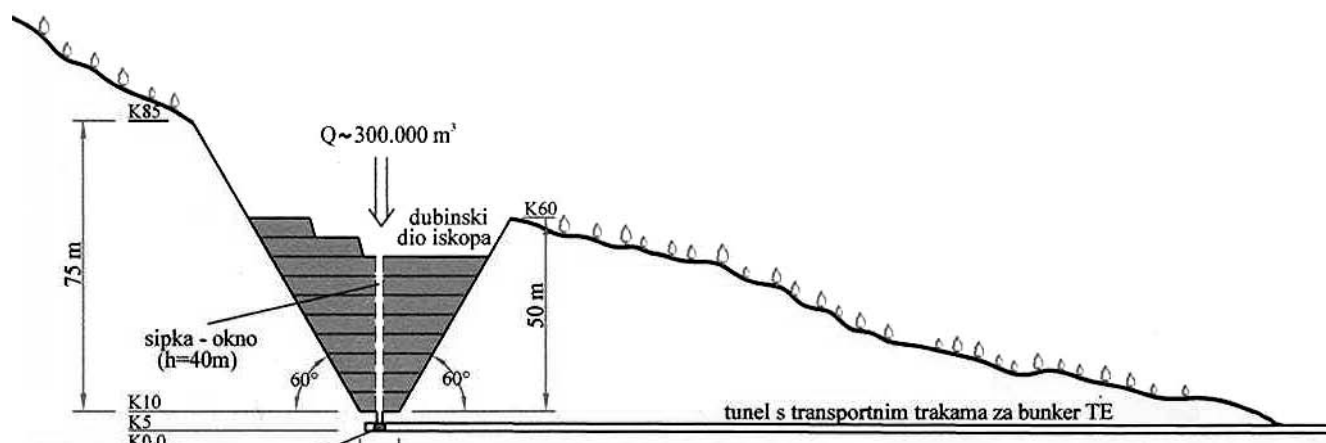
Varijanta otvorenog skladišta je ekološki nepovoljna, osobito u veoma zahtjevnom okolišu (Plominski zaljev). Veliki su troškovi na doradi sustava za potpuno i jednakomjerno odlaganje i preuzimanje ugljena na skladištu, a posebice zamjetni su troškovi sustava tijekom radnog vijeka termoelektrane (mehaničko odlaganje i preuzimanje ugljena).

Varijanta zatvorenog skladišta na otvorenom (4 silosa) je ekološki mnogo povoljnija od varijante otvorenog skladišta (eliminirani su utjecaji oborina, vjetra, insolacije kao i velike crne nakupine u prostoru), ali su negativni utjecaji na krajobraz dominantni izgradnjom 4 ogromna silosa u maloj kotlini Plominskog zaljeva. Svakako, cijena cjelokupnog sustava zatvorenog skladišta je visoka, dok su troškovi eksploatacije manji uslijed korištenja gravitacije. Kod izgradnje zatvorenog skladišta na otvorenom (4 silosa) zaposjeda se dio prostra postojećeg skladišta, što bi zahtjevalo dodatne intervencije za tekuće snabdjevanje termoelektrane ugljenom.

Izgradnja skladišnog prostora u brdskom masivu, te dopremnog sustava od brodova do skladišta i iz skladišta do TE podzemno-tunelskom prostorijom apsolutno je ekološki najpovoljnija varijanta. Izgradnja skladišta troškovno se pokriva iz adekvatnog iskopa mineralne sirovine (400.000m^3 tehničko-građevnog kamena) kao djelomično i tunelskih prostorija. U eksploataciji skladišta varijanta je najpovoljnija radi

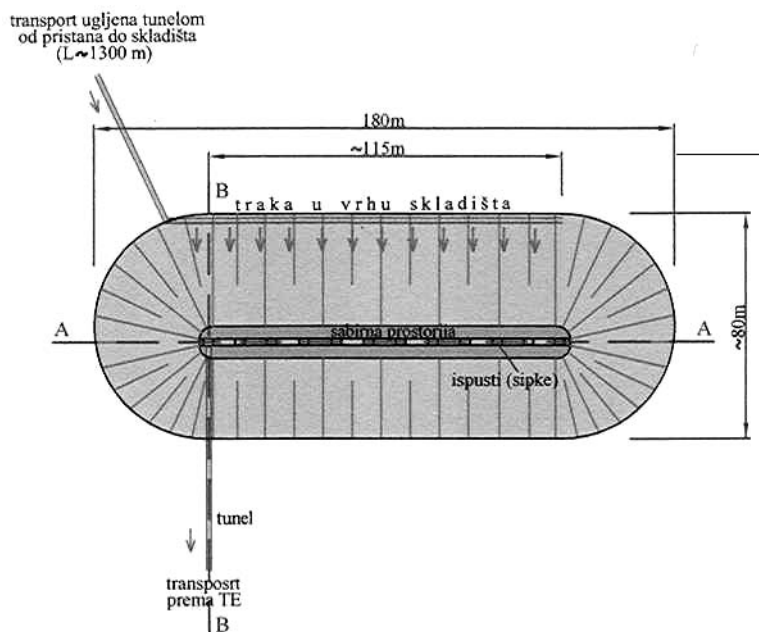
4. PRIKAZ ODABRANE VARIJANTE

b) izrada dubinskog dijela

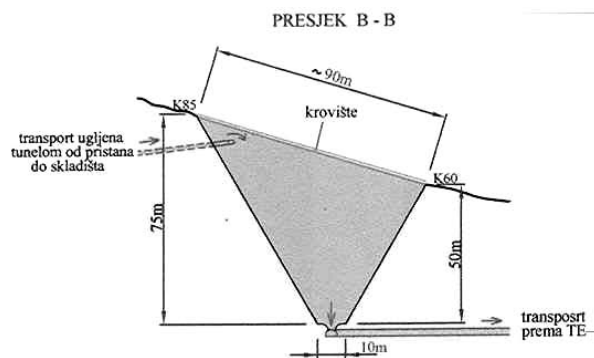
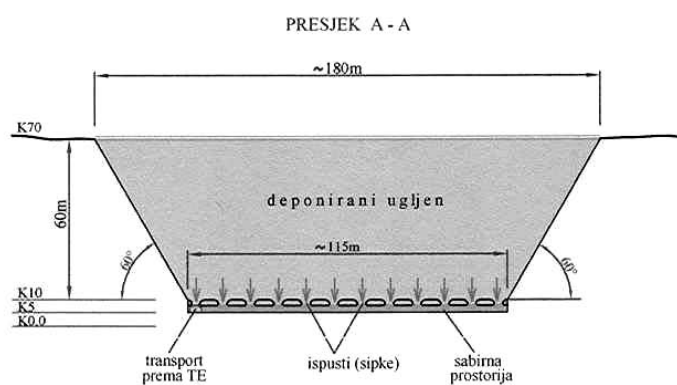


SLIKA 5.: Način izvedbe skladištnog prostora u brdskom masivu

181



Tlocrtni prikaz



Presjeci A-A i B-B

SLIKA 6.: Ocrtni podzemnog skladišnog prostora

5. EKONOMSKA OCJENA ZAHVATA

Izvedbom skladišnog prostora dobiva se mineralna sirovina (tehnički građevni kamen) koji ima veliku vrijednost na tržištu (oko 80 kn/m³ kamenog agregata). Uz proizvodnu cijenu agregata oko 50 kn/m³ ostvaruje se poslovna dobit do 30 kn/m³. Za izračunate količine iskopa od oko 420 000 m³ čvrste stijene (600.000 m³ rastresito) to bi iznosilo 18 mil. kn. Uz skuplje troškove izvedbe skladišnog prostora za 30% od klasičnih kamenoloma (ograničene rezerve, dubinski iskop, manje visine etaža, izrada obodnog dijela s hidrauličnim čekićem i dr.) to su poslovni efekti 9 mil. kuna, što se može upotrijebiti za izgradnju pokrovnog dijela skladišta ili u druge nakane oko izgradnje budućeg skladišta.

U konceptu podzemnog sustava valja još izgraditi podzemne transportne prostorije-tunele u dužini oko 1640m (sabirna prostorija ispod skladišta dužine 115m, transportna prostorija od skladišta do površine u dužini 220m, transportna prostorija od pristana brodova do gornje ivice skladišnog prostora oko 1200m, Slika 4.). Svijetli profil ovih prostorija iznosi oko 12m² (4 x 3,5m), što daje količine iskopa oko 30.000m³ tržišne vrijednosti preko 2 mil. kuna.

Cijena izrade tunelskih prostorija iznosi oko 12.000 kn/m ili ukupno 20 mil. kn. Svakako, ovome valja pridodati cijenu nabavke i ugradnje trakastog transporta u podzemni sustav. Međutim, po ovoj varijanti potpuno otpada postojeći sustav transporta i posebice istovarno-utovarni strojevi na odlagalištu (reklajmeri, buldozeri i dr.). Posebice, nestaju i tekući troškovi ovih strojeva, što računato na dugi vijek termoelektrane može pokriti sve preostale troškove u realizaciji predložene varijante. Treba ovdje pridodati moguće efekte podzemnog sustava u prenamjeni o čemu valja također misliti pri dimenzioniranju podzemnih prostorija. Na koncu, ekonomska komponenta odabrane varijante samo se preliminarno ocrtava radi okvirnog uvida u moguće troškove njene izvedbe jer su ekološki efekti ovdje dominantni.

6. ZAKLJUČAK

Analizom mogućih varijanti skladištenja ugljena u TE Plomin (sanacija i adaptacija postojećeg skladišnog prostora, izgradnja zatvornog skladišta na otvorenom-silosu, izrada podzemnog skladišnog sustava u neposrednom brdskom masivu) može se zaključiti slijedeće:

Varijanta izgradnje podzemnog skladišnog prostora ekološki je najpovoljnija (potpuno izolirana u krajobrazu, ugljen nedostupan atmosferilijama i insolaciji), tehnološki povoljna (maksimalno korištenje gravitacije, mogućnost automatizacije sustava i inertizacije skladišnog prostora), ekonomski poticajna u izgradnji (dobiva se vrijedna mineralna sirovina) i povoljna u eksploataciji (eliminiran rad istovarno-utovarnih strojeva na odlagalištu), te posebice pogodna za svrsishodnu prenamjenu (garaže, skladišni prostori, suha marina i dr.). Značajno je da se na relativno maloj površini Plominskog zaljeva stvaraju novi funkcionalni prostori, a postojeći oslobađaju za druge moguće namjene. Velika prednost se ogleda u tome što izgradnja skladišnog sustava u brdskom masivu, ne čini nikakve smetnje tekućoj opskrbi termoelektrane ugljenom.

Izgradnjom Bloka 2 (230 MW) u TE Plomin riješena su veoma kvalitetno dva temeljna problema zaštite okoliša tj. izgradnja visokog dimnjaka-desulfurizacija, te izgradnja pristana brodova za dopremu ugljena i njegov istovar i transport do odlagališta (gumeni trak položen obalom zaljeva u dužini oko 2km se prihvatom ugljena potpuno zatvara – postaje cijevni transporter). Novim-zamjenskim blokom (Blok 3) predstoji riješiti preostala dva velika problema koja se odnose na odvođenje zagrijane vode izvan Plominskog zaljeva, te izgradnju zatvorenog skladišta ugljena. Instaliranje nove-dodatne snage u TE Plomin omogućava predviđena ulaganja u zaštitu okoliša koja se time podiže na višu razinu od postojeće. Varijanta izgradnje podzemnog skladišta u brdskom masivu je kvalitetan prilog tim nastojanjima.

Literatura:

1. S. Živković, J. Nuić i dr.: *Degradacijski procesi na deponijama kamenog ugljena i njihov utjecaj na kakvoću i okoliš*, RGN fakultet, Zagreb (2002.)
2. S. Živković, J. Nuić i dr.: *Poboljšanje tehničko-tehnoloških i iskorištenje prostornih mogućnosti skladištenja kamenog ugljena u TE Plomin*, RGN fakultet, Zagreb (2003/2004.)

V. REPORTAŽE

PROSLAVA SV. BARBARE U KREŠEVU 2003. GOD.

Udruga hrvatskih rudara i geologa obilježila je dan Sv.Barbare u Kreševu

Rudari i geolozi tradicionalno obilježavaju 4.prosinac kao dan svoje zaštitnice Sv.Barbare.

2003.god. točnije 05.12. Udruga rudara i geologa HZ HB obilježila je dan svoje zaštitnice sv. Barbare u starom rudarskom mjestu Kreševu u Središnjoj Bosni.

Kreševo, stiješnjeno u uskoj dolini, skriva u sebi pravo bogatstvo višestoljetnog kulturnog i povijesnog naslijeđa vezanog najvećim djelom za rudarenje i željezni obrt, bilo je ovaj put dobar domaćin uglednim gostima iz Hrvatske i BiH,

Proslava je počela Svetom misom u samostanskoj crkvi Sv. Katarine za sve umrle i poginule rudare i geologe iz BiH, koju je predvodio fra Mato Perić, gvardijan kreševskog samostana.

Po završetku mise svi nazočni su posjetili Zavičajni muzej smješten u franjevačkom samostan

koji svjedoči o bogatom kulturnom i povijesnom naslijeđu ovog kraja. Razgovor poslije posjete muzeju sa gvardijanom samostana iz Kreševa je bio posebno dojmljiv, gdje su se posjetitelji i članovi Udruge RG HZ-HB upoznali sa bogatom prošlošću ovog kraja jednog od simbola opstojnosti Hrvata na ovom prostoru. Po završetku posjete muzeju u Napredkovom domu u Kreševu održana je Izborna-izvještajna skupština rudarsko-geološkog društva HZ HB.



Skupštinom je predsjedavao gosp.Željko Bojčetić, dipl.ing.rudarstva iz Jajca.

Usvojeno je izvješće o djelovanju društva kroz protekli period, zatim finansijsko izvješće o a na kraju izabran je novi upravni odbor HRGD.

U ime domaćina na skupštini se obratio gosp. Mato Barešić gradonačelnik općine Kreševo, te zaželio prisutnima ugodan boravak na općini Kreševo te zahvalio se na još jednom uspješnom obilježavanju dana Sv. Barbare.

Na kraju ovog divnog druženja u restoranu "Stari ribar" u Kreševu poseban ugođaj dali su članovi tamburaškog orkestra "Senjo" iz Kreševa. Slavlje kako samo znaju napraviti rudari i geolozi potrajalo je duboko u noć.



Zahvaljujući članovima HRGD ovo slavlje ostat će u dragom sjećanju, a ujedno i s nadom da proslava Sv.Barbare zaštitnice rudara i geologa nikad neće nestati sa ovih naših prostora.

Alojz Filipović, dipl.ing.geol

Barit d.o.o Kreševo

MEĐUNARODNI SAJAM MINERALA, STIJENA I FOSILA KREŠEVO 09/10.10.2004

Skupina zaljubljenika u minerale, stijene i fosile iz Kreševa na jednom od brojnih istraživanja minerala-kristala odlučila je organizirati sajam minerala, stijena i fosila koji bi bio po uzoru na slične sajmove diljem Europe, a ujedno bi bio i prvi takav organiziran u BiH.

Kreševo, staro rudarsko mjesto bilo je idealno mjesto za organizaciju sajma.

U starom vijeku Iliri, kasnije i Rimljani započinju u ovom kraju sa eksploatacijom ruda željeza, olova, srebra, zlata i žive. U srednjem vijeku Kreševo postaje iznimno važan rudarski i zanatski kraj. Grad Kreševo u to vrijeme zaštićen je utvrdom sa jakom vojnom posadom i ima status kraljevske rezidencije. Kreševo se prvi put u pisanim dokumentima spominje u znamenitoj Kruševskoj povelji izdanoj 12.08.1434 g. od strane bosanskog velikaša Juraja Vojsalića i nakon pada Bosne pod tursku vlast 1463 g. Kreševo za država poziciju važnog rudarskog zanatskog i trgovačkog središta. Svoj vrhunac Kreševo doživljava u 18 st. nakon čega dolazi do izražene stagnacije. O bogatom i kulturnom naslijeđu svjedoči i stalna postavka Zavičajnog muzeja u Kreševu smještena u franjevačkom samostanu. U povijesti Kreševa posebno mjesto zauzima Dragutin Lerman rodom iz Požege.

Istraživač, član Stanleyeve afričke ekspedicije, i guverner belgijske kolonije Kongo, provest će u Kreševu prva geološka istraživanja. Umire u Kreševu gdje je i sahranjen. Period poslije 2.svj.rata istraživanja su usmjerena na barit gdje Kreševo postaje najveći proizvođač baritne rude u bivšoj državi.

Sajam minerala, stijena i fosila priređen je u holu osnovne škole Dr. Boris Ćorić u Kreševu, uz organizaciju Turističke zajednice Kreševo, Planinarskog društva Bitovnja Kreševo, Hrvatskog rudarskog-geološkog društva iz Mostara. Generalni sponzor je bila tvrtka Miličević d.o.o. iz Kreševa.

Na sajmu su bili izlagači iz BiH, Hrvatske, Slovenije, Srbije i Crne Gore tako da je sajam bio međunarodnog karaktera. Posjetitelji sajma kojih je bilo oko 2000 bili su oduševljeni bojom, oblikom, raznolikošću, formom minerala, stijena i fosila. Posebnu pozornost privlačili su hijalofoni iz Busovače, koji se jedino mogu pronaći na lokalitetu Crni potok i koji su jedinstveni u svijetu.

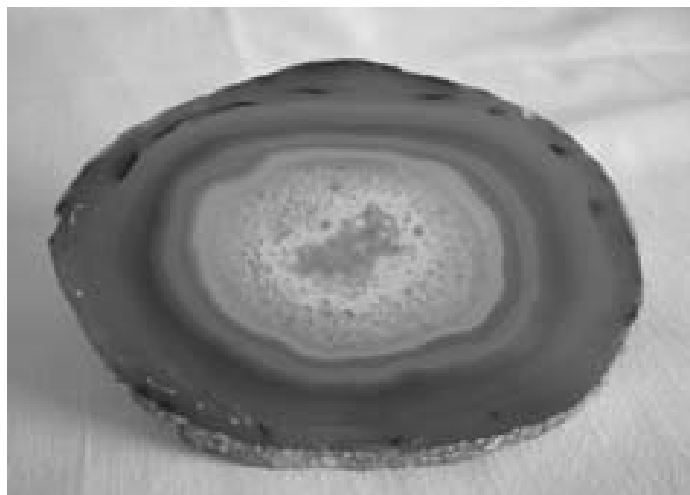
Sajmu su nazočili ugledni gosti iz Veleposlanstva Hrvatske i Češke, zatim profesori sa Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta iz Zagreba, Prirodno-matematičkog fakulteta iz Sarajeva, RGF iz Tuzle, djelatnici Zavoda za geologiju Ilidža, Zavoda za geologiju iz Zvornika, Institut za bakar-Bor (S i CG), predstavnici Hrvatsko-rudarsko-geološkog društva iz Mostara i predstavnici tvrtke Volvo za BiH.

Na sajmu su predstavljene knjige autora Prof. dr. dragutina Slovenca i Prof. dr. Vladimira Bermaneca « Sistematska mineralogija – mineralogija silikata » i CD Prof. dr. Galibe Sijarić « Mineralogija i kristalografija » iz kojega su i ovdje prikazane fotografije.

Prisustvo uglednih gostiju, brojni izlagači, velik broj posjetitelja opravdali su uloženi trud u organizaciju ovog sajma. Zaljubljenici u minerale sa općine Kreševo mogu biti sretni što je njihova ideja za organizacijom sajma bila opravdana sa željom da sajam preraste u tradicionalni.

Alojz Filipović, dipl.ing.geol.

Barit d.o.o. Kreševo



Ahat



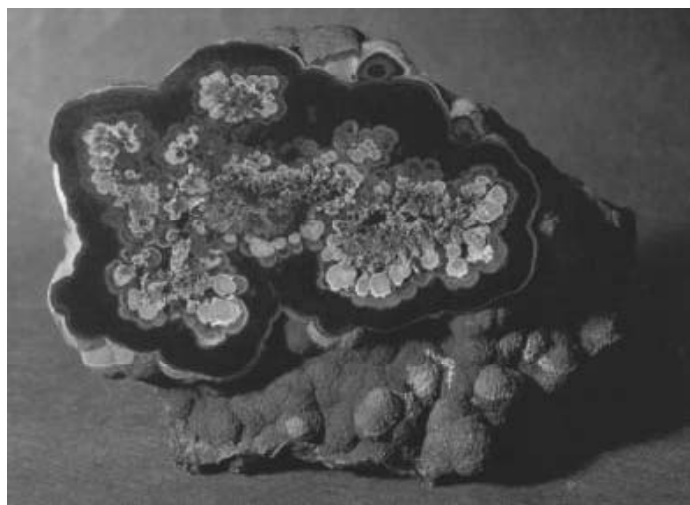
Barit



Gips



Kvarc



Malahit



Galenit